

*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

81

*Pirkko Laitinen,
Merja Lejonqvist, Sari Rämö,
Leena Welling, Hannu Oja-
nen ja Asko Hannukkala*

**Torjunta-aineiden käyttö
lastu- ja tärkkelysperunan
tuotannossa**

*Pirkko Laitinen, Merja Lejonqvist, Sari Rämö, Leena Welling,
Hannu Ojanen ja Asko Hannukkala*

Torjunta-aineiden käyttö lastu- ja tärkkelysperunan tuotannossa

Use of pesticides in starch and chip potato production

Maatalouden tutkimuskeskus

ISBN 951-729-583-9

ISSN 1238-9935

Copyright

Maatalouden tutkimuskeskus
Pirkko Laitinen, Merja Lejonqvist, Sari Rämö, Leena Welling,
Hannu Ojanen ja Asko Hannukkala

Julkaisija

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen
Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339
[sähköposti julkaisut@mtt.fi](mailto:sähköposti.julkaisut@mtt.fi)

Painatus

Jyväskylän yliopistopaino 2000

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen Joutsenmerkki.
Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Laitinen, P.¹⁾, Lejonqvist, M.¹⁾, Rämö, S.²⁾, Welling, L.³⁾, Ojanen, H.⁴⁾ & Hannukkala, A.¹⁾ 2000. Torjunta-aineiden käyttö lastu- ja tärkkelysperunan tuotannossa. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 81. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 41 p. + 5 app. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-583-9.

¹⁾ Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen,

pirkko.laitinen@mtt.fi, asko.hannukkala@mtt.fi

²⁾ Maatalouden tutkimuskeskus, Elintarvikkeiden tutkimus, Kemian laboratorio, 31600 Jokioinen, sari.ramo@mtt.fi

³⁾ Jyväskylän yliopisto, Ympäristötutkimuskeskus, PL 35, 40351 Jyväskylä, lwelling@ymtk.jyu.fi

⁴⁾ Maatalouden tutkimuskeskus, Luonnonvarojen tutkimus, Luonnonvarat, 31600 Jokioinen, hannu.ojanen@mtt.fi

Tiivistelmä

Avainsanat: peruna, kasvinsuojelu, torjunta-aineet, päästöt, kasvitaudit, rikkakasvit, tuhoeläimet, ympäristö, kuormitus

Tässä työssä tilastoitiin lastu- ja tärkkelysperunanviljelyn torjunta-aineiden käyttöön liittyviä lohkokokohtaisia tietoja ja laskettiin torjunta-aineiden keskimääräisiä käyttömääriä sekä käsiteltyä että perunanviljelyssä kyseisillä tiloilla olevia pinta-aloja kohti. Tutkimukseen sisältyy myös kahden rutontorjunta-aineen huuhtoutumiskenttäkoe, jonka tulokset antavat viitteitä siitä, miten kyseiset aineet käyttäytyvät suomalaisessa peltomaassa. Työ sisältää myös katsauksen torjunta-aineiden käyttäytymiseen peltomaassa ja siitä johtuviin ympäristörajoituksiin. Rajoitusten vaikutusta tuotantoon on pohdittu.

Torjunta-aineita, kauppavalmisteiden sisältämiksi tehoaineiksi laskettuina, käytettiin lastuperunan tuotannossa vuosina 1993–1997 keskimäärin 5,1 kg tehoainetta/ha. Eniten niitä käytettiin vuonna 1993 (6,8 kg/ha) ja vähiten vuonna 1996 (2,3 kg/ha). Vuonna 1997 käyttö oli 4,3 kg/ha.

Suurin osa torjunta-aineista käytettiin perunarutontorjuntaan. Lastuperunalla eniten rutontorjunta-aineita käytettiin

vuonna 1993 (5,6 kg/ha) ja vähiten vuonna 1996 (1,9 kg/ha). Vuonna 1997 käyttö oli 3,5 kg/ha. Prosentteina rutontorjunnan osuus kokonaiskäytöstä oli noin 70 %. Muiden kasvitautien torjumiseksi siemenperunan peittaukseen käytettiin 10–17 % torjunta-aineista, joten kasvitautien torjunta-aineiden osuus oli 80–90 % kokonaiskäytöstä.

Rikkakasvien torjuntaan käytettiin 11–19 % torjunta-aineista ja varsiston hävittämiseen noin 2–4 %. Koko tarkastelujakson aikana tuhoeläimiä jouduttiin torjumaan ainoastaan vuosina 1993, 1994 ja 1995, jolloin siihen käytettiin alle 0,1% koko torjunta-ainemäärästä. Tärkkelysperunalla käytetään vähemmän torjunta-aineita kuin lastuperunalla, jolla korkeampien laatuvaatimusten ja varastoinnin kestävyuden vuoksi panostetaan enemmän rutontorjuntaan ja varsiston hävittämiseen.

Torjunta-ainekuormituksen vähentäminen on eräs ympäristön- ja erityisesti pohjavesien suojelun tavoitteita. Perunan viljelyyn sallittujen torjunta-aineiden käyt-

törajoitukset ovat tiukkoja ja käytettävissä oleva ainevalikoima niin suppea, että tehoainekuormituksen vähentäminen nykyisestä tasosta on sateisina kesinä hyvin vaikeaa.

Huuhtoutumiskenttäkokeissa (1997–1999) fluatsinami oli propamokarbi-hydrokloridia kulkeutuvampi. Molempia aineita poistui pellolta pintavesien mukana, mutta muihin huuhtoutumiskentällä tutkittuihin torjunta-aineisiin verrattuina sekä fluatsinami- että propamokarbipäästöt olivat pieniä. Kokonaispäästöt olivat fluatsinamilla 0,01 % ja propamokarbilla 0,02 % käytösmääristä. Salaojavesissä ei kumpaakaan ainetta havaittu. Maasta fluatsinami hävisi aluksi nopeasti, mutta sitä oli havaittavia

määriä seuraavana keväänä. Propamokarbi hävisi nopeasti maasta eikä sitä havaittu muokkauskerroksen alapuolella.

Tuotannon kansallinen ja kansainvälinen kestävyys arvioiminen indikaattorien avulla ja tuotteen elinkaaritutkimus edellyttävät, että käytettävissä on tuotantoketjua koskevia yksityiskohtaisia tietoja valituista indikaattoreista. Nämä tiedot ovat usein vaikeasti saatavilla. Tämän hankkeen aikana karttunut tieto on järjestetty tietokantoihin ja se on indikaattorityötä ja elinkaaritutkimusta tekevien tahojen käytettävissä. Myös viljelijät ja viranomaiset voivat hyödyntää tietoja päättäessään torjunta-aineiden käytöstä.

Laitinen, P.¹⁾, Lejonqvist, M.¹⁾, Rämö, S.²⁾, Welling, L.³⁾, Ojanen, H.⁴⁾ & Hannukkala, A.¹⁾ 2000. Use of pesticides in starch and chip potato production. Publications of Agricultural Research Centre of Finland. Serie A 81. Jokioinen: Agricultural Research Centre of Finland. 41 p. + 5 app. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-583-9.

¹⁾ Agricultural Research Centre of Finland, Plant Production Research, Plant Protection, FIN-31600 Jokioinen. Finland, pirkko.laitinen@mtt.fi, asko.hannukkala@mtt.fi

²⁾ Agricultural Research Centre of Finland, Food Research, Chemistry Laboratory, FIN-31600 Jokioinen, Finland, sari.ramo@mtt.fi

³⁾ University of Jyväskylä, Institute for Environmental Research, PO Box 35, FIN-40351 Jyväskylä, Finland, lwelling@ymtk.jyu.fi

⁴⁾ Agricultural Research Centre of Finland, Resource Management Research, Environmental Resources, FIN-31600 Jokioinen. Finland, hannu.ojanen@mtt.fi

Abstract

Key words: potato, plant protection, fungicides, herbicides, insecticides, environment, emissions, fluazinam, propamocarb-hydrochloride, soil

This publication, which examines the use of pesticides by potato production sector, is part of the MTTs' research programme of potato production 1997–2000. Information on the use of pesticides was collected from farms specializing in the production of potatoes. The total area investigated was 795 ha. The producers of starch potato (14 farms) were situated in southern Satakunta and southern Häme, and those of chips potato producers (10) in southern Ostrobothnia around Kristiinankaupunki. A leaching field experiment on two pesticides, fluazinam and propamocarb-hydrochloride was also carried out. The environmental fate of the pesticides is discussed, paying special attention to the fungicides used against potato blight.

The use of pesticides was calculated as active ingredient (a.i). During 1993–1997 the total average rate of the pesticides in chips potato production was 5,1 kg/ha, use being highest (6,8 kg/ha) in 1993 and lowest (2,7 kg/ha) in 1996; in 1997 it was 4,3 kg/ha.

Pesticides were used mainly to control diseases. Fungicides accounted for 80–90 % of the total use of pesticides, herbicides for

11–19 %. The use of fungicides for the control of potato blight was highest (5,6 kg/ha) in 1993 and the lowest (1,9 kg/ha) in 1996; in 1997 it was 3,5 kg/ha. Insecticides were needed only in 1993, 1994 and 1995 and their proportion was under 0,1 %. Pesticides were used less in the starch potato than in the chips potato production.

The leaching field experiments on the fungicides fluazinam and propamocarb-hydrochloride were conducted in 1997–1999. Fluazinam was more persistent and mobile than propamocarb-hydrochloride and was still detected in surface runoff. Total emissions amounted to 0,01% and 0,02% of the amounts of fluazinam and propamocarb-hydrochloride used. Compared with other pesticides measured in the Finnish leaching field experiments the total emissions of the both fungicides were rather low. Neither fluazinam nor propamocarb-hydrochloride was detected in subsurface drainage water.

Assessing the sustainability of potato production with different indicators and life cycle analysis requires that detailed specific information should be available on every stage of the production chain. This information is often non-existent or it is not easily

accessible. The data collected during this work are stored in databases and are available for those who study the indicators of sustainability and make life cycle analyses.

The results will also help to update the recommendations for pest control for potato production.

Alkusanat

Torjunta-aineiden käyttö viljelypinta-alaa kohden on Suomessa alhaisimpia kehittyneiden maatalousmaiden joukossa. Tämä tilannekuva muuttuu kuitenkin kun tarkastellaan käyttömääriä kohteittain. Selvästi suurin määrä torjunta-aineista käytetään viljojen rikkakasvien torjuntaan. Viljapinta-ala on kuitenkin yli puolet kaikesta viljelyssä olevasta peltoalasta, joten hehtaarikohtaiset käyttömäärät eivät nouse suuriksi. Pinta-alakohtainen torjunta-aineiden käyttö on selkeästi suurinta sokerijuurikkaan, perunan ja eräiden avomaanvihannesten tuotannossa. Lisäksi näitä kasveja viljellään lyhyin välein toistuvasti samoilla pelloilla ja myös samoja torjunta-aineita käytetään toistuvasti, usein monta kertaa kasvu-kauden aikana. Perunaa viljellään pääosin keveillä kivennäismaalajeilla, joissa torjunta-aineiden liikkuvuus on suurin mahdollinen.

Kestävä tuotanto, ”*sustainable agriculture*” on jo vuosia ollut maataluden tavoittena. Se merkitsee tai sen tulisi merkitä mm. sitä, ettei nykyviljely vaaranna tulevaisuuteen viljelymahdollisuuksia. Viljelysmaan on säilyttävä rakenteeltaan ja kemiallisilta sekä biologisilta ominaisuuksiltaan ”terveenä” ja kasvukuntoisena. Viljelylähtöisiä ongelmia ei myöskään saa siirtää tuotantoympäristöön tai etäisempään luontoon eikä tuotteissa saa olla terveyttä vaarantavia riskitekijöitä. Kestävä tuotanto on kuitenkin nähtävä tätäkin laajemmin – tuotannon tulee olla myös taloudellisesti ja yhteiskunnallisesti kestävä.

Kestävyyssuhteiden ja ympäristörajoitusten valossa peruna on jo nyt ja erityisesti tulevaisuudessa eräs vaikeimpia viljelykasveja. On kaikkien etu, niin kuluttajan kuin tuottajankin, että tuotanto onnistutaan so-

vittamaan melko tiukkoihin ympäristörajoituksiin. Se takaa silloin kuluttajalle mahdollisimman puhtaat tuotteet ja viljelijälle varmuuden tuotannon kestävydestä ja jatkuvuudesta. Lisäksi saavutetaan tuotannon ja viljelijäkunnan arvostus sekä osaltaan varmennetaan ympäristöriskien hallintaa.

Perunantuotannossa torjunta-aineiden käyttöpainetta aiheuttaa lähinnä rutontorjunta. Kemiallista torjuntaa on käytettävä laajamittaisessa tuotannossa joka kasvu-kausi, jotta sadon laatu voidaan pitää moitteettomana. Sääoloista riippuen torjunta-aineruiskutuksia joudutaan tekemään kahdesta kuuteen kertaan. Valmisteiden tehoainemäärät ovat melko suuria, ja samaa tehoainetta joudutaan käyttämään enemmän kuin yhden kerran, koska vaihtoehtoja on vähän. Koska aineita joutuu maahan suoraan sekä niitä huuhtoutuu lisää kasvustosta, maahan tuleva kokonaistorjunta-ainemäärä voi nousta suhteellisen suureksi.

Torjunta-aineiden käytön minimoiminen perunan tuotannossa on varmasti jokaisen viljelijänkin hyväksymä tavoite, kunhan se saavutetaan sadon laatua vaarantamatta. Mahdollisuuksia torjunta-aineiden käyttötarpeen ja -määrän vähentämiseksi on monia, mm. uusien tehokkaiden, mutta nykyisiä valmisteita vähemmän tehoaineita sisältävien valmisteiden käyttöönsaanti, luotettaviin ennusteisiin perustuva tarpeenmukainen ja oikea-aikainen käyttö, kehittynyt ruiskutustekniikka sekä perunan rutonkestävyyden parantaminen. Kaikkia näitä mahdollisuuksia hyödyntäen päästään toivottuun suuntaan. Torjunta-aineita kuitenkin tarvitaan tulevaisuudessakin. Siksi olisi nopeasti ja laajasti selvitettävä erilaisiin käyttöolosuhteisiin ja käyttötapoihin sekä erilaisiin valmisteisiin liittyvät todelliset ris-

kit erityisesti ympäristölle, Näin käytön turvallisuus varmistetaan, muttei yleistäen aseteta aiheettomia käyttörajoituksia perusteettomasti.

Työryhmä kiittää kaikkia tähän tutkimukseen osallistuneita viljelijöitä yhteistyöstä. Ilman viljelijöiden myönteistä suhtautumista tämän hankkeen toteuttaminen olisi ollut mahdotonta. Kiitämme lämpimästi myös johtaja Erkko Pietarista ja tuotantopäällikkö Pertti Juolaa Siemenperunakeskuksesta, agronomi Ossi Paakkia,

viljelypäällikkö Ensio Ala-Tuoria ja viljelyneuvoja Juha Heiskaa Raisio Yhtymästä sekä tehdaspäällikkö Stefan Skullbackaa ja viljelyneuvoja Peter Klåvusia Oy Estrella Ab:sta sopimusviljelyyn liittyvistä taustatiedoista, käyttöön saamistamme tuloksista ja avusta tutkimukseen mukaan pyydettyjen tilojen valinnassa. Kiitämme tutkimuksen johtajaa Markku Yli-Hallaa asiantuntevasta ohjauksesta ja pohdiskeluista. Lämpimät kiitokset myös Unto Nikuselle kenttäkokeiden teknisestä toteutuksesta.

Aarne Kurppa

Perunantutkimusohjelman (1997–2000) johtaja

Sisällys

Tiivistelmä	3
Abstract	5
Alkusanat	7
1 Johdanto	11
2 Torjunta-aineet peltomaassa	12
2.1 Hajoaminen maaperässä	13
2.2 Kulkeutuminen maaperässä	13
2.3 Perunanviljelyssä käytettävien torjunta-aineiden ominaisuuksia	14
2.4 Perunanviljelyssä käytettävien torjunta-aineiden ympäristölausekkeita	15
2.5 Vesiensuojelun tavoiteohjelma	17
3 Torjunta-aineiden käyttö perunan tuotannossa	18
3.1 Aineisto ja menetelmät	18
3.2 Viljelytilastot ja torjunta-aineiden käyttö	19
3.2.1 Torjunta-aineet ja niiden käyttö	19
3.2.2 Siemenperunan peittäminen	20
3.2.3 Rikkakasvien torjunta	20
3.2.4 Tuhoeläinten torjunta	23
3.2.5 Perunaruton torjunta	23
3.2.5.1 Käsittelykertojen lukumäärä	23
3.2.6 Varsiston hävitys	24
3.2.7 Torjunta-aineiden kokonaiskäyttö	25
3.2.8 Esimerkkejä torjuntaohjelmista	26
3.2.9 Ympäristörajoituksista ja niiden vaikutuksista perunantuotantoon	27
3.3 Tulosten tarkastelua	28
4 Huuhtoutumiskenttätutkimukset	30
4.1 Johdanto	30
4.2 Menetelmät	30
4.2.1 Kenttäkokeet	30
4.2.1.1 Esitutkimus vuonna 1997	30
4.2.1.2 Huuhtoutumiskenttätutkimus perunalla 1998–99	30
4.3 Jäämäanalyysit	31
4.3.1 Fluatsinamin määrittäminen esitutkimuksessa	31
4.3.2 Fluatsinamin ja propamokarbin määrittäminen perunatutkimuksessa	32
4.4 Tulokset	32
4.4.1 Esitutkimuksen tulokset	32
4.4.2 Perunatutkimuksen tulokset (1998–1999)	32
4.4.3 Perunasadon ulkoinen laatu	34
4.4 Tulosten tarkastelu	34

5	Tuotannon ympäristöriskin satokohtainen arvoiminen – millä riskiä mitataan?	36
6	Yleistarkastelu	38
	Kirjallisuus	39
	Liitteet	

1 Johdanto

Viime vuosina ympäristönäkökohdat ovat nousseet entistä enemmän esiin, kun on arvioitu viljelyn ja tuotteen laadukkuutta. Kuluttajan näkökulmasta ehkä eniten kysymyksiä ja pelkoja herättävät terveys- ja ympäristöhaitat, joita torjunta-aineet saattavat aiheuttaa. Tuotteen puhtaus ja viljelyn ympäristöystävällisyys on kotimaan lisäksi pystyttävä todistamaan myös kansainvälisillä markkinoilla.

Kansainvälisissä vertailuissa käytetään enimmäkseen torjunta-aineiden myyntimääriä (tonnia/vuosi) ja keskimääräisiä käyttömääriä viljeltyä pellohehtaaria kohti (kg/ha). Näissä tilastoissa Suomi asettuu muiden Pohjoismaiden kanssa asteikon alapäähän, eli vähiten torjunta-aineita käyttävien maiden joukkoon. Ympäristöriskin kannalta tarkasteltuina tällaiset vertailut ovat kovin yleisluontoisia, sillä torjunta-aineiden käyttäytymiseen ja pysyvyyteen vaikuttavat ympäristöolosuhteet vaihtelevat suuresti. Riskiä on arvioitava niissä olosuhteissa, joissa aineita käytetään. Euroopan Unioni pyrkiikin laatimaan yhtenäisiä, olosuhteita huomioonottavia vertailukriteereitä torjunta-aineiden arviointia varten.

Viime vuosina on käynnistetty useita sekä kansainvälisiä että kansallisia hankkeita maataloustuotannon kestävyden mittareiden laatimiseksi. Näistä mainittakoon OECD:n selvitys maatalouden ympäristöindikaattoreista (OECD 1999) ja maa- ja metsätalousministeriön työ luonnonvarojen kestävä käytön mittarien kehittämiseksi Suomessa (MMM 1995, 1997, Aakkula 1999, Yli-Viikari 1999). Maataloudessa ja maataloustuotteita käyttävässä teollisuudessa on käynnistynyt alkutuotannon laatu- ja ympäristöjärjestelmien kehittäminen, muun muassa Maaseutukeskusten liiton laatu- ja ympäristöjärjestelmähanke (Jokipii & Niemelä 1997) ja viljan sopimustuotanto (Laukka 1997). Elinkaarianalyysissä tuotantoketjua tutkitaan raaka-aineiden tuotannosta kuljetusten ja tuotannon kautta tuotteen ja sen pakkauksen loppusijoittamiseen saakka. Perunan osalta

tällainen hanke on alkamassa MTT:n ja useiden muiden toimijoiden yhteistyönä v. 2000 (MTT 1999).

Torjuntakäytännöt täytyy tuntea, jotta voidaan arvioida tuotannon kestävyttä indikaattorien avulla ja vertailla sitä yleisellä tasolla. Ympäristötuki edellyttää nykyisin torjunta-aineiden käytön kirjaamista, ja joillakin sopimusviljelyaloilla sitä on tehty jo pitkään.

Tuotantoalat eroavat sekä torjunta-ainevalikoiman että torjuntatarpeen suhteen. Esimerkiksi viljanviljelyssä selvittää vähemmällä torjunta-aineiden käytöllä kuin perunantuotannossa. Avomaalla kasvukauden sää vaikuttaa torjunnan tarpeeseen, joten eri vuosina erot voivat olla suuria. Jos halutaan arvioida torjunta-aineiden käyttöä, pitää tuotantoalakohtaista tietoa olla useamman vuoden ajalta.

Maataloustilastoihin, torjunta-aineiden myyntitilastoihin ja asiastuntijalausuntoihin perustuva arvio torjunta-aineiden käytöstä eräiden maataloustuotteiden viljelyssä on tehty (Laitinen et al. 1996), mutta laajamittaisia, viljelijöiden kirjanpitoon perustuvia selvityksiä torjunta-aineiden käytöstä ei ole Suomessa julkaistu. Lastu- ja tärkkelyspe-runantuotannon osalta tähän tarjoutui tilaisuus ”Luonnonvaroja kestäväällä tavalla hyödyntävä perunantuotanto” -tutkimuksessa. Tulokset esitetään tässä raportissa.

Torjunta-aineiden, samoin kuin muidenkin ympäristölle vieraiden aineiden käyttöä säädellään ohjein ja rajoituksin. Rajoitusten tavoitteena on suojella ihmisen ja ympäristön terveyttä. Aineita arvioidaan jatkuvasti ja ainekohtaiset säädökset muuttuvat sitä mukaa kuin tieto aineista karttuu. Teholtaan erinomainen torjunta-aine saataan joutua poistamaan käytöstä tai sitä koskevia määräyksiä joudutaan tiukentamaan.

Suurin osa muutospäätöksistä koskee kuitenkin käytön laajentamista. Sallittujen torjunta-aineiden valikoima muuttuu, kun uusia aineita tulee käyttöön, jonkin aineen käyttöä rajoitetaan tai se kielletään kokonaan tai valmistaja vetää aineen pois rekisteristä. Muuttuvissa olosuhteissa viljelijä

2.1 Hajoaminen maaperässä

Torjunta-aineet hajoavat vedeksi, hiilidioksidiksi ja epäorgaanisiksi suoloiksi. Hajoaminen voi tapahtua useissa vaiheissa, joissa muodostuu uusia yhdisteitä (metaboliitteja). Niiden hajoaminen voi olla nopeampaa tai hitaampaa kuin alkuperäisen yhdisteen. Vastaavasti ne voivat olla alkuperäistä ainetta haitallisempia tai haitattomampia.

Torjunta-aineiden hajoamisnopeutta kuvataan puoliintumisajalla ($T_{1/2}$, tai T_{50}), sillä tarkoitetaan ajanjaksoa, jonka kuluessa puolet kunkin jakson alussa olleesta aine määrästä on hajonnut. Nopeasti hajoavana pidetään ainetta, jonka puoliintumisaika on alle viikko, kohtalaisen hitaasti hajoavana, jos aine puoliintuu 1–3 kuukaudessa ja erittäin hitaasti hajoavana, jos puoliintumisaika on yli 8 kuukautta.

Olosuhteet vaikuttavat torjunta-aineiden hajoamisnopeuteen. Kyseessä ei siis ole samanlainen ilmiö kuin alkuaineen radioaktiivinen puoliintuminen, joka on tietyllä aineella vakio. Puoliintumisajan sijasta puhutaankin joskus häviämisaikasta, jolloin tarkoitetaan torjunta-aineen hajoamiseen tarvittavaa kokonaisaikaa. Esimerkiksi yhdysvaltalaisessa Agricultural Research Service (ARS) -tietokannassa käytetään häviämisaikana nelinkertaista puoliintumisaikaa (ARS 1997).

Torjunta-aineen ominaisuuksien lisäksi hajoamisnopeus riippuu monista ympäristökäijöistä, kuten ympäristön lämpötilasta, maan happamuudesta ja valon ja mikrobiston kyvystä hajottaa yhdistettä. Torjunta-aineet hajoavat syvemmällä maaassa hitaammin kuin pinnassa, koska sekä kemialliset että mikrobiologiset reaktiot ovat yleensä hitaampia maan syvemmissä kerroksissa kuin pellon pinnassa. (Heinonen-Tanski 1986, Torstensson 1987).

On esitetty, että jopa 95 % torjunta-aineista hajoaisi mikrobiologisesti. Mikrobiologinen hajoaminen hidastuu tai pysähtyy kuitenkin kuivina kausina, kun maassa ei ole riittävästi kosteutta. Hapekkaita oloja vaativien mikrobien toiminta estyy maan ollessa vettynyt, jolloin mikrobeilla ei ole

riittävästi happea käytettävissään. Myös lämpötilan aleneminen lähelle nollaa hidastaa mikrobiologista hajoamista. Yleensä ajatellaan, että maan ollessa jäässä mikrobi-toiminta on pysähdyksissä. Suomen olosuhteissa hajoamista hidastavia jaksoja esiintyy runsaasti ja hajoaminen kestää meillä kauemmin kuin kirjallisuudessa yleensä esitetään.

2.2 Kulkeutuminen maaperässä

Torjunta-aineen kemialliset ominaisuudet ja monet maaperästä ja säästä johtuvat seikat vaikuttavat niiden kulkeutumiseen maaperässä. Vesistöihin torjunta-aineita joutuu huuhtoutumalla tai maahiukkasiin sitoutuneina eroosiossa ja jossain määrin myös tuulten ja sateiden mukana. Aineiden kulkeutumista maassa arvioidaan yleisimmin niiden vesiliukoisuuden ja orgaaniseen ainekseen sitoutuvuuden perusteella. Näiden ominaisuuksien mukaan aineet luokitellaan kuuteen ryhmään, joiden ääripäinä ovat erittäin kulkeutuva ja kulkeutumaton. Veteen hyvin liukeneva aine on usein myös hyvin kulkeutuva, mutta heikosti liukenevakin aine voi kulkeutua veden mukana ja joutua pohjavesiin.

Huuhtoutumiseen ja sitoutumiseen vaikuttavat myös muut tekijät kuten maaperän saviaineksen määrä sekä sen ominaisuudet ja maan happamuus. Maaperän koostumuksella on siten ratkaiseva merkitys torjunta-aineiden kulkeutumisessa. Torjunta-aineiden sitoutuminen eri maalajeihin vaihtelee sen mukaan, millaisia kemiallisia sidoksia ne voivat maahiukkasten kanssa muodostaa. Sidoksen lujuus, orgaanisen aineksen hajoaminen sekä veden virtausnopeus maan pinnalla tai huokosissa vaikuttavat siihen, miten nopeasti sitoutunutta ainetta vapautuu. Maan tai veden happamuuden muutokset vaikuttavat joidenkin aineiden sitoutumiseen ja hajoamiseen (Torstensson 1987).

Maan jäätyminen ja sulaminen rikkoo sidoksia ja vapauttaa tiukastikin sitoutuvia torjunta-aineita. Siksi aineita esiintyy tal-

ven ja kevään vesissä, vaikka niitä ei ole syksyllä havaittu. Tämä on ollut tyypillistä tiettyille torjunta-aineille suomalaisissa huuhtoutumiskenttäkokeissa (Kurppa & Laitinen 1999). Toisaalta, maan jäätyminen pysäyttää veden ja siihen liuenneiden torjunta-aineiden kulkeutumisen syvemmälle kevättalvella. Savimailla salaojavaluntaa esiintyy usein vielä tammi-helmikuussa, hieta- ja sora- ja hiesu- ja hiesu ovat huonosti vettä läpäiseviä ja sora hyvin vettä läpäisevä maa.

Koska torjunta-aineet liikkuvat maassa veden mukana, maan vedenjohtokyky vaikuttaa niiden kulkeutumiseen. Vedenjohtavuus vaihtelee ajallisesti samalla lohkokolla, sillä maalajin lisäksi siihen vaikuttavat mm. maan orgaaninen aines, viljelytekniikka, lierit ja muut maaeläimet sekä kasvien juurikanavaverkosto. Pelkän maalajin perusteella maan vedenjohtavuuden arvioiminen onkin vaikeaa. Numeerisiin arvoihin perustuva maiden luokittelu vaatii suuren määrän useampana vuotena toistettavia mittauksia.

Yhdysvalloissa on käytössä luokittelu, joka perustuu yli 4000:een mittaukseen (SCS 1972). Luokitus ei ole sellaisenaan sovellettavissa Suomen oloihin, eikä meillä ole tehty riittävän laajoja, luokitukseen sovellettavia mittaussarjoja. Suomen ympäristökeskus (SYKE) käyttää maiden läpäisevyyden arvioinnissa geoteknisiä luokituksia. Sen mukaan läpäisevillä mailla tarkoitetaan maita, joiden vedenjohtavuus on suurempi kuin 0,01 cm/s (Tie- ja vesirakennushallitus 1970). Luokituksessa läpäisevän maan raja-arvo asettuu hiekan ja hiedan rajalle, joten hieta ja hiesu ovat huonosti vettä läpäiseviä ja sora hyvin vettä läpäisevä maa.

Muokkaus vaikuttaa veden kulkeutumiseen maassa, eli siihen, mikä osuus pellolle tulevasta vedestä poistuu pintavalunnassa tai suotautuu syvemmälle joko salaojiin tai pohjaveteen saakka. Siten se vaikuttaa myös veden mukana kulkeutuvien torjunta-aineiden käyttäytymiseen pellossa. Lisäksi muokkaus siirtää ja sekoittaa muokauskerroksessa olevia torjunta-aineita (Laitinen & Tuhkanen 1998).

Maatalouden tutkimuskeskuksen huuhtoutumiskenttäkokeissa Toholammilla olivat maan torjunta-ainepitoisuudet pintakerroksessa (0–5 cm) yleensä suurempia kuin syvemmällä. Jos maata ei syksyllä kynnetty, joitakin torjunta-aineita esiintyi sekä kesän että talven pintavaluntavesissä. Talvella veden torjunta-ainepitoisuudet olivat yleensä pienempiä kuin kesällä, mutta kun vettä tuli talvella paljon, talvikauden torjunta-ainepäästöt muodostivat huomattavan osan kokonaispäästöstä. Kyntö vähensi veden pintavaluntaa ja lisäsi salaojavaluntaa. Syyskynnön jälkeen torjunta-aineita havaittiin salaojavesissä, mutta ei talven pintavaluntavesissä (Laitinen et al. 1996, Kurppa & Laitinen 1999).

Seuraavassa esitellään eräiden perunaruton torjuntaan käytettävien aineiden ympäristöominaisuuksia ja niistä johtuvia käytön rajoituksia. Muiden perunanviljelyssä käytettävien torjunta-aineiden ominaisuuksia on koottu liitteeseen 1.

2.3 Perunanviljelyssä käytettävien torjunta-aineiden ominaisuuksia

Propamokarbi-hydrokloridi on eri tietolähteiden mukaan maassa joko kulkeutuva tai kulkeutumaton yhdiste ja sitä saattaa kulkeutua pohjavesiin joissakin olosuhteissa. Se hajoaa maassa kohtalaisen nopeasti. Puoliintumisaika (T50) on noin 30 vuorokautta. Hajoamisnopeus riippuu maan mikrobiaktiivisuudesta ja vaihtelee siten olosuhteiden mukaan. Toistuvassa käytössä mikrobiologinen hajoaminen saattaa ajan kuluessa nopeutua. Kasvustossa (lehdillä) propamokarbin puoliintumisaika on noin 15 vuorokautta. Propamokarbin myrkyllisyys maa- ja vesieliöille on hyvin vähäinen. Tattoo on Suomessa käyttöön hyväksytty propamokarbivalmiste, jonka varo aika, 21 vuorokautta, on määritelty valmisteen sisältämän mankotsebin perusteella.

Fluatsinami on maassa heikosti kulkeutuva yhdiste. Sen joutuminen pohjavesiin on epätodennäköistä. Se hajoaa kohtalaisen hitaasti tai hitaasti. Puoliintumisaika maassa on 48–165 vuorokautta. Hajoamisno-

peus riippuu maan mikrobiaktiivisuudesta ja on nopeinta humuspitoisessa, biologisesti aktiivisessa maassa. Hajoamistuotteet ovat lähtöainetta pysyvämpiä. Hitaan hajoamisen vuoksi yhdistettä ja sen hajoamistuotteita saattaa kertyä maahan. Fluatsinaminon vain lievästi myrkyllistä maaliöille, mutta vesiliöille se on hyvin myrkyllistä. Varo aika käsittelystä sadonkorjuuseen Suomessa 7 vuorokautta. Shirlan ja Epok 600 EC ovat fluatsinamia sisältäviä valmisteita.

Mankotsebi ja manebi ovat maassa heikosti kulkeutuvia yhdisteitä. Ne hajoavat kohtalaisen hitaasti. Puoliintumisaika maassa on noin 70 vuorokautta. Kasvustossa (lehdillä) puoliintumisaika on noin 10 vuorokautta. Varo aika käsittelystä sadonkorjuuseen on molemmilla aineilla Suomessa 21 vuorokautta.

Mankotsebi ja manebi ovat ditiokarbaamateja, joiden hajoamisessa syntyy ympäristön ja terveyden kannalta haitallista etyleenitioureaa (ETU). Tästä syystä esimerkiksi Ruotsissa ja Hollannissa pyritään luopumaan niiden käytöstä. Myös meillä niiden käyttö pyritään korvaamaan haitattomammilla yhdisteillä (Vesi- ja ympäristöhallitus 1993a). Mankotsebia sisältäviä valmisteita ovat mm. Acrobat WG, Dithane DG, Ridomil MZ 63 WP ja Tattoo.

Dimetomorfin käyttäytymisestä maassa on vain vähän tietoja saatavilla. Valmistetta saa käyttää enintään kolme kertaa saman kasvukauden aikana. Varo aika käsittelystä sadonkorjuuseen on Suomessa 21 vuorokautta. Acrobat WG on dimetomorfivalmiste.

Metalakysyyli on hyvin vesiliukoinen ja maassa erittäin kulkeutuva tehoaine. Se hajoaa kohtalaisen hitaasti (T50 n. 70 vuorokautta). Kasvustossa (lehdillä) sen puoliintumisaika on n. 8 vuorokautta. Varo aika käsittelystä sadonkorjuuseen on Suomessa 21 vuorokautta. Metalakysyylin myrkyllisyys vesiliöille on lievä, mutta sitä sisältävä valmiste Ridomil MZ 63 WP on vesiliöille myrkyllinen. Valmiste poistettiin torjunta-ainerekisteristä 30.12.1999. Sen jälkeen

Ridomilia ei ole saanut myydä eikä käyttää. Sen tilalle on tullut Epok 600 EC -niminen valmiste, jossa tehoaineena on puhdistettu isomeeri metalakysyyli-M. Epok sisältää myös fluatsinamia.

2.4 Perunanviljelyssä käytettävien torjunta-aineiden ympäristölausekkeita

Torjunta-aineiden käyttöä rajoitetaan erilaisin ympäristölausekkein. Useimpien aineiden käyttöohjeissa on yksilöityjä ympäristövaroituksia. Niihin saattaa tulla muutoksia, joten viljelijän varastossa olevien aineiden ohjeet kannattaa tarkistaa aineen myyjältä. Esimerkiksi pohjavesilausekkeita ja niihin liittyviä suojaetäisyyksiä on muutettu vuoden 2000 keväällä. Uusien ohjeiden pitäisi olla nyt myytävänä olevissa pakkauksissa tai ainakin myyjältä muuten saatavissa. Vuoden 1999 ohjeiden mukaan esimerkiksi propamokarbi-hydrokloridia ja mankotsebia sisältävän Tattooon käyttö on ohjeen mukaan kielletty tärkeillä tai muilla vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla, sekä muilla vettä hyvin läpäisevillä mailla (Vesi- ja ympäristöhallitus 1993b). Fluatsinamia sisältävä Shirlan on valmiste, jota ei tulisi käyttää peräkkäisinä vuosina samalla peltolohkolla (Vesi- ja ympäristöhallitus 1994). Valmistetta saa käyttää enintään neljä kertaa samana kasvukautena. Muiden perunan viljelyssä käytettävien torjunta-aineiden ympäristövaroituksia on koottu taulukkoon 1.

Seuraavat lausekkeet koskevat taulukon kaikkia valmisteita:

- Ruiskutettaessa on varmistauduttava ettei torjunta-ainetta kulkeudu vesiin tuulen mukana.
- Ainetta käytettäessä ja levitysvälineitä puhdistettaessa on varmistettava, ettei ainetta joudu vesistöön. Yli jäänyttä ruiskutusnestettä ei saa päästää vesistöön.
- Traktoriruiskun pumpulla ei saa täyttää ruiskun säiliötä suoraan vesistöstä.

Taulukko 1. Perunan viljelyssä käytettävien torjunta-aineiden ympäristövaroituksia. Taulukko on koottu vuoden 1999 tiedoin. Ympäristölausekkeisiin saattaa tulla muutoksia, joten ohjeet kannattaa tarkistaa kulloinkin käytettävän aineen myyntipäällystekstistä tai aineen myyjältä. M = myrkyllinen, KM = kohtalaisen myrkyllinen, EM = erittäin myrkyllinen.

Kauppavalmistete	Tehoaine	Myrkyllisyys vesieliöille	Ympäristölausekkeet *)
Rikkakasvit			
Afalon-neste	Linuroni	M	2
Agil 100 EC	Propakvitsafoppi	M	
Basta	Glufosinaatti-ammonium	M	1
Fenix	Aklonifeeni	EM	2
Focus Ultra	Sykloksidiimi	KM	1
Fusilade 2000	Fluatsifoppi-P-butyyl	M	
Reglone	Dikvatti	EM	2
Senkor	Metributsiini	EM	1 ja 2
Targa Super 5 EC	Kvitsalofoppi-P-etyyli	EM	4
Titus 25 DF	Rimsulfuroni	M	
Topogard 500 FW	Terbutryyni ja Terbutylatsiini	M	1 ja 2
Kasvitaudit/rutto			
Acrobat WG (***)	Dimetomorfi ja Mankotsebi	EM	1
Dithane DG	Mankotsebi	M	1
Epok 600 EC (**)	Fluatsinami ja Metalakssyyli-M	EM	1 ja 3
Ridomil MZ 63 WP	Metalakssyyli ja Mankotsebi	M	2
Shirlan (****)	Fluatsinami	EM	4
Tattoo (***)	Mankotsebi ja Propamokarbi-hydrokloridi	M	1
Kasvitaudit/peittaus			
Moncut SC	Flutolaniili		4
Rovral	Iprodioni	M	2

*) Ympäristölausekkeet numeroina:

1 = Valmistetta ei saa käyttää pohjavesialueilla eikä muilla vettä hyvin läpäisevillä mailla.

2 = Samoja tehoaineita sisältäviä valmisteita ei saa käyttää loholla peräkkäisinä vuosina.

3 = Samoja tehoaineita sisältäviä valmisteita ei tule käyttää loholla peräkkäisinä vuosina.

4 = Käyttöä peräkkäisinä vuosina tulisi välttää.

***) Epokia saa käyttää enintään 2 kertaa kasvukaudessa

****) Tattoota ja Acrobatia saa käyttää enintään 3 kertaa kasvukaudessa.

*****) Shirlania saa käyttää enintään 4 kertaa kasvukaudessa.

Lisäksi useimpien aineiden käyttöohjeissa on yksilöityjä ympäristövaroituksia:

- Vesistöjen läheisyydessä on aineiden käsittelyä ja käyttöä koskevat rajoitukset perustuvat aineiden myrkyllisyyteen vesieliöille. Myrkyllisyysluokkia on neljä:
 - myrkyttömiä vesieliöille,
 - vesieliöille kohtalaisen myrkyllisillä,
 - vesieliöille myrkyllisillä ja
 - vesieliöille erittäin myrkyllisiä.
- Pohjavesialueille on kolmenasteisia varoituksia aineiden kulkeutuvuuden, vesiliukoisuuden ja pysyvyyden mukaan. Vuoden 2000 keväällä voimaan tulleet varoitukset ovat seuraavia:
 - 1) Kulkeutuva tai mahdollisesti kulkeutuvat torjunta-aine: aineen käyttöä karkeilla hietamailla tai sitä karkeimmilla maalajeilla tulisi välttää.
 - 2) Helposti kulkeutuva torjunta-aine: ei saa käyttää tärkeillä tai muita vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla (pohjavesialueluokat I ja II).
 - 3) Mahdollisesti kulkeutuva torjunta-aine: ei ei suositella käytettäväksi tärkeillä tai muita vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla (pohjavesialueluokat I ja II).
- Talusveden hankintaan käytettävien kaivojen ja lähteiden ympärille suositellaan jättämän vähintään 30–100 metrin levyinen torjunta-aineella käsittelemätön alue.
- Peräkkäisinä vuosina ei ainetta saa, sitä ei tule tai ei tulisi käyttää, koska aine on maassa hitaasti hajoavaa.

Jos tarkastellaan taulukon 1 ympäristörajoituksia, havaitaan, että yhtä lukuunottamatta aineet ovat myrkyllisiä tai erittäin myrkyllisiä vesieliöille. Pohjavesialueita ja

muita hyvin läpäiseviä maita koskeva kielto koskee lähes puolta käytössä olevista aineista, joten ne ovat kulkeutuvia. Hitaasti hajoavia aineita koskeva peräkkäisten vuosien käyttörajoitus on yli puolella aineista. Uusimman rutontorjuntaan hyväksytyyn aineeseen, Epokin lauseke poistaa myös mahdollisuuden käyttää Shirlania vuorovuosina. Lauseke kuuluu seuraavasti: ”Samoja tehoaineita sisältäviä valmisteita ei tule käyttää loholla peräkkäisinä vuosina”.

2.5 Vesiensuojelun tavoiteohjelma

Suomen vesiensuojelun tavoiteohjelmassa pohjavesi on asetettu ensisijaiseksi suojelun kohteeksi (Valtioneuvoston periaatepäätös vesiensuojelun tavoitteista vuoteen 2005). Tavoitteena on varmistaa, ettei pohjavesien pilaantumisvaaraa aiheuteta. Yleisenä tavoitteena on parantaa likaantuneiden vesien tilaa ja estää vielä puhtaina säilyneiden vesien tilan heikkeneminen. Kuormitusta ja muuta vesistöjä haitallisesti muuttavaa toimintaa vähennetään niin, että vesien erilaiset käyttö- ja suojelutarpeet voidaan turvata. Tavoitteiden saavuttamiseksi otetaan käyttöön tehokkaimmat vesiensuojelutoimet, jotka ovat taloudellisesti toteutettavissa. Kestävän kehityksen turvaamiseksi kaiken vesiä kuormittavan ja muuttavan toiminnan olisi parannettava vesiensuojelun tasoa. Tämä koskee myös maataloutta.

Päätöksessä sanotaan, että vedenhankinnan kannalta tärkeillä ja muilla vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla ei saa käyttää pohjaveden laatua vaarantavia torjunta-aineita. Tavoiteohjelma ei kiellä kokonaan torjunta-aineiden käyttöä kyseisillä alueilla, vaan sulkee pois osan niistä. Päätökseen sisältynee oletus, että torjunta-aineiden myrkyllisyyden lisäksi tunnetaan niiden kulkeutuvuus ja pysyvyys suomalaisissa pelto-olosuhteissa ja maaperässä.

3 Torjunta-aineiden käyttö perunan tuotannossa

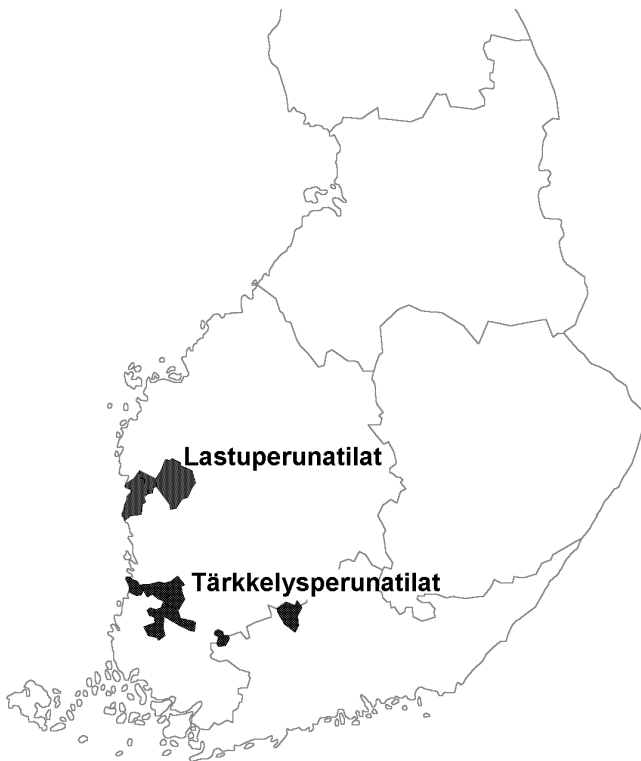
3.1 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa käytettiin hyväksi ”Siemen-, tärkkelys- ja lastuperunan viljelyn erityispiirteitä Suomessa” -tutkimukseen (Lemola et al. 2000) kerättyä maatalo-aineistoa. Tärkkelysperunan viljelyä koskevat tiedot on saatu Raision Yhtymän Kokemäen tehtaan 14:ltä sopimusviljelytilalta, jotka sijaitsevat Euran, Harjavallan, Hauhon, Humppilan, Kokemäen, Köyliön, Luvian, Nakkilan sekä Vampulan kunnissa. Lastuperunan viljelyä koskevat tiedot on saatu Oy Estrella Ab:n kymmeneltä sopimusviljelytilalta, jotka sijaitsevat Kauhajoella, Karijoella ja Kristiinankaupungissa (Kuva

1). Torjunta-aineiden käyttöä koskevia tietoja saatiin yrityksiltä ja tilahaastatteluista.

Yhteistyökumppaneiden viljelypäälliköt ja -neuvojat avustivat edustavan maatalajoukon valinnassa. Tutkimukseen haluttiin mukaan maalajiltaan erilaisia peltoja. Tärkkelys-perunatilojen valinnassa otettiin huomioon myös perunoiden tärkkelyspitoisuus ja perunanviljelyn intensiivisyys. Jokaisesta ryhmästä valittiin mukaan tiloja, joilla lähes kaikki perunalle sopivat maat ovat jatkuvassa perunanviljelyssä ja tiloja, joilla perunan osuus on pienempi.

Tilakäynneillä selvitettiin perunanviljelymaiden viljelykierto. Perunalohkot merkittiin kartoille ja kunkin lohkon viljelyhistoriaa selvitettiin niin pitkälle taaksepäin kuin se onnistui. Selvityksessä tukeuduttiin joko muistiin tai vanhoihin karttoihin. Tärkkelysperunan viljelijöiden haastattelut tehtiin syksyllä 1997 ja Estrellan viljelijöiden haastattelut keväällä 1998. Estrella toimitti projektin käyttöön viljelijöiden täyt-



Kuva 1. Tutkimukseen osallistuneet tärkkelysperunatilat (14 kpl) sijaitsevat Euran, Harjavallan, Hauhon, Humppilan, Kokemäen, Köyliön, Luvian, Nakkilan sekä Vampulan kunnissa ja lastuperunatilat (10 kpl) Kauhajoella, Karijoella ja Kristiinankaupungissa.

tämät viljelytietokaavakkeet vuosilta 1993–1997. Tutkimuksen aikana kerätyt tiedot tallennettiin excel-tietokantoihin, joista ne voidaan siirtää paikkatietojärjestelmään.

Torjunta-aineiden käyttö on laskettu seuraavilla perusteilla:

- Vuosittaiset viljelyalat on laskettu lohkojen pinta-aloista. Tilastot perustuvat lastuperunan viljelypöytäkirjoihin vuosilta 1993–1997 ja tärkkelysperunan pöytäkirjoihin vuodelta 1997.
- Lohkokohtaisista tiedoista on laskettu jokaisen torjunta-aineen käyttö (kg/ha) ja koko tuotannossa kyseisellä aineella käsitelty pinta-ala hehtaareina ja prosentteina viljelyalasta. Luvut eivät ole täysin tarkkoja, koska joiltakin lohkoilta ei kaikkia tarpeellisia tietoja ole saatavissa. Puutteita on lähinnä vuoden 1993 tiedoissa.
- Tehoaineiden käyttö on laskettu valmiin käyttömäärän mukaan.

3.2 Viljelytilastot ja torjunta-aineiden käyttö

Koko aineistossa tärkkelysperunatiloilla perunaa viljeltiin keskimäärin kerran 3,3 vuodessa. Muina viljelykasveina käytettiin pääasiassa sokerijuurikasta ja viljaa. 34 % viljelypinta-alasta kuuluu ryhmiin, joissa viljellään pääasiallisesti perunaa, eli muita kasveja on ollut harvemmin kuin perunaa. Pinta-alasta 10 % on pelkässä perunanviljelyssä. Lohkoissa ovat mukana myös tärkkelysperunatilojen ruokaperunan ja omaan käyttöön tulevan siemenperunan viljelyyn käytetyt peltolohkot.

tetyt peltolohkot.

Lastuperunatiloilla viljeltiin perunaa keskimäärin kerran 1,8 vuodessa. Muina kasveina on ollut pääasiassa vilja. 58 % perunanviljelyn pinta-alasta on ryhmissä, joissa viljellään pääasiallisesti perunaa ja pelkkää perunaa viljellään 10 %:n alalla. Näissä tiedoissa ovat mukana kaikki tilojen perunanviljelyksessä olevat peltolohkot.

Torjunta-ainetarkastelussa mukana olevilla lastuperunatiloilla sopimusviljelyala kaksinkertaistui vuoden 1993 56 hehtaaris-ta vuoden 1997 106 hehtaariin. Tärkkelysperunan viljelyala oli vuonna 1997 157 hehtaaria (Taulukko 2).

3.2.1 Torjunta-aineet ja niiden käyttö

Perunan tuotannossa torjunta-aineita käytetään pääasiassa kasvitautien torjuntaan. Siemenperuna peitataan lähinnä perunaseitin torjumiseksi. Tuotantosuunnasta ja kasvukauden sääoloista riippuen perunaruton torjuntaan käytettävät aineet vastaavat noin 70 % ja siemenperunan peittäys 10–17 % koko torjunta-ainemäärästä, joten kasvitautien torjunnan osuus on siten 80–90 %. Rikkakasvien torjuntaan aineista käytetään 11–19 % ja kemialliseen varsistonhävitykseen 2–4 %. Tuhoeläimiä esiintyy perunalla harvoin. Esimerkiksi tämän tarkastelujakson aikana niitä esiintyi vain vuosina 1993, 1994 ja 1995 ja niiden torjuntaan käytettyjen aineiden osuus oli alle 0,1 % torjunta-aineiden kokonaiskäytöstä. Tärkkelysperunalla käytetään vähemmän torjunta-aineita kuin lastuperunalla, jolla

Taulukko 2. Lastu- ja tärkkelysperunan viljelyalat ja lohkojen lukumäärät.

Vuosi	Lastuperuna		Tärkkelysperuna	
	Lohkoja, kpl	Pinta-ala, ha	Lohkoja, kpl	Pinta-ala, ha
1993	27	56		
1994	32	50		
1995	28	56		
1996	32	73		
1997	47	106	110	157

korkeampien laatuvaatimusten ja varastoinnin kestävyysvuoksi panostetaan enemmän rutontorjuntaan ja varsiston hävittämiseen.

Tarkastelujaksolla (1993–1997) oli käytössä 26 kauppavalmistetta, jotka sisälsivät 22 tehoainetta. Torjunta-ainevalikoima muuttui osittain tutkimusjakson aikana. Esimerkiksi rikkakasvien torjuntaan vuonna 1994 käytettyä bromofenoksiimiä ja terbutylatsiiniä sisältävää Faneron Combia ja vuonna 1995 käytettyä terbutryyniä sisältävää Igrania ei noiden vuosien jälkeen ole käytetty. Uutena aineena vuonna 1996 otettiin käyttöön rimsulfuronia sisältävä Titus (Liite 2b).

Sekä lastu- että tärkkelysperunalla käytettiin rutontorjuntaan samoja aineita, mutta rikkakasvien torjuntaan tärkkelysperunalla käytettiin hieman pienempää ainevalikoimaa kuin lastuperunalla. Taulukossa 3 on lueteltu lastuperunalla vuosina 1993–1997 käytetyt kauppavalmisteet ja niiden sisältämät tehoaineet. Tärkkelysperunalla käytettiin vuonna 1997 Moncuttia, Loroxia, Karatea, Roxionia ja Bastaa lukuunottamatta samoja aineita.

Torjunta-aineiden käyttömäärät olivat yleensä lähempänä ohjeenmukaisen määrän alarajaa tai sitä pienempiä (Liitteet 2a ja 2b). Tärkkelysperunalla Shirlanin käyttömäärä ylitettiin kaksi kertaa. Muita ylityksiä ei ollut.

3.2.2 Siemenperunan peittäus

Lastuperunalla peitatus siemenen osuus väheni vuodesta 1993 vuoteen 1996 noin kolmanneksen, eli 65 prosentista 43 prosenttiin. Vuonna 1997 se nousi 74 prosenttiin. Peitatus siemenellä kylvettiin vuonna 1993 58 %, vuonna 1996 29 % ja vuonna 1997 60 % viljelyalasta. Peittäusaineen käyttömäärä pysyi koko tarkastelujakson aikana suunnilleen samana, noin 1 kg tehoainetta sementtonnia kohti. Tosin vuoden 1995 tiedot ovat tältä osin puutteellisia. Koko lastuperunan siemenmäärää kohti laskettuna peittäusaineiden käyttö oli eri

vuosina 0,17–0,64 kg/tonni (Taulukko 4). Tärkkelysperunan tiedot ovat puutteellisia, eikä niistä voi laskea vastaavia tietoja.

3.2.3 Rikkakasvien torjunta

Lastuperunalla rikkakasvien torjunnan keskimääräinen, hehtaarikohtainen käyttö koko viljelyalaa kohti laskettuna väheni noin 25 %. Se oli vuonna 1993 0,8 kg/ha ja vuonna 1997 0,6 kg tehoainetta/ha. Torjunnassa siirryttiin enenevässä määrin käyttämään uusia valmisteita, joiden sisältämät tehoainemäärät ovat entistä pienempiä. Niinpä tehoaineiden käyttö kasvoi vain runsaalla kolmanneksella, vaikka viljely-ala kaksinkertaistui (Taulukko 5). Eniten tähän vaikutti rimsulfuroni, jota sisältävä Titus-valmiste tuli käyttöön 1996. Tuolloin sillä käsiteltiin 7 % viljelyalasta. Vuonna 1997 sillä käsiteltiin jo 22 % viljelyalasta (Liite 3). Rimsulfuronin käyttömäärä hehtaaria kohti on vain 5–12 g, kun esimerkiksi fluatsifoppi-butyylillä (Fusilade) se on 500–1000 g/ha. Jos käytetään Fusilade 2000:ta, tehoainemäärä on 250g/ha. Samaa ainetta käytettiin yleensä vain kerran kasvukaudella. Metributsiinilla käsiteltiin kaksi kertaa vuonna 1993 6 prosenttia ja rimsulfuronilla vuosina 1996–1997 1–4 prosenttia viljelyalasta.

Tärkkelysperunalla rikkakasvien torjunta-aineita käytettiin enemmän kuin lastuperunalla, 0,8 kg tehoainetta/ha (Taulukko 5). Rimsulfuronilla käsiteltiin 38 % viljelyalasta. Kvitsalofoppi-etyylillä ja metributsiinilla tehtiin kaksi käsittelyä (4 % ja 6 % viljelyalasta) ja rimsulfuronilla kolme käsittelyä (5 % viljelyalasta) (Liite 3).

Rikkakasvien torjunta-ainemäärissä saattaa olla viljelijöiden kirjanpidosta johtuvia virheitä, sillä vuonna 1993 Fusiladen (fluatsifoppi-butyylivalmiste) tilalle tuli Fusilade 2000 (fluatsifoppi-P-butyylivalmiste). Sen tehoainepitoisuus on puolta pienempi kuin Fusiladen. Esimerkiksi vuonna 1997 Fusiladella käsiteltiin noin 25 ha lastuperunasta ja sille laskettu tehoainemäärä oli konaisuudessaan 18 kg/vuosi ja keski-

Taulukko 3. Lastuperunan tuotannossa vuosina 1993–1997 käytetyt torjunta-aineet. Osa kaup-
pavalmisteista sisältää kahta tehoainetta, jonka vuoksi ne on mainittu kaksi kertaa.

Kauppavalmiste	Valmistaja	Nimi	Tehoaine	Pitoisuus
1. Lastuperunan kasvitautien torjunta				
1A. Peittaus:				
Dithane DG	BASF	Mankotsebi		750 g/kg
Dithane M45	Finnewos Agri	Mankotsebi		800 g/kg
Moncut	Rhône-Poulenc	Flutolaniili		449 g/l
Moncut 6%	Rhône-Poulenc	Flutolaniili		61 g/kg
1B. Ruiskutus:				
Acrobat MZ	Kemira	Dimetomorfi		90 g/kg
Acrobat MZ	Kemira	Mankotsebi		600 g/kg
Dithane DG	BASF	Mankotsebi		750 g/kg
Dithane M45	Finnewos Agri	Mankotsebi		800 g/kg
Maneba	Kemira	Manebi		800 g/kg
Ridomil MZ	Novartis	Metalakssyyli		75 g/kg
Ridomil MZ	Novartis	Mankotsebi		560 g/kg
Shirlan	Berner	Fluatsinami		500 g/l
Tattoo	Berner	Mankotsebi		302 g/l
Tattoo	Berner	Propamokarbi-hydrokloridi		248 g/l
2. Lastuperunan tuhoeläinten torjunta				
Karate	Berner	Lambda-syhalotriini		25 g/l
Roxion	Kemira	Dimetooatti		400 g/l
3. Lastuperunan rikkakasvien torjunta				
Afalon	AgrEvoFin	Linuroni		450 g/l
Faneron Combi	Ciba-Geigy/Ciba-Geigy	Bromofenoksiimi		330 g/l
Faneron Combi	Ciba-Geigy/Ciba-Geigy	Terbutylatsiini		170 g/l
Fusilade	ICI/Berner	Fluatsifoppi-butyyl		250 g/l
Fusilade 2000	Berner	Fluatsifoppi-P-butyyl		125 g/l
Igran	Ciba-Geigy/Ciba-Geigy	Terbutryyni		500 g/l
Lorox	Du-Pont/Finnewos Agri	Linuroni		500 g/kg
Reglone	Berner	Dikvatti		200 g/l
Senkor	Berner	Metributsiini		700 g/kg
Targa	Nissan	Kvitsalofoppi-etyyli		120 g/l
Titus	Du Pont	Rimsulfuroni		250 g/kg
Topogard	Novartis	Terbutryyni		345 g/l
Topogard	Novartis	Terbutylatsiini		150 g/l
4. Lastuperunan varsiston hävitys				
Basta	AgrEvo Fin	Glufosinaatti-ammonium		200 g/l
Reglone	Berner	Dikvatti		200 g/l

Taulukko 4. Siemenperunan peittäminen lastuperunatiloilla. Tehoaineiden käyttö on laskettu sekä peitattua että kylvettyä siemenmäärää kohti.

Tehoaine	Peitatulla siemenellä kylvetty pinta-ala		Kylvetty siemen t	Siementä peitattu		Peittäusaineen käyttömäärä		
	ha	%		t	%	Peitattu siemen kg/t	Kylvetty siemen kg/t	Koko viljelyala kg/vuosi
Lastuperuna								
1993								
Mankotsebi	32,3	58	108,2	69,8	65	0,99	0,64	68,8
1994								
Mankotsebi	20,0	40	78,3	36,1	46	1,05	0,49	38,0
1995								
Mankotsebi	17,4	31	108,4	31,8	29	0,31	0,09	9,7
Tiabendatsoli	1,9	3	108,4	5,0	5	Ei tietoja		
1996								
Flutolaniili	11,3	15	130,3	30,0	23	0,06	0,01	1,8
Mankotsebi	10,0	14	130,3	25,6	20	0,84	0,17	21,5
1997								
Flutolaniili	29,6	28	89,1	25,6	29	0,06	0,02	1,5
Mankotsebi	33,9	32	89,1	40,0	45	0,90	0,40	36,0

Taulukko 5. Rikkakasvien torjunta: tehoaineiden käyttö lastu- ja tärkkelysperunatiloilla. Kokonaiskäytöstä (kg tehoaineita/vuosi) on laskettu keskimääräinen käyttö viljeltyä peltohehtaaria kohti (kg/ha).

Tuotantoala	Vuosi	Viljelyala ha	Rikkakasvien torjunta	
			kg/vuosi	kg/ha
Lastuperuna				
	1993	56	45	0,8
	1994	50	39	0,8
	1995	56	41	0,7
	1996	73	41	0,6
	1997	106	65	0,6
Tärkkelysperuna				
	1997	157	118	0,8

määräinen käyttö 1,0 kg/ha. Jos Fusiladen sijasta käytettiin Fusilade 2000:ta, vastaavat tehoainemäärät olisivat noin 9 kg/vuosi ja 0,4 kg/ha. Kokonaiskäyttö olisi siten 56 kg/vuosi vuonna 1997 ja hehtaariohtainen

käyttö keskimäärin 0,5 kg/ha. Vastaavasti tärkkelysperunalla kokonaiskäyttö olisi 116 kg/ha ja hehtaariohtainen käyttö hie- man alle 0,8 kg/ha.

3.2.4 Tuhoeläinten torjunta

Tuhoeläinten torjuntaa tarvittiin hyvin harvoin. Vuonna 1993 ruiskutettiin 7 % viljelyalasta (4,0 ha), vuonna 1994 vastaavat luvut olivat 2 % (1,0 ha) ja vuonna 1995 7 % (3,8 ha). Myöhemmin ruiskutustarvetta ei tiloilla ollut.

3.2.5 Perunaruton torjunta

Perunanviljelyssä torjunta-aineita käytetään eniten ruton torjuntaan. Käsittelytarve riippuu kesän säästä, joten käsittelykertojen lukumäärä vaihtelee vuosittain.

3.2.5.1 Käsittelykertojen lukumäärä

Aineistosta on laskettu sekä kauppavalmisteiden että tehoaineiden vuosittaiset, lohkokohittaiset käsittelykertojen lukumäärät. Aineisto on sitten luokiteltu käsittelykertojen lukumäärän perusteella ja laskettu kutakin luokkaa vastaava viljelypinta-ala ja sen osuus koko perunanviljelyalasta.

Kauppavalmisteittain laskettuna vain yksi ruiskutus riitti lastuperunalla vuonna 1993 kahdella lohkollla ja tärkkelysperunalla vuonna 1997 yhdellä lohkollla. Suurinta vaihtelu oli kahden ja kolmen ruiskutuskeran välillä. Esimerkiksi vuonna 1995 ruiskutus tehtiin kaksi kertaa 22 prosentilla ja vuonna 1996 7,5 prosentilla viljelyalasta. Neljä ruiskutusta tehtiin vuosittain noin 30 prosentilla ja 5 ruiskutusta noin 11 prosentilla viljelyalasta. Tärkkelysperunalla tarvittiin useimmin joko kaksi tai neljä ruiskutusta (Taulukko 6).

Koska jotkut valmisteet ovat seoksia, jotka sisältävät mankotsebin lisäksi jotain toista tehoainetta, tehoaineilla on useampia käsittelykertoja kuin kauppavalmisteilla. Lastuperunalla mankotsebin ja manebin käyttökertojen lukumäärä väheni tarkastelujakson aikana tasaisesti. Käyttökertojen tehoainekohtainen erittely on liitteessä 4.

Lastuperunalla perunaruttoaineiden kokonaiskäyttö kasvoi 17 % vuodesta 1993

Taulukko 6. Lastu- ja tärkkelysperunan perunaruton torjunta. Käsittelykertojen lukumäärä (lkm) ja sitä vastaavan pinta-alan prosenttiosuus koko tuotannon viljelypinta-alasta (% viljelyalasta).

	Perunaruton torjuntakäsittelyt	
	lkm	Pinta-ala % viljelyalasta
Lastuperuna		
1993	2	
	3	27
	4	28
	5	30
	6	8
1994	2	
	3	50
	4	43
	5	6
1995	2	22
	3	41
	4	23
	5	12
1996	2	8
	3	48
	4	29
	5	13
1997	2	18
	3	31
	4	29
	5	12
Tärkkelysperuna		
1997	2	40
	3	15
	4	34
	5	11

vuoteen 1997. Viljelypinta-alan kasvusta ja aineiden valinnasta johtuen keskimääräinen käyttö koko perunanviljelyalaa kohti laski kuitenkin 5,6 kilosta 3,5 kiloon hehtaarille (Taulukko 7). Lasku johtui lähinnä siitä, että manebin ja mankotsebin käyttömäärät ja käyttökerrat vähenivät.

Vuonna 1996 viljeltyä peltohehtaaria kohti laskettu käyttö oli poikkeuksellisen alhainen, 1,9 kg/ha. Käsittelykertoja oli silloin keskimääräisesti hieman vähemmän.

Taulukko 7. Perunaruton torjunta: tehoaineiden käyttö lastu- ja tärkkelysperunatiloilla. Kokonaiskäytöstä (kg/vuosi) on laskettu keskimääräinen käyttö viljeltyä pellohehtaaria kohti (kg/ha).

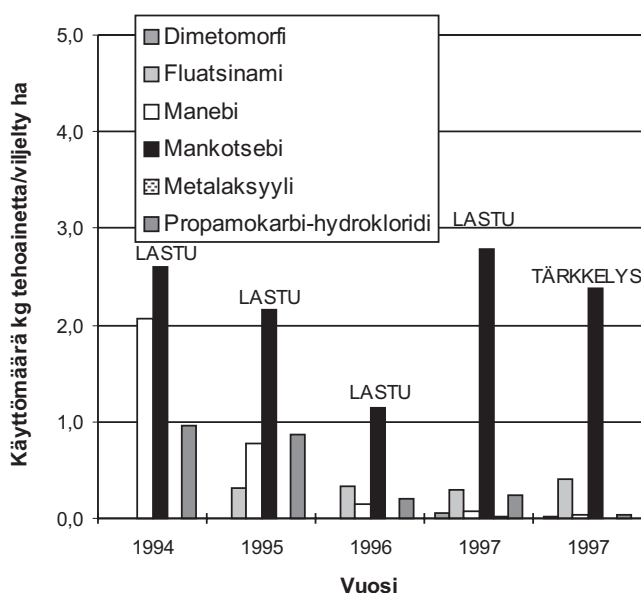
Tuotantoala	Vuosi	Viljelyala ha	Perunaruton torjunta kg/vuosi	kg/ha
Lastuperuna	1993	56	315	5,6
	1994	50	282	5,6
	1995	56	229	4,1
	1996	73	135	1,9
	1997	106	369	3,5
Tärkkelysperuna	1997	157	451	2,9

Eniten vaikutti kuitenkin se, että fluatsinamia (Shirlan) käytettiin suhteellisesti useammin kuin muina vuosina ja sitä tarvittiin vain 15–20 % manebin käyttömäärästä (Kuva 2). Tärkkelysperunalla käytettiin vuonna 1997 ruttoaineita keskimäärin 0,5 kg vähemmän kuin lastuperunalla.

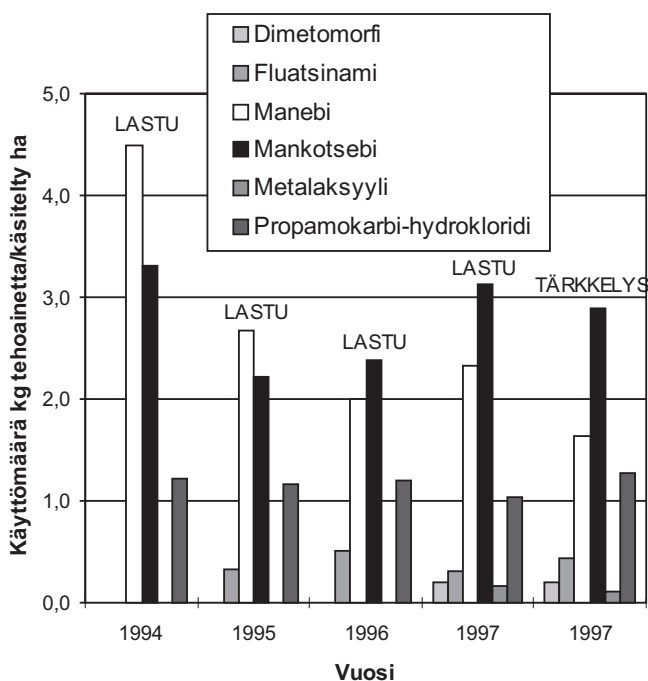
Tehoainemäärät on laskettu myös kyseisellä tehoaineella käsiteltyä pelloalaa kohti (Kuva 3).

3.2.6 Varsiston hävitys

Perunan laatuvaatimukset, korjuuajankohdista ja syyshallat vaikuttivat siihen, oliko varsiston hävittäminen tarpeellista. Jos varsiston hävitettiin, se tehtiin joko kemiallisesti, mekaanisesti tai molempia menetelmiä käyttäen (Liite 5). Lastuperunalla kemiallisesti käsitelty pinta-ala vaihteli vuoden 1994 31 prosentista vuoden 1995 95 prosenttiin. Kemialliseen hävittämiseen käytettiin lastuperunalla 9,3–25,0 kg tehoai-



Kuva 2. Perunaruton torjunta: tehoaineiden keskimääräiset käyttömäärät lastuperunatiloilla vuosina 1994–97 ja tärkkelysperunatiloilla vuonna 1997 laskettuna viljeltyä pello-pinta-alaa kohti (kg/viljelty ha).



Kuva 3. Perunaruton torjunta-aineiden keskimääräiset käyttömäärät lastuperuna-tiloilla vuosina 1994–97 ja tärkkelysperunatiloilla vuonna 1997 laskettuna kyseisellä tehoaineella käsiteltyä viljelypinta-alaa kohti (kg/käsitelty ha).

neita/vuosi ja tärkkelysperunalla 10,0 kg/vuosi. Käyttömäärä käsiteltyä alaa kohti oli lastuperunalla 0,2–0,4 kg/ha ja tärkkelysperunalla 0,1 kg/ha (Taulukko 8).

3.2.7 Torjunta-aineiden kokonaiskäyttö

Tutkituilla kymmenellä lastuperunatilalla oli yhteensä 56–73 ha perunanviljelyn pin-

ta-alaa. Vuosina 1993–1996 näillä tiloilla käytettiin torjunta-aineita 199–383 kg/vuosi. Vuonna 1997 pinta-ala oli 106 ha ja torjunta-aineita käytettiin 458 kg tehoaineita/vuosi.

Tärkkelysperunalla 14 tilan viljelypinta-ala oli 157 ha ja torjunta-aineita käytettiin 579 kg tehoaineita/vuosi. Lastuperunalla koko viljelyalan keskimääräinen torjunta-aineiden käyttö oli 2,7–6,8 kg/

Taulukko 8. Varsiston hävitys: tehoaineiden käyttö lastu- ja tärkkelysperunatiloilla. Kokonaiskäytöstä (kg/vuosi) on laskettu keskimääräinen käyttö viljeltyä peltohehtaaria kohti (kg/ha).

Tuotantoala	Vuosi	Viljelyala ha	Varsiston hävitys kg/vuosi	kg/ha
Lastuperuna	1993	56	22,9	0,4
	1994	50	9,3	0,2
	1995	56	25,0	0,4
	1996	73	22,5	0,3
	1997	106	24,7	0,2
Tärkkelysperuna	1997	157	10,0	0,1

Taulukko 9. Torjunta-aineiden kokonaiskäyttö: käyttö yhteensä tehoaineina lastuperunatiloilla vuosina 1993–1997 ja tärkkelysperunatiloilla vuonna 1997. Kokonaiskäytöstä (kg/vuosi) on laskettu keskimääräinen käyttö viljeltyä peltohehtaaria kohti (kg/ha).

Tuotantoala	Vuosi	Viljelyala ha	Käyttö yhteensä	
			kg/vuosi	kg/ha
Lastuperuna				
	1993	56	383	6,8
	1994	50	330	6,6
	1995	56	295	5,3
	1996	73	199	2,7
	1997	106	458	4,3
Tärkkelysperuna				
	1997	157	579	3,7

ha/vuosi, vuonna 1997 se oli 4,3 kg/ha. Tärkkelysperunalla käytettiin vuonna 1997 vähemmän torjunta-aineita kuin lastuperunalla, 3,7 kg/ha. (Taulukko 9).

3.2.8 Esimerkkejä torjuntaohjelmista

Aineiston yhteenvedojen lisäksi on mielenkiintoista vertailla lohkokohtaisia torjuntaohjelmia ja niistä aiheutuvaa kuormitusta. Torjunnan tarve perustuu pääasiassa kasvukauden säähän. Lohkot sijaitsevat suhteellisen pienellä alueella, joten sääolot on oletettu samanlaisiksi. Tässä ei huomioida muita valintaan vaikuttavia tekijöitä kuten lajikkeita ja sadonkorjuun ajankohtaa. Myöskään lopputulosta eli sadon laatua ei tarkastella. Ohjeiden, viljelijän kokemusten ja tottumusten sekä taloudellisten seikkojen oletetaan vaikuttavan aineiden valintaan.

Vuoden 1997 lohkokohtaiset tiedot luokiteltiin ensin rutontorjuntaan tarvittujen ruiskutuskertojen perusteella. Kolmen (lohko A), neljän (lohko B) ja viiden (lohko C) ruiskutuskerran ryhmästä valittiin satunnaisesti yksi lohko jokaisesta. Lohkot sijaitsevat eri tiloilla. Näiltä lohkoilta katsottiin kaikki käytetyt torjunta-aineet (Taulukko 10).

Lohkolla A tehoaineita käytettiin 6,4

kg/ha. Siitä rikkakasvien hävittämiseen käytettiin 1,34 kg ja rutontorjuntaan 4,3 kg/ha. Rikkakasvien torjuntaan käytettiin Topogardia ja Fusilade 2000:ta. Topogardin käyttömäärä on suhteellisen suuri muihin rikkakasviaineisiin verrattuna. Kolmesta ruttoruiskutuksesta kaksi tehtiin Dithanella ja yksi Shirlanilla.

Lohkolla B tehoaineita käytettiin 6,2 kg/ha. Siitä rikkakasvien hävittämiseen käytettiin 0,06 kg/ha ja rutontorjuntaan 5,8 kg/ha. Neljästä ruttoruiskutuksesta kolme tehtiin Dithanella ja yksi Shirlanilla.

Lohkolla C tehoaineita käytettiin 7,2 kg/ha. Siitä käytettiin rikkakasvien torjuntaan 0,25 kg/ha ja rutontorjuntaan 6,4 kg/ha. Muista lohkoista poiketen sillä käytettiin peitattua siementä. Viidestä ruttoruiskutuksesta Dithanella sekä Shirlanilla tehtiin kaksi, Tattoolla yksi.

Lohkojen A ja C tehoainekuormitus oli suurinpiirtein sama, lohko B se oli selvästi muita pienempi. Jos lohko A torjuttaisiin rikkakasveja Tituksella, tehoainemäärä pienentyisi lähes kaksi kiloa. Kaikilla lohkoilla ruttoaineista mankotsebia sisältävät valmisteet, Dithane ja Tattoo vastaavat suurinta osaa tehoainemäärästä. Jos ne korvataan Shirlanilla, tehoainemäärä pienentyy 1,5–2,0 kg/ha käsittelykertaa kohti.

Teoriassa tehoainekuormitusta on siis varsin helppo vähentää. Oma ongelmansa

Taulukko 10. Esimerkkejä eri torjuntaohjelmista vuodelta 1997. Lohkoilla A ja B ei ole käytetty peitattua siementä. Yhteensä rutontorjuntaan on käytetty tehoaineita lohkolla A 4,33 kg/ha, lohkolla B 5,83 kg/ha ja lohkolla C 6,35 kg/ha.

Käyttötarkoitus	Käsittelyjen lukumäärä	Käsittelykerrat kauppavalmisteittain	Tehoaineen käyttömäärä kg/ha
Lohko A			
Rikkakasvit	2	1 x Topogard 1 x Fusilade 2000	1,09 0,25
Rutontorjunta	3	2 x Dithane 1 x Shirlan	4,13 0,20
Varsiston hävitys	1	1 x Reglone	0,70
Lohko A yhteensä	6		6,37
Lohko B			
Rikkakasvit	1	1 x Titus	0,06
Rutontorjunta	4	3 x Dithane 1 x Shirlan	5,63 0,20
Varsiston hävitys	1	1 x Reglone	0,30
Lohko B yhteensä	6		6,19
Lohko C			
Peittaus	1	1 x Moncut	0,11
Rikkakasvit	1	1 x Senkor	0,25
Rutontorjunta	5	2 x Dithane 1 x Tattoo 2 x Shirlan	3,75 2,20 0,40
Varsiston hävitys	1	1 x Reglone	0,50
Lohko C yhteensä	8		7,21

on, miten tällaiset ohjelmat sitten tehoavat ja ovat sovellettavissa käytön rajoitusten kanssa. Jos kyseisillä lohkoilla viljellään seuraavanakin vuonna perunaa, on nykyisten määräysten mukaan mahdollista käyttää rutontorjuntaan Acrobatia, Dithanea ja Tattoota. Lisäksi varsistoa ei voi hävittää kemiallisesti ja lohkolle C käytettävää siementä ei pitäisi peitata Moncutilla. Rikkakasveja ei saa torjua lohkolla C Senkorilla ja lohkolla A Topogardilla.

3.2.9 Ympäristörajoituksista ja niiden vaikutuksista perunantuotantoon

Ympäristörajoituksista samojen aineiden

käyttöä peräkkäisinä vuosina koskevat kiellot ovat nykyisellä ainevalikoimalla vaikeimmin toteutettavissa.

Rutontorjuntaan saa pohjavesialueilla ja muilla vettä hyvin läpäisevillä mailla käyttää vain Shirlan-valmistetta, jossa tehoaineena on fluatsinami. Täten ruttoa voidaan näillä alueilla torjua vain joka toinen vuosi. Shirlanin oman ympäristölausekkeen mukaan sen käyttöä peräkkäisinä vuosina tulisi välttää, mutta se olisi periaatteessa sallittua. Fluatsinamia sisältävän Epok-valmisteen lauseke kieltää kuitenkin samoja tehoaineita sisältävän valmisteen käytön peräkkäisinä vuosina. Tämä lienee tulkittavissa niin, että lausekkeella kumotaan Shirlanin hie- man lievempi rajoitus. Shirlania saa käyttää

vain neljä kertaa kasvukaudessa, mikä ei kaikkina vuosina riitä.

Muilla alueilla saa Shirlanin lisäksi käyttää Epokia, Acrobatia, Dithanea ja Tattoota. Kolme viimeiksi mainittua ovat seoksia, jotka sisältävät mankotsebia. Epok on seosvalmiste, joka sisältää metalaksyylia ja fluatsinamia. Sitä ei saa käyttää siemenperunalla, eikä sen käyttöä suositella enää elokuussa tai myöhemmin. Shirlania saa näilläkin alueilla ruiskuttaa vain neljä kertaa ja Epokia enintään kaksi kertaa kasvukaudessa. Myös perättäisten vuosien käyttökiellot ovat voimassa.

Pahoina ruttovuosina tarvitaan 5–8 ruiskutusta. Jos ruttoa ei torjuta lainkaan, on suuri vaara, että sato menetetään kokonaan. Jos rutto vie varret heinäkuussa, kaupapakelpoista satoa ei kehity, koska mukulakoko jää liian pieneksi. Jos rutto iskeytyy myöhemmin, kun sato on kehittynyt myyntikokoon, on vaara, että mukulat mädäntyvät pellossa tai muutaman viikon varastoinnin jälkeen.

Kun Shirlania saa käyttää vain 4 kertaa, viljelijä todennäköisesti pyrkii kuitenkin turvaamaan kasvuston kasvun ja tekee ne neljä ruiskutusta 15.7–15.8. välisenä aikana. Ruttovaara on kuitenkin usein suurimmillaan 15.8.–15.9. välisenä aikana. Ellei kasvustoja suojata, on suuri vaara, että mukulat (tai ainakin osa niistä) saavat ruttotartunnan.

Tilannetta voisi vähän helpottaa tuhoamalla varret Reglonella, mutta sitäkin voi käyttää vain joka toinen vuosi. Pahimmillaan seurauksena on mukulasadon pilaantumisen kokonaan. Tällaisessa tapauksessa viljelijä on käyttänyt Shirlaniin noin 1000 mk/ha ja tehnyt konetyötä ruiskuttaessaan. Peltoa on kuormitettu fluatsinamilla, mutta myytävää satoa ei saatu.

Perunan siemenen peittäminen on tarpeen laadun varmistamiseksi. Siihen on käytettävissä kaksi ainetta: Moncut ja Rovral. Rovralin käyttöä ei suositella suurikokoisen ruokaperunan tuotantoon, koska se pienentää mukulakokoa, Niinpä ruokapeunalle jää vain Moncut, jonka käyttöä perättäisinä vuosina tulisi välttää.

Terveystarkastetussakin siemenperunassa ja varsinkin käyttösiemenessä on usein varsin runsaasti seittirupea. Myös lain mukaan sitä sallitaan aika paljon. Perunaseitti pilaa nimenomaan ruokaperunan ulkoista laatua ja käyttöarvoa. Seittisellä siemenellä istutettu kasvusto tuottaa kooltaan hyvin epätasaista satoa. Sairaissa kasveissa muodostuu usein vain muutama iso mukula. Isot mukulat ovat usein onttoja tai niissä on erilaisia kasvuhalkeamia ja muotovirheitä. Kehittyviin mukulan aiheisiin iskeytyessään seitti aiheuttaa muutoksia mukulan kasvuun. Mukuloista tulee täysin muodottomia, eivätkä ne kelpaa ruoaksi eikä ruokateollisuuden raaka-aineeksi. Lisäksi seitin vaikutuksesta mukulapesä kehittyy lähelle maan pintaa, jolloin kasvavat mukulat työntyvät ulos penkistä. Valon vaikutuksesta perunat vihertyvät ja niihin muodostuu solaniinia ja kakoiinia, jotka ovat myrkyllisiä ihmiselle.

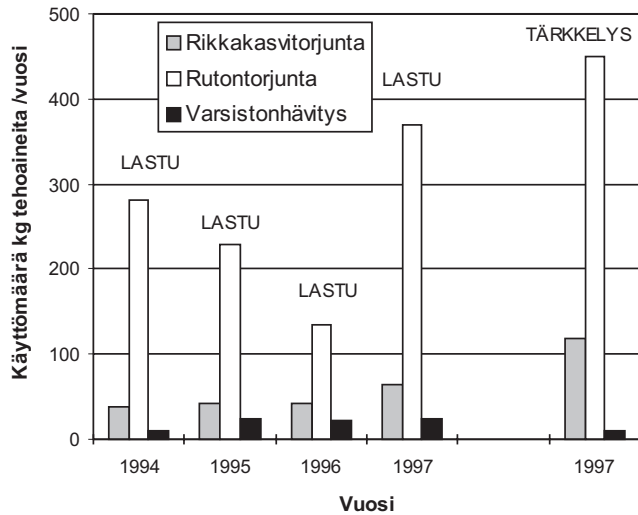
Ongelmallisinta onkin ympäristörajoitusten toteuttaminen kasvitautilien torjunnassa. Pohjavesialueilla ja muilla vettä hyvin läpäisevillä mailla rajoitukset on hyvin selkeitä: ainoastaan Shirlania ja vain joka toinen vuosi. Kun Shirlanin sisältämä tehoainemäärä on suhteellisen pieni, jää kuormituskin pieneksi. Muilla alueilla ainoastaan ditiokarbamaatteihin kuuluvia mankotsebi-valmisteita saa käyttää vuosittain ja joka toinen vuosi on käytettävä pelkästään niitä. Ditiokarbamaattien käyttöä tulisi kuitenkin korvata niitä haitattomammilla yhdisteillä (Vesi- ja ympäristöhallitus 1993a). Tällaisia yhdisteitä ei vain ole käytettävissä.

Käytännössä tämä merkitsee joko viljelykiertoa, jossa perunaa ei ole samalla paikalla useammin kuin joka toinen vuosi. Toinen vaihtoehto on vain ditiokarbamaattien käyttö välivuotena, jolloin tehoainekuormitus kasvaa. Viimeiksimainittu ei liene ympäristönsuojelun tavoite?

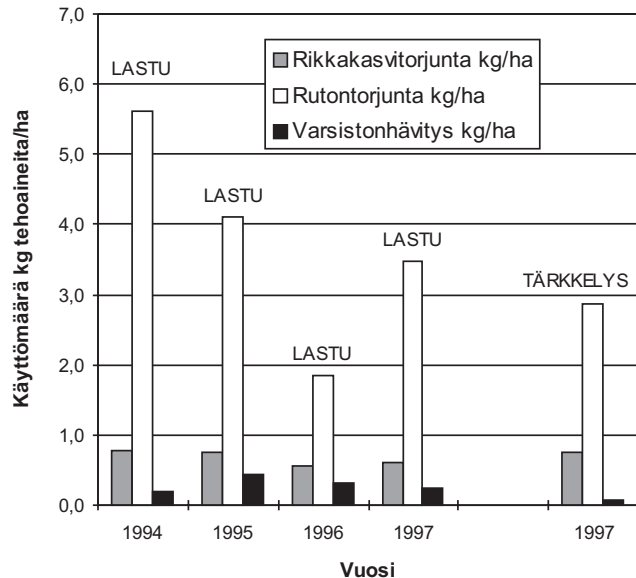
3.3 Tulosten tarkastelua

Lastuperunan tuotannossa käytetään yleensä enemmän torjunta-aineita kuin tärke-

Kuva 4. Torjunta-aineiden vuosittainen käyttömäärä yhteensä lastuperunan tuotannossa vuosina 1994–1997 ja tärkkelysperunan tuotannossa vuonna 1997. Käyttömäärät on ilmoitettu tehoaineina (kg/vuosi).



Kuva 5. Torjunta-aineiden keskimääräinen käyttö laskettuna hehtaaria kohti lastuperunan tuotannossa vuosina 1994–1997 ja tärkkelysperunan tuotannossa vuonna 1997. Käyttömäärät on ilmoitettu tehoaineina (kg/ha). Kuvista on jätetty vuosi 1993 pois tietojen puutteellisuuden vuoksi.



lysuperunalla, koska viljelyssä joudutaan kiinnittämään enemmän huomiota perunan laatuun ja varastoinnin kestävytyteen.

Koska valtaosa torjunta-aineista käytetään rutontorjunnassa, siinä tapahtuvat muutokset, joko torjuntakertojen määrässä tai aineiden valinnassa, vaikuttavat voimakkaasti kokonaistilanteeseen. Tämä näkyy selvästi kuvissa 4 ja 5. Vuodesta 1994 vuoteen 1996 tehoaineiden käyttö laski selvästi ja nousi jälleen vuonna 1997. Muutokset johtuivat pääosin aineiden valinnasta, mutta luonnollisesti myös ruiskutuskertojen

määrästä. Koska kesän sää pääosin sanelee torjuntatarpeen, on vaikea arvioida torjuntastrategioiden muutosta kokonaiskäytön perusteella.

Yleensä viljelijät noudattavat käyttömääristä annettuja ohjeita hyvin. Käyttömäärät olivat yleensä lähempänä ohjeenmukaisen määrän ala- kuin ylärajaa. Ylärajaa suurempi käyttö on hyvin harvinaista, alaraja alitetaan usein. Lastuperunalla torjunta-aineiden käyttömäärät yleensä pienivät tutkimusjakson aikana.

4 Huuhtoutumiskenttä- tutkimukset

4.1 Johdanto

Perunaruton torjunta-aineiden käyttäytymistä peltomaassa tutkittiin Maatalouden tutkimuskeskuksen Toholammin huuhtoutumiskentällä vuosina 1997–1999. Tutkimus aloitettiin vuonna 1997 esitutkimuksella. Tuolloin haluttiin selvittää, miten nopeasti fluatsinami häviää pellostä, missä määrin sitä huuhtoutuu pintavesien mukana, kulkeutuu syvemmälle maahan ja suotahtuu salaojavesiin. Tutkimusta jatkettiin perunaprojektin yhteydessä keväeseen 1999 saakka. Fluatsinamin lisäksi tällä toisella jaksolla tutkittiin myös propamokarbi-hydrokloridin käyttäytymistä maassa.

Toholammin huuhtoutumiskenttä sijaitsee Keski-Pohjanmaalla. Kentän kaltevuus on koeruutujen pituussuunnassa 0,5 % ja leveysuunnassa 1,1 %. Maalaji on kyn-tökerroksessa hietaa. Sen alapuolella on noin 10 cm paksuinen, alueelle tyypillinen rautasaostumakerros, joka on maalajiltaan lähinnä hienoa hietaa. Pohjamaa on silttiä. Kerroksien humuspitoisuudet ovat 10,2 %, 7,3 % ja 2,0 %. Kentällä on ympäri vuoden toimivat, automaattiset pinta- ja salaojavesien keräysjärjestelmät. Tutkimukset toteutettiin ruudulla, jonka koko on 0,34 ha.

Molempina tutkimusjaksoina torjunta-ainejäämiä analysoitiin sekä maa- että vesinäytteistä. Perunatutkimuksen yhteydessä jäämiä määritettiin myös perunan varsista ja perunasadosta. Esitutkimuksessa fluatsinamin määritykset tehtiin Jyväskylän yliopiston Ympäristöntutkimuskeskuksen laboratoriossa ja perunatutkimuksessa Maatalouden tutkimuskeskuksen kemian laboratoriossa.

4.2 Menetelmät

4.2.1 Kenttäkokeet

4.2.1.1 Esitutkimus vuonna 1997

Fluatsinamin esitutkimus aloitettiin kesällä 1997. Tällöin koalueella viljeltiin ohraa. Fluatsinamikäsittelyjä tehtiin neljä: 17.7, 28.7, 12.8 ja 23.8. (Taulukko 11). Ruiskutukset tehtiin Shirilan-nimisellä kauppavalmisteella, joka sisältää fluatsinamia 500 g/l. Shirlanin käyttömäärä oli jokaisella ruiskutuskerralla 0,4 l/ha. Tehoaineksi laskettuna käyttömäärä oli 200 g/ha/ruiskutusker-ta. Pelto kynnettiin lokakuussa 1997.

Syksyllä 1997 ennen pellon kyntämistä otettiin muokkauskerroksesta näytteet kahdesta syvyydestä (0–5 cm ja 5–25 cm). Rautasaostumakerroksesta (25–35 cm) ja pohjamaasta (35–100 cm) otettiin omat näytteensä. Keväällä 1998 koko muokkauskerroksesta otettiin vain yksi näyte (0–25 cm), koska pelto kynnettiin edellisenä syksynä. Syvemmältä näytteet otettiin samoista kerroksista kuin edellisenä syksynä. Näytteet otettiin lasipurkkeihin ja pakastettiin.

Vesinäytteitä otettiin aina kun niitä saatiin. Kesä ja syksy 1997 olivat kuivia. Pintavettä saatiin kerran elokuussa ja seuraavan kerran marraskuussa, jolloin saatiin näyte myös salaojavedestä.

Koko tutkimuskaudella heinäkuun puolivälistä 1997 kesäkuun loppuun 1998 saatiin ruudulta kaikkiaan 14 pintavesi- ja 4 salaojavesinäytettä. Suurin osa pintavedestä tuli talvikauden aikana. Näytteet otettiin lasipulloihin ja säilytettiin +4 °C lämpötilassa.

4.2.1.2 Huuhtoutumiskenttätutkimus perunalla 1998–99

Toholammin huuhtoutumiskentällä tehtiin kahden perunaruton torjunnassa käytettävän aineen, fluatsinamin ja propamokarbin huuhtoutumiskoe.

Taulukko 11. Torjunta-ainekäsittelyt Toho-
lammin huuhtoutumiskentällä vuosina 1997–
98. Vuonna 1997 kentällä viljeltiin ohraa ja
vuonna 1998 perunaa.

Ruiskutus- päivä	Tehoaine / (Kauppavalmiste)	Käyttömäärä l tai kg/ha
17.7.1997	Fluatsinami (Shirlan)	0,2 kg 0,4 l
28.7.1997	Fluatsinami (Shirlan)	0,2 kg 0,4 l
12.8.1997	Fluatsinami (Shirlan)	0,2 kg 0,4 l
23.8.1997	Fluatsinami (Shirlan)	0,2 kg 0,4 l
18.7.1998	Propamokarbi- hydrokloridi (Tattoo)	1,0 kg 4,0 l
27.7.1998	Propamokarbi- hydrokloridi (Tattoo)	1,0 kg 4,0 l
7.8.1998	Fluatsinami (Shirlan)	0,2 kg 0,4 l
2.9.1998	Fluatsinami (Shirlan)	0,2 kg 0,4 l

Sateisen alkukesän vuoksi peruna voitiin istuttaa vasta 27.6.1998. Lajike oli Matilda. Sato (15 t/ha) korjattiin 26.9.1998, joten satokauden pituus oli 92 vuorokautta. Kasvuston peittävyys oli normaalia pienempi koko satokauden ajan.

Rutturuiskutuksia tehtiin neljä kertaa, aluksi kaksi kertaa Tattoo-nimisellä valmisteella, joka sisältää propamokarbi-hydrokloridia 248 g/l, ja viimeiset kaksi kertaa Shirlanilla. Ensimmäinen ruiskutus tehtiin 18.7.1998 ja viimeinen 2.9.1998. Käyttömäärät olivat ohjeenmukaisia. Käsittelyajat ja tehoaine- ja kauppavalmistemäärät ovat taulukossa 11.

Kesä 1998 oli kokonaisuudessaan poikkeuksellisen sateinen ja näytteitä saatiin ennen jokaista ruiskutusta sekä pinta- että salaojavedestä. Pintavesinäytteitä saatiin tutkimuskaudella kaikkiaan 11 kertaa ja sala-
ojavettä 7 kertaa. Viimeinen vesinäyte otettiin kevään pintavalunnasta (28.4.1999). Vesinäytteet otettiin lasipulloihin ja säilytettiin +4 °C lämpötilassa.

Maanäytteitä otettiin neljä kertaa: taustanäytteet ennen kokeen alkamista (3.6.1998), viimeisen torjunta-ainekäsittelyn jälkeen (2.9.1998), syksyllä sadonkorjuun yhteydessä (26.9.1998) ja keväällä maan pintakerrosten sulettua (28.4.1999). Näytteet otettiin kesällä ja syksyllä 0–25, 25–35 ja 35–100 cm syvyyksistä. Keväällä 1999 näytesyvytydet olivat 0–25 ja 25–35 cm. Näytteet otettiin lasipurkkeihin ja pakastettiin.

Perunan varsista ja perunasadosta otettiin näytteet sadonkorjuun yhteydessä 26.9.1998. Näytteet pakattiin alumiinifoli-
oon ja muovipusseihin. Näytteet säilytettiin pakastettuina.

4.3 Jäämäanalyysit

4.3.1 Fluatsinamin määrittäminen esitutkimuksessa

Neutraali uutossa näytettä otettiin 750 ml litran erotussuppiloon. Näytteeseen lisät-
tiin 20 g natriumkloridia. Näyte uutettiin dikloorimetaanilla kolme kertaa. Liuos kui-
vattiin natriumsulfaatilla, dekantoitiin ja haihdutettiin ensin pyöröhaihduttimella
muutama millilitraan ja sitten typpivir-
ralla varovasti lähes kuiviin (lisätty 20 µl
glykolia) Määrätilavuuteen pantiin heksaa-
nia (200 µl–500 µl) (Huovinen 1988).

Fluatsinami kvantitoitiin kaasukromato-
graafisesti EC-detektoreilla ulkoisen
standardin menetelmällä. Kolonneina käy-
tettiin kahta 25-metristä kvartsikapillaari-
kolonna (faasit SE-54 ja OV-1701).
Ajo-ohjelmoina käytettiin 100 °C/2 min +
15 °C/min 180 °C:een + 6 °C/min 270
°C:een, missä 30 min.

Fluatsinamin määrittämiseksi maanäyt-
teestä tuoretta näytettä punnittiin n. 20 g.
Näyte uutettiin liuotinuuttolaitteessa (Dio-
nex ASE 200) etyyliasetaatti/asetoni -seok-
sella (5:1). Uuttunut näyte kuivattiin nat-
riumsulfaatilla ja haihdutettiin varovasti lä-
hes lähes kuiviin (lisätty 20 µl glykolia).
Näyte pantiin määrätilavuuteen heksaaniin
ja kvantitoitiin EC-detektoreilla kaasukro-

matograafisesti kuten vesinäytekkin (DIO-NEX Application 318 ja 320). Havaitsemisraja oli vesinäytteissä 0,02 µg/l ja maanäytteissä 10 µg/kg.

4.3.2 Fluatsinamin ja propamokarbin määrittäminen perunatutkimuksessa

Vesinäyte (500 ml) tehtiin happamaksi väkevällä suolahapolla (Lancas et al. 1997). Näytteeseen lisättiin natriumkloridia, ja se uutettiin dietyylieetterin ja dikloorimetaanin seoksella (Nagayama et al. 1996). Fluatsinamin sisältävä orgaaninen faasi otettiin talteen. Propamokarbi ei hyvin vesiliukoisena uuttunut vaan vesifaasiin lisättiin vielä natriumkarbonaattia ja se uutettiin uudelleen em. liuotinseoksella. Lopuksi vesifaasi uutettiin vielä dikloorimetaanilla. Orgaaniset faasit kuivattiin, konsentroidtiin ja yhdisteet analysoitiin kaasukromatografi-massaspektrometrisesti käyttäen selektiivistä ionimonitorointi (SIM) Btekniikkaa (Hewlett Packard series II 5890 GC + 5972 MSD; silikakapillaarikolonne HP-5, pituus 30 m, faasin paksuus 0,25 mm ja halkaisija 0,25 mm id.).

Määrittystä yritettiin myös pienemmällä näytemäärällä. Fluatsinami havaittiin jo 200 millilitrasta vettä. Propamokarbin analysointia vaikeuttivat vesiliukoisuuden lisäksi myös matriisin aiheuttamat häiriösignaalit.

Pilkotun kasvinäytteen joukkoon lisättiin joko laimeaa suolahappoa (perunat) tai vettä (perunanvarret), joka tehtiin happamaksi väkevällä suolahapolla. Näytteeseen lisättiin asetonivettä (perunat) tai asetonia (perunanvarret) ja sitä uutettiin tehosekoittajalla. Näyte suodatettiin imulla, ja suodoksen joukkoon lisättiin natriumkloridia, sen jälkeen jatkettiin samoin kuin vesinäytteillä. Määrittäminen otettiin 10 g ja 50 g näytettä. Propamokarbia ei havaittu pienemmässä näytemäärässä perunaa. Suuri näytemäärä aiheutti ongelmia perunanvarsien suodatuksessa. Fluatsinami kvantitoitiin perunanvarsista 10 g näytemäärästä.

Maanäytteen (10 g) joukkoon lisättiin asetonin ja veden seosta ja näytettä uutettiin yön yli ravistelijassa. Näytteeseen lisättiin natriumkloridia ja dikloorimetaania, jonka jälkeen sitä uutettiin magneettisekoituksessa. Orgaaninen faasi dekantoitiin talteen. Uuttoastiaan lisättiin natriumvetykarbonaattia ja eetteriä. Lyhyen magneettisekoituksen jälkeen orgaaninen faasi otettiin talteen ja uutto toistettiin vielä eetterillä. Yhdistetyt orgaaniset faasit kuivattiin ja analysoitiin kuten vesi- ja kasvinäytteet. Havaitsemisrajat olivat vesinäytteissä fluatsinamilla 0,1 µg/l ja propamokarbilla 0,5 µg/l. Maanäytteissä raja oli molemmilla aineilla 10 µg/kg.

Maanäytteistä löytyi ainoastaan fluatsinamia. Matriisi aiheutti jonkin verran häiriösignaaleja propamokarbin retentioalueelle, joten mahdolliset pienet määrät jäivät siten ehkä havaitsematta.

4.4 Tulokset

4.4.1 Esitutkimuksen tulokset

Fluatsinamia oli syksyllä 0–5 cm, 5–25 cm ja 25–35 cm syvyyksissä. Syksyllä 0–5 cm näytteen jäämä oli 0,13 mg/kg kuivaa maata. Määrä oli noin kymmenen kertaa suurempi kuin syvemmissä kerroksissa, joissa se oli 0,02 mg/kg. Koko muokkauskerroksessa keskimääräinen fluatsinamipitoisuus oli 0,03 mg/kg. Keväällä fluatsinamia havaittiin vain muokkauskerroksessa, jossa sen pitoisuus oli 0,01 mg/kg (Kuva 6).

Fluatsinamia ei havaittu yhdessäkään vesinäytteessä.

4.4.2 Perunatutkimuksen tulokset (1998–1999)

Fluatsinamijäämiä oli maa- ja pintavesinäytteissä sekä sadonkorjuun yhteydessä otetuissa perunanvarsissa, mutta ei perunasadossa. Propamokarbia havaittiin perunasadossa ja yhdessä kevättalven pintavesi-

näytteessä. Salaojavesissä ei havaittu kum-
paakaan ainetta.

Fluatsinamia havaittiin sadonkorjuun
yhteydessä tuoreissa perunanvarsissa 1,1
mg/kg. Viimeisestä fluatsinamikäsittelystä
oli tällöin kulunut 24 vrk. Kuivapainoa
kohti laskettuna jäämä oli 12,8 mg/kg. Pro-
pamokarbijäämiä ei varsissa havaittu.

Propamokarbia havaittiin sadonkorjuun
yhteydessä otetussa perunanäytteessä, jossa
sen määrä oli tuoreessa perunassa 0,015
mg/kg. Kuiva-ainetta kohti laskettuna jää-
mä oli 0,075 mg/kg. Näytteenottoon men-
nessä oli viimeisestä propamokarbikäsitte-
lystä kulunut 37 vuorokautta. Fluatsinami-
jäämiä ei perunoissa ollut. Käsittelystä oli
kulunut 24 vuorokautta.

2.9.1998 fluatsinamia oli kaikissa sy-
vyyksissä. Muokkauskerroksessa sen pitoi-
suus (0,35 mg/kg kuivaa maata) oli noin
kymmenkertainen syvempiin kerroksiin
verrattuna. Koska kyseiset näytteet otettiin
heti toisen fluatsinamikäsittelyn jälkeen,
muokkauskerroksen jäämä sisälsi sekä edel-
lisestä käsittelystä jäljellä olevan ja uudesta
käsittelystä maahan joutuneen fluat-
sinamin. Syvemmissä kerroksissa olevat jää-
mät olivat peräisin edellisistä käsittelyistä.

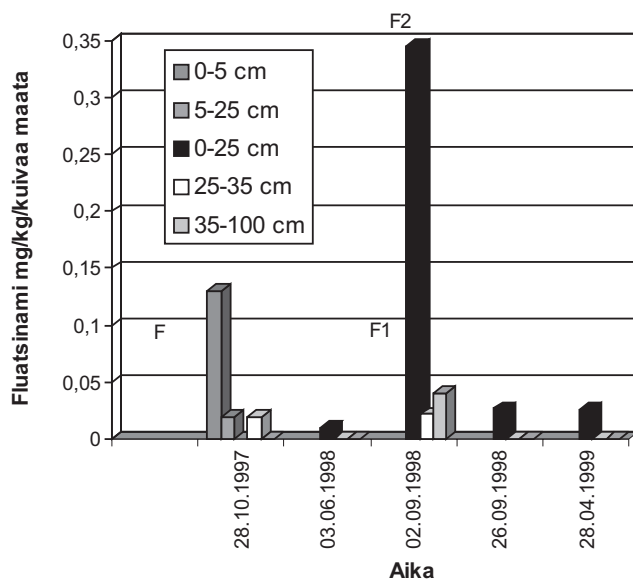
Seuraavalla mittauskerralla, 24 vuoro-
kautta myöhemmin, fluatsinamia oli aino-

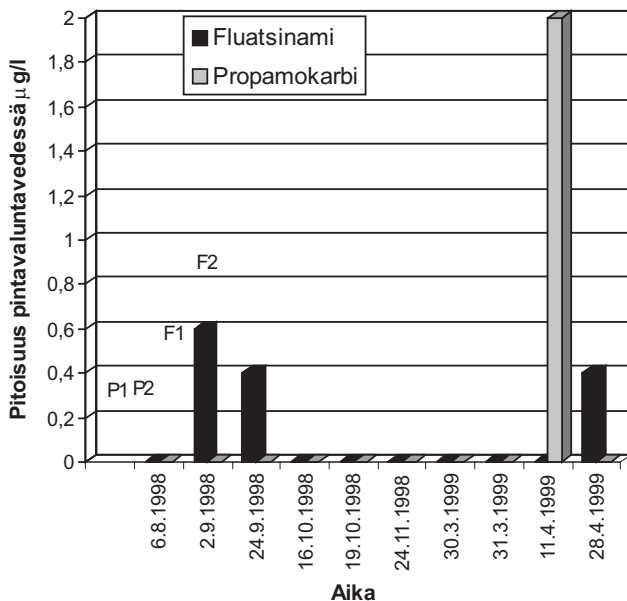
astaan muokkauskerroksessa. Sen pitoisuus
oli 0,03 mg/kg kuivaa maata, joten sen
määrä oli vähentynyt noin kymmenesosaan
edellisestä mittauksesta. Keväällä 1999,
kun viimeisestä käsittelystä oli kulunut 238
vuorokautta, fluatsinamin määrä muok-
kauskerroksessa oli sama kuin syksyllä
(Kuva 6). Syvemmillä sitä ei keväällä enää
havaittu. Propamokarbia ei maanäytteissä
havaittu.

Fluatsinamia havaittiin pintavesinäyt-
teessä 26 vuorokautta ensimmäisen käsitte-
lyn ja 22 vuorokautta toisen käsitte-
lyn jälkeen. Sitä oli myös viimeisessä kevätnäyt-
teessä (28.4.1999) 238 vuorokauden kulut-
tua käsittelystä. Pitoisuudet olivat 0,6, 0,4
ja 0,4 µg/l. Salaojavesissä ei fluatsinamia
havaittu. Propamokarbia havaittiin pinta-
vedessä vain kerran. Sitä oli 11.4.1999 2,0
µg/l. Tällöin käsittelystä oli kulunut 258
vuorokautta (Kuva 7).

Pintavaluntaveden mukana pellolta
poistui fluatsinamia 0,08 g/ha, joka vastaa
alle 0,01 % vuosien 1997–1998 käyttö-
määrästä. Propamokarbia poistui pinta-
valuntavedessä 0,4 g/ha, eli 0,02 % käyttö-
määrästä.

Kuva 6. Fluatsinamipitoisuudet maassa. Syksyllä 1997 näytteet otettiin 0–5 cm, 5–25 cm, 25–35 cm ja 35–100 cm syvyyksistä ja muulloin 0–25 cm, 25–35 cm ja 35–100 cm syvyyksistä. Viimeiset fluatsinamikäsittelyt v. 1997 tehtiin 23.8. (F) ja v. 1998 2.9. (F2). Käyttömäärä molemmilla kerroilla oli 200 g/ha. Näyte 2.9. 1998 on otettu heti käsittelyn jälkeen, joten syvemmissä kerroksissa olevat jäämät ovat peräisin 7.8.1998 (F1) tehdystä käsittelystä. Vuonna 1997 tehtiin fluatsinamikäsittelyt myös 17.7., 28.7. ja 12.8. Pitoisuus (mg/kg) on laskettu kuivaa maata kohti.





Kuva 7. Fluatsinami- ja propamokarbi-pitoisuudet (µg/l) pintavaluntavedessä Toholammien huuhtoutumiskentällä. Vuonna 1998 fluatsinamikäsittelyt tehtiin 7.8. (F1) ja 2.9. (F2). Käyttömäärä molemmilla kerroilla oli 200 g/ha. Vesinäyte 2.9.1998 otettiin ennen toista fluatsinamikäsittelyä, joten jäämä on peräisin edellisestä käsittelystä. Propamokarbi-käsittelyt tehtiin 18.7. (P1) ja 27.7.1998 (P2). Käyttömäärä oli molemmilla kerroilla 1208 g/ha.

4.3.3 Perunasadon ulkoinen laatu

Näyte-erän ulkoinen laatu oli erittäin hyvä. Mukuloiden ulkonäköä pilaavista taudeista perunarupea oli alle 10 %:ssa mukuloita, perunaseittiä noin 2 %:ssa ja harmaahilsettä 80 %:ssa mukuloista. Pahasti hilseen rumentamia mukuloita oli noin 20 %, kun niiden osuus muissa hankkeeseen liittyvissä näytteissä (Luomu, Tärkkelys) oli 40–60 %. Vastaavasti muissa luomu- ja tärkkelysperunanäytteissä perunaseittiä oli 25–40 %:ssa ja perunarupea 15–55 %:ssa mukuloista (Lemola et al. 2000).

Sato korjattiin heittopyöräkoneella, ja korjuulosuhteet olivat suhteellisen hyvät. Mekaanisia ja muita vioituksia oli vain runsaassa 30 %:ssa näytteistä, kun niitä luomu- ja tärkkelysperunanäytteissä näytteissä oli 50–100 %:ssa mukuloista.

4.4 Tulosten tarkastelu

Fluatsinami ja propamokarbi käyttäytyivät pellossa hyvin eri tavoin. Fluatsinami oli kulkeutuvampi. Sitä huuhtoutui pelloilta sekä syysateiden aikana että kevättalvella pintavesien mukana. Se ei kuitenkaan ollut

helposti huuhtoutuva, sillä sitä esiintyi pintavesissä vasta runsaiden sateiden jälkeen ja kokonaispäästö oli pienimpiä Toholammilla mitattuja. Kahden vuoden aikana fluatsinamin kokonaispäästö oli alle 0,01 % käyttömäärästä. Toholammilla tutkituilla muilla torjunta-aineilla päästö on vaihdellut 0,01–1 % käyttömäärästä (Laitinen et al. 1996). Fluatsinamia kulkeutui muokkauskerroksen alapuolelle. Salaojavesissä sitä ei kuitenkaan ollut havaittavia määriä.

Vuonna 1997 fluatsinamia käytettiin neljä kertaa ja vuonna 1998 kaksi kertaa. Molempina syksyinä sitä oli muokkauskerroksessa jäljellä suunnilleen sama määrä. Syksyllä 1997 sitä kulkeutui kuivan kauden jälkeen muokkauskerroksen alapuolelle. Syksyn sateet olivat niin vähäisiä, että pintavaluntaa ei muodostunut, vaan vesi suotautui maahan. Kuivuus saattoi hidastaa mikrobiologista hajoamista. Kesällä 1998 mikrobiologiset hajoamisolosuhteet olivat huomattavasti paremmat, ja fluatsinami hajosikin suhteellisen nopeasti. Molempina keväänä fluatsinamia oli jäljellä muokkauskerroksessa. Keväällä 1999 sen pitoisuus oli suurempi kuin edellisellä vuonna. Tämä saattaa tosin johtua myös siitä, että näytteet otettiin noin kuukautta aikaisemmin, eikä

hajoaminen ollut vielä talven jälkeen käynnistynyt.

Vuonna 1998 kasvuston peittävyys oli normaalia pienempi koko kasvukauden ajan. Tämä johtui myöhäisestä kylvöajankohdasta ja sateisena ja viileänä jatkuneesta kesästä. Ruiskutettaessa suoraan maahan joutunut torjunta-ainemäärä oli siten kaikilla ruiskutuskerroilla suurempi kuin tavanomaisempina kesinä, joten maan pinnassa oli todennäköisesti enemmän kulkeutumislle alttiita torjunta-aineita kuin yleensä. Tästä voisi olettaa, että fluatsinamia olisi ollut sekä pinta- että salaajavesissä huomattavan paljon tai sitä olisi ollut syvemmällä maassa enemmän kuin edellisellä, kuivana syksynä. Näin ei kuitenkaan käynyt, sillä fluatsinami hävisi maasta aluksi nopeasti. Lämpimänä ja riittävän kosteana syksynä se näyttää hajoavan nopeammin kuin kirjallisuudessa puoliintumisen alarajaksi mainitussa 48 vuorokaudessa.

Molemmat fluatsinamikokeet toteutettiin poikkeuksellisissa sääolosuhteissa: hyvin kuivana ja hyvin märkänä kesänä. Tulokset kuvaavatkin fluatsinamin käyttymistä sään kannalta äärioloissa.

Kirjallisuuden mukaan fluatsinami on maassa heikosti kulkeutuva yhdiste ja sen pitäisi pysyä maan pintakerroksessa. Tässä tutkimuksessa sitä kuitenkin havaittiin myös syvemmällä. Toholammilla maalaji on vettä läpäisevä, ja maan humuspitoisuus on suhteellisen alhainen. Humusrikkaamissa maissa fluatsinami voi sitoutua tiukemmin, ja sen kulkeutuminen muokkauskerroksen alapuolelle voi olla vaikeampaa.

Fluatsinamia oli perunanvarsissa sadonkorjuun aikaan suhteellisen paljon. Varsiston hajotessa siihen kiinnittyneet aineet vapautuvat maahan. Tämän prosessin nopeutta ja siitä aiheutuvaa kuormitusta on vaikea arvioida, mutta se vaikuttanee seuraavan kevään ja alkukesän tuloksiin.

Propamokarbi hävisi nopeasti maasta eikä se ollut kulkeutuva eikä huuhtoutuva. Tosin maanäytteiden analysoinnissa oli vaikeuksia, joten mahdolliset pienet määrät jäivät siten havaitsematta. Pieni määrä propamokarbia saattoi olla syksyllä niin tiukas-

ti maahan tai varsistoon sitoutuneena, että se ei uutossa irtautunut. Tätä oletusta tukee kevään havainto, jossa maan pinnan sulletua propamokarbia oli vesinäytteessä. Perunasadossa oli propamokarbijäämiä 24 vuorokauden kuluttua käsittelystä. Maatalouden tutkimuskeskuksen rekisteröintikoikkeissa vuonna 1992 ei propamokarbijäämiä varoajan (21 vuorokautta) päättyessä havaittu (Hannukkala 1999). Vaikka Toholammien tulosta voitaneen pitää poikkeuksellisenä, tulisi propamokarbin varoaikaa tutkia uudestaan.

Fluatsinamin ja propamokarbin kertyvyyttä maahan onkin näin lyhyen aikaa kestäneen tutkimuksen perusteella vaikea arvioida. Siihen tarvittaisiin useamman vuoden kestävä seuranta, jossa torjunta-ainejäämät mitataan myös välittömästi ennen kesän ensimmäistä ruiskutusta. Pitempään jatkuvan käytön aikana maahan saattaa adaptoitua mikrobisto, joka pystyy nopeampaan hajoittamiseen. Tutkimukseen tulisi liittää myös hajoamistuotteiden seuranta ja sitoumiskertoimien määrittäminen.

Tämän tutkimuksen perusteella fluatsinamin käyttökielto peräkkäisinä näyttäisi olevan Toholammien tyyppisillä mailla perusteltu. Muunlaisilla maalajeilla tilanne saattaa olla kulkeutuvuuden ja kertyvyyden suhteen toinen. Fluatsinamikäsittelyn suojaetäisyyttä vesistöön voisi harkita uudelleen. Sekä pellolta poistuneen fluatsinamin määrät että sen pitoisuudet pintavesissä olivat niin pieniä, että 25 metriä pienenpikin suojaetäisyys saattaisi olla riittävä. Propamokarbin kohdalla kauppavalmisteen ehdoton, pohjavesialueita koskeva käyttökielto perustunee valmisteen sisältämään mankotsebiin. Kun mankotsebia ei rahoitusyisistä voitu analysoida, ei Tatoon soveltuvuudesta näille alueille voi tehdä päätelmiä. Pelkän propamokarbin käyttökiellolle ei tämän tutkimuksen tulos anna perusteita.

Tulosten yleistettävyyttä voitaisiin parantaa määrittämällä rutontorjuntaan käytettävien torjunta-aineiden sitoumiskertoimet perunanviljelyssä tyyppisiin maihin. Niiden perusteella voitaisiin päästä tarkempien, maalaji- ja lohkokokoisten ohjei-

den ja rajoitusten laatimiseen. Tätä edellyttää myös vesiensuojelun tavoiteohjelman toteuttaminen perunantuotannossa.

5 Tuotannon ympäristöriskin satokohtainen arvoiminen – millä riskiä mitataan?

Hollannissa on viljelijöitä ja kaupaa varten kehitetty ohjelma torjunta-aineista aiheutuvan ympäristöriskin arvioimiseksi. Tätä ”ympäristömittatikku” (Environmental yardstick for pesticides) on vuodesta 1995 lähtien testattu perunanviljelyssä ja se on nyt viljelijöiden ja kaupan käytettävissä (Baarveld & Liefrink 1998).

Riskin suhteellinen määrä lasketaan tehoainekuormituksen perusteella. Ohjelmassa torjunta-aineet on pisteytetty seuraavien ympäristöriskien mukaan:

- huuhtoutuvuus ja kulkeutuvuus pohjavesiin
- myrkyllisyys vesieliöille
- myrkyllisyys maaperäeliöille

Viljelijä voi vaikuttaa riskiin:

- aineiden valinnalla
- annosta säätelemällä (riski vähenee kun käyttömäärä pienenee)
- käyttökertojen lukumäärällä (samaa ainetta toistuvasti käyttäen tai välillä vaihtaen)
- käyttöajankohdalla (hitaasti hajoavia ja helposti huuhtoutuvia käytetään alkukesästä ja riskittömämpiä loppukesästä)
- ruiskutustekniikalla (tehokkaampi kohdistaminen, jonka ansiosta päästöt ilmaan vähenevät)
- suojakaistoilla

Satokohtainen kokonaisriski saadaan laskemalla kaikkien käytettyjen aineiden

aiheuttamat riskipisteet yhteen. Pistemäärä kuvaa kyseisen tuotteen ympäristöimagoa. Ohjelmassa pyritään 50 % pienempään tehoainekuormitukseen ja ympäristöriskin pienentymiseen. Jos riskipistemäärä alittaa tietyn raja-arvon, sille myönnetään vihreä ympäristömerkki ”Milieukeur”. Merkin saaminen edyttää torjunta-aineriskin lisäksi tietyn lannoitetason alittamisen.

Sekä viljelijöiden, kaupan että viranomaisten kokemukset ohjelmasta ovat olleet myönteisiä. Perinteiseen torjunta-aineiden käyttöön verrattuna käyttömäärät ovat pienentyneet, ruiskutustekniikka parantunut ja aineiden valintaperusteet muuttuneet ympäristöä huomioiviksi.

Taulukossa 12 on esimerkkejä ohjelman toteuttamisesta. Siinä esitetään käsittelykertojen lukumäärän ja tehoainekuormituksen lisäksi myös eri vaihtoehtojen aiheuttamat ympäristövaikutuspisteet eli EIPs (Environmental Impact Points) maa- ja vesieliöille sekä pohjavesien likaantumiselle (Baarveld & Liefrink 1998).

Esimerkki A: Keskimääräinen, tavanomaisen viljelyn torjuntaohjelma vuosina 1984–1988. Tehoainekuormitus oli 21,5 kg/ha. Arvioitu päästö maahan ja pinta- ja pohjaveteen oli 5,4 %. Rikkakasvien torjuntaan käytettiin 1,31 kg/ha, varsiston hävitykseen 0,80 kg/ha, rutontorjuntaan 10,37 kg/ha ja tuhoeläinten torjuntaan 0,57 kg/ha.

Esimerkki B: ”Milieukeur”-merkin mukainen torjuntaohjelma, jossa on ruttoruis- kutuksia tehtiin 14 kertaa, josta fluat- sinamilla 12 kertaa. Rikkakasvien torjuntaan käytettiin 1,24 kg/ha, varsiston hävittämiseen 2,00 kg/ha ja tuhoeläinten torjuntaan 0,41 kg/ha. Tehoainekuormitus oli 9,15 kg/ha ja päästö oli arvioitu samaksi kuin tapauksessa A, eli 5,4 %.

Esimerkki C: ”Milieukeur”-merkin mukainen torjuntaohjelma, jossa ruttoa on torjuttu kaksi kertaa ditiokarbamaateilla ja 10 kertaa muilla tehoaineilla. Rikkakasveja torjuttiin myös mekaanisesti ja puolelta viljelyalasta varsisto hävitettiin mekaanisesti. Lisäksi käytettiin parempaa ruiskutustekniikkaa ja lisättiin suojavyöhykkeitä. Teho-

Taulukko 12. Torjuntaohjelmien ympäristövaikutuksia. Esimerkkejä Hollannin perunaviljelyssä käytetyistä torjuntaohjelmista. A: keskimääräinen vuosien 1984–1988 torjuntaohjelma. B: ”Milieukeur”-torjuntaohjelma, jossa on käytetty ympäristölle vähemmän haitallisia aineita. C: esimerkki ”Milieukeur”-torjuntaohjelman mukaisesta viljelystä, jossa on käytetty parempaa ruiskutustekniikkaa. Ympäristövaikutuspisteet (EIPs) on laskettu olettaen että päästöt maahan, pohja- ja pintavesiin ovat ohjelmissa A ja B 5,4 % ja ohjelmassa C 2,54% (Baarveld & Liefink 1998).

Torjunta-aine	Käsittelykerrat	Tehoainetta kg tai l/ha	EIPs maa	EIPs vesieliöt	EIPs pohjavesi
A (5,4 % päästöt)					
Rikkakasvit	3	1,31	78	7020	642
Varsiston hävitys	1	0,80	600	1577	0
Rutontorjunta					
* ditiokarbamaatit	6,5	8,77	176	13823	2360
muut tehoaineet	8	1,60	38	622	0
Tuhoeläinten torjunta	3	0,57	610	13495	225
Yhteensä,	21,5	13,05	1502	36537	3227
josta rutontorjunta	14,5	10,37	214	14445	2360
B (5,4 % päästöt)					
Rikkakasvit	3	1,24	0	0	232
Varsiston hävitys	1	2,00	0	675	3
Rutontorjunta					
* ditiokarbamaatit	0				
muut tehoaineet	14	5,5	58	987	700
Tuhoeläinten torjunta	3	0,41	33	735	20
Yhteensä,	21	9,15	91	2397	955
josta rutontorjunta	14	5,5	58	987	700
C (2,54 % päästöt)					
Rikkakasvit	1	0,05	5	247	123
Varsiston hävitys	0,5	0,80	0	127	2
Rutontorjunta					
* ditiokarbamaatit	2	2,99	0	23	700
muut tehoaineet	10	1,50	36	274	0
Tuhoeläinten torjunta	3	0,21	33	347	100
Yhteensä,	16,5	5,55	74	1018	925
josta rutontorjunta	12	4,49	36	297	700

* seoksia, joissa on manebia tai mankotsebia

ainekuormitus oli 5,55 kg/ha ja päästökksi oli arvioitu 2,54 %.

Tavoiteltu 50 %:n vähennys 1980-luvun käytäntöön saavutettiin valitsemalla pienemmän riskin aiheuttavia aineita (Tapaus B). Tehoainemäärä oli tällöin keskimäärin 9,15 kg/ha. Suurin osa vähennyksestä tuli rutontorjunnasta, jossa ditiokarbamaattien (mankotsebi ja manebi -valmisteet) sijasta käytettiin useammin fluat-sinamia. Lisäksi parempi ruiskutustekniikka

ka vähentää riskiä (Tapaus C).

Meillä torjunta-aineiden käyttö on ”Milieukeur”-ohjelman tasoa tai sitä pienempi. Keskimääräinen käyttö on tehostettuakin esimerkkitapausta C pienempi. Lastuperunan tuotannossa se oli vuonna 1997 4,3 kg/ha ja tärkkelysperunalla 3,7 kg/ha (Taulukko 9). Ruttoruiskutuksia tehtiin vuosina 1993–97 enintään 6 kertaa. Erittäin sateisina kesinä ruiskutuksia tarvitaan kuitenkin enemmän, eikä meillä ole silloin

mahdollista käyttää vain tehoainepitoisuuksiltaan pienempiä valmisteita. Sen vuoksi kuormitus nousee silloin huomattavasti. Hollannissa on käytössä laajempi torjunta-ainevalikoma kuin meillä, joten vaihtoehtoisia ohjelmia on siellä sateisinakin vuosina helpompi toteuttaa.

Suomessa ympäristöriskiä ei voi suoraan verrata Hollannin käytäntöön. Meillä pohjavesiriski on pienempi kuin Hollannissa, jossa pohjavesi voi nousta muokkauskerrokseen saakka. Sen sijaan meillä on pintavesiä viljeltyjen alueiden lähellä enemmän. Toisaalta monet torjunta-aineet käyttäytyvät (hajoavat ja kulkeutuvat) meillä eri lailla kuin hollantilaisissa pelto-olosuhteissa. Aineiden pisteytyksen pitäisi olla olosuhteiden mukainen. Tähän pyritään EU:n rahoittamassa CAPER -ohjelmassa (Concerted Action on Pesticide Risk Indicators), jonka raporttia voi tiedustella osoitteesta: Joost Reus, The Centre for Agriculture and Environment, P.O. Box 10015. 3505 AA Utrecht, the Netherlands tai e-mail clm@clm.nl. Yhteenveto raportista on löydettävissä internetistä: www.clm.nl. Ohjelmassa Suomea edustaa Timo Seppälä Suomen ympäristökeskuksesta.

6 Yleistarkastelu

Kestävän maataloustuotannon perustavoitteet sisältävät sekä viljelymaan että ympäristön terveenä säilyttämisen tuleville sukupolville. Pyrkimyksenä on sekä peltoon että muuhun ympäristöön kohdistuvan kuormituksen vähentäminen. Tuotannon tulee olla myös taloudellisesti ja yhteiskunnallisesti kestävä.

Meillä, kuten muissakin EU-maissa, on ensisijaiseksi ympäristönsuojelutavoitteeksi asetettu pohjavesien suojeleminen. Ongelmallisinta sekä taloudellisesti kannattavan tuotannon että perunan laadun kannalta on ympäristörajoitusten toteuttaminen kasvi-tautien torjunnassa. Pohjavesialueilla ja muilla vettä hyvin läpäisevillä mailla rajoitukset ovat hyvin selkeitä; vain yksi kaup-

pavalmiste on sallittu ja sekin ainoastaan joka toinen vuosi. Kun kyseisen valmisteen sisältämä tehoainemäärä on suhteellisen pieni, kuormituskin jää pieneksi. Muilla alueilla ainostaan ditiokarbamaatteihin kuuluvia valmisteita saa käyttää vuosittain, ja joka toinen vuosi on käytettävä pelkäämään niitä. Ditiokarbamaattien käyttöä tulisi kuitenkin korvata haitattomammilla yhdisteillä. Tällaisia yhdisteitä ei vain ole käytettävissä.

Nykyiset perunantuotantoa koskevat torjunta-aineiden ympäristörajoitukset näyttävät ankarammilta kuin mitä valtioneuvoston periaatepäätös vesiensuojelusta on. Tavoiteohjelma ei kiellä torjunta-aineiden käyttöä kokonaan, vaan se kieltää pohjaveden laatua vaarantavien aineiden käytön vedenhankinnan kannalta tärkeillä ja muilla vedenhankintaan soveltuvilla alueilla. Päätökseen sisältynee ajatus, että torjunta-aineiden myrkyllisyyden lisäksi niiden kulkeutuvuus ja pysyvyys suomalaisissa olosuhteissa tunnetaan. Pohjavesialueiden ulkopuolella sijaitsevia, muita vettä hyvin läpäiseviä maita ei tavoiteohjelmassa mainita. Periaatepäätöksen perusteluissa todetaan, että tavoitteiden saavuttamiseksi otetaan käyttöön tehokkaimmat vesiensuojelutoimet, jotka ovat taloudellisesti toteutettavissa.

Käytännössä rajoitusten noudattaminen merkitsee joko viljelykiertoa, jossa perunaa ei ole samalla paikalla useammin kuin joka toinen vuosi, tai vain ditiokarbamaattien käyttöä välivuotena, jolloin tehoainekuormitus kasvaa. Perunanviljelyyn soveltuvia maita on parhaillakin tuotantoalueilla käytettävissä rajoitetusti, joten lyhyen viljelykierron järjestäminen on vaikeaa. Jos taas viimeksimainittu vaihtoehto toteutuu, tehoainekuormitus kasvaa. Ympäristönsuojelussa palataan ikäänkuin taaksepäin ja samalla suomalaisen tuotannon kestävyys ja puhtaus kansainvälisissä vertailuissa heikenee. Kolmas vaihtoehto on siirtyminen luomuviljelyyn. Siihen liittyy kuitenkin suuria, toistaiseksi ratkaisemattomia perunaruton hallintaongelmia.

Kuluttajalle laadukkaan, kotimaisen

perunan saatavuus on mitä toivottavinta. Nykypäivän kuluttaja arvio tuotteen laadukkuutta myös viljelyn ympäristöystävällisyyden perusteella ja on kenties valmis maksamaan siitä. Peruna on kuitenkin peruselintarvike, jonka hinnan olisi pysyttävä kohtuullisena.

Ristiriita taloudellisesti kannattavan, laadukkaan tuotannon ja ympäristökysymysten välillä on ilmeinen. Yhtäällä on viljelijän epävarmuus tuotannon tulevaisuudesta ja toisaalla huoli ympäristön tilasta. Ollaanko nyt ajautumassa tilanteeseen, jossa kotimainen perunantuotanto on vaarassa? Asiasta on viime aikoina käyty kiivastakin keskustelua viljelijöiden ja viranomaisten välillä. Viljelijät eivät kyseenalaista ympäristönsuojelun tarpeellisuutta ja tavoitteita, mutta toteavat elinkeinonsa käyvän mahdolliseksi yhä kiristyvien ja osittain epäselvien rajoitusten paineessa. Koska Suomessa rajoitukset ovat monien aineiden osalta tiukemmat kuin Euroopassa yleensä, niiden perusteluja on usein vaikea ymmärtää. Yhä useammin viljelijät kysyvätkin: ”Onko torjunta-aineiden kertyvyydestä tai kulkeutuvuudesta näyttöä meillä?”

Viranomaistenkaan asema ei ole kadettava. Ympäristönsuojelussa on perimältään kyse tulevienkin sukupolvien elinoloista ja terveydestä. Torjunta-aineiden käyttäytymistä koskevaa pohjoismaista tutkimusta on saatavilla vähän tai ei ollenkaan, ja päätöksiä joudutaan tekemään erilaisissa olosuhteissa tehtyjen tutkimusten

perusteella. Ympäristöriski ja siitä johtuvat käyttörajoitukset arvioidaan torjunta-ainekohtaisesti. Rajoituksista päätetään torjunta-ainelautakunnassa, jossa arvioidaan myös rajoitusten vaikutus viljelykäyttöön ja -mahdollisuuksiin. Tässä vaiheessa tulisi kuulla nykyistä enemmän myös viljelijöiden mielipidettä.

Aineiden käyttäytymistä selvittävät kenttäkokeet ovat kalliita ja vaativat useamman vuoden seurannan. Meillä on kuitenkin riittävästi pitkään perunanviljelyssä olleita peltoja, joiden torjunta-ainekäyttö tunnetaan. Nopein, helpoin ja halvin tapa selvittää nykyisin torjunta-aineiden kulkeutuvuutta ja kertyvyyttä on valita näistä pelloista edustava määrä eri tyyppisiä maita ja tutkia torjunta-ainejäämiä eri syvyyksistä. Näin saadaan selvitettyä sekä aineiden pysyvyys että maalajin vaikutus aineiden käyttäytymiseen. Lisäksi voidaan nykyistä perustellummin osoittaa ne pellot, joilla yksilöityjä torjunta-aineita ei saa käyttää ja varmistaa ne reunaehdot, joilla perunanviljelyä voidaan harjoittaa erityyppisillä pelloilla.

Mihin suuntaan edettäneenkin, viljelijöille tulisi antaa riittävästi aikaa, jotta viljely pystytään taloudellisesti sopeuttamaan ympäristövaatimusten mukaiseksi. On aika pohtia avoimesti ja perusteellisesti, mikä on perunanviljelyn nykytila ja tulevaisuus ja millaisilla ehdoilla meillä tullaan tuottamaan perunaa.

Kirjallisuus

Aakkula, J. (toim.). 1999. Kestävä kehitys maa- ja elintarviketaloudessa: käsitteet, mittaaminen ja arviointi. Helsinki: Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Selvityksiä 5/99. 32 p.

ARC 1997. Agricultural Research Service (ARS), United States Department of Agriculture. Available from Internet: Pesticide database <http://www.arsusda.gov/ppdb2.html>.

Baarveld, H. R. & Liefbrink, S. R. 1998. Crop protection in Dutch potato production. NIVAA NEWS, The Netherlands Potato Consultative Institute. No. 8/1998. p. 1–12.

DIONEX Application 318. Extraction of chlorinated

herbicides using accelerated solvent extraction (ASE). In: EPAN METHOD 3545.

DIONEX Application 320. Extraction of chlorinated pesticides using accelerated solvent extraction (ASE). In: EPAN METHOD 3545.

Hannukkala, A. 1999. Haastattelu 12.12.1999. MTT, Jokioinen.

Heinonen-Tanski, H. 1986. Torjunta-aineiden hajoaminen maassa. *Emissio*. 1/86: 11–15.

Huovinen, J. 1998. Torjunta-aineiden monikomponenttianalyysi vesistä. Erikoistyö, Jyväskylän yliopisto, kemian laitos. 84 p.

Jokipii, P. & Niemelä, M. 1997. Väiliraportti maatalouden kansallisesta laatuhankeesta. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto. Moniste.

Kurppa, S. & Laitinen, P. 1999. Torjunta-aineiden hajoaminen ja kulkeutuminen viljelymaassa (Cost 66) Pesticides - soil - environment. Loppuraportti Maa- ja metsätalousministeriölle 31.3.1999. Moniste. p. 5–9.

Laitinen, P. 1997. Torjunta-aineet maaperässä ja valumavesissä. *Ympäristö ja Terveys* 28: 7–8. p. 9–13.

–, **Raisio, R. & Siimes, K.** 1996. Torjunta-ainepäästöt maataloudessa. (MATYVA-Projekti). Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 12. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 41 p. ISBN 951-729-475-1, ISSN 1238-9935.

– & **Tuhkanen, H-R.** 1998. Huuhtoutumismallilla torjunta-ainepäästöjä ennustamaan. In: Salo, R. (ed.). Sata vuotta maataloustutkimusta - Mihin tutkimus ohjaa tuotantoa? Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 38. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. p. 65-71. ISBN 951-729-516-2, ISSN 1238-9935.

Lancas, F.M., Barbirato, M.A., Galhiane, M.S. & Rissato, S.R. 1997. Extraction of fluazinan residues from fruits by CO₂ in the supercritical state. *Journal of High Resolution Chromatography*. Vol. 20: 569–571.

Laukka, P. 1997. Viljan sopimustuottajille tarjotaan laatusopimuksia. *Maatilan Pirkka* 4: 8.

Lemola, R., Ojanen, H., Hannukkala, A., Siimes, K. & Yli-Halla, M. 2000. Siemen-, tärkkelys- ja lastuperunan viljelyn erityispiirteitä Suomessa. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A. Käsikirjoitus.

MMM 1995. Kestävän kehityksen mukainen maataloustuotanto Suomessa. Maa- ja metsätalousminis-

terion julkaisuja 3/1995. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö, Luonnonvarainneuvosto. 46 p.

Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2/1997. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. Maa- ja metsätalousministeriön luonnonvarastrategia. Uusiutuvien luonnonvarojen kestävä käytön toimintalinjat. MMM:n julkaisuja 2/1997. Helsinki: MMM. 44 p.

MTT 1999. Ympäristöhallinnan ja sen tietojärjestelmän kehittäminen maatalojen laatuajrjestelmän osaksi. MTT:n tutkimusrekisteri, Tuike. Available from Internet: <http://www.mtt.fi>.

Nagayama, T., Kobayashi, M., Shioda, H. & Tomomatsu, T. 1996. Gas chromatographic determination of propamocarb in agricultural commodities. *Journal of AOAC International* Vol. 79 (3): 769–772.

OECD 1999. Environmental indicators for agriculture: methods and results - the stocktaking report introduction, policy context, contextual issues, nutrient use, pesticide use and risk. Joint Working Party of the Committee for Agriculture and the Environment, Policy Committee, Paris, 13-15 October 1999. 97 p.

SCS 1972. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service (SCS). In: *National Engineering Handbook: Section 4, Hydrology*. Washington, D. C. 548 p.

Tie- ja vesirakennushallitus 1970. Maanrakennusalan tutkimus- ja suunnitteluohjeita, osa 1, Maaperä ja sen tutkimusmenetelmät. Helsinki: TVH 2.660. 328 p.

Torstensson, L. 1987. Kemiska bekämpningsmedel - transport, binding och nedbrytning i marken. Aktuellt från landbruksuniversitetet N:o 357. Uppsala: Landsbruksuniversitetet. 36 p.

Turtola, E. 1999. Phosphorus in surface runoff and drainage water affected by cultivation practices. Jokioinen: Agricultural Research Centre of Finland, Institute of Crop and Soil Science. 108 p. ISBN 951-729-555-3. Academic dissertation.

Valtioneuvosto 1998. Vesien suojelun tavoitteet vuoteen 2005. Valtioneuvoston periaatepäätös vesien suojelun tavoitteista vuoteen 2005. Available from Internet: <http://www.vyh.fi/ymp-suo/vesi/VESIOHJ.htm>.

Vesi- ja ympäristöhallitus 1993a. Lausunto perunaruton torjunnassa käytettävien valmisteiden ympäristövaikutuksista. 10.9.1993. 3193A657/221. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 10 p.

– 1993b. Lausunto Tattoo - valmisteiden ympäris-

tövaikutuksista. 10.9.1993. 3193A588/221. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 10 p.

– 1994. Lausunto Shirlan - valmisteen ympäristövaikutuksista. 19.9.1994. 3193A399/221. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 10 p.

Yli-Viikari, A. 1999. Indicators for sustainable agriculture - a theoretical framework for classifying and assessing indicators. *Agricultural and Food Science in Finland* 8: 265–283.

Perunan viljelyssä käytettävien torjunta-aineiden ominaisuuksia.

T50 on puoliintumisaika: aika jonka kuluessa aineen oletetaan hajoavan puoleen alkuperäisestä määrästä (annetaan yleensä +20 asteen lämpötilassa).

Huuhtoutuvuus lehdiltä: torjunta-aineen huuhtoutuvuus kasvustosta ilman kiinnitettä. Vaihtelee 0 -1. Mitä lähempänä 1, sitä herkemmin aine huuhtoutuu.

Luokituksia:

Puoliintumisaika T50	Ryhmittely	Huuhtoutuvuus lehdiltä	
alle 1 viikkoa	Nopeasti hajoava	1,0	100% huuhtoutuu
1 viikko -1 kuukausi	Kohtalaisen nopeasti hajoava	0,9	90% huuhtoutuu
1 - 3 kuukautta	Kohtalaisen hitaasti hajova	0,5	50% huuhtoutuu
3 - 8 kuukautta	Hitaasti hajoava	0,2	20% huuhtoutuu
yli 8 kuukautta	Erittäin hitaasti hajoava	0	Ei huuhtoudu

Tehoaine
(Kauppavalmiste) Kulkeutuvuus ja hajoavuus maassa ja kasvustossa

Tuhoeläinten torjunta-aineet:

Dimetoaatti
(Roxion) Helposti kulkeutuva maassa.
Hajoaa maassa nopeasti (T50 n. 7-18 vrk).
Valohajoavuus maassa (T50 7-16 vrk).
Huuhtoutuvuus lehdiltä: 0,95.

Lambda-syhalotriini
(Karate) Ei kulkeudu maassa. Sitoutuu erittäin voimakkaasti maahan.
Hajoaa maassa hitaasti (T50 80-150 vrk).
Valohajoavuus: hyvin hidas.
Huuhtoutuvuus lehdiltä: 0,4.

Rikkakasvien torjunta-aineita

Glufosinaatti-ammonium
(Basta)
(Varsiston hävitys) Kohtalaisen tai erittäin kulkeutuva maassa.
Hajoaa maassa yleensä nopeasti (T50 n. 7 vrk).
Valohajoavuus maassa (T50 >40 vrk).
Huuhtoutuvuus lehdiltä: 0,95

Dikvatti
(Reglone)
(Varsiston hävitys) Kulkeutumaton maassa.
Hajoaa maassa erittäin hitaasti (T50 n. 1000 vrk).
Valohajoavuus maassa (T50 >40 vrk).
Huuhtoutuvuus lehdiltä: ei tietoja saatavilla

Fluatsifoppi-P-butyyl
(Fusilade 2000) Heikosti kulkeutuva maassa.
Hajoaa maassa kohtalaisen nopeasti (Vaihtelee maalajeittain)
Valohajoavuus maassa: ei hajoa.
Valohajoavuus maassa: ?
Huuhtoutuvuus lehdiltä: 0,4

Fluatsifoppi-butyyl
(Fusilade) Kulkeutuvuus maassa: ei tietoja saatavilla.
Hajoaa lämpimässä ja kosteassa maassa kohtalaisen nopeasti, kylmässä ja kuivassa maassa hitaasti.
Valohajoavuus maassa: ei tietoja saatavilla.

Linuroni (Afalon)	Kohtalaisen kulkeutuva maassa. Hajoaa maassa hitaasti tai kohtalaisen hitaasti (T50 60-150 vrk) Valohajoavuus maassa: ei hajoa. Huuhtoutuvuus lehdiltä: 0,6
Metributsiini (Senkor)	Hiedassa helposti kulkeutuva, turvemaassa heikosti kulkeutuva. Hajoaa hiedassa kohtalaisen hitaasti (T50 n. 40 vrk), turvemaassa hitaasti. Valohajoavuus maassa (T50 n. 14-25 vrk). Huuhtoutuvuus lehdiltä: 0,8
Rimsulfuroni (Titus)	Kulkeutuvuus maassa: ei tietoja saatavilla. Hajoaa maassa kohtalaisen nopeasti (T50 10-20 vrk) Valohajoavuus maassa: ei tietoja saatavilla. Huuhtoutuvuus lehdiltä: ei tietoja saatavilla.
Terbutryni (Topogard 500 FW)	Hieman kulkeutuva maassa. Hajoaa maassa kohtalaisen nopeasti tai hitaasti (T50 14-50 vrk) Valohajoavuus maassa " nopeuttaa hajoamista maassa". Huuhtoutuvuus lehdiltä: 0,5.
Terbutylatsiini (Topogard 500 FW)	Kohtalaisen kulkeutuva maassa. Hajoaa maassa hitaasti. Biologisesti aktiivisessa maassa (T50 30-60 vrk). Valohajoavuus maassa (T50 >40 vrk). Huuhtoutuvuus lehdiltä: ei tietoja saatavissa.
	<u>Kasvitautilien torjunta-aineet</u>
Dimetomorfi (Acrobat)	Heikosti kulkeutuva maassa. Valohajoavuus maassa: ei tietoja saatavilla. Huuhtoutuvuus lehdiltä: ei tietoja saatavilla. Huuhtoutuvuus lehdiltä: erittäin heikosti huuhtoutuva.
Fluatsinami (Shirlan)	Heikosti kulkeutuva maassa. Hajoaa maassa hitaasti tai kohtalaisen hitaasti (T50 48-165 vrk). Valohajoavuus maassa: ei tietoja saatavilla. Huuhtoutuvuus lehdiltä: ei tietoja saatavilla.
Manebi (Maneba)	Heikosti kulkeutuva maassa. Hajoaa maassa nopeastii (T50 n. 12 vrk). Valohajoavuus maassa: n. 8 vrk (keinovalo). Huuhtoutuvuus lehdiltä: 0,65. Hajoavuus kasvustossa: T50 n. 3 vrk.
Mankotsebi (Ridomil) (Tattoo) (Acrobat)	Heikosti kulkeutuva maassa. Hajoaa maassa kohtalaisen hitaasti (T50 n.70 vrk). Valohajoavuus maassa: ei hajoa. Huuhtoutuvuus lehdiltä: 0,25. Hajoavuus kasvustossa: T50 n. 10 vrk.
Metalakssyyli (Ridomil)	Helposti kulkeutuva maassa. Hajoaa maassa kohtalaisen hitaasti (T50 n. 70 vrk). Valohajoavuus maassa: n. 8 vrk (keinovalo). Huuhtoutuvuus lehdiltä: 0,7.

Propamokarbi-hydrokloridi

(Tattoo)

Kulkeutuva.

*)Hajoaa maassa kohtalaisen nopeasti (T50 n. 30 v

Valohajoavuus maassa: hidas.

Huuhtoutuvuus lehdistä: 0,95

Hajoavuus kasvustossa: T50 15 vrk.

*) Riippuu maan mikrobiaktiivisuudesta, jonka
adaptoituminen kestää 5 päivästä 8 viikkoon.

LIITE 2

a. Kauppavalmisteiden käyttömäärät kasvitautien ja tuhoeläinten torjunnassa. Käyttömäärien vaihteluvälit ja keskimääräiset käyttömäärät lastuperunatiloilla vuosina 1994–1997 sekä tärkkelysperunatiloilla vuonna 1997. Taulukossa on ilmoitettu myös ohjeen mukaiset käyttömäärät.

Kauppa- valmiste	Lastuperuna					Tärkkelysperuna		Ohjeen mukainen käyttömäärä
	Käyttörajat 1994-1997	Käyttö				Käyttörajat 1997	Käyttö 1997	
		1994	1995	1996	1997			
1. Kasvitautien torjunta								
1A. Peittaus:								
		kg tai l/tn				kg tai l/tn		kg tai l/tn
Dithane	1,00 - 2,00 kg/tn	1,64	1,00	1,25	2,00			1,00 - 2,00
Moncut	0,125 l/tn	-	-	-	0,13			0,125
Moncut 6%	1,00 kg/tn	-	-	1,00	-			1,4 - 2,00
1B. Ruiskutus:								
		kg tai l/ha				kg tai l/ha		kg tai l/ha
Acrobat MZ	2,00 kg/ha	-	-	-	2,00	2,25	2,25	2,00
Dithane	1,80 - 3,00 kg/ha	2,36	2,41	2,65	2,32	1,75 - 3,00	2,35	2,00 - 3,00
Maneba	1,80 - 2,90 kg/ha	2,41	2,03	2,5	2,90	2,00 - 2,10	2,05	2,00 - 3,00
Ridomil MZ	2,00 - 2,50 kg/ha	-	-	-	2,25	0,50 - 1,00	0,75	2,50
Shirlan	0,20 - 0,50 l/ha	-	0,41	0,39	0,38	0,19 - 0,50	0,40	0,30 - 0,40
Tattoo	3,00 - 4,00 l/ha	3,87	3,90	3,89	4,00	4,00	4,00	4,00
2. Tuhoeläinten torjunta								
		l/ha				l/ha		l/ha
Karate	0,30 l/ha	-	0,30	-	-	-	-	0,20 - 0,40
Roxion	1,00 l/ha	1,00	1,00	-	-	-	-	

b. Kauppavalmisteiden käyttömäärät rikkakasvien torjunnassa ja varsiston hävityksessä. Käyttömäärien vaihteluvälit ja keskimääräiset käyttömäärät lastuperunatiloilla vuosina 1994–1997 sekä tärkkelysperunatiloilla vuonna 1997. Taulukossa on ilmoitettu myös ohjeen mukaiset käyttömäärät.

Kauppa- valmiste	Lastuperuna					Tärkkelysperuna		Ohjeen mukainen käyttömäärä
	Käyttörajat 1994-1997	Käyttö				Käyttörajat 1997	Käyttö 1997	
		1994	1995	1996	1997			
3. Rikkakasvien torjunta								
		kg tai l/ha				kg tai l/ha		kg tai l/ha
Afalon	2,00 - 3,00 l/ha	2,30	2,17	2,50	2,33	2,20 - 3,00	2,85	
Faneron Combi	2,00 - 2,50 l/ha	2,17	-	-	-	-	-	
Fusilade	2,00 - 4,00 l/ha	2,83	-	2,70	2,90	2,00 - 4,00	3,00	
Fusilade 2000	2,00 l/ha	-	-	-	2,00	-	-	2,50 - 4,00
Igran	1,50 - 5,00 l/ha	-	4,00	-	-	-	-	
Linuron	1,5 - 2,00 kg/ha	4,33	-	-	-	2,00	2,00	
Lorox	3,00 kg/ha	3,00	-	-	-	-	-	
Reglone	2,00 l/ha	-	2,00	-	-	-	-	1,50 - 2,00
Senkor	0,15 - 0,60 kg/ha	0,49	0,36	0,35	0,31	0,18 - 0,75	0,26	0,15 - 0,60
Targa	2,50 l/ha	-	2,50	-	-	0,50 - 2,00	1,60	
Targa Super	-	-	-	-	-	2,00	-	2,00 - 4,00
Titus	0,02 - 0,25 kg/ha	-	-	0,02	0,12	0,02 - 0,05	0,03	0,02 - 0,05
Topogard	2,00 - 3,00 l/ha	-	3,00	2,48	2,58	2,00 - 3,00	2,51	2,00 - 3,50
4. Varsiston hävitys								
		l/ha				l/ha		l/ha
Basta	3,00 l/ha	-	-	-	3,00	-	-	
Reglone	0,70 - 3,50 l/ha	2,11	2,11	2,11	2,50	1,50 - 4,00	2,38	1,50 - 4,00

Rikkakasvien torjunta lastu- ja tärkkelysperunalohkoilla. Käsitelty pinta-ala tehoaineittain käsittelykertojen mukaan ryhmiteltynä. Pinta-ala on ilmoitettu sekä hehtaareina (ha) että prosentteina viljelyalasta (%).

Tehoaine	1 käsittely		2 käsittelyä		3 käsittelyä	
	Pinta-ala		Pinta-ala		Pinta-ala	
	ha	%	ha	%	ha	%
<u>Lastuperuna</u>						
1993						
Bromofenoksiimi	4,0	7				
Fluatsifoppi-butyyli	5,0	9				
Linuroni	3,0	5				
Metributsiini	18,5	33	3,2	6		
Terbutryyni	19,5	35				
Terbutylatsiini	4,0	7				
1994						
Fluatsifoppi-butyyli	4,7	9				
Linuroni	14,0	28				
Metributsiini	19,6	39				
Terbutryyni	5,0	10				
Terbutylatsiini	4,0	8				
1995						
Dikvatti	6,0	11				
Fluatsifoppi-butyyli	1,8	3				
Kvitsalofoppi-etyyli	1,9	3				
Linuroni	10,5	19				
Metributsiini	40,5	73				
Terbutryyni	10,3	19				
Terbutylatsiini	7,3	13				
1996						
Fluatsifoppi-butyyli	5,3	7				
Linuroni	6,0	8				
Metributsiini	31,8	44				
Rimsulfuroni	5,0	7	3,0	4		
Terbutryyni	18,8	26				
Terbutylatsiini	18,8	26				
1997						
Fluatsifoppi-butyyli	24,2	23				
Fluatsifoppi-P-butyyli	0,5	0				
Linuroni	5,5	5				
Metributsiini	48,4	46				
Rimsulfuroni	23,5	22	1,5	1		
Terbutryyni	24,5	23				
Terbutylatsiini	24,5	23				
<u>Tärkkelysperuna</u>						
1997						
Fluatsifoppi-butyyli	5,2	3				
Kvitsalofoppi-etyyli	16,2	10	6,0	4		
Linuroni	22,5	14				
Metributsiini	77,5	49	9,4	6		
Rimsulfuroni	59,5	38	4,6	3	7,6	5
Terbutryyni	52,6	34				
Terbutylatsiini	52,6	34				

Variston hävitys. Torjuntakäsittelyt lastuperunatiloilla vuosina 1993–1997 ja tärkeysperunatiloilla vuonna 1997. Keskimääräiset käyttömäärät on laskettu tehoaineina käsiteltyä ja viljeltyä pinta-alaa kohti (kg/ha). Kauppavalmisteen nimi on mainittu suluissa.

	Käsittely pinta-ala		Käyttömäärä		Käyttö yhteensä
			pinta-alaa kohti		
	ha	% viljelyalasta	Käsittely kg/ha	Viljelty kg/ha	kg/vuosi
<u>Lastuperuna</u>					
1993					
Dikvatti (Reglone)	35,0	63	0,60	0,37	20,94
Glufosinaatti-ammonium (Basta)	5,0	9	0,40	0,04	1,98
Pelkkää mek.käsittelyä ei ole käyttänyt yksikään viljelijä; yksi onkäyttänyt sitä yhdessä glufosinaatti-ammoniumin kanssa (5,0 ha).					
1994					
Dikvatti (Reglone)	15,5	31	0,60	0,18	9,25
(Dikvatin kanssa mek. käsittely 0,5 ha.)					
Mek.käsittely	11,0	22			
1995					
Dikvatti (Reglone)	52,6	95	0,47	0,45	24,98
(Dikvatin kanssa mek. käsittely 11,8 ha.)					
Mek.käsittely	7,8	14			
1996					
Dikvatti (Reglone)	38,3	52	0,59	0,31	22,48
Pelkkää mek.käsittelyä ei ole käyttänyt yksikään viljelijä; kaksi on käyttänyt sitä yhdessä dikvatin kanssa (34,5 ha).					
1997					
Dikvatti (Reglone)	45,0	43	0,55	0,23	24,69
(Dikvatin kanssa mek. käsittely 19,8 ha.)					
Mek.käsittely	8,9	8			
<u>Tärkeysperuna</u>					
1997					
Dikvatti (Reglone)	14,8	9	0,67	0,06	10,0
Mek.käsittely	15,6	10			

Julkaisija



31600 JOKIOINEN

		Julkaisun sarja ja numero Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 81	
		Julkaisuaika (kk ja vuosi) Marraskuu 2000	
Tekijä(t) Pirkko Laitinen, Merja Lejonqvist, Sari Rämö, Leena Welling, Hannu Ojanen ja Asko Hannukkala		Tutkimushankkeen nimi	
		Toimeksiantaja(t) Maatalouden tutkimuskeskus	
Nimike Torjunta-aineiden käyttö lastu- ja tärkkelysperunan tuotannossa			
Tiivistelmä Tässä työssä tilastoitiin lastu- ja tärkkelysperunanviljelyn torjunta-aineiden käyttöön liittyviä lohkokohtaisia tietoja ja laskettiin torjunta-aineiden keskimääräisiä käyttömääriä sekä käsiteltyä että perunanviljelyssä kyseisillä tiloilla olevia pinta-aloja kohti. Tutkimukseen sisältyy myös kahden rutontorjunta-aineen huuhtoutumiskenttäkoe, jonka tulokset antavat viitteitä siitä, miten kyseiset aineet käyttäytyvät suomalaisessa peltomaassa. Työ sisältää myös katsauksen torjunta-aineiden käyttäytymiseen peltomaassa ja siitä johtuviin ympäristörajoituksiin. Rajoitusten vaikutusta tuotantoon on pohdittu. Torjunta-aineita, kauppavalmisteiden sisältämiksi tehoaineiksi laskettuina, käytettiin lastuperunan tuotannossa vuosina 1993–1997 keskimäärin 5,1 kg tehoaineita/ha. Eniten niitä käytettiin vuonna 1993 (6,8 kg/ha) ja vähiten vuonna 1996 (2,3 kg/ha). Vuonna 1997 käyttö oli 4,3 kg/ha. Suurin osa torjunta-aineista käytettiin perunarutontorjuntaan. Lastuperunalla eniten rutontorjunta-aineita käytettiin vuonna 1993 (5,6 kg/ha) ja vähiten vuonna 1996 (1,9 kg/ha). Vuonna 1997 käyttö oli 3,5 kg/ha. Prosentteina rutontorjunnan osuus kokonaiskäytöstä oli noin 70 %. Muiden kasvitautien torjumiseksi siemenperunan peittaukseen käytettiin 10–17 % torjunta-aineista, joten kasvitautien torjunta-aineiden osuus oli 80–90 % kokonaiskäytöstä. Rikkakasvien torjuntaan käytettiin 11–19 % torjunta-aineista ja varsiston hävittämiseen noin 2–4 %. Koko tarkastelujakson aikana tuhoeläimiä jouduttiin torjumaan ainoastaan vuosina 1993, 1994 ja 1995, jolloin siihen käytettiin alle 0,1% koko torjunta-ainemäärästä. Tärkkelysperunalla käytetään vähemmän torjunta-aineita kuin lastuperunalla, jolla korkeampien laatuvaatimusten ja varastoinnin kestävyuden vuoksi panostetaan enemmän rutontorjuntaan ja varsiston hävittämiseen.			
Avainsanat: peruna, kasvinsuojelu, torjunta-aineet, päästöt, kasvitaudit, rikkakasvit, tuhoeläimet, ympäristö, kuormitus			
Toimintayksikkö Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen			
ISSN 1238-9935	ISBN 951-729-583-9	<input type="checkbox"/> Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä	
Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN Puhelin (03) 4188 2327 Telekopio (03) 4188 2339		Sivuja 41 s. + 5 liitettä	Hinta

Jyväskylän yliopistopaino 2000
ISBN 951-729-583-9
ISSN 1238-9935