



Timo Lötjönen Hannu Mikkola

**Rikkakasvien torjunta viljoista
riviväliharauksella**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Agricultural Research Centre of Finland

VAKOLA

Maatalousteknologian tutkimuslaitos

Osoite
Vakolantie 55
03400 VIHTI

Puhelin
(09) 224 251
Telekopio
(09) 224 6210

Institute of Agricultural Engineering

Address
Vakolantie 55
FIN-03400 VIHTI
FINLAND

Telephone int.
+358 9 224 251
Telefax int.
+358 9 224 6210

ISSN 0355-1415

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
1.1	Suuntana kemikaaliton tulevaisuus	3
1.2	Menetelmät viljojen mekaaniseen rikkakasvintorjuntaan	4
1.2.1	Sänkimuokkaus	4
1.2.2	Rikkakasviäestys	4
1.2.3	Riviväliharaus	5
1.3.	Tutkimuksen tavoitteet	7
2	VAKOLASSA KÄYTETTY HARAUSTEKNIikka	8
2.1	Kylvökoneeseen tehdyt muutokset	8
2.2	Haran rakenne	8
3	KOEKENTTIEN PERUSTAMINEN JA SÄÄ (1995 - 96)	9
4	TORJUNNAN TEHO RIKKAKASVEIHIN	10
4.1	Torjunnan vaikutus rikkojen lukumäärään	10
4.2	Torjunnan vaikutus rikkakasvuston massaan	12
5	TORJUNNAN VAIKUTUS OHRAN SATOON	14
6	RIVIVÄLIHARAUKSEN TYÖMENEKKI	15
7	KEVÄTVILJOJEN RIKKAKASVINTORJUNNAN KANNATTAVUUS	17
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITTÄMISTARPEET	19
	KIRJALLISUUS	21
	LITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Suuntana kemikaaliton tulevaisuus

Luonnonmukaisesti ja IP-menetelmällä viljellyn peltoalan kasvu on luonut tarpeen viljojen mekaanisen rikkakasvintorjunnan kehittämiseksi. EU:n aiheuttamat kustannusten alentamispaineeet lisäävät kemikaalittomien menetelmien kiinnostavuutta myös tavanomaisessa viljelyssä. Kemikaalien käytön vähentämisen katsotaan lisäksi parantavan viljelijöiden työympäristöä.

Viljojen luontainen kilpailukyky rikkakasveja vastaan on huomattavasti parempi kuin esim. sokerijuurikkaan tai vihannesten. Tämä johtuu viljojen suuresta kylvötiheydestä, nopeasta kasvusta ja näistä aiheutuvasta varjostusvaikutuksesta. Myös viljan siemen on kookas moniin rikkakasvinsiemeniin verrattuna. Viljojen viljely onnistuukin välttävästi hyvin niukalla rikkakasvintorjunnalla, etenkin jos viljelykierrossa on nurmea mukana. Viljelytekniset ja ennalta ehkäisevät keinot ovat kemikaalittomassa viljelyssä monesti tärkeämpiä kuin kasvustoon suoranaisesti kohdistuvat torjuntatoimet.

Monipuolisessa viljelykierrossa ei mikään rikkakasvilaji voi lisääntyä kohtalokkaasti. Ohrapellossa viihtyvät rikot eivät tunne oloaan kodikkaaksi usein niitettävässä nurmessa tai ahkerasti mullattavissa perunapenkeissä. Maan oikeasta kosteus-, ravinne- ja happamuustilasta huolehtimalla taataan viljelykasvin kilpailukyky keuhkoissakin oloissa viihtyviä rikkoja vastaan. Karjanlannan kompostointi tappaa osan siinä olevista rikkakasvinsiemenistä. Viljoista kannattaa valita rikkojen kanssa parhaiten kilpailevat lajikkeet. Kotoinen siemen tulee lajitella. Viljojen viljelyssä kannattaa hyödyntää myöhästetyn kylvön sekä normaalia tiheämmän siemenmäärän tarjoamat mahdollisuudet. Avokesannoiti on kuivana kesänä tehokas ase jopa juuririkkakasveja vastaan, mutta siihen liittyvän maa-aineksen huuhtoutumisriskin ja taloudellisten tappioiden takia menetelmää ei voi suositella. Syksyksi avokesannoitu pelto tulisi saada kasvuston peittämäksi.

Pelkästään kasvintuotantoon suuntautuneilla tiloilla nurmea on hyvin vähän, koska pyritään mahdollisimman suureen myyntikasvien pinta-alaan. Tällöin varsinkin monivuotiset juuririkkakasvit (esim. juolavehnä, pelto-ohdake ja -valvatti) lisääntyvät helposti. Myös siemenrikkakasvien kontrollointi on erityisen tärkeää, jos viljelykiertoon sisältyy heikosti kilpailevia erikoiskasveja. Pelkät viljelytekniset torjuntakeinot eivät siis aina riitä viljoillakaan, vaan tarvitaan myös suoraan viljakasvustoon kohdistuvaa torjuntaa.

Viljeltäessä vihanneksia ilman kemikaaleja rikkoja torjutaan mekaanisesti (rivivälihaara, -harjaus, -jyrsintä, kitkentä) tai termisesti (liekitys). Viljojen tuotto on selvästi vihanneksia alhaisempi, joten kalleimmat ja hitaimmat torjuntamuodot, kuten liekitys ja kitkentä, eivät ole kannattavia. Viljojen kemikaalittomassa rikkakasvien torjunnassa käytetään yleisesti rikkakasviäestystä ja puolikesantoa muistuttavaa sänkimuokkausta. Rikkakasvitehon parantamiseksi on alettu kokeilla myös viljojen rivivälihaarausta.

1.2 Menetelmät viljojen mekaaniseen rikkakasvintorjuntaan

1.2.1 Sänkimuokkaus

Sänkimuokkauksen on todettu vähentävän juolavehnan määrää pitkäaikaisissa ruotsalaisissa viljanviljelykokeissa (GUMMESSON 1990). Menetelmässä maa muokataan lapiorullaäkeellä tai kultivaattorilla heti puinnin jälkeen ja kynnetään myöhään syksyllä. Lämpimänä syksynä voidaan tarvita kaksi muokkaukerta. Vaikutus pelto-ohdakkeeseen ja -valvattiin on ollut juolavehnan vähäisempi, koska nämä kasvit aloittavat talvehtimisen aikaisin. Yksivuotisiin siemenrikkakasveihin sänkimuokkauksella ei ole ollut juuri minkäänlaista tehoa. Suomessa menetelmästä on saatu vaihtelevia kokemuksia: Jos syksy on viileä ja kuiva, juolavehnan kasvu on puinnin jälkeen hidasta. Tällöin torjuntateho jää heikoksi. Kosteana syksynä sänkimuokkaus hankaloittaa kynnön sujumista.

1.2.2 Rikkakasviäestys

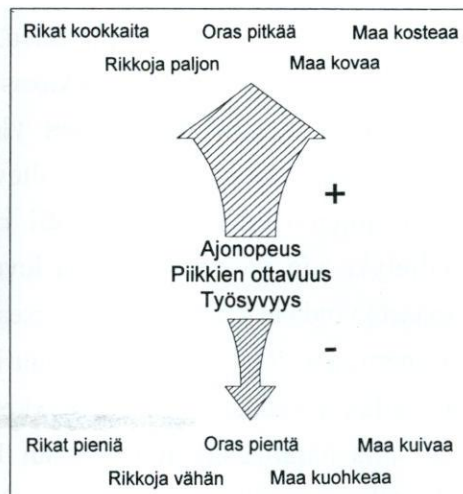
Menetelmässä rikkakasvit pyritään peittämään maalla tai repimään ne irti. Ns. sokkoäestyksessä oraspellon pinta äestetään kevyesti juuri ennen viljan pintaan tuloa. Tällöin voidaan tuhota viljaa nopeammin itäneet rikkakasvintaimet. Tavallisin rikkaäestyksen ajankohta on 1 - 2 viikkoa viljan orastumisen jälkeen, jolloin käsittelyn teho perustuu viljanoraan ja rikkakasvin kokoeroon. Oraita irtoilee ja peittyy aina jonkin verran, joten äkeen säädöllä ja ajonopeudella on löydettävä tasapaino rikkakasvitehon ja orastappioiden välille. Rikkoja ei saa päästää liian suureksi, koska äestyksen teho heikkenee tällöin. Myöhästymisriski kasvaa, mikäli kevätkesän sää on sateinen. Mekaanisten torjuntamenetelmien teho on heikko kosteassa maassa tai sadekuuron sattuessa heti käsittelyn jälkeen. Mullalla peittyneet tai irronneet rikat virkoavat ja juurtuvat uudelleen. (MATTSSON & SANDSTRÖM 1994)

Kesässä tarvitaan 1 - 2 äestystä. Ensimmäisen äestyksen torjuntatulosta voidaan parantaa ajamalla esim. 30°:n kulmassa orasriveihin nähden. Toinen äestys voidaan tehdä niin myöhään, että äkeen piikit hakeutuvat tiheiden orasrivien ohjaamina riviväleihin. Puhutaan valikoivasta rikkaäestyksestä. Tällöin työsyvyyttä pystytään lisäämään viljan kärsimättä. Ruotsalaisessa kokeessa työsyvyyden lisääminen kahdesta neljään senttimetriin paransi äestyksen rikkakasvitehoa selvästi (WIKANDER 1988).

Nykyään rikkaäestykseen käytetään yleisimmin ns. pitkäpiikkiäkeitä (kuva 1). Niiden ohuet, joustavat, 30 - 50 cm:n piikit on taivutettu takaviistoon. Rakenteesta johtuen äes puhdistuu irronneista rikkakasveista nopeasti ja valikoivuus on hyvä. Piikit on sijoiteltu 3 - 6 akselille 2,5 - 5 cm:n piikkijaotuksella. Piikkien kulmaa voidaan yleensä säätää. Työsyvyys säädetään kannatuspyörien korkeutta muuttamalla. Äkeiden työleveydet vaihtelevat 3 - 24 m. Maanpinnan myötäilyyn kannalta on tarpeen, että kannatuspyöriä on tarpeeksi ja että äes on jaettu toisistaan riippumattomasti kiinnitettyihin lohkoihin, joiden leveys on alle 2 m. Muita äestyyppejä ovat verkkoäes ja tähtipyörä-äes. (MATTSSON & SANDSTRÖM 1994)



Kuva 1. Pitkäpiikkinen rikkakasviäes. (kuva Hatzenbichler, Itävalta)



Kuva 2. Olosuhteiden vaikutus rikkaäestyksen ajonopeuteen ja säätöihin. Tavoitteena on rikkojen riittävä multaantuminen.

Rikkaäestyksen voimakkuutta mitataan kasvuston multaantumisella. Satotappioiden välttämiseksi oras ei saisi peittyä maalla enempää kuin 25 - 30 %. Multaantumiseen vaikuttavat ajonopeus, äkeen säädöt ja olosuhteet. Ajonopeus ja äkeen säädöt voivat osittain kompensoida toisiaan ja ne riippuvat rikkakasvustosta, oraan kehitysasteesta, maalajista sekä maan kosteudesta (kuva 2). Yleensä sopiva ajonopeus on n. 5 km/h. (MATTSSON & SANDSTRÖM 1994, RYDBERG 1995)

Rikkakasviteho on vaihdellut kokeissa paljon, 30 - 80 % rikkakasveista on tuhoutunut. Äestys tehoaa parhaiten pieniin, sirkkalehtiasteella oleviin, yksivuotisiin rikkakasvintaimiin. Monivuotisiin rikkoihin, kuten juolavehnään, ohdakkeeseen ja valvattiin menetelmän teho on hyvin heikko (MATTSSON & SANDSTRÖM 1994). Rikkaäestys on alentanut viljan satoa yleensä muutaman prosentin käsittelemättömään verrattuna. Vain runsaassa rikkakasvustossa äestyksellä saavutettu rikkojen määrän väheneminen on riittänyt kompensoimaan siitä aiheutuneen sadonalennuksen (GUMMESSON 1990).

1.2.3 Riviväliharaus

Sokerijuurikkaan ja vihanneksien viljelyssä riviväliharauksista on käytetty pitkään kemiallisen tai muun mekaanisen torjunnan täydentäjänä. Nämä kasvit menestyvät levein riviväleihin kylvettyinä hyvin, jolloin torjunta riviväleissä ja nosto on ollut mahdollista koneellistua. Rikkakasvien tuhoamisen lisäksi harauksen katsotaan parantavan tiettyjen maalajien vesitaloutta, juurten hapensaantia sekä kasviravinteiden mineralisaatiota (MATTSSON & NYLANDER 1989).

Harausta on alettu kokeilla myös viljojen rikkakasvien torjuntaan, koska rikkaäestyksen tulos ei aina tyydytä. Harauksen katsotaan tehoavan monivuotisiin rikkoihin ja isoihin siemenrikkakasveihin äestystä paremmin. Käytettävissä oleva harausaika on rikkaäestykseen nähden pidempi, jolloin sääriski pienenee. Tosin kumpikin menetelmä toimii parhaiten kuivissa oloissa. Viljan riviväliharaus voidaan aloittaa, kun kasvusto on

saavuttanut 5 - 10 cm:n pituuden. Tällöin ei ole pelkoa oraiden liiasta peittymisestä. Tässäkään menetelmässä rikkakasveja ei kannata päästää liian suuriksi. Harauksella pyritään välttämään äestyksen yleensä aiheuttama sadonalennus. Rikkaäestys sopii harausta paremmin kivisille ja kalteville pelloille. (MATTSSON & SANDSTRÖM 1994)

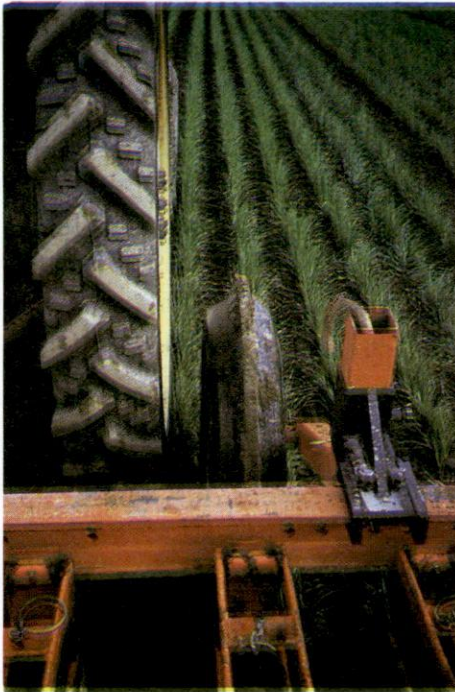
Viljojen riviväliharaus vaatii rivivälin kasvattamista yleisestä 12,5 cm:stä, jottei viljelykasvia vioitettaisi. Mitä leveämpi riviväli on, sitä suurempi suhteellinen osuus maasta voidaan käsitellä mekaanisesti. Torjunnan helpottumisen hintana on hehtaarisadon aleneminen. Rivivälin ollessa suuri torjunnan tulee myös onnistua hyvin, koska viljan kilpailukyky rikkoja vastaan heikkenee rivivälin kasvaessa. Tutkimusten mukaan riviväli voi olla harattaessa minimissään 16 - 20 cm (RASMUSSEN 1989). Kaksinkertainen riviväli normaaliin verrattuna eli 25 cm on ulkomailla yleisesti käytetty. Se on helppo toteuttaa nykyisillä kylvökoneilla: suljetaan joka toinen syöttölaite ja lisätään syöttömäärä kaksinkertaiseksi tavanomaisesta. Viljan kilpailukyvyyn ja sadonmuodostuksen kannalta on tärkeää, ettei kylvömäärää (kg/ha) alenneta normaalista.

Haroilla pyritään ajamaan mahdollisimman lähellä viljelykasviriviä sitä kuitenkaan vahingoittamatta. Ajotarkkuusvaatimus voi olla vain ± 1 cm. Traktorin etunostolaitteeseen tai työkonenekantajan alle kiinnitetty hara reagoi ohjaukseen tarpeeksi nopeasti. Tällöin traktorin tulee olla tarpeeksi iso ja mielellään nelivetoinen ohjautuvuuden säilyttämiseksi sivurinteissäkin. Kuljettajan reagointikyky ohjauksessa voi rajoittaa ajonopeutta.

Tavanomaisella traktorin takanostolaitteeseen kiinteästi kytketyllä työkonella vaadittuun ajotarkkuuteen on mahdoton päästä. Taakse kiinnitetty riviväliharava vaatiikin ohjausjärjestelmän. Vihannesviljelyssä käytetään haroja, joissa työntekijä istuu haran

takana ja ohjaa haran kannatuspyöriä joko mekaanisesti tai hydraulisesti.

Sokerijuurikkaan harauksessa on yleinen takahara, jossa koneen korkeaharjaiset kannatuspyörät seuraavat kylvön yhteydessä maahan vedettyjä ohjausuria (kuvat 3a ja 3b).



Kuva 3a. VAKOLAn riviväliharava ohjautuu automaattisesti seuraamalla maahan vedettyjä ohjausuria (kuva: Hannu Mikkola).

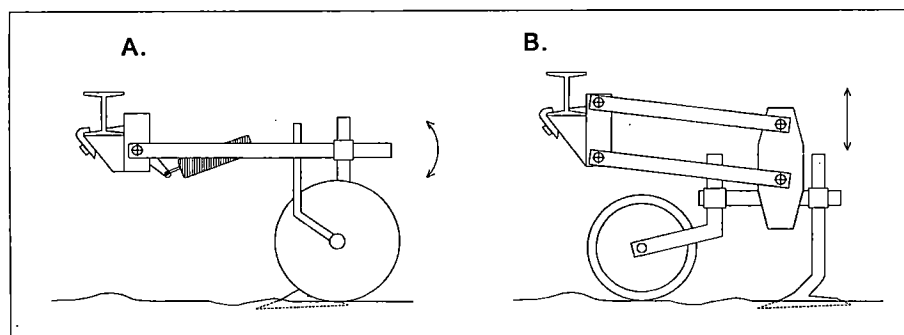


Kuva 3b. Ohjausurat puhdistetaan seuraavaa harausta varten (kuva: Hannu Mikkola).

Traktorin sivurajoittimet on tällöin pidettävä irti kytkettyinä, jotta hara pääsee vapaasti ohjautumaan. Ohjausmenetelmän haittana on, että rinteissä hara pyrkii pois uristaan tai ainakin siirtyy liaksi rinteeseen viettosuuntaan. Ruotsissa on kehitetty takahara, jossa tunnustelupyörä seuraa ohjausuraa ja pitää haran hydrauliiikan avulla oikeassa kohdassa riveihin nähden. Automaattisen ohjauksen etuna on kuljettajan vähäisempi kuormittuminen ja siten suurempi ajonopeus kuin etuharoilla tai manuaalisesti ohjatuilla takaharoilla. Myös videokameraa ja kuvankäsittelylaitteistoa on kokeiltu haran rivillä pitämiseen. (MATTSSON & SANDSTRÖM 1994)

Yleensä harausyksiköt voivat seurata pellon pinnan muotoja toisistaan riippumatta. Nykyään käytettyjen nelinivel-rakenteisten yksiköiden terien leikkuukulma pysyy vakiona maanpinnan korkeusvaihteluista huolimatta (kuva 4). Jokaisessa yksikössä on yleensä tukipyörä työsyvyyden säätöä varten. Teristä tavallisimpia ovat hanhenjalkaterät. Ne muokkaavat maata voimakkaasti, jolloin niillä on mahdollista siirtää maata riville. Terien kiinnitys joustavan S-piikin varteen tehostaa maan irtoamista rikkojen juurista ja vähentää haran tukkeutumista. Veitsiterien muokkausvaikutus on vähäistä, ne ennemminkin leikkaavat rikkakasvit poikki. Kun viljelykasvi on pientä, voi olla tarpeen suojata rivi multaantumiselta joko kiinteillä suojalevyillä tai pyörivillä suojalautasilla. Viljan pituuskasvu on niin nopeaa, ettei multaantumisesta ole yleensä haittaa. Myöhemmällä kasvuasteella rivin osittainen multaantuminen on jopa toivottavaa, jotta saadaan siinä kasvavia rikkoja peitettyä maalla. Multaantumista säädellään työsyvyyttä (1 - 3 cm) ja ajonopeutta (3 - 7 km/h) muuttamalla. (MATTSSON & SANDSTRÖM 1994)

Kuva 4. Riviväliharoissa aiemmin käytetty yksinivel-yksikö (A) ja nykyinen nelinivelrakenne (B). Yksikön mukautuminen maanpinnan vaihteluihin on osoitettu nuolella.



1.3 Tutkimuksen tavoitteet

Ruotsissa ja Tanskassa on tehty useita rikkaäestystä ja riviväliharausta käsitteleviä tutkimuksia. MTT/VAKOLAn tutkimuksen tavoitteena oli selvittää käytetyn juurikasharan soveltuvuus viljan riviväliharaukseen, harauksen teho kemialliseen torjuntaan nähden, harauksen työmenekki sekä torjunnan taloudellisuus.

Torjuntatehoa mitattiin koeruuduilla vuosina 1995 - 1996. Mittareina olivat ohran sato sekä rikkakasvien lukumäärä ja massa. Työmenekkiä tutkittiin v. 1996 kahdella ohralohkolla (1,5 ja 2 ha). Torjunnan kannattavuus laskettiin mitattuja arvoja sekä Työtehoseuran laskelmia apuna käyttäen.

2 VAKOLASSA KÄYTETTY HARAUSTEKNIikka

2.1 Kylvökoneeseen tehdyt muutokset

VAKOLAssa tehtyjen harauskokeiden riviväliksi valittiin 25 cm. Tällöin kylvökoneen vannasjakoon ei tarvinnut tehdä muutoksia. Traktorin pyörien kohdalta suljettiin kaksi kylvövannasta, jolloin ajouran leveydeksi tuli 37,5 cm (kuva 5). Tässä urassa haraustraktorin 12,4x28" renkaat mahtuivat kulkemaan aiheuttamatta tallausvaurioita. Jo ennen kylvöä kannattaa miettiä, saadaanko haraustraktorin raideväli ja rengasvarustus sopimaan riviväleihin. Riviviljelypyörät mahdollistavat kapeammat ajourat. Kylvökoneen taakse kiinnitettiin 2 kpl jäykkiä S-piikkejä vetämään n. 10 cm syvät ohjausurat haran ohjausta varten. Piikit kannattaa asentaa mahdollisimman keskelle riviväliä tallausvaurioiden välttämiseksi.

Eloperäisillä ja paljon kasvijätteitä sisältävillä mailla ylimääräiset kylvövantaat kannattaa poistaa tukkeutumisalttiuden pienentämiseksi. Joitakin kylvökonemalleja voi olla vaikea säätää syöttämään kaksinkertainen siemenmäärä joka toisen vantaan kautta. Syöttömäärän suurentamistarvetta (kg/ha) lisäävät suuri siemenkoko, alhainen itävyys sekä kevätvehnä viljelykasvina. Kylvökoneen ja haran työleveyden on oltava sama. Kylvettäessä työsaumoja on näet mahdoton saada niin tasaleveiksi, ettei kylvökonetta leveämpi hara jossain vaiheessa kaataisi viereisen kylvöksen rivejä.

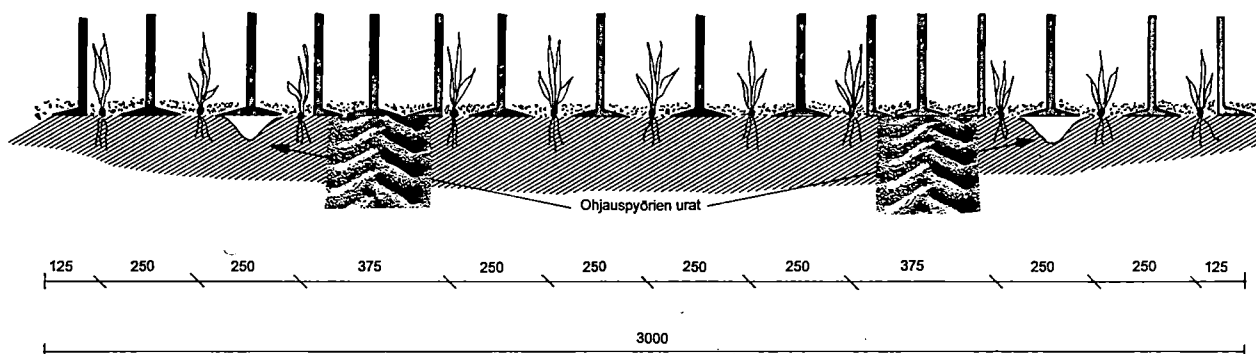
VAKOLAssa kylvö sujui 3 m:n Tumella pienen harjoittelun jälkeen ongelmitta. Sitkaimet olisivat olleet tarpeen työsaumojen tasaisena pitämiseen, jolloin haraustulos olisi tyydyttänyt myös työsaumojen kohdalla. Päisteet kannattaa kylvää riittävän leveiksi, jotta haraustraktori mahtuu niissä sujuvasti kääntymään. Rinnepellot kylvetään rinteen suuntaisesti. Epäsäännöllisillä lohkoilla tulee pyrkiä mahdollisimman pitkiin ja suoriin kylvöksiin.

2.2 Haran rakenne

Tutkimukseen hankittiin käytetty 9 -rivinen Salo-etuhara, joka on tarkoitettu sokerijuurikkaan haraukseen. Sen runkopalkkia jatkettiin ja siihen liitettiin lisäyksiköt, jotka mahdollistavat 11 rivin harauksen 3 m:n työleveydellä. Harausyksiköiden rakenne on esitetty kuvassa 4 kohdassa B. Hara muutettiin takakiinnitteiseksi ja itseohjautuvaksi Salo-takaharasta otettujen harjapyörien avulla. Harausyksiköistä poistettiin veitsimäiset ns. lähiterät ja suojakiekot, koska orasriviä haluttiin mullata. Yksiköihin jäi ainoastaan kannatuspyörät ja 17 cm:n levyiset hanhenjalkaterät. Yksiköt säädettiin siten, että rivinkohtaan jäi käsittelemätöntä kaistaa 8 cm ja työsyvyys oli 2 - 3 cm.

Haran ohjaus toimi tasamaalla luotettavasti. Vaikka ennen harausta oli satanut runsaasti, ohjauspyörät seurasivat tarkasti kylvettäessä vedettyjä ohjausuria. Haran taakse kiinnitetyt S-piikit puhdistivat ohjausurat seuraavaa harauskertaa varten. Jo melko loivassakin sivurinteessä harjapyörät pyrkivät nousemaan pois uristaan, minkä seurauksena hara leikkasi orasrivejä. Tähän pitäisikin saada joko kuljettajan ohjaama tai automaattinen korjaus.

Normaalioloissa haran tukkeutuminen oli vähäistä avaran rakenteen takia. Kuvassa 5 näkyvät lähiterät traktorin pyöränkohdissa kannattaisi korvata koko rivivälin kattavalla hanhenjalkaterällä (leveys n. 29 cm). Mikäli kylvettäessä syntyneet työsaumat eli kahden vierekkäisen kylvöksen välit olivat normaalia riviväliä selvästi kapeampia, pyrki haran reunimmainen yksikkö näissä kohdin kaatamaan orasta ja tukkeutumaan lopulta.



Kuva 5. VAKOLAssa rakennetun riviväliharan teräasetelmat. Haran ohjausurat ovat traktorin pyörien ulkopuolelle jäävissä riviväleissä (kuva: Tuovi Laaksonen).

3 KOEKENTTIEN PERUSTAMINEN JA SÄÄ (1995 - 1996)

Harauksen tehon selvittämiseksi kasvukausina 1995 ja 1996 perustettiin kumpanakin kaksi koekenttää, toinen hiesusavelle ja toinen multamaalle. Lisäksi v. 1996 kylvettiin koeruutujen yhteyteen kaksi suurempaa koelohkoa (1,5 ja 2 ha), joissa mitattiin harauksen työmenekkiä. Kasvina oli ohra. Koeruutujen perustaminen ja viljelytoimet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Koeruutujen perustaminen ja hoitotoimet VAKOLAssa 1995 - 1996.

Toimenpide	1995 Hiesusavi	1995 Multamaa	1996 Hiesusavi	1996 Multamaa
Tasausäestys	9.5.	-	22.5.	-
Kylvömuokkaus	31.5. S-piikkiäes 2 kertaa	7.6. S-piikkiäes 2 kertaa	23.5. S-piikkiäes 2 kertaa	6.6. S-piikkiäes 2 kertaa
Kylvö ja lannoitus	31.5.	7.6.	23.5.	7.6.
Laji/lajike	Ohra/Arve	Ohra/Arve	Ohra/Artturi	Ohra/Artturi
Siemenmäärä kg/ha	162	162	163	163
Lannoite	NPK 18-5-10	NPK 18-5-10	NPK 20-4-8	NPK 20-4-8
kg/ha	440	280	400	300
I rikkakasvien laskenta	15.6.	21.6.	24.6.	25.6.
Herbisidiruiskutus	16.6.	22.6.	24.6.	26.6.
I haraus	16.6.	22.6.	25.6.	26.6.
II rikkakasvien laskenta	-	-	12.7.	10.7.
III rikkakasvien laskenta	-	-	22.7.	18.7.
II haraus	30.6.	30.6.	23.7.	19.7.
IV rikkakasvien laskenta	-	-	5.8.	31.7.
Puinti	31.8.	12.9.	23.8.	6.9.
V rikkakasvien laskenta	29.8.	13.9.	27.8.	10.9.

Levennetystä rivivälistä huolimatta ohraa kylvettiin tavanomainen määrä hehtaarille, jolloin riveihin tuli siis kaksinkertainen määrä jyviä totutusta. V. 1995 kylvökoneen, haran ja ruiskun työleveys oli 1,5 m (= koeruutujen leveys) ja v. 1996 3,0 m.

Kumpanakin vuonna kevään sateet viivästivät kylvön touko-kesäkuun vaihteeseen. V. 1995 kesä-heinäkuussa Vihdissä satoi 45 mm pitkäaikaista keskiarvoa vähemmän, kun taas v. 1996 kesä-heinäkuun sademäärä oli 100 mm normaalia suurempi (liitteet 1 ja 2). Tämän takia rikkakasvit itivät v. 1995 hyvin heikosti, kun taas kasvukaudella 1996 niitä taimettui paljon. Runsas sade viivästytti torjuntatöitä ja heikensi harauksen tehoa. Lämpöoloiltaan kasvukausi 1995 oli lähellä normaalia ja kasvukausi 1996 tavanomaista viileämpi.

Torjuntakokeissa verrattiin harausta ja herbisidikäsittelyä käsittelemättömään koejäseneseen (taulukko 2). Riviväli oli siis kaikilla jäsenillä 25 cm. V. 1995 mukana oli myös herbisidikäsittely 12,5 cm:n rivivälillä, joka edustaa nykyään yleisesti käytettyä viljelytekniikkaa. Kerranteita oli kumpanakin vuonna viisi. Herbisidinä oli Ratio, jota käytettiin v. 1995 10 g/ha + Sitoa 1 dl/ha ja v. 1996 14 g/ha + Sitoa 2 dl/ha suuremman rikkakasvimäärän takia.

Taulukko 2. Tutkimuksessa mukana olleet koejäsenet

	Lyhenne	Riviväli	Mukana kokeessa	
			1995	1996
1. Ei rikkakasvien torjuntaa	0-käsitt.	25 cm	x	x
2. Rikkakasvien torjunta yhdellä riviväliharauksella	Haraus1	25 cm	x	x
3. Rikkakasvien torjunta kahdella riviväliharauksella	Haraus2	25 cm	x	x
4. Rikkakasvien torjunta herbisidillä	Kemiall.	25 cm	x	x
5. Rikkakasvien torjunta herbisidillä	Kemiall. 12,5	12,5 cm	x	

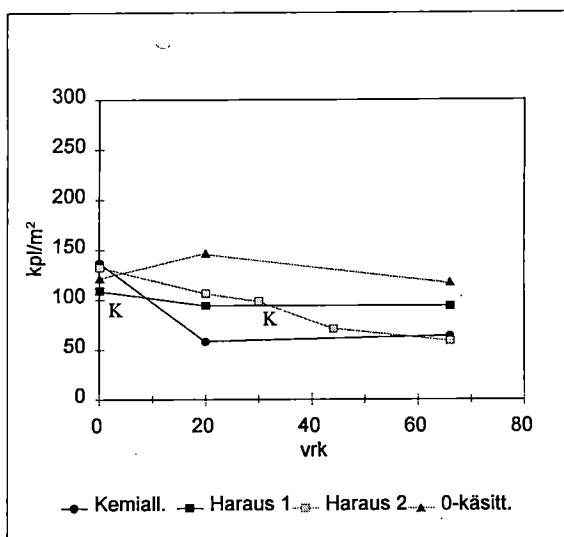
4 TORJUNNAN TEHO RIKKAKASVEIHIN

4.1 Torjunnan vaikutus rikkojen lukumäärään

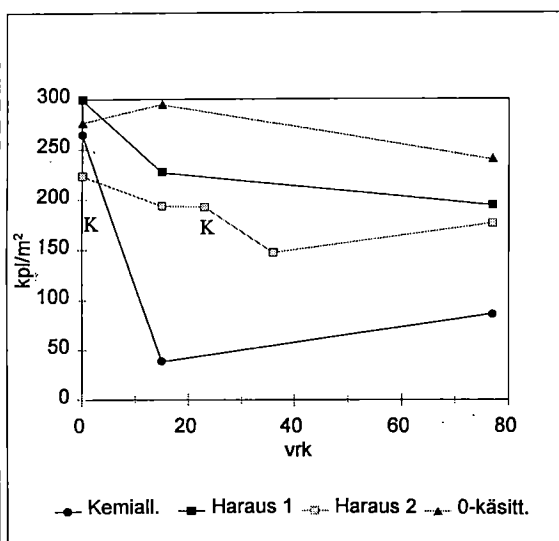
Jokaiselta koeruudulta laskettiin rikkakasvit molemmista päistä ruutua. Vuonna 1995 laskentalan suuruus oli 1 m² ja vuonna 1996 0,5 m² rikkakasvien suuren määrän vuoksi. Laskentalat olivat neliön muotoisia, jolloin niihin sisältyivät rivivälit sekä orasrivit. Laskentapaikat merkittiin maahan kiinteästi. Kasvukaudella 1995 rikat laskettiin ennen torjuntakäsittelyjä ja toisen kerran puintaikaan. V. 1996 rikkakasvit laskettiin useammin: juuri ennen torjuntajoja, n. kaksi viikkoa myöhemmin ja puinnin jälkeen. Mikäli laskentaan sisältyi rikkojen kuivapainon määrittäminen, jouduttiin seuraavaa laskentapaikkaa siirtämään hieman keskemmillä ruutua.

V. 1995 rikkakasveja taimettui hyvin vähän myöhäisestä kylvöstä ja sitä seuranneesta kuivasta säästä johtuen. Hiesusavella oli käsittelemättömillä ruuduilla keskimäärin 10 rikkaa/m² ja multamaalla vain 2 rikkaa/m². Muissa koejäsenissä rikkojen lukumäärä oli noin puolet tästä. Osa laskentaruuduista oli täysin rikkakasvittomia. Yleisimpiä lajeja olivat peltopillike ja peltokorte.

Kasvukauden 1996 kosteudessa rikkoja taimettui hiesusavella 100 - 140 kpl/m² ja multamaalla 230 - 300 kpl/m² (kuvat 6 ja 7). Käsittelemättömissä ruuduissa määrät pyrkivät lisääntymään kasvukauden puoliväliä kohti. Yleisimpiä lajikkeita olivat pihatähtimö, peltopillike ja peltoemäkki. Multamaalla esiintyi myös kohtalaisesti juolavehneä. Pihatähtimön rönsyilevä kasvutapa vaikeutti rikkojen lukumäärän selvittämistä. Aiemmin tehtyjen rikkakasvikartoitusten mukaan rikkojen määrä on ollut tavanomaisilla kevätiljapelloilla n. 170 kpl/m² (ERVIÖ ja SALONEN 1987) ja luonnonmukaisilla ohraviljelyksillä n. 500 kpl/m² (MELA 1988). Kasvukauden 1996 rikkamääriä voidaan siis pitää melko normaaleina.



Kuva 6. Rikkakasvien lukumäärien muutos kasvukauden aikana hiesusavella. 0 vrk = 24.6.1996. K = käsittelyajankohta.



Kuva 7. Rikkakasvien lukumäärien muutos kasvukauden aikana multamaalla. 0 vrk = 25.6.1996. K = käsittelyajankohta.

Hiesusavella kahden harauuskerran torjuntateho oli sama kuin herbisidinkin (kuva 6, taulukko 3). Multamaalla rikkojen uudelleen kasvu (idäntä ja juurtuminen) oli harausten jälkeen niin voimakasta, että kemiallinen torjunta osoittautui selkeästi tehokkaimmaksi. Herbisidin teho oli aiempiin tutkimuksiin verrattuna multamaalla normaali ja hiesusavella hieman tavanomaista heikompi (JUNNILA 1988). Haratuilla koeruuduilla rikkakasveja oli enemmän riveissä kuin riviväleissä ja riveissä kasvavat oliivat suurempia kuin riviväleissä kasvavat.

Taulukko 3. Vuonna 1996 torjunnoista jäljelle jääneiden rikkakasvien lukumäärä verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen (sl.= 100 %). Rikat on laskettu kaksi viikkoa torjuntajälkeen sekä heti puinnin jälkeen.

	Hiesusavi		Multamaa	
	1 torjunnan jälkeen %	Puinnin jälkeen %	1 torjunnan jälkeen %	Puinnin jälkeen %
0-käsitt.	100	100	100	100
Haraus 1	65	80	75	80
Haraus 2	75	50	65	75
Kemiall.	40	55	15	35

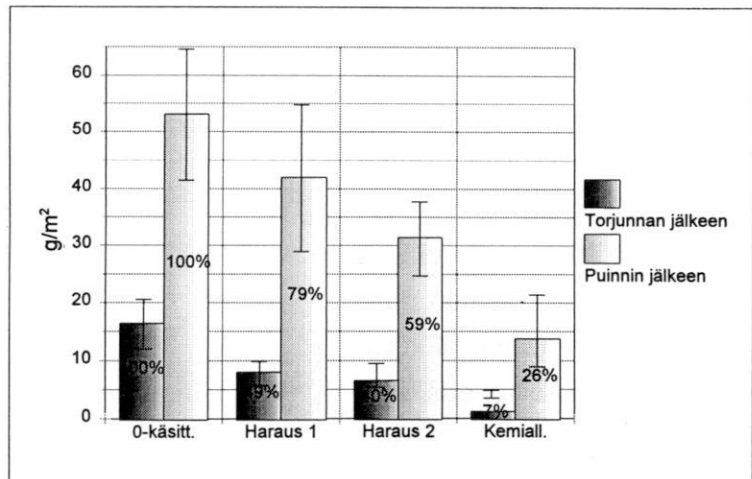
Rikkakasvien lukumäärä ei pelkästään riitä kuvaamaan niiden haitallisuutta. Se kertoo potentiaalin, jolla rikat voivat tilaisuuden tullen vallata viljelykasvuston tai tuottaa siemeniä seuraavalle kasvukaudelle. Rikkakasvuston massa pinta-alayksikköä kohti (= määrä x koko) kuvastaa lukumäärää paremmin rikkojen sadolle suoranaisesti aiheuttamaa haittaa.

4.2 Torjunnan vaikutus rikkakasvuston massaan

Rikkakasvien kuivamassa määritettiin ruuduittain kumpanakin kesänä kahteen otteeseen kpl-laskentojen yhteydessä (taulukko 1). Toinen mittaus tehtiin vasta puinnin jälkeen, jolloin voitiin punnita vain sänkeen jäänyt osuus rikkakasveista. Sängsen pituus oli n. 20 cm ja se vaihteli hyvin vähän, joten koejäsenten vertaaminen toisiinsa on mahdollista. Rikat kuivattiin 105 °C:n lämmössä yhden vuorokauden ajan.

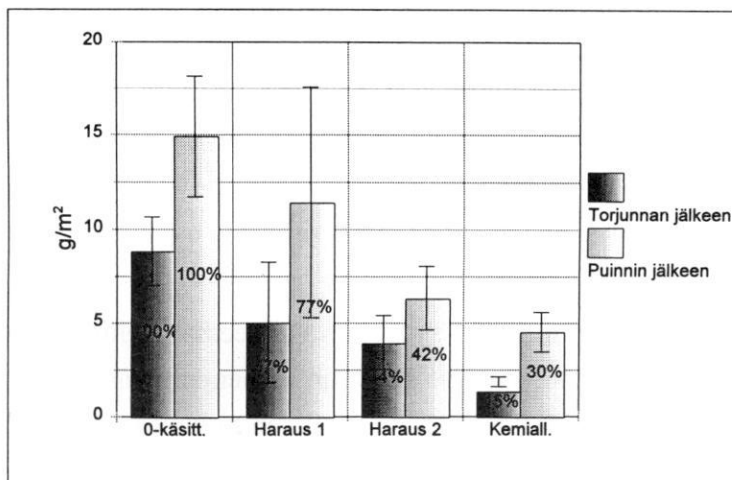
Kasvukaudella 1995 rikkojen kuivamassaksi puintiaikaan punnittiin 0 - 7 g/m². Koska käsittelemättömänkin jäsenen rikkakasvimassa oli näin alhainen, ei tämän perusteella voi tehdä johtopäätöksiä eri torjuntamenetelmien paremmuudesta. V. 1996 rikkakasvusto kehittyi reheväksi varsinkin multamaalla (kuva 8). Painossa mitattuna kemiallisen torjunnan teho oli kummallakin maalajilla puinnin jälkeen mitattuna 70 - 74 % verrattuna käsittelemättömään. Kaksi haraukertaa torjui keskimäärin puolet rikoista. Yhden haraukerran teho jäi reiluun 20 %:iin. Yhden haraukerran ruuduissa rikkakasvien massa vaihteli eniten. Kahden harauksen jälkeen rikkamassan uudelleen kasvu ei ollut sanottavasti suurempaa kuin ruiskutuksen jälkeenkään.

On melko tyypillistä, että herbisidikäsittely alentaa rikkakasvien kuivamassaa suhteellisesti enemmän kuin lukumäärää. Yleensä rikkojen lukumäärän vähennys on 60 - 90 % ja massan 70 - 95 % (esim. JUNNILA 1988). Näin kävi myös tässä 1996 VAKOLAssa järjestetyssä kokeessa (kts. taulukko 3 ja kuvat 8 - 9). Kaikki rikat eivät kuole ruiskutuksen jälkeen, vaan niiden kasvu pysähtyy, jolloin ne jäävät viljelykasvin varjoon. Samantyyppinen ominaisuus näyttäisi olevan myös viljojen riviväliharauksella, eli paino vähentyy enemmän kuin kpl-määrä. Tämä johtunee harauksen kohtuullisesta tehosta myös isoihin rikkoihin sekä harauksen jälkeisestä jälki-idänestä. Myös ruotsalaisten tutkimuksista voi havaita saman ilmiön (ANDERSSON 1989).



Kuva 8. Rikkakasvien kuivamassat sekä keskihajonnat multamaalla kahtena eri ajankohtana mitattuna v. 1996. Prosenttiarvo ilmaisee jäljelle jääneen rikkamassan suhteessa käsittelemättömään koejäseneseen (sl.= 100 %).

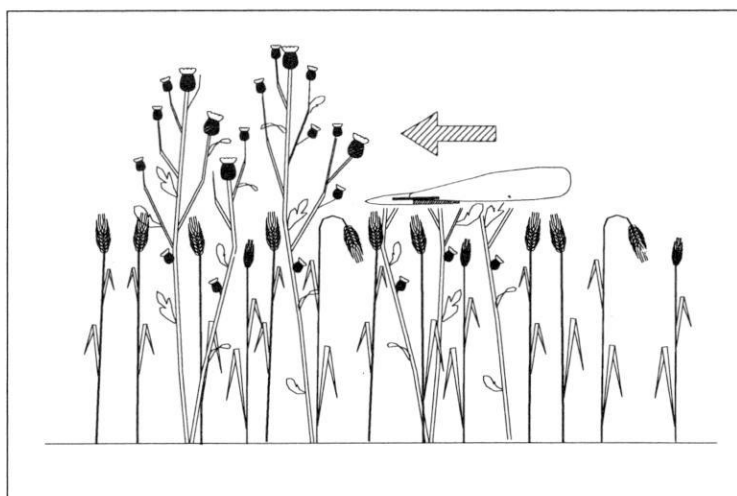
Ruotsalaiset ovat saavuttaneet riviväliharauksella lähes herbisidien veroisen rikkakasvitehon (ANDERSSON 1989 ja JOHANSSON 1996). Osasyynä tähän voi olla koevuosien kuivuus. Tosin rasakaalla savella hara ei uponnut tarpeeksi ja teho jäi tällöin heikoksi. Tanskalaisissa kokeissa harauksen rikkakasviteho (g/m^2) oli 55 % ja rikkaäestyksen 40 - 50 % verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen (RASMUSSEN 1989).



Kuva 9. Rikkakasvien kuivamassat sekä keskihajonnat hiesusavella kahtena eri ajanjaksona mitattuna v. 1996. Prosenttiarvo ilmaisee jäljelle jääneen rikkamassan suhteessa käsittelemättömään koejäseneseen (sl.= 100 %).

Rikkaäestystä on tutkittu mm. Tanskassa, Saksassa ja Ruotsissa. Suomessa aiheesta valmistuneen tutkimuksen mukaan rikkaäestys tuhosi kevätiljan rikkakasvien lukumäärästä 30 % ja massasta 10 - 15 % (SIMOJOKI ym. 1992). Ruotsissa rikkojen lukumäärä aleni 65 % ja massa 47 % (WIKANDER 1988). Riviväliharauksella näyttäisi olevan siis hieman rikkaäestystä parempi torjuntateho. Äestys näyttää vähentävän enemmän rikkojen lukumäärää kuin painoa, ts. teho isoihin rikkoihin on huonompi kuin pieniin.

VAKOLAN koeruuduilla kasvoi monivuotisia rikkakasveja melko vähän. Saadun kokemuksen mukaan riviväliharauksen teho on esim. pelto-ohdakkeeseen ja -valvattiin aikaisella kasvuasteella parempi kuin myöhäisellä. Nämä kasvit juurtuvat helposti uudestaan, joten useampi harauskerta on pesäkkeen kohdalla paikallaan. Viljariveistä näitä kasveja ei voi haraamalla tuhota. Siementen leviäminen on kuitenkin mahdollista estää kasvuston yläpuolisella, pesäkekohtaisella niitolla (kuva 10). Paras niittoajankohta on ohdakkeen ja valvatin kukinnan loppuvaiheessa, eli heinä-elokuun vaihteessa. Suurin osa kukinnoista ylettyy ainakin ohran ja vehnän yläpuolelle, josta ne voidaan koneellisesti katkaista viljaa vahingoittamatta. Koska nämä rikkakasvit aloittavat talvileponsa suhteellisen aikaisin, ne eivät pysty enää niiton jälkeen muodosta-



Kuva 10. Pelto-ohdakkeen ja -valvatin siemenlevinnän vähentäminen viljakasvuston yläpuolisella niitolla.

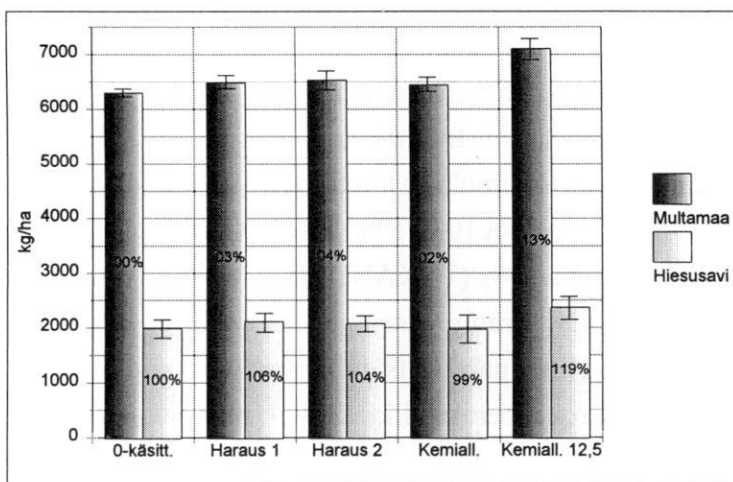
maan uusia kukintoja. Harauksessa tarvittavat ajourat mahdollistavat ajamisen tuleentuvassa kasvustossa, mutta niittokone vaatii muutostöitä viljakasvuston yläpuolella toimiakseen. Sormipalkkikoneet soveltunevat tehtävään parhaiten.

5 TORJUNNAN VAIKUTUS OHRAN SATOON

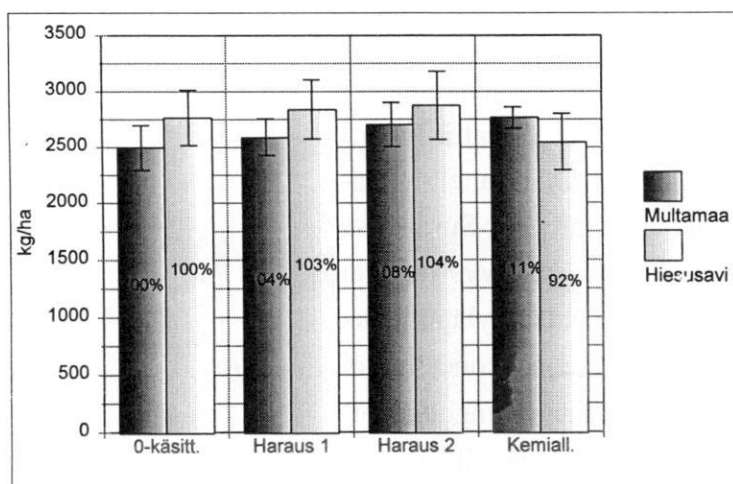
Koeruudut puitiin elo-syyskuun vaihteessa. Hehtaarisadot laskettiin vastaamaan 14 %:n vesipitoisuutta. V. 1995 rivivälin pienentäminen 25 cm:stä normaaliin 12,5 cm:iin lisäsi satoa 11 - 20 % (kuva 11, Kemiallinen torjunta). Satoero 12,5 cm:n ja 25 cm:n riviväleillä on ollut pohjoismaisissa tutkimuksissa yleensä vain 5 - 10 % (ANDERSSON 1989, RASMUSSEN 1989 ja JOHANSSON 1996). Todennäköisesti lämmin ja kuiva sää kesä-heinäkuussa 1995 heikensi ohran pensomista ja vaikutti harvalla rivivälillä kylvetyn viljan satoon normaalia enemmän.

Rikkakasvien mekaaninen torjunta lisäsi satoa kasvukaudella 1995 3 - 6 % verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen. Koska rikkakasveja oli hyvin vähän, jäi herbisidin vaikutus satoon vähäiseksi (-1..+2 %). Harauksen pieni positiivinen vaikutus perustuu ennemminkin maan kuohkeutukseen kuin rikkojen poistamiseen. Harauksen takia riviväleihin muodostui murukerros, joka todennäköisesti hidasti veden haihtumista liettyneestä hiesusavesta. Maalaji ja kasvupaikka vaikuttivat huomattavasti satoon (kuva 11).

Kasvukaudella 1996 hiesusaven ja multamaan sadoissa ei juurikaan ollut eroja (kuva 12). Haraus lisäsi satoa 3 - 8 % verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen. Ruuduittai-



Kuva 11. Ohran sadot (kost. 14 %) v. 1995 multamaalla ja hiesusavella, satojen keskihajonnat sekä sadonlisät suhteessa käsittelemättömään koejäseneseen (sl.= 100 %). Riviväli oli "Kemiall. 12,5"-koejäsenessä 12,5 cm, kaikissa muissa 25 cm.



Kuva 12. Ohran sadot (kost. 14 %) v. 1996 multamaalla ja hiesusavella, satojen keskihajonnat sekä sadonlisät suhteessa käsittelemättömään koejäseneseen (sl.= 100 %). Riviväli kaikissa 25 cm.

nen hajonta oli kuitenkin melko suurta. Kaksi harauskertaa antoi hieman paremman sadon kuin yksi harauskerta. Koska multamaalla kasvoi lähes kaksinkertainen määrä rikkoja hiesusaveen verrattuna, torjunnasta oli siellä enemmän hyötyä. Haraus näytti olevan melko ystävällinen viljelykasville, koska yhdessäkään tapauksessa se ei alentanut satoa.

Herbisidi aiheutti v. 1996 hiesusaven ohralla lievän vioituksen, mikä johti 8 %:n sadonalennukseen (kuva 12). Vioitus ei kuitenkaan ollut silmin havaittavissa. Kirjallisuuden mukaan pienannosaineiden aiheuttamat vioitukset ovat mahdollisia, joskaan ne eivät yleensä alenna satoa (JUNNILA 1988). Kylmyys ja maan liiallinen kosteus yhdessä herbisidiruiskutuksen kanssa olivat ilmeisesti liian suuria stressitekijöitä ohran oraalle. Muissa tutkimuksissa herbisidikäsittely on lisännyt kevätiljlojen satoa normaalissa rikkakasvustossa (n. 200 kpl/m²) 1 - 10 % (JOHANSSON 1996, JUNNILA 1988) ja tiheässä rikkakasvustossa (n. 500 kpl/m²) 10 - 18 % (SIMOJOKI ym. 1992).

Riviväliharauksella on yleensä saatu 0 - 4 % sadonlisä 25 cm:n rivivälillä kylvettyyn käsittelemättömään koejäseneseen nähden (ANDERSSON 1989, JOHANSSON 1996). VAKOLAssa v. 1996 saadut tulokset harauksesta ovat siis hieman keskimääräistä parempia. Tanskalaisten ja ruotsalaisten mukaan kasvattamalla ohran riviväli 25 cm:iin ja haraamalla rivivälit on saatu 0 - 5 % heikompi sato verrattuna 12,5 cm:n käsittelemättömään koejäseneseen (ANDERSSON 1989, RASMUSSEN 1989 ja JOHANSSON 1996). Siis haraus ei tavallisesti riitä korvaamaan rivivälin kasvusta johtuvaa sadonmenetystä.

Rikkaäestys ei ollut mukana VAKOLAn tutkimuksessa. Se on yleensä alentanut kevätiljlojen satoa 4 - 6 % verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen (RASMUSSEN 1989, WIKANDER 1988). Runsaassa rikkakasvustossa on saatu 4 %:n sadonlisä (SIMOJOKI ym. 1992). Rikkaäestyksen ongelmana on oraiden irtoilu ja peittyminen äestettäessä sekä heikko teho isoihin rikkoihin. Tämän takia äestys on tehtävä tarpeeksi ajoissa, jolloin käytettävissä oleva aika on lyhyt verrattuna riviväliharaukseen. Rikkaäestyksen hyviä puolia ovat suuri työleveys, toimivuus normaalilla rivivälillä ja kivisillä pelloilla.

6 RIVIVÄLIHARAUKSEN TYÖMENEKKI

Harauksen työmenekkiä tutkittiin v. 1996 kahdella lohkolla, joista toinen sijaitsi multamaalla (2 ha) ja toinen hiesusavella (1,5 ha). Koelohkot perustettiin samalla tavalla kuin varsinaiset koeruudutkin (taulukko 1). Multamaa harattiin 4.7.1996 ja hiesusavi sateiden takia vasta 23.7.1996. Haraustyö kuvattiin videolle, josta eri työvaiheisiin kulunut aika mitattiin jälkikäteen. Työmenekit laskettiin 2 ha:n peruslohkoa kohti (leveys 100 m, pituus 200 m).

Valmisteluajalla tarkoitetaan koneen huoltoon, säätöön ja tarkkailuun käytettävää aikaa (taulukko 4). Sen tarve riippuu paljon maalajista ja kosteusoloista. Esim. VAKOLAssa kesällä 1996 siirryttäessä multamaalta hiesusavelle haraa jouduttiin yleensä säätämään n. 20 min/kerta, jotta haran terät saatiin uppoamaan sopivaan syvyyteen. Tämän jälkeen koko

lohko voitiin harata samoilla säädoillä loppuun saakka. Elpymislisiä johtuu keskiarvohenkilön palautumistarpeesta työskennellessä normaalitahdilla koko työpäivä (LAINE ja KAILA 1994).

Multamaalla haraus sujui selvästi nopeammin kuin hiesusavella (taulukko 4). Vaikka multamaa olikin harattaessa kosteaa, hara ei tukkeutunut kovin

usein. Ohra oli n. 20 cm pitkää. Hiesusavella päästiin haraamaan vasta kun ohra oli ehtinyt jo 50 - 80 cm:n pituiseksi. Tällöin myös rikkakasvit olivat kookkaita, mikä lisäsi haran tukkeutumista. Häiriöihin kului aikaa yli kolme kertaa enemmän kuin multamaalla. Haraaminen ei pitkässäkään kasvustossa sanottavasti irrottanut ohraa, joskaan rikkakasvien torjunnasta ei ole näin myöhäisessä vaiheessa hyötyä sadonmuodostuksen kannalta.

Ajonopeus oli multamaalla hieman yli 5 km/h. Hara seurasi ohjausuria tätäkin suuremmalla nopeudella, mutta traktorin ohjausvirheiden laajetessa pyörien tallausvaikutus lisääntyi. Riviviljelypyörät olisivat pienentäneet ongelmaa. Suuri ajonopeus on eduksi pyrittäessä peittämään viljarivissä kasvavia rikkakasveja maalla. Ajonopeuden kasvaessa myös mullan irtoaminen rikkakasvien juurista tehostuu. Tasamaalla hara pysyi hyvin rivillä, mutta sivuttaisrinteissä ohjauspyörät pyrkivät nousemaan pois uristaan. Päisteessä käännettäessä silmukkakäännös ja peruutuskäännös olivat likimain yhtä nopeita (traktori MF 35).

Ruotsalaisessa tutkimuksessa harausnopeuden nostaminen kolmesta kuuteen km/h ei juurikaan vaikuttanut ohrasadon määrään. Rikkakasveja sen sijaan tuhoutui hieman enemmän, varsinkin rivistä laskettuna (JÖHANSSON 1996).

Haraukseen käytettävissä olevan ajan selvittämiseksi otimme pohja-aineistoksi Työtehoseuran tekemän tutkimuksen, jossa on selvitetty kesäkuussa keskimäärin säilörehun korjuuseen sopivien päivien määrä (LAINE 1995). Haraus ja esikuivatun säilörehun korjuu onnistuvat parhaiten hyvin samanlaisissa sääoloissa. Jos työ halutaan saada tehdyksi 90 %:n varmuudella kokonaan kesäkuun aikana, on keskiarvovuonna kesäkuussa n. 12 haraukseen sopivaa päivää. Jos työpäivässä saadaan harattua 8 ha (0,9 h/ha), niin koko kesäkuun aikana pitäisi siis pystyä haraamaan n. 50 ha:n vilja-ala kahteen kertaan. Vasta tätä suuremmilla aloilla tarvittaisiin hara, joka on leveämpi kuin 3 m. Haran on oltava kylvökoneen levyinen, joten käytännössä suurin työleveys on 4 m. Vuoden 1996 kesäkuussa mahdollisia harauspäiviä oli laskennallisesti 15 kpl. Harauskapasiteettia mitoitettaessa on lisäksi huomattava, että savimaalle päästään sateen jälkeen haraamaan selvästi myöhemmin kuin karkeille kivennäismaille tai multamaalle.

Taulukko 4. Harauksen työmenekki kahdella koelohkolla. Multamaa harattiin 4.7.1996 ja hiesusavi 23.7.1996.

		Multamaa	Hiesusavi
Valmistelu-aika (säätö)	min/ha	3,0	4,0
Ajoaika	min/ha	36,5	40,9
Käännökset	min/ha	5,1	5,8
Häiriöt (tukkeutumis)	min/ha	4,8	16,0
Elpymislisiä	min/ha	4,0	5,3
Kokonaisaika	min/ha	53,4	72,0
Kokonaisaika	h/ha	0,9	1,2
Ajonopeus	km/h	5,3	4,8
Häiriöt kokonaisajasta	%	8,9	22,2

7 KEVÄTVILJOJEN RIKKAKASVINTORJUNNAN KANNATTAVUUS

Torjunnasta johtuvien kiinteiden kustannusten ja traktorityön hinnan laskentaperusteet on esitetty taulukossa 5. Harauksen kustannukset on laskettu uudelle ja käytetylle haralle. Koska markkinoilla ei ole viljan riviväliharaukseen sellaisenaan sopivaa laitetta, haran muutostöihin on varauduttava. On oletettu, että viljelijä itse toimii traktorin kuljettajana, jolloin palkan sivukuluja ei oteta huomioon. Harauksen työmenekkinä on käytetty VAKOLAssa v. 1996 multamaalla mitattua arvoa 0,9 h/ha. Hiesusavella kasvusto oli ehtinyt jo niin pitkäksi, ettei siitä mitattuja työmenekkilukuja voida pitää todellisuutta vastaavina.

Taulukko 5. Torjunnan kiinteät kustannukset v. 1996. Hinnat ovat arvonlisäverottomia.

Uusi rivivälihara 11-rivinen		Käytetty rivivälihara 11-rivinen	
-hinta+muutostyöt	20900+3000=	23900 mk	5000+2000=
-korko	5 %	598 mk/v	175 mk/v
-poisto	15 v.	1593 mk/v	700 mk/v
-säilytys	4 m ²	310 mk/v	310 mk/v
-kunnossapito	2 %	478 mk/v	490 mk/v
Yhteensä		2978 mk/v	1675 mk/v
Uusi ruisku 750-900 l		Traktorityö (41-50 kW)*	
-hinta		15600 mk	-kiinteät kustannukset (600 h/v)
-korko	5 %	390 mk/v	23 mk/h
-poisto	15 v.	1040 mk/v	-muuttuvat kustannukset
-säilytys	3 m ²	232 mk/v	11 mk/h
-kunnossapito	2 %	312 mk/v	-ajajan palkka (ilman sivukuluja)
Yhteensä		1974 mk/v	35 mk/h
			Yhteensä
			69 mk/h
			Työmenekit:
			Riviväliharaus (11-riv.=3 m)
			0,9 h/ha
			Ruiskutus (12 m, 750 l)**
			0,25 h/ha
Lähteet: *TTS:n maataloustiedote 2/96			
**TTS Maataloustöiden standardiaikajärjestelmä 1/1980			

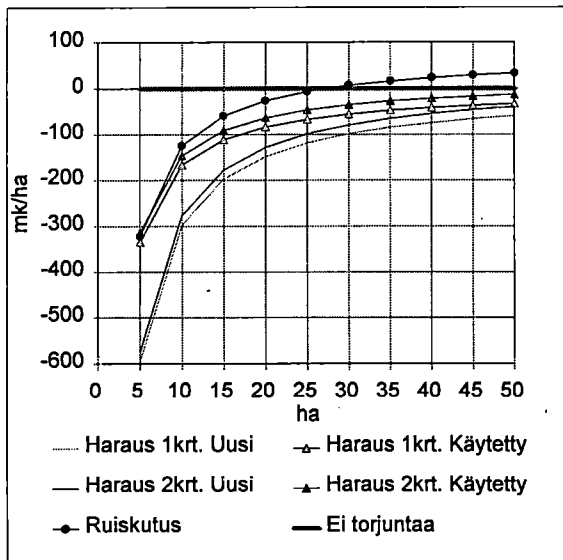
Torjuntajen tuoma sadonlisä 25 ha:n vilja-alalla ei riittänyt tavanomaisen ohran hinnalla korvaamaan aiheutuneita kustannuksia (taulukko 6). Laskelmassa on käytetty VAKOLAssa v. 1996 torjuntakokeissa saatuja hehtaarisatoja. Ruiskutuksella päästiin multamaalla lähes nollatulokseen. Kahden harauksen taloudellinen tulos oli multamaalla hieman parempi kuin yhden harauksen tulos. Hiesulla tilanne oli päinvastainen vähemmästä rikkakasvimäärästä johtuen. Mikäli viljasta saa luomu-hintaa, mekaanisen torjunnan kannattavuus paranee oleellisesti (vrt. kuvat 13 ja 14).

Vuosittain harattava pinta-ala vaikuttaa huomattavasti torjuntatyön kustannuksiin (kuvat 13 ja 14). Kustannukset hehtaaria kohti alkavat tasoittua vasta, kun torjuttava vilja-ala on 20 ha tai suurempi, jolloin oman ruiskun tai haran hankinta alkaa tulla kannattavaksi. Tätä pienemmällä vilja-aloilla torjunta olisi siis viisainta jättää urakoitsijan tehtäväksi.

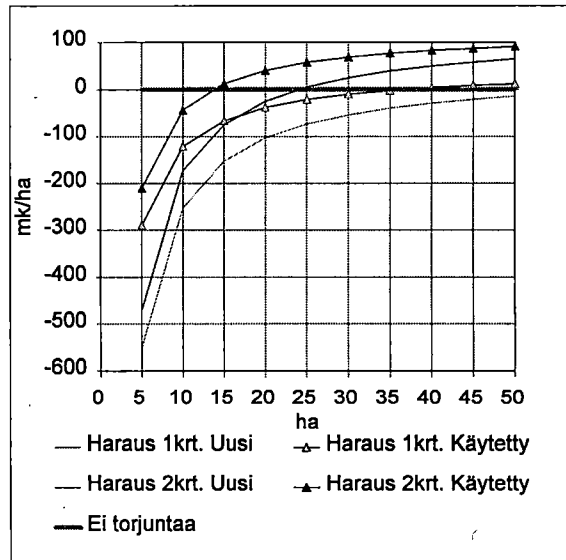
Taulukko 6. Torjunnan hyöty (= tuotot - kustannukset) VAKOLAn v. 1996 kokeiden mukaan multamaalla ja hiesusavella. Laskelma on laadittu 25 ha:n vuotuiselle vilja-alalle. Tavanomaisen ohran hintana on käytetty 0,7 mk/kg ja luomu-ohran hintana 1,2 mk/kg. Hinnat ovat arvonlisäverottomia.

Vilja-ala 25 ha	Haraus 1krt. Uusi Käytetty		Haraus 2krt. Uusi Käytetty		Ruiskutus	Ei torjuntaa	
Kustannukset							
-haran kiinteät kustannukset	119	67	119	67		0	mk/ha
-ruiskun kiinteät kustannukset					79	0	mk/ha
-torjunta-aine*					100	0	mk/ha
-traktoriyö	62	62	124	124	17	0	mk/ha
Tuotot							
-sadon lisäys							
-multamaa (ohra 0,7 mk/kg)	(+4%)	63 63	(+8%)	145 145	(+11%)	190	(+0%) 0 mk/ha
-multamaa (ohra 1,2 mk/kg)	(+4%)	108 108	(+8%)	248 248			(+0%) 0 mk/ha
-hiesusavi (ohra 0,7 mk/kg)	(+3%)	51 51	(+4%)	77 77	(-8%)	-153	(+0%) 0 mk/ha
-hiesusavi (ohra 1,2 mk/kg)	(+3%)	88 88	(+4%)	132 132			(+0%) 0 mk/ha
Torjunnan hyöty							
-multamaa (ohra 0,7 mk/kg)		-118 -66		-98 -46		-6	0 mk/ha
-multamaa (ohra 1,2 mk/kg)		-73 -21		6 58			0 mk/ha
-hiesusavi (ohra 0,7 mk/kg)		-130 -78		-166 -114		-349	0 mk/ha
-hiesusavi (ohra 1,2 mk/kg)		-93 -41		-111 -59			0 mk/ha

*Ratio + Sito 14 g/ha 100 mk/ha



Kuva 13. Torjunnan hyöty viljelyalan kasvaessa VAKOLAssa 1996 multamaalla saatujen sadonlisien mukaan laskettuna. Riviväli kaikissa 25 cm. Ohran hinta on 0,7 mk/kg. Kuva perustuu taulukon 6 tietoihin.



Kuva 14. Torjunnan hyöty viljelyalan kasvaessa VAKOLAssa 1996 multamaalla saatujen sadonlisien mukaan laskettuna. Riviväli kaikissa 25 cm. Ohran hinta on 1,2 mk/kg. Kuva perustuu taulukon 6 tietoihin.

Kannattaako sitten viljoilta torjua rikkakasveja millään konstilla? VAKOLAn kokeessahan torjuntajen antamat sadonlisät olivat vähintään tavanomaisia ja silti torjunnasta aiheutui helposti enemmän kustannuksia kuin lisäsadosta EU-hinnoilla saa tuloja. Tulosta pitäisi vielä verrata tavanomaiseen 12,5 cm:n rivivälin menetelmään, jossa koti- ja ulkomaisten

tutkimusten mukaan sadot ovat ilman torjuntaa keskimäärin 10 % parempia kuin viljeltäessä 25 cm:n rivivälillä. VAKOLAn kokeissa harauksen tuoma sadonlisä oli 3 - 8 %, joten tavallinen kylvömenetelmä vaikuttaa edullisemmalla. Sitä vastoin haraus näyttää kilpailukykyiseltä rikkaäestykseen nähden, jonka aiheuttama sadonalennus on ollut keskimäärin 4 - 6 % (kts. kpl 5). Mikäli satotaso on selvästi korkeampi kuin VAKOLAn kokeissa, paranee torjunnan kannattavuus verrattuna kuviin 13 ja 14.

Satomäärien tarkastelun ja taulukon 6 laskelman ongelma on siinä, etteivät ne pysty ottamaan torjunnan kaikkia positiivisia vaikutuksia huomioon. Puhtaan kasvuston puinti ja sadon kuivaus ja puhdistus ovat halvempia kuin erittäin rikkaisen kasvuston. Ruotsalaisessa yli 10 v. kestäneessä jatkuvan viljanviljelyn seurantakokeessa rikkojen torjumatta jättäminen alkoi näkyä selvästi jo neljännen vuoden satojen alentumisena (GUMMESSON 1990). 10 v:n kuluttua sadot olivat n. 500 kg/ha alhaisempia kuin kemiallisessa torjunnassa. Kevätviljojen sato aleni enemmän kuin syysviljojen. Pelto-ohdake lisääntyi huomattavasti käsittelemättömillä lohkoilla. Rikkaäestys ei juurikaan ollut käsittelemätöntä koejäsentä parempi.

Luonnonmukaisessa ja IP-viljelyssä rikkakasvitilanteen hallinnassa pitäminen on erityisen tärkeää, koska torjuntakeinovalikoima on rajallinen. Maan rikkakasvien siemenvarastoa kannattaa pienentää aina mahdollisuuden tullen. Monivuotisten rikkojen leviäminen on estettävä (juolavehna, ohdake, valvatti). Vaikka viljelykierron takia luomutuotannossa täytyykin viljellä rikkojen määrää alentavia nurmia, tulisi ainakin kasvintuotantotiloilla huolehtia myös viljojen rikantorjunnasta, ettei jouduta tarpeettoman usein avokesannoimaan. Torjunnan hyötyjä ja haittoja laskettaessa tarkastelujakson pitäisi olla yhtä kasvukautta pidempi. Minimiaika on 3 - 5 vuotta tai yksi viljelykierto.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITTÄMISTARPEET

Viljojen riviväliharaus näyttäisi sopivan parhaiten luonnonmukaista tai IP-viljelyä harjoittaville kasvintuotantotiloille, joilla pyritään mahdollisimman suureen myyntikasvien pinta-alaan. Riviväliharaus kilpailee rikkaäestyksen kanssa hieman hitaampana, mutta tehokkaampana ja sään suhteen riskittömämpänä torjuntavaihtoehtona. Herbisidit ovat niin halpoja ja tehokkaita mekaaniseen torjuntaan nähden, että mekaanisia menetelmiä on vaikea taloudellisesti perustella tavanomaiseen viljelyyn sopiviksi.

Riviväliharaus rajoittaa aluskasvin käyttömahdollisuutta (nurmen perustaminen suojaviljaan), mikä heikentää harauksen sopivuutta nautakarjatilaille. Näillä tiloilla nurmen suuri määrä viljelykierrossa vähentää muutenkin viljojen rikkakasvien torjuntatarvetta. Joihinkin rikkakasviäkeisiin on saatavana piensiementen kylvölaatikko. Näin aluskasvinurmi voidaan perustaa vasta rikkaäestyksen yhteydessä, jolloin se ei ehdi kasvaa liian reheväksi häiritsemään suojaviljan puintia. Kylvölaatikko on mahdollista sovittaa myös

riviväliharan päälle kunhan varotaan, ettei siemeniä mullata liian syvälle. Kesä-heinäkuun vaihteessa perustettu nurmi ehtii vielä riittävän vahvaksi ennen talvea.

VAKOLAn rivivälihara toimi melko luotettavasti kosteassakin maassa. Normaalimittaisessa rikkakasvustossa tukkeutumia sattui harvoin. Työsaavutus oli noin 1 ha/h. Rikkojen mullasta irtoamista voisi parantaa korvaamalla hanhenjalkaterien jäykät varret joustavilla S-piikeillä tai lisäämällä yksiköiden perään kevyen rikkaäkeen. Automaattiohjaus seurasi rivejä tasamaalla hyvin. Kaltevia peltoja varten haran ohjausta pitäisi tehostaa. Tukipyörät voisivat olla kallistettavat tai haran sivuttaisliikkeitä vaimennettaisiin hydraulisesti. Rinneohjaus voisi toimia automatiikan tai kuljettajan ohjaamana.

Koska mekaaninen torjunta perustuu tarkkaan maakosketukseen, on pellon pinnan tasaisuuteen kiinnitettävä huomiota. Muokkaus- ja kylvötöissä paripyörien käyttö on tarpeen painanteiden muodostumisen välttämiseksi. Edellisen kasvuston jätteet (turpeet, oljet ym.) sekä lanta pitää mullata hyvin tai hajottaa hienoksi. Kyntö on yleensä mekaanisen torjunnan kannalta parempi vaihtoehto kuin kevennetyt muokkausmenetelmät.

VAKOLAn kokeissa yksi haraukerta torjui n. 20 % ja kaksi harausta n. 50 % rikkakasvimassasta puintiin asti. Vastaavasti kemiallisen torjunnan teho oli n. 70 %. Rivivälin suurentaminen 12,5 cm:stä 25 cm:iin alensi satoa 10 - 15 %, joka on enemmän kuin vastaavissa ulkomaalaisissa tutkimuksissa. Riviväliharauksella saadut sadot olivat 3 - 8 % parempia käsittelemättömään 25 cm:n rivivälillä kylvettyyn koejäseneseen verrattuna, joten lyhyellä tähtäimellä haraus ei näyttäisi korvaavan rivivälin suurentumisesta koituvaa sadonmenetystä. Samoin myös rikkaäestyksen vaikutus satoon on ollut tutkimuksissa yleensä lievästi negatiivinen. Jollakin menetelmällä rikkakasvit on kuitenkin viljoistakin torjuttava, ettei pidemmällä aikavälillä jouduta kohtuuttomiin vaikeuksiin.

Jos rikkakasveja on vähän, viljoille riittää yksi haraukerta. Sään ollessa kosteaa, kuten kesällä 1996, on kaksi harausta suositeltavaa. Multavilla ja hikevillä mailla haraustarve voi olla suurempi kuin savilla. Kostean maan haraamista on vältettävä tiivistymisriskin takia. Samoin ei kannata harata, jos lähivuorokausina on odotettavissa sateita. Sade juurruttaa irronneet rikkakasvit jälleen ja houkuttelee haratussa maassa uusia rikansiemeniä itämään. Harauksen vaatima rivivälin kasvattaminen on riski sinänsä. Siinä menetetään osa viljojen kilpailukyvyistä rikkoja vastaan, jolloin torjunnan onnistuminen korostuu. Sadonalennuksen minimoimiseksi kannattaisi tutkia harauksen soveltuminen esim. 18 cm:n rivivälille.

KIRJALLISUUS

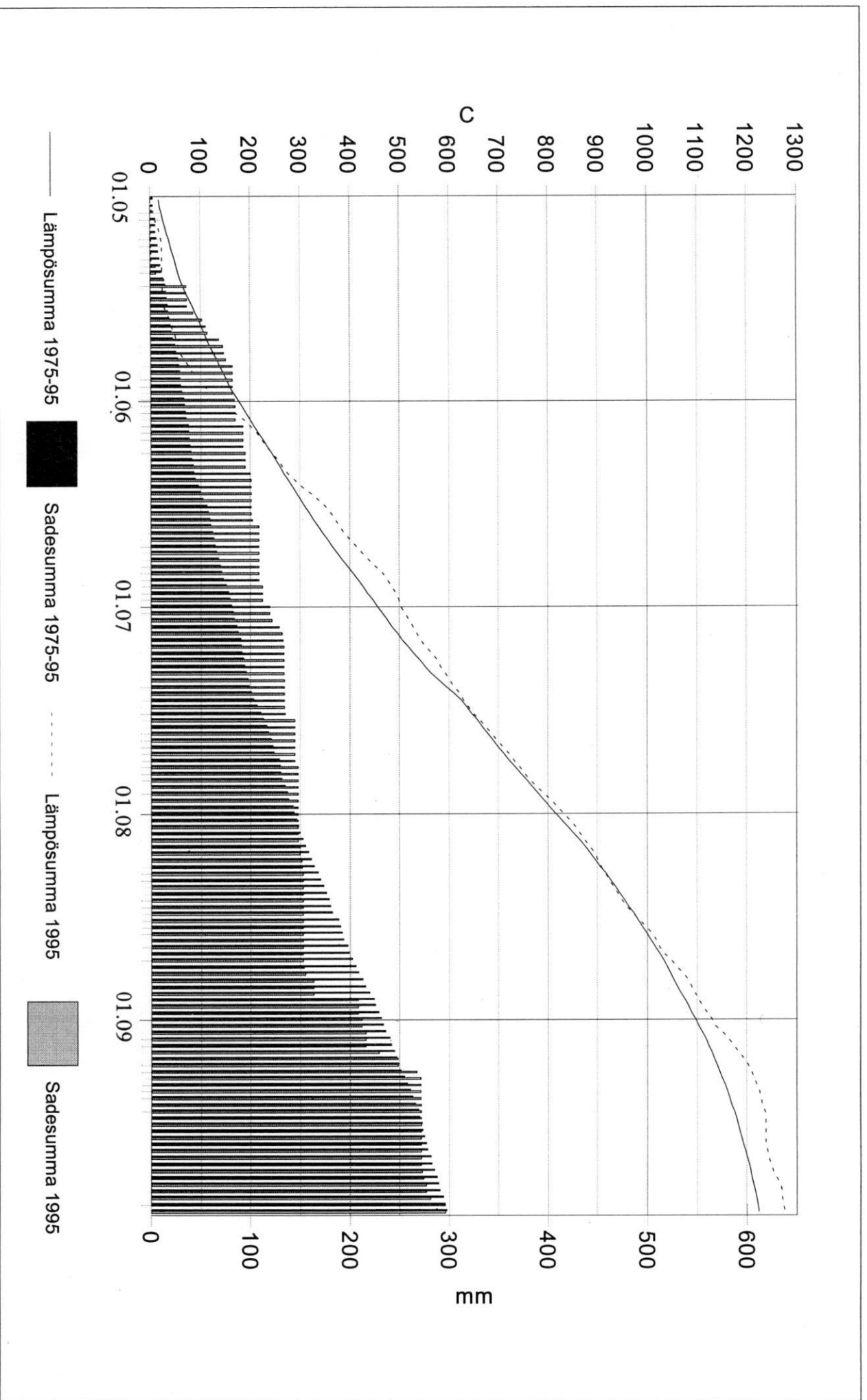
- ANDERSSON, L. 1989. Radhackning i stråsäd med olika radavstånd. Effekt på ogräs och patogena svampar. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtodlingslära. Seminarier och examensarbeten 835. Uppsala.
- ERVIÖ, L-R. & SALONEN, J. Changes in the weed population of spring cereals in Finland. *Ann. Agric. Fenn.* 26,3:201-226. Helsinki
- GUMMESSON, G. 1990. Resultat från en långliggande försöksserie med kemisk och icke kemisk ogräsbekämpning. 31. Svenska ogräskonferensen. Ogräs och ogräsbekämpning. *Rapporter*, 135-146.
- JOHANSSON, D. 1996. Radhackning vid olika radavstånd. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för markvetenskap. *Rapporter från jordbearbetningsavdelningen nr. 90*: 46-50. Uppsala.
- JUNNILA, S. 1988. Pienannosherbisidit kevätiljoilla. Maatalouden tutkimuskeskus. *Tiedote* 4/88. Jokiainen.
- LAINÉ, A. & KAILA, E. 1994. Kemikaalittoman rikkakasvintorjunnan menetelmät ja kustannukset. *Työtehoseuran maataloustiedote* 2/94 (439).
- LAINÉ, A. 1995. Säilörehun korjuukapasiteetin taloudellinen mitoitus. *Työtehoseuran maataloustiedote* 8/95 (460).
- MATTSSON, B. & NYLANDER, C. 1989. Radrensning - mekanisk ogräsbekämpning i växande kultur. *Undersökning av radrensningsutrustning 1988*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för lantbruksteknik. Uppsala.
- MATTSSON, B. & SANDSTRÖM, M. 1994. Icke-kemisk bekämpning i stråsäd och oljeväxter. Sveriges lantbruksuniversitet. *Aktuellt från lantbruksuniversitetet* 423. Uppsala.
- MELA, T. 1988. Luonnonmukainen peltoviljely Suomessa. Viljelymenetelmät, rikkakasvit, peltojen viljavuus, sadot ja sadon laatu. Helsingin yliopiston Kasvinviljelytieteen laitos. *Julkaisuja n:o 16*. Helsinki.
- RASMUSSEN, J. 1989. Forsøg med ukrudtsharvning och radrensning i korn. *Nordic Plant Protection Conference 1989: Section of Botany, Zoology, Nematology, Virology, Weed and Chemistry*. 345-354. Helsingør (Denmark).

RYDBERG, T. 1995. Weed harrowing in growing cereals. Significance of time of treatment, driving speed, harrowing direction and harrowing depth. Dissertation. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtodlingslära. Uppsala.

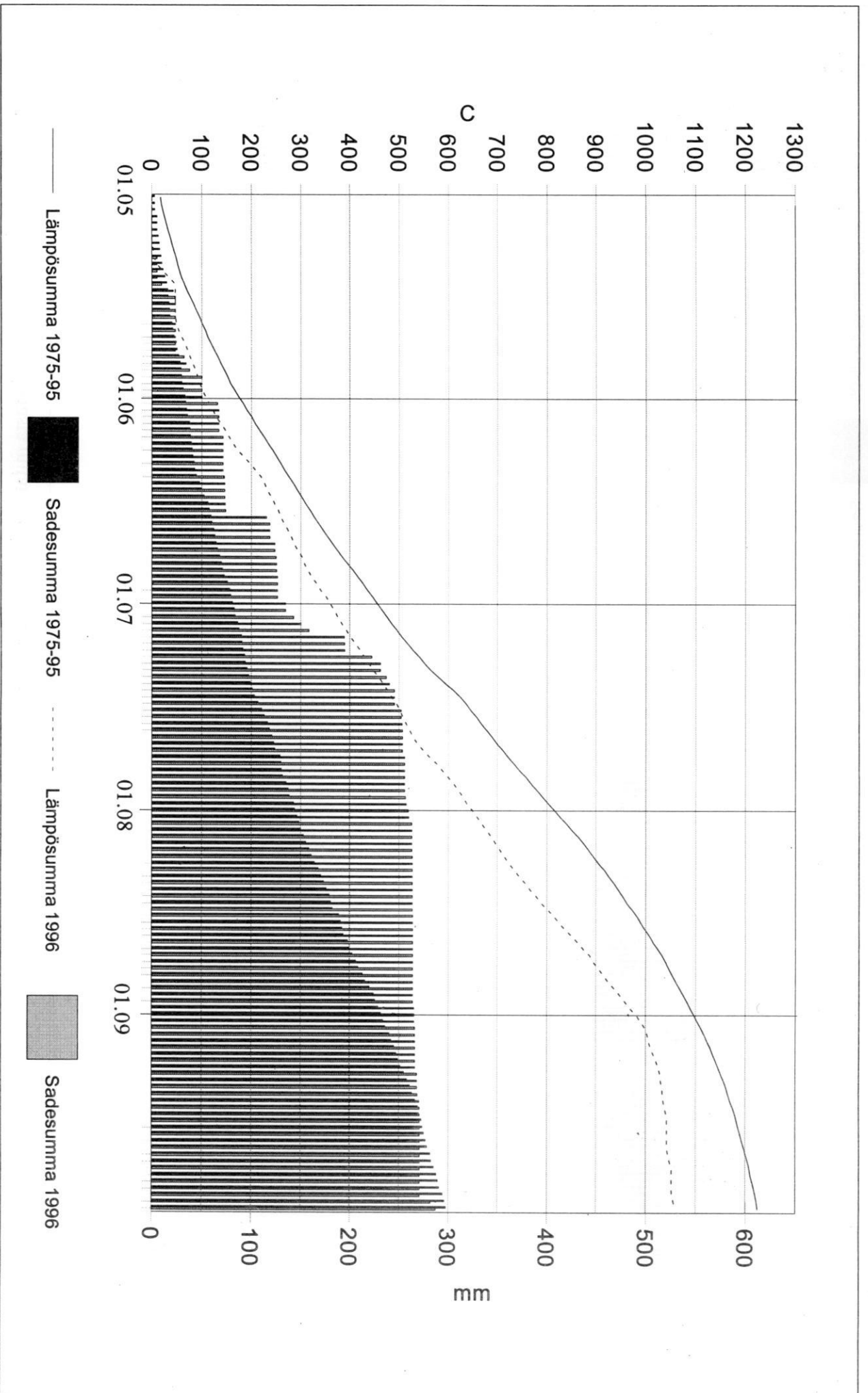
SIMOJOKI, P., MEHTO-HÄMÄLÄINEN, U., LAITINEN, V. & RÄKKÖLÄINEN, M. 1992. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 11/92. Jokioinen.

WIKANDER, G. 1988. Ogräsharvning. Harvningsdjupets betydelse för effekten på ogräs och gröda. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtodling. Seminarier och examensarbeten 813. Uppsala.

Liite 1. Lämpö- ja sadessumma kasvukauden alusta mitattuna Vihdin Maasojalla v. 1975-95.



Liite 2. Lämpö- ja sadessumma kasvukauden alusta mitattuna Vihdin Maasojalla v. 1975-96.



Lähteet: Ilmatieteen laitos, MTT/Vympäristöntutkimuslaitos

VAKOLAn tutkimusselostuksia

47. Lannoitteenlevityksen tasaisuus. 1987.
48. Jauhatuksen tilantarve ja pölyhaittojen vähentäminen. 1987.
49. Maatalouskoneiden tietokanta. 1988.
50. Lannanpoistolaitteiden toiminta ja kestävyys. 1988.
51. Pienten pihatoiden ilmanvaihdon erityisvaatimukset. 1988.
52. Tuotantorakennusten suunnittelu ja rakentaminen käytännössä. 1988.
53. Hellävarainen perunankorjuu. 1989.
54. Syyskyntöä korvaavien muokkausmenetelmien vaikutus kevätvehnän satoon 1975-1988. Pitkäaikaisen aurattoman viljelyn vaikutukset hie-susaven rakenteeseen ja viljavuuteen 1989.
55. Ei julkaisua.
56. Kosteiden pintojen kosteudentuotanto navetoissa. 1989.
57. Kylmäilmakuivurin mitoitus ja käyttö. 1990.
58. Leikkuupuimurin kulkukyky vaikeissa olosuhteissa. 1990.
59. Lietelantajärjestelmien toimivuus. 1990.
60. Heinän varastokuivaus. 1991.
61. Viljankuivauksen pölyhaitat. 1992.
62. Säilörehun siirto ja käsittely talvella. 1991.
63. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset. 1992.
64. Kiedotun pyöröpaalisäilörehun valmistustekniikka ja laatu. 1993.
65. Hellävarainen perunan kauppakunnostus. 1993.
66. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset II. 1993.
67. Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina. 1993.
68. Lannankäsittelyn taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen. 1994.
69. The effect of ground profile and plough gauge wheel on ploughing work with a mounted plough. 1994.
70. Järeän sahatavaran mekaaniset ominaisuudet. 1995.
71. Varattu
72. Lannan levitys kasvustoon 1996. Osa 1. Lietelannan sijoituslaitteen rakenteelliset vaatimukset suomalaisissa olosuhteissa.
73. Lannan levitys kasvustoon. 1996. Osa 2. Lietelannan levitysmahdollisuudet kasvavaan viljanoraaseen.
74. Kylmäkasvattamoiden kuivikepohjien toimivat vaihtoehdot. 1996.
75. Konetöiden turvallisuuden ja tehokkuuden parantaminen. 1996.
76. Laboratorioiden työn ja työympäristön kehittäminen. 1996.

VAKOLAn rakennusratkaisuja

- 1/1994 Kylmä osakuivikepohjainen emolehmä-kasvattamo.
- 2/1995 Rehtijärven keinokosteikko.
- 3/1995 Puurakenteiset ruokinta-aidat ja parnerottimet.
- 4/1996 Perustamistapojen hintavertailu.

VAKOLAn tiedotteita

- 45 S/89 Rundbalsensilering
- 46/90 Kevytsora lietesäiliön katteena
- 47/90 Lietelannan kompostointi
- 48/90 Turvallinen ja nopea työkoneiden kytkentä
- 49/91 Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina
- 50/91 Pölyn ja roskien talteenotto lämminilmakuivaa-mossa
- 51/92 Viherkesannon perustaminen ja hoito
- 52/92 Kaasut ja pöly eläinsuojien ilmanvaihdossa
- 53/93 Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus
- 54/93 Maaseudun koerakentamisen ohjelmointi
- 55/93 Pyöröpaalisäilörehun korjuu, varastointi ja laatu
- 56/93 Maaseuturakentamisen ideakilpailu
- 57/93 Syyskylvöjen varmentaminen
- 58/93 Maatilan ja maatilamatkailun jätetuolto
- 59/93 Maatilamyymälätoiminta vanhassa maatilan asuin-rakennuksessa
- 60/93 Tyhjien maatilarakennusten uusi käyttö
- 61/94 Lietelannan varastointi ja levitys
- 62/94 Tuotantorakennusten alapohjia ja piha-alueiden päällysrakenteita
- 63/94 Turvallinen puunpilkonta
- 64/94 Itkupinta-tuloilmalaitteen vaikutus eläinsuojassa
- 65/94 Oksainen hake pienpolttimissa
- 66/94 Pako- ja savukaasujen analysointi
- 67/94 Käyttökokemuksia jyräkylvölannoittimista
- 67S/94 Bruksfarenheter av vältkombisämaskiner
- 68/94 Käsikäyttöisten liekittimien käyttöominaisuuksia
- 69/95 Renkaiden vaikutus traktorin vetokykyyn ja maan tiivistymiseen
- 70/95 Hakkeen kuivaus imuilmalla
- 71/95 Klapi-kattiloiden käyttöominaisuudet
- 72/96 EPS-rakeet ja EPS-rouhe sikalan lietesäiliön katteena
- 73/96 Kevytsaviharkkojen kuivuminen ja lujuus
- 74/97 Rikkakasvien torjunta viljoista riviväliharauksella

