

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
TIEDOTE **11/92**

**PAAVO SIMOJOKI, ULLA MEHTO-HÄMÄLÄINEN,
VESA LAITINEN ja MAURI RÄKKÖLÄINEN**

Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
TIEDOTE 11/92

PAAVO SIMOJOKI, ULLA MEHTO-HÄMÄLÄINEN*,
VESA LAITINEN** ja MAURI RÄKKÖLÄINEN

Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä

Maatalouden tutkimuskeskus
Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasema
Juntula
41340 LAUKAA
Puh. (941) 633 740

*Keski-Suomen maaseutupiiri

**Keski-Suomen maaseutukeskus

Jokioinen 1992
ISSN 0359-7652

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	1
1. JOHDANTO	2
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	3
2.1. Tutkimusmenetelmät ja koepaikat	3
2.1.1. Kevätviljat	3
2.1.2. Muut koekasvit	8
2.2. Kokeiden perustaminen ja koekäsittelyt	9
2.2.1. Kevätviljat	10
2.2.2. Muut koekasvit	11
2.3. Sadonmääritys ja havainnot	13
2.3.1. Kevätviljat	13
2.3.2. Muut koekasvit	14
2.4. Tulosten tilastollinen käsittely	14
2.5. Sääolot	14
3. TUTKIMUSTULOKSET	16
3.1. Myöhäistetty kylvö	16
3.2. Kylvösiemenmäärä	16
3.3. Orasäestys	21
3.4. Yhteisvaikutukset	25
3.5. Poltto	25
4. TULOSTEN TARKASTELO	28
5. YHTEENVETO	34
KIRJALLISUUS	36

TIIVISTELMÄ

Mekaanisen rikkatorjunnan koesarjassa, joka järjestettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen Keski-Suomen tutkimusasemalla todettiin, että ohran ja kauran kylvön myöhentäminen vähensi rikkaruohoja hiesumaalla 28 % ja hietamaalla 18 %. Samalla jyväsato kuitenkin aleni hiesulla 22 % ja hiedalla 13 %. Normaalikylvösiemenmäärän lisääminen 50 %:lla vähensi rikkoja 17 % ja lisäsi jyväsatoa 4 %. Aineistosta on laskettavissa, että kaksi lisäorasta tukahdutti yhden rikan. Orasäestys vähensi rikkoja noin kolmanneksen ja lisäsi jyväsatoa hiesumaalla 16 %. Hietamaalla sato pieneni 3 %. Mainittujen kolmen menetelmän yhdistämisellä päästiin hiesumaalla parhaassa tapauksessa 62 %:n ja hietamaalla 38 %:n torjuntatehoon. Yhdistelmän osana erityisen hyödyllinen oli kylvön tihentäminen. Terminen tuhoaminen vähensi rikoista 20-30 %. Tämä edellytti, että IP-säteilijän ja liekittimen ajonopeus oli hidas, 0,3-0,4 km/h. Polttomenetelmät vaativat vielä laitekehittelyä. Myöhennetty kylvö oli tässä koesarjassa taloudellisesti kannattamaton menetelmä. Orasäestys antoi alle puolet ja tihennetty kylvö (normaalsiemenmäärä + 50 %) viidesosan herbisidikäsittelyn antamasta suhteellisesta ylijäämästä (noin 500 mk/ha).

1. JOHDANTO

Suomessa on jo useiden vuosien ajan ollut havaittavissa lisääntyvää kiinnostusta pehmeällä tekniikalla tuotettuun ravintoon. Tämä on johtunut osaksi todetuista, osaksi kuvitelluista laatueroista. Joka tapauksessa monille viljelijöille on tarjolla mahdollisuus erikoistua viljelemään ilman "myrkkijä". Puhutaan ns. luomuviljelystä. Osa puhdasoppisimmista viljelijöistä on siirtynyt tällaiseen viljelyyn pelkästään ideologisista syistä. Viljely ilman kemiallista rikkakasvitorjuntaa on yksi pehmeän tekniikan keskeisiä osia.

Maatalouden tutkimuskeskuksessa yli kymmenen vuotta sitten aloitettu tutkimus "Mahdollisuudet ulkomaisista energiapanoksista riippumattomaan omavaraiseen elintarviketuotantoon" käyttää pitkäaikaisessa kiertokokeessaan pääasiassa pehmeää tekniikkaa. Tutkimukseen sisältyvät oheistutkimukset liittyvät tähän myös suurelta osin. Yksi oleellinen ero tehoviljelyyn eli nykyiseen normaaliviljelyyn on rikkaruohojen torjunta ilman herbisidejä. Oheistutkimus "Rikkaruohojen mekaaninen torjunta" onkin jatkunut jo pitkään Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla. Sen tuloksista on tehty kaksi pro gradu -tutkielmaa, tuloksia on julkaistu neuvonnallisissa kirjoituksissa ja käytetty esitelmämateriaalina. Pro gradu -tutkielmat ovat Ulla Mehdon v. 1985 tekemä "Viljojen rikkatorjunta ilman herbisidejä" ja Vesa Laitisen v. 1989 tekemä "Rikkakasvien torjunta polttamalla". Ulla Mehdon tutkielman kirjallisuusosa on julkaistu MTTK:n tiedotteena 26/85.

Käsillä olevaan tiedotteeseen on koottu tähänastinen tulosmateriaali. Oli jo korkea aika tehdä se, koska tutkimuksen aloittamisesta tulee 1992 kuluneeksi kymmenen vuotta. Julkaiseminen ei merkitse sitä, että aihe olisi tullut kokonaan tutkituksi. Aihepiiri on laaja ja tutkittavaa riittää. MTTK:ssa on v. 1991 aloitettu uusi laajahko yhteistutkimus "Kemikaaliton rikkakasvien torjunta". Sitä johtaa professori Leila-Riitta Erviö. Siihen liittyen on jo ilmestynyt MTTK:n tiedotteena Petri Vanhalan keräämä kirjallisuuskatsaus "Rikkakasvien fysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana". Koska aiheeseen liittyvä kirjallisuus ja siis mekaanisen rikkaruohon torjunnan tausta ovat tulleet näin perusteellisesti vastikään julkaistuksi, aikaisempiin tutkimuksiin ja niistä saatuihin tuloksiin tai torjunnan teoriaan ei tässä yhteydessä tarvitse laajalti kajota.

Esitän parhaat kiitokseni Keski-Suomen tutkimusaseman henkilökunnalle tämän työlään ja tarkkuutta vaatineen tutkimuksen läpiviemisestä. Työ jatkuu uuden yhteistutkimuksen puitteissa. Erityisen kiitoksen esitän Ulla Mehdolle ja Vesa Laitiselle korkealaatuisista tutkimuksista sekä Mauri Räcköläiselle, joka on auttanut tulosten kokoamisessa, laskenut merkitsevyydet ja kirjoittanut selostuksen puhtaaksi.

Laukaassa 10.3.1992

Paavo Simojoki

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Tutkimusmenetelmät ja koepaikat

2.1.1. Kevätviljat

Keski-Suomen tutkimusasemalla, nykyiseltä nimeltään Laukaan tutkimus- ja valio-taimiasema, tutkittiin vuosina 1982-1991 kevätiljojen mekaanista rikkaruohontorjuntaa. Vuosina 1982-1984 järjestettiin kenttäkokeita, joissa tutkittiin kylvöajan, rikkaruohoäestysten ja kylvötiheyden vaikutusta kevätiljojen rikkaruohoisuuteen. Vuonna 1985 osaruutujäsenenä oli lisäksi IP-säteilytys ja herbisidiruiskutus. Vuosina 1986-1988 kokeiltiin erilaisia rikkaruohoäestysten, säteilytyksen ja kylvösiemenmäärien yhdistelmiä. Tutkimuksen viimeisinä vuosina 1989-1991 oli suuriruutuisia kokeita, jotka perustettiin talousviljelyksille kevätiljan orastumisen jälkeen. Kokeissa oli 3-4 kerrannetta.

Koemallina tutkimuksen alkuvuosina 1982-1984 käytettiin osaosaruutumenetelmää. Varioivat tekijät ja niiden tasot olivat seuraavat:

Pääruudut: Kylvöaika 1 aikainen 2 myöhäinen

Osaruudut: Rikkaruohoäestys 1 ei äestystä 2 äestetty

Osaosaruudut: Kylvötiheys 1 300 kpl/m² itäviä siemeniä
 2 600 kpl/m² itäviä siemeniä
 3 900 kpl/m² itäviä siemeniä

Kokeita oli kunakin vuonna kolme, yksi kauralla ja kaksi ohralla.

Myös vuoden 1985 kokeet olivat osaosaruutumenetelmän mukaisia. Varioivat tekijät ja niiden tasot olivat seuraavat:

Pääruudut: Kylvöaika 1 aikainen 2 myöhäinen

Osaruidut: Käsittely 1 käsittelemätön 2 rikkaruohoäestys
3 IP-säteilytys 4 herbisidiruiskutus

Osaosaruudut: Kylvötiheys 1 300 kpl/m² itäviä siemeniä
2 600 kpl/m² itäviä siemeniä
3 900 kpl/m² itäviä siemeniä

Kokeita oli kaksi, toinen ohralla ja toinen kauralla.

Vuosina 1986 ja 1987 oli monia erilaisia kokeita. Osaosaruutumenetelmän mukaan järjestettiin ohralla koe, jonka tekijät ja tasot olivat seuraavat:

Pääruudut: Riviväli 1 12,5 cm
2 25,0 cm

Osaruidut: Käsittelyt 1 käsittelemätön
2 rikkaruohoäestys
3 P-säteilytys
4 herbisidiruiskutus

Osaosaruudut: Kylvösiemenmäärä 1 500 kpl/m²
2 750 kpl/m²

Osaruutumenetelmän mukaan järjestettiin koe, jonka tekijät ja tasot olivat seuraavat:

Pääruudut: Kylvösiemenmäärä 1 500 kpl/m²
2 750 kpl/m²

Osaruudut: Käsittelyt

1	käsittelemätön	
2	herbisidiruiskutus	
3	rikkaruohoäestys	2-lehtiasteella
4	”	3-lehtiasteella
5	”	4-lehtiasteella
6	”	5-lehtiasteella
7	”	2- + 5-lehtiasteella

Vuoden 1986 kokeessa koekasvina oli ohra. Vuonna 1987 kokeita oli kaksi toinen ohralla ja toinen kauralla.

Vuosina 1986 ja 1987 järjestettiin koe, jossa tekijät olivat seuraavat:

1	Käsittelemätön
2	Herbisidiruiskutus
3	Poltonopeus: 1 500 m/h 2 1000 m/h
4	Polttoajankohta: 1 2-lehtiaste 2 3-lehtiaste 3 4-lehtiaste 5 5-lehtiaste

Koekasvina oli ohra. Polttolaite oli IP-säteilijä.

Vuonna 1987 oli myös satunnaistetut lohkot -menetelmän mukainen koe, jossa tekijät olivat seuraavat:

1	kylvö	20.5.	ei käsittelyjä
2	kylvö	20.5.	poltto oraan ollessa piikillä
3	kylvö	20.5.	herbisidiruiskutus 2-3 -lehtiasteella
4	kylvö	27.5.	kevyt äestys
5	kylvö	27.5.	poltto oraan ollessa piikillä
6	kylvö	27.5.	herbisidiruiskutus 2-3 -lehtiasteella
7	kylvö	2.6.	kevyt äestys
8	kylvö	2.6.	poltto oraan ollessa piikillä
9	kylvö	2.6.	herbisidiruiskutus 2-3 -lehtiasteella

Koekasvina oli kaura. Polttolaite oli IP-säteilijä.

Vuonna 1988 järjestettiin kaksi koetta satunnaistetut lohkot -menetelmän mukaan. Ohrakokeessa tutkittiin polttonopeuden vaikutusta rikkakasvien tuhoutumiseen sekä sopivaa käsittelyajan kohtaa. Poltto suoritettiin rikkojen ollessa pieniä (alle 5 cm) tai rikkojen myöhemmällä kehitysasteella (keskipituus 10 cm).

Koejäsenet olivat:	a	Ei käsittelyä
	b	Polttonopeus 0,25 km/h
	c	Polttonopeus 0,50 Km/h
	d	Polttonopeus 1,0 km/h
	e	Polttonopeus 2,0 km/h

Kauran koeohjelma oli seuraava:

- a Kylvö heti muokkauksen jälkeen, ei käsittelyä
- b Kylvö heti muokkauksen jälkeen, poltto 7 pv kun oras piikillä
- c Kylvö heti muokkauksen jälkeen, herbisidi 3-4-lehtiasteella
- d Kylvö 7 pv muokkauksesta, kevyt äestys ennen kylvöä
- e Kylvö 7 pv muokkauksesta, poltto ennen kylvöä
- f Kylvö 7 pv muokkauksesta, kevyt äestys ennen kylvöä, herbisidiruiskutus 3-4 -lehtiasteella
- g Kylvö 14 pv muokkauksesta, kevyt äestys ennen kylvöä
- h Kylvö 14 pv muokkauksesta, poltto ennen kylvöä
- i Kylvö 14 pv muokkauksesta, kevyt äestys ennen kylvöä, herbisidiruiskutus 3-4 -lehtiasteella

Tutkimuksen viimeisinä vuosina 1989-91 kokeita yksinkertaistettiin. Samalla ruutukokoa suurennettiin selvästi. Leveiden rikkaruohoäkeiden ominaisuudet pääsivät täten paremmin esille. Myös ajonopeus saatiin sopivammaksi. Kokeet perustettiin talousviljelyksille kevätiljan orastamisen jälkeen. Äestykset tehtiin kylvöriivien suuntaisesti. Ruutukoko oli 6×30 m. Kerranteina olivat isojen ruutujen kolmannekset. Vuonna 1991 järjestettiin myös satunnaistetut lohkot -menetelmän mukainen koe, jonka koejäsenet olivat samat kuin suurruutukokeissa. Koejäsenet näissä kokeissa olivat:

- Käsittelyt: 1 käsitlemätön
 2 verkkoäestys
 3 jousiäestys
 4 herbisidiruiskutus
 5 jousiäestys kahteen kertaan

Kokeista kolme oli liejumaalla koekasvina kaura. Kaksi kokeista oli hiesulla koekasvina ohra.

Suurin osa kokeista, ohrakokeet hiesulla ja liejumaan kaurakokeet, sijaitsi Laukaan tutkimus- ja valiotaimiaseman pelloilla Vuonteella. Vuosien 1982-85 kaurakokeet olivat yksityisen viljelijän tilalla Konnevedellä. Maalajina siellä oli karkea hieta.

Taulukko 1. Koealueiden keskimääräiset viljavuusluvut.

Kokeet	pH	Ca mg/l	K mg/l	P mg/l	Mg mg/l
1982-85 Hiesu	6,2	1290	70	16,0	190
1982-85 Karkea hieta	5,5	390	95	14,8	20
1986-91 Hiesu	6,1	1380	77	15,7	167
1986-91 Lieju	5,5	1018	88	8,2	88

Ennen vuoden 1982 kokeiden perustamista hiesumaa oli ollut useita vuosia kesantona. Hiesu-
maan kokeissa v. 1985 esikasvina oli raiheinä ja vuoden 1987 kokeessa ruis. Muina vuosina ko-
keiden esikasveina oli ohra tai kaura.

2.1.2. Muut koekasvit

Käsillä olevaan tutkimukseen kuului alustava selvitys polttamalla tapahtuvasta rikkaruohontor-
junnasta. Edellä luetelluista viljakokeista muutamissa oli jäsenenä IP-säteilytys. Koekasveina
muissa polttokokeissa olivat v. 1988 nauris, sipuli ja sokerijuurikas sekä 1989-91 porkkana.

Nauris-, sipuli- ja sokerijuurikaskokeissa käytettiin satunnaistettujen loh-kojen menetelmää. Koe-
käsittelyt olivat seuraavat:

- a Ei käsittelyä
- b 1 poltto IP-säteilijällä
- c 2 polttoa IP-säteilijällä
- d 2 polttoa IP-säteilijällä, lisäksi riville jääneet rikat pois kitkemällä
- e Herbisidikäsittely

Porkkanakokeet järjestettiin osaruutumenetelmällä. Polttotapa selostetaan kohdassa 2.2.2. Koejäsenet olivat:

Pääruudut: Poltto A Ei polttoa ennen taimettumista
B Poltto ennen taimettumista

Osaruudut: Käsittely

1	Ei käsittelyä
2	Herbisidikäsitteily
3	Poltto 3 pv taimettumisen jälkeen
4	Poltto 2 viikkoa taimettumisen jälkeen
5	Käsittelyt 3 + 4

Nauriin esikasvina oli ohra. Maalaji oli hiesua ja sen keskimääräiset viljavuusluvut olivat: pH 5,75, johtoluku 0,86, Ca 996 mg/l, K 110 mg/l, Mg 191 mg/l ja P 7,5 mg/l.

Sipulin esikasvina oli syysvehnä ja maalajina oli hieno hieta. Sipulimaan keskimääräiset viljavuustiedot olivat: pH 6,70, johtoluku 0,68, Ca 1917 mg/l, K 139 mg/l, Mg 136 mg/l ja P 117,0 mg/l.

Sokerijuurikaskoe sijaitsi aivan sipulikokeen vieressä, esikasvi ja maalaji olivat samat kuin sipulilla. Maan viljavuusluvuiksi saatiin: pH 6,65, johtoluku 0,83, Ca 1757 mg/l, K 164 mg/l, Mg 101 mg/l ja P 92,0 mg/l.

Porkkanakokeet olivat samalla paikalla molempina vuosina. Edeltävänä vuonna alue oli kesantona. Koepaikalle lisättiin turvetta maan rakenteen parantamiseksi. Viimeisen koevuoden jälkeen otetussa maanäytteessä viljavuustiedot olivat keskimäärin: pH 6,14, johtoluku 0,65, Ca 999 mg/l, K 125 mg/l, Mg 137 mg/l, P 20,3 mg/l.

2.2. Kokeiden perustaminen ja koekäsittelyt

Kaikki koealueet muokattiin keväällä normaalisti traktorivetoisella joustopiikkiäkeellä. Lannoitukset tehtiin ennen kylvöä tai sen yhteydessä. Kevätviljojen typpitaso vaihteli 70-85 N kg/ha välillä. Muut ravinteet annettiin viljavuusanalyysin perusteella. Yleisimmin käytettiin lannoitteenä normaali Y-lannosta 500 kg/ha (nykyisin typpirikas Y-lannos 3). Muiden koekasvien lannoitus selviää kunkin kokeen selostuksesta.

2.2.1. Kevätviljat

Vuosien 1982-84 kylvöissä käytettiin Oyjord-kylvökoneita. Ensimmäinen kylvö, josta tässä selostuksessa käytetään nimitystä aikainen, tehtiin heti muokkauksen ja lannoituksen jälkeen eli tavalliseen tapaan. Maa muokattiin uudelleen juuri ennen toista kylvöä, joka tehtiin 5-7 päivän kuluttua ensimmäisestä. Tätä kylvöä nimitetään myöhäistetyksi, vaikka yleensä varsinaisessa myöhäistetyssä kylvössä ensimmäisen ja kylvöä edeltävän muokkauksen väli on pitempi. Vuoden 1985 ja sen jälkeiset kylvöt tehtiin Wintersteiger-merkkisellä koekylvökoneella. Tutkimuksen ensimmäisten vuosien kylvöajat olivat:

	<u>Aikainen</u>	<u>Myöhäistetty</u>
Ohra -82	21.5.	27.5.
Kaura -82	20.5.	25.5.
Ohra -83	26.5.	-
Kaura -83	17.5.	23.5.
Ohra -84	23.5.	30.5.
Kaura -84	17.5.	24.5.
Ohra -85	30.5.	4.6.
Kaura -85	20.5.	27.5.

Vuonna 1983 hiesumaa pehmeni ja liettyi pahasti muokkauksen ja aikaisten kylvöjen jälkeisten sateiden vaikutuksesta. Pelloille ei päästy aikanaan, ja ohrien myöhäiset kylvöt jäivät tekemättä. Kylmänä kesänä 1987 kaurat eivät ehtineet tuleentua ja niistä korjattiin tuleentumaton kokonaisuus.

Alkuvuosien kokeissa käytetty kauralajike oli Puhti, loppuvuosina käytettiin Veliä. Pomo ja Otra olivat ohralajikkeina vuoteen 1984 asti ja sen jälkeen lajikkeeksi vaihtui Arra.

Vuosina 1982-85 pääruutujen koko oli 72 m², osaruutujen 36 m² ja osaosaruutujen 12 m². Korjattujen ruutujen alat olivat vastaavasti 66 m², 33 m² ja 11 m². Myöhempien vuosien korjuuruutujen koko oli 11 m². Suurruutukokeissa käsittelyruutu oli 6 m × 30 m ja korjuuruutu 1,5 m × 10 m. Riviväli oli useimmissa kokeissa 12,5 cm. Muutamassa kokeessa rivivälinä oli 25 cm, jotta IP-säteilijä sopisi kulkemaan riviväleissä.

Rikkaruohoäestyksiin käytettiin ensimmäisinä vuosina tutkimusaseman omatekoista äestä, jossa 1,5 m leveään kiinteään lautakehikkoon oli lyöty kolmen tuuman nauvoja. Naulojen päät tulivat noin neljä senttiä kehikkolautojen läpi. Äestä vedettäessä nämä raapivat pellon pintaa. Kevyen rakenteen vuoksi käytettiin yleensä lisäpainoina (noin 20 kg) äkeen päällä kiviä tai vedellä täytettyä muovikanisteria. Koeruudut äestettiin kylvörievien suuntaisesti viljan oraan ollessa 3-4 -lehtiasteella. Ohrien aikaiset kylvöt äestettiin 7.6. ja myöhäistetyt 14.6. sekä molemmat vielä 23.6. Kauran kylvöt äestettiin 4.6. ja 22.6. Äkeen kiinteä rakenne aiheutti jossain määrin vaikeuksia. Jos pellon pinnassa oli pieniä epätasaisuuksia ja painanteita, naulat eivät ylettäneet maahan asti. Tuloksen parantamiseksi äestä vedettiin yleensä kahteen kertaan ruudun päästä päähän.

Keväällä 1983 tutkimusasemalle hankittiin Kronos-verkkoäes, jota kokeiltiin ohrien rikkaruohoäestyksiin. Äkeessä oli metalliputkesta muotoiltu runko, johon oli kiinnitetty ketjusta tehty verkko. Verkossa oli toisella puolella noin 15 cm pitkiä suorja, ohuehkoja piikkejä ja toisella puolella samanlaisia, mutta vain noin 7 cm pitkiä piikkejä. Äes koostui kolmesta osasta ja täysin avattuna sen työleveys oli kuusi metriä. Ohrien äestyksiin käytettiin lyhyempiä piikkejä. Verkkoäkeen suuri koko aiheutti hankaluuksia ja koeruudut jouduttiin äestämään kohtisuoraan kylvörievihin nähden. Aikaiset ohrat äestettiin 14.6. kahteen kertaan. Äestetyt ruudut tulivat myös traktorilla tallatuiksi. Yhtäläisen vaikutuksen aikaansaamiseksi äestämättömät koejäsenet tallattiin vastaavalla tavalla. Vuonna 1985 ostettiin tutkimusasemalle Elosavo Oy:n valmistama rikkaruohontorjuntaan tarkoitettu äes. Äes on kevytrakenteinen ja siinä on hyvin pitkät (70 cm) piikit. Piikit sijaitsevat neljässä rivissä. Äkeessä on yhteensä 96 piikkiä. Äkeen työleveys on kolme metriä. Tutkimusmenetelmän selostuksessa siitä käytetään nimeä jousiäes. Tällaisten äkeitten tarkoituksenmukainen käyttö edellytti suuria ruutuja. Äkeitä kokeiltiin tutkimuksen loppuvuosina suurruutukokeissa. Käsittelynopeudet vaihtelivat 5-8 km/h välillä. Hiesumaalla oraat pysyivät maassa, mutta kevyemmillä mailla oraita irtoili melko paljon.

Poltto tehtiin IP-säteilijällä, josta kohdassa 2.2.2. tarkemmin. Herbisidinä käytettiin Actril S 2,5 l/ha.

2.2.2. Muut koekasvit

Naurislajike oli Petrowsky. Naurista lannoitettiin 800 kg/ha Puutarhan Y-lannos 2:lla. Herbisidillä käsiteltävälle koejäsenelle mullattiin maahan jyrsimen avulla maavaikutteinen herbisidi (Super Treflan 2 l/ha) ennen kylvöä. Nauriin kylvö tehtiin Planet-kylvökoneella. Tavoitteena oli saada noin 80 siementä rivimetrille, missä onnistuttiinkin hyvin. Riviväli oli 30 cm, rivin pituus ruudussa viisi metriä ja ruudussa neljä riviä. Kylvö tehtiin 17.6. Kasvusto harvennettiin 4.-5.7. Kasvustolle annettiin Roxion-ruiskutus (0,2-prosenttinen liuos) 7.7.

Myöhäinen kylvöajankohta osoittautui erittäin tehokkaaksi rikkojen torjuntakeinoksi, vaikka kokeessa ei ollutkaan tarkoitus tutkia sitä. Polttokäsittelyt tehtiin 18.7. Koska nauris oli jo kasvanut varsin kookkaaksi, oli ongelmana tehdä poltto vahingoittamatta nauriiden lehtiä. Koejäsenet c ja d poltettiin kaksi kertaa peräkkäin, koska myöhemmin kasvusto olisi ollut niin suurta, että käsittely olisi ollut mahdotonta. Koejäsenestä d poistettiin lisäksi riville jääneet rikkakasvit kitkemällä.

Kokeessa käytetyt sipulit olivat tavallisia kepasipuleita (Stuttgarter). Sipulin lannoitukseen käytettiin 1000 kg/ha puutarhan Y-lannos 1:ta. Ennen istuttamista sipuleille tehtiin Benlate-upotus (15 min, 0,2-prosenttinen liuos). Sipulit istutettiin 24.5. Rivivälinä oli 40 cm ja istukasvälinä 11 cm. Sipulirivin pituus ruudussa oli viisi metriä. Ruudussa oli kaksi riviä.

Noin viikon kuluttua istuttamisesta (3.6.) sipulit kasteltiin 0,2-prosenttisella Roxion-liuksella (0,5 l/rivimetri). Samana päivänä annettiin koejäsenelle e herbisidikäsittely (Lorox 2 kg/ha). Ensimmäinen polttokäsittely tehtiin 20.6. ja toinen 28.6. Lisäksi koejäsenestä d puhdistettiin rivien kohdat kitkemällä toisen polton yhteydessä.

Sokerijuurikkaan lannoitteena käytettiin normaali Y-lannosta 1200 kg/ha. Lajikkeena oli Salohill. Siemen oli peitattu Tiraami-Tachigarenilla taimi-polteen ehkäisemiseksi. Sokerijuurikas kylvettiin Mininibex-kylvökoneella siten, että siementen väliksi tuli 10 cm ja riviväliksi 40 cm. Rivin pituus ruudussa oli kahdeksan metriä ja ruudussa oli neljä riviä. Kylvö tehtiin 20.5. ja maajyrättiin tasaiseksi kylvön jälkeen. Koejäsen e sai herbisidikäsittelyn 13.6. Herbisidinä käytettiin Goltixia (5 kg/ha).

Vuoden 1988 kokeissa kaikki polttokäsittelyt tehtiin pienellä käsikäyttöisellä IP-säteilijällä. IP-yksikön edessä oli pyörä. IP-yksikön leveys oli 20 cm ja pituus 30 cm. IP-säteilijöitä markkinoivan Elosavo Oy:n mukaan laitteen kehittämä lämpötila on 800 °C. Laitteen kehittämää lämpötilaa tutkittiin Jyväskylän yliopiston kemian laitoksen krominikkelianturilla (DM-100, valmistaja Envik Oy) tehdyillä lämpötilan mittauksilla. Työntämällä mittausanturi aivan IP-yksikön kennon pohjaan saatiin lämpötilaksi 800 °C, lämpötila kennon pinnassa oli 350 °C. Maanpinnan tasolla oli mittarin osoittama lämpötila eri kulkunopeuksilla seuraava: 0 km/h 120 °C, 0,25 km/h 115 °C, 0,5 km/h 60 °C, 1,0 km/h 50 °C ja 2,0 km/h 50 °C.

Poltonopeutena nauris-, sipuli- ja sokerijuurikaskokeissa oli noin 0,5 km/h. Rikkakasvit poltettiin viimeistään niiden keskipituuden ollessa viisi senttiä.

Porkkanakokeessa käytettiin monen lajikkeen sekoitusta. Porkkana lannoitettiin 800 kg/ha puutarhan Y-lannos 2:lla. Kylvö tehtiin Mininibex-kylvökoneella. Siemenmäärä oli runsas. Riviväli oli 40 cm, rivin pituus 5 m. Ruudussa oli kaksi riviä. Koepaikka kalkkittiin ennen vuoden 1990 kylvöä. Vuonna 1990 koe kylvettiin 21.5. ja vuonna 1991 oli kylvöpäivä 30.5. Kasvustoja ei

ei harvennettu. Poltot tehtiin Elosavo Oy:n valmistamalla käsintyönnettävällä polttolaitteella. Laitteessa oli tukipyörä ja poltinkyksikkö, jossa viisi pientä suutinta. Laite oli melko tehokas. Polttoaineena oli nestekaasu. Kaasupulloa (3-5 kg) kannettiin raivaussahan valjaissa. Käsitte-lynopeus oli hidasta kävelyvauhtia noin 1 km/h.

Poltto ennen taimettumista tehtiin ensimmäisenä vuonna 4.6., mikä oli liian myöhään, koska käsittely vähensi porkkanan taimimäärää noin kolmannekseen kontrolliin verrattuna. Toisena koevuotena poltto ennen taimettumista tehtiin 14.6. ja se onnistui hyvin. Poltto kolme päivää taimettumisen jälkeen tehtiin ensimmäisenä koevuonna 12.6. ja toisena vuonna 20.6. Tuuli haittasi käsittelyä ensimmäisenä vuonna. Poltto kaksi viikkoa taimettumisen jälkeen tehtiin v. 1990 25.6. ja v. 1991 2.7. Rikkaruohot olivat siihen aikaan jo suuria ja poltossa oli ongelmia. Poltin sammui useaan otteeseen käsittelyn aikana. Herbisidiruiskutus (Gesagard-50 3 kg/ha) tehtiin v. -90 20.6. ja v. -91 24.6.

2.3. Sadonmääritys ja havainnot

2.3.1. Kevätviljat

Jyväsadot korjattiin vuosina 1982 ja 1983 Hege-koeruutupuimurilla ja vuodesta 1984 alkaen Wintersteiger-koeruutupuimurilla. Kuivaus tapahtui säkkikuivurissa. Tuloksissa jyväsadot ilmoitetaan 15 %:n kosteuteen muunnettuna. Rikkasadot määritettiin rikkojen lukumäärien laskennan yhteydessä. Heinäkuun lopun ja elokuun puolivälin välisenä aikana kerättiin rikkakasvit joka ruudulta kahdelta 0,25 m²:n alalta ja jaettiin kahdeksaan luokkaan: kuusi runsainta lajia tai sukua (2-sirkkaisia tai kortteita), muut kaksisirkkaiset ja rikkaheinät. Lajien runsaussuhteet määritettiin aluksi aikaisin kylvetyistä äestämättömistä koejäsenistä, joissa siemenmäärä oli 300 kpl/m², koska näissä oletettiin olevan eniten rikkoja. Tutkimuksen myöhempinä vuosina rikkaruoholuokat määritettiin koekohtaisesti. Suurruutukokeissa rikkaruohoisuus määritettiin ennen käsittelyjä laskemalla kultakin 6 × 30 metrin ruudulta 6 × 0,25 m² tai 8 × 0,0625 m² alalta kaikki rikkaruohot. Kunkin luokan rikkojen maanpäälliset osat punnittiin tuoreina ja 3-5 viikon kuluttua ilmakeivinä. Tuloksissa rikkasadoilla tai rikkojen painolla tarkoitetaan ilmakeivää satoa tai painoa.

Elokuussa kasvustoista tehtiin silmävaraisesti tiheys-, rehevyys-, lako- ja tuleentumishavaintoja. Jyväsadoista määritettiin koejäsenittäin tuhannen jyvän paino, hehtolitraino ja kauran kuori-prosentti.

2.3.2. Muut koekasvit

Rikkakasvinäytteet otettiin jokaisen kokeen jokaisesta ruudusta. Näyte otettiin koeruudun molemmista päistä $0,25 \text{ m}^2$:n alalta. Rikkakasvit jaettiin koekohtaisesti eri luokkiin ja niistä määrättiin kappalemäärä, tuorepaino ja ilmakuivapaino. Hyötykasveista määritettiin juuri- ja naattisadot, niiden kuiva-aineprosentit ja kappalemäärät.

2.4. Tulosten tilastollinen käsittely

Tulokset käsiteltiin Maatalouden tutkimuskeskuksen VAX/VMS-tietokoneen SAS-tilasto-ohjelmalla. Tilastolliset käsittelyt tehtiin jyväsadoista, rikkakasvien yhteismäärästä ja -painoista sekä eri rikkakasvilajien kappalemäärästä ja painoista. Aineistosta tehtiin varianssianalyysit ja laskettiin tasokeskiarvot. Rikkaruohojen määrissä oli erittäin suurta vaihtelua eri koepaikkojen ja eri vuosien välillä. Siksi laskuissa rikkaruohomäärästä, -painoista ja jyväsadoista käytettiin yleensä suhdelukuja. Ellei näin olisi tehty, kokeitten tuloksia yhdistettäessä keskiarvoihin olisi vaikuttanut liian määräävästi esimerkiksi vuosi, jolloin rikkoja oli 2000 kpl/m^2 ja merkityksettömäksi olisi jäänyt koe, jossa rikkoja oli esimerkiksi 100 kpl/m^2 .

F-arvojen luotettavuusasteet:

$P > 0,05$	< 95 %	n.s.(ei merkitsevä)
$P \leq 0,05$	95 - 99 %	* (merkitsevä)
$P \leq 0,01$	99 - 99,9 %	** (hyvin merkitsevä)
$P \leq 0,001$	> 99,9 %	*** (erittäin merkitsevä)

Jos varianssianalyysissä ilmeni merkitseviä eroja, tarkastelua jatkettiin Tukeyn testillä. Testin tulokset ilmoitetaan siten, että kullakin sarakkeella merkitsevästi toisistaan eroavat tulokset on merkitty eri kirjaimella.

2.5. Sääolot

Seuraavassa esitetään taulukkomuodossa kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärät Jyväskylän lentoasemalla Tikkakoskella.

Taulukko 2. Koevuosien keskilämpötila, °C, ja keskiarvolämpötila v. 1961-91 sekä koevuosien sademäärä, mm, ja keskimääräinen sademäärä v. 1961-91 Jyväskylän lentoasemalla.

Lämpötila, °C					
Vuosi	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu
1982	8,1	10,0	16,5	14,2	8,2
1983	10,6	13,4	16,6	13,5	10,1
1984	12,3	12,8	15,0	13,2	8,3
1985	7,7	13,3	15,3	14,8	8,4
1986	10,2	16,4	16,3	12,1	5,4
1987	7,0	12,7	14,2	10,5	7,2
1988	9,5	15,8	19,2	13,2	9,6
1989	9,9	15,6	15,8	13,4	9,8
1990	8,4	13,1	14,7	14,2	6,7
1991	6,0	12,5	16,5	15,0	7,8
1961- 1990	8,7	14,1	15,7	15,0	8,3
Sademäärä, mm					
Vuosi	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu
1982	47	41	22	107	41
1983	60	98	105	29	81
1984	24	48	95	30	85
1985	48	27	113	95	68
1986	60	14	103	134	71
1987	54	102	78	137	91
1988	79	91	51	106	71
1989	48	50	94	90	26
1990	36	29	137	138	44
1991	46	93	59	96	90
1961- 1990	40	56	78	91	67

3. TUTKIMUSTULOKSET

3.1. Myöhäistetty kylvö

Kylvön myöhäistäminen niukensi viljan versoutumista ja lisäsi hiukan lakoviljaa. Myöhäistetyn kylvön kasvuaika kylvöstä tuleentumiseen oli suunnilleen yhtä pitkä kuin normaaliaikaan kylvetyt viljan. Puintaikojen ero oli siten lähes sama kuin kylvöaikojen ero. Useimmissa kokeissa kylvön myöhäistäminen onnistui ilman haitallisia seuraamuksia kylvöalustan laadussa. Muokattu pelto ei yleensä kuivunut tai kastunut liikaa. Epäonnistuminen hiesulla v. 1983 oli kuitenkin muistutus tämän tekniikan riskeistä.

Normaalsiemenmäärällä kylvetyssä viljassa (taulukko 3) kylvön myöhäistäminen vähensi rikkojen lukumäärää hiesumaalla 28 % ja hietamaalla 18 % sekä rikkasatoa hiesulla 24 % ja hietamaalla 27 %. Jyväsato pieneni hiesulla 22 % ja hietamaalla 13 %. Jyvien kappale- tai tilavuuspainoon kylvön myöhäistäminen ei ainakaan selvästi vaikuttanut. Hiesumaan rikkaruohokokeiden tuloksista puuttuvat vuoden 1983 kaksi koetta. Niiden myöhennetyksi tarkoitettu kylvö jäi tekemättä kokonaan, koska runsaat sateet pilasivat valmiiksi muokatun pellon kylvön odotuspäivinä. Kylvön jääminen tekemättä äestetyt pellon liiallisen kastumisen takia oli toisaalta tulos ja opetus sinänsä.

Myöhennetty kylvö vähensi pihasaunion ja peltolemmikin suunnilleen puoleen (taulukko 4). Yhdessä kokeessa ne tuhoutuivat lähes kokonaan. Pillikkeen keskimäärin 19 %:n väheneminen myöhäistetyn kylvön takia oli myös merkitsevä. Jauhosavikkaan myöhäistys tehoi erityisen huonosti. Myöhäistetyn kylvön vaikutukset vaihtelivat suuresti puoleen ja toiseen. Varsinkin rikkasadot reagoivat kylvöaikaan ristiriitaisesti. Vain peltolemmikin sato pieneni merkitsevästi myöhäistyksen ansiosta. Jauhosavikan ja pillikkeen yksilöpainot suurenivat monissa kokeissa hyvin selvästi myöhäistyksen vaikutuksesta.

3.2. Kylvösiemenmäärä

Kylvösiemenmäärän vaikutuksia rikkaruohoisuuteen ja viljan satoon tutkittiin useissa monitekijäkokeissa. Niiden tuloksia esitetään taulukoissa 3 ja 5. Viljan kasvutiheys ja versoutuminen olivat tarkkailun kohteina vain alkuvuosina. Todettiin, että v. 1982 ohran tavoitellusta kasvutiheydestä jäätettiin parikymmentä prosenttia. Kauralla päästiin tavoiteltuun tiheyteen. Yleensä tarkkuuskylvökoneilla, joilla kokeet kylvettiin, haluttu kasvutiheys on saavutettu, jos orastuminen on onnistunut normaalisti. Kokeissa viljan versoutuminen jossakin määrin tasoitti kasvutiheyttä, sillä harvaan viljakasvustoon kehittyi yleensä runsaammin sivuversoja.

Taulukko 3. Kylvösiemenmäärän ja -ajan sekä orasäestyksen suhteellinen vaikutus rikkamäärään ja viljan jyväsatoon. Hiesulla (5 koetta) ja hietamaalla (4 koetta).

Kylvö- määrä kpl/m ²	Kylvö- aika	Oras- äestys	Rikkaruohot				Jyväsato kg/ha	
			kpl		g		hs	ht
			hs	ht	hs	ht	hs	ht
300	norm.	0	1042	234	128	75	2530	3190
300 sl	”	”	100	100	100	100	100	100
600	”	”	78	90	67	63	122	119
900	”	”	69	82	52	40	129	122
300	myöh.	0	742 75	80	85	83	82	81
600	”	”	56	74	51	46	95	104
900	”	”	47	53	47	23	111	113
300	norm.	äest.	771 74	76	89	77	123	96
600	”	”	54	55	51	47	142	115
900	”	”	47	46	45	23	159	124
300	myöh.	äest.	572 52	70	63	97	94	68
600	”	”	34	57	47	40	125	92
900	”	”	30	56	28	25	129	108
300	keskimäärin		100a	100a	100a	100a	100a	100a
600	”		75b	84b	64b	55b	121b	126b
900	”		64b	72b	51c	31c	132b	136b
normaali keskimäärin			100a	100a	100a	100a	100a	100a
myöhästetty keskimäärin			70b	87a	81a	90a	82a	83a
keskimäärin 0			100a	100a	100a	100a	100a	100a
keskimäärin äestetty			69b	75b	81b	88a	121b	94a

Yhteisvaikutuksista oli merkitsevä vain kylvöajan ja orasäestyksen yhteisvaikutus hietamaan rikkojen määrään. Normaaliin aikaan kylvetyn viljan orasäestys vähensi, myöhästetyn kylvön orasäestys ei vähentynyt rikkojen määrää. Sama pieni kirjain keskimääristä vaikutusta osoittavissa suhdelukuryhmissä osoittaa, että ero ei ole merkitsevä.

Taulukko 4. Kylvötiheyden, myöhästyksen kylvön ja orasäestysen vaikutus eri rikkakasvilajien lukumäärään ja painoon.

		Pillike	Jauho- savikka	Piha- saunio	Piha- tähtimö	Linnu kaali	Peltolem- mikki
<u>Kylvötiheys:</u>							
kpl - sl	300 kpl/m ²	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
"	600 "	91 b	75 a	76 b	75 b	98 a	74 b
"	900 "	80 b	74 a	57 c	65 b	94 a	69 b
"	600 "	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
"	900 "	88 a	99 a	75 a	87 b	96 a	93 a
g - sl	300 "	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
"	600 "	69 b	46 b	64 b	61 b	62 b	68 b
"	900 "	49 b	41 b	44 b	53 b	47 b	56 b
"	600 "	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
"	900 "	71 a	89 a	69 b	87 b	76 b	82 a
<u>Myöhäistetty kylvö:</u>							
kpl - sl	normaali	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
"	myöhäistetty	81 b	97 a	48 b	84 a	84 a	50 b
g - sl	normaali	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
"	myöhäistetty	136 b	174 a	47 a	80 b	85 a	43 a
<u>Orasäestys:</u>							
kpl - sl	äestämätön	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
"	myöhäistetty	91 a	46b	68b	87 a	75 b	71 b
g - sl	äestämätön	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
"	myöhäistetty	125 a	49 a	87 a	84 a	84 a	70 b

Myöhäistetty kylvö = maa äestetään, mutta kylvö tapahtuu vasta 5-7 päivän kuluttua, tällöin ensin kevyt äestys.

Sama pieni kirjain vaakasuorien viivojen rajoittamalla samalla sarakkeella olevassa vertailuryhmässä osoittaa, että ero ei ole merkitsevä. Varsinkin rikkojen painoilla vaihtelut suuret.

Lakoutumista ei kaurassa juuri esiintynyt. Ohra sen sijaan lakoutui useina vuosina. Otra-ohra oli v. 1984 täysin laossa koekäsittelyistä riippumatta. Yleensä kuitenkin voitiin todeta, että tiheät kylvökset lakoutuivat herkemmin kuin harvat. Esimerkkinä tästä mainittakoon Otra-ohra vuoden 1982 kokeesta. Kasvutiheyden suurentuessa 300 - 600 - 900 kpl/m² lakoutuminen paheni vastaavasti 15 - 27 - 41 %. Eroja todettiin myös tuleentumisessa. Tiheät kasvustot tuleentuivat yleensä 2-3 päivää aikaisemmin kuin harvat.

Normaaliin aikaan kylvetyn viljan kylvön tihentäminen 300:sta 600 kpl:seen/m² vähensi rikkaruohojen lukumäärää hiesulla seitsemässä kokeessa keskimäärin 22 %, hietamaalla neljässä kokeessa 10 %. Rikkojen ilmakeivo paino, rikkasato väheni vastaavasti 32 ja 37 %. Jyväsato puolestaan suureni 22 ja 19 %. Kylvön tihentäminen 300:sta 900 kpl:seen/m² vähensi rikkojen lukumäärää hiesumaalla 31 % ja hietamaalla 18 %. Rikkasato pieneni vastaavasti 48 % ja 60 %. Jyväsato suureni 29 % ja 22 %. Kylvön tihentäminen 600:sta 900 kpl:seen/m² vähensi rikkojen lukumäärää hiesumaalla 12 % ja hietamaalla 9 %. Rikkasadot vähenivät vastaavasti 22 % ja 37 %. Jyväsadot lisääntyivät 6 % ja 3 %.

Tämän aineiston perusteella kevätiljan kylvön tihentäminen 300 kpl:sta/m² kaksinkertaiseksi eli runsaaseen normaalimäärään vähensi rikkojen lukumäärää 10-20 %. Kylvön tihentäminen 600 kpl:sta/m² edelleen 50 %:lla eli 900 kpl:seen/m² vähensi rikkojen lukumäärää 10 % ja rikkasatoa 30 % sekä lisäsi jyväsatoa 5 %. Tiheässä ja harvassa viljassa kasvaneiden rikkojen yksilöpainoissa oli selvä ero. Tuuheassa kasvustossa rikat jäivät jopa 40 % pienemmiksi kuin harvassa. Jyväsadon jyvien tilavuuspaino ei reagoinut kasvutiheyteen. Jyvien kappalepaino sen sijaan oli sitä alhaisempi mitä tiheämpänä vilja oli kasvanut.

Kuudentoista eri kokeen tulokset osoittavat, että normaaliin siemenmäärään lisätty 50 % vähensi rikkaruohojen lukumäärää 17 % ja rikkasatoa 24 % (taulukko 5). Jyväsato suureni 4 %. Vertailut siemenmäärät näissä kokeissa olivat keskimäärin 562 ja 844 kpl/m². Rikkoja kokeissa oli kontrolliruuduilla keskimäärin 664 kpl/m² ja 66 g/m². Tihennetyllä kylvöllä aikaansaatu rikkojen lukumäärän vähennys oli 144 kpl/m². Tämä merkitsi sitä, että kutakin 100 lisäorasta kohden rikat vähenivät 51 kpl eli kaksi lisäorasta tukahdutti yhden rikan. Tihennetyn kylvön vaatima siemenlisä 113 kg/ha saatiin sadonlisänä (126 kg/ha) takaisin.

Rikkaruohoja, ilmakeivana, oli normaalilla siemenmäärällä kylvetyssä viljassa keskimäärin 660 kg/ha. Kylvön tihentäminen vähensi niitä 24 % eli 158 kg/ha. Tiheän kylvökseen aiheuttama jyväsadon lisäys jäi siis hiukan pienemmäksi kuin rikkasadon vähenemä. Tästä aineistosta ilmenee myös, että rikkaruohojen keskimääräinen yksilöpaino oli tiheässä kylvöksessä keskimäärin 10 % pienempi kuin normaalikylvöksessä.

Tihennetty kylvö vähensi selvimmin pihasaunion lukumäärää, parhaimmillaan teho saattoi olla yli 70 % (taulukko 4). Teho oli kohtalainen myös pihatähtimöön, peltolemmikkiin ja jauhosavikkaan. Kylvön tihentämisellä oli yllättävän vähän vaikutusta linnunkaalin ja pillikkeen lukumääriin. Kaikkien rikkaruohojen sato painoyksikköinä ja rikkojen koko pienenivät selvästi tihennetyn kylvön ansiosta. Vaikka tiheä kylvö ei tuhonnutkaan tehokkaasti linnunkaalia ja pillikettä, se pienensi näiden kokoa enemmän kuin muiden, parhaassa tapauksessa puoleen alkuperäisestä. Vähiten muuttui peltolemmikin koko.

Normaalikylvömäärään verrattuna tiheä kylvö (900 kpl/m²) pienensi merkitsevästi vain pihasaunion (25 %) ja pihatähtimön (13 %) lukumäärää. Pihasaunion sato pieneni 31 %, pihatähtimön 13 % ja linnunkaalin 24 %. Kylvön tihentäminen normaalitiheydestä pienensi muiden rikkaruoholajien paitsi pihatähtimön kokoa.

Taulukko 5. Orasäestyksen ja kylvösiemenmäärän vaikutus rikkojen määrään ja jyväsatoon, 16 vertailua.

		Rikat		Jyväsato
		kpl/m ²	g/m ²	kg/ha
Ei orasäestystä, norm.		664	66	3140
”	norm. sl	100	100	100
”	norm.+ 50 %	83	76	104
<u>Orasäestys:</u>				
”	norm.	72	83	104
”	norm.+ 50 %	58	60	112
<u>Keskimäärin:</u>				
	0	100	100	100
	äestetty	71	81	106
	normaali siemenmäärä	100	100	100
	” + 50%	82	74	106

Yhteisvaikutukset eivät ole merkitseviä.

3.3. Orasäestys

Oraiden rikkaruohoäestys ei yleensä harventanut hiesumaalla kasvanutta ohraa. Hietamaa oli sen verran pehmeämpi, että oraat jonkin verran irtoilivat äestettäessä. Äestetyssä kaurassa hietamaalla oli hiukan enemmän sivuversoja kuin äestämättömässä. Orasäestetty ohra lakoutui enemmän kuin äestämätön.

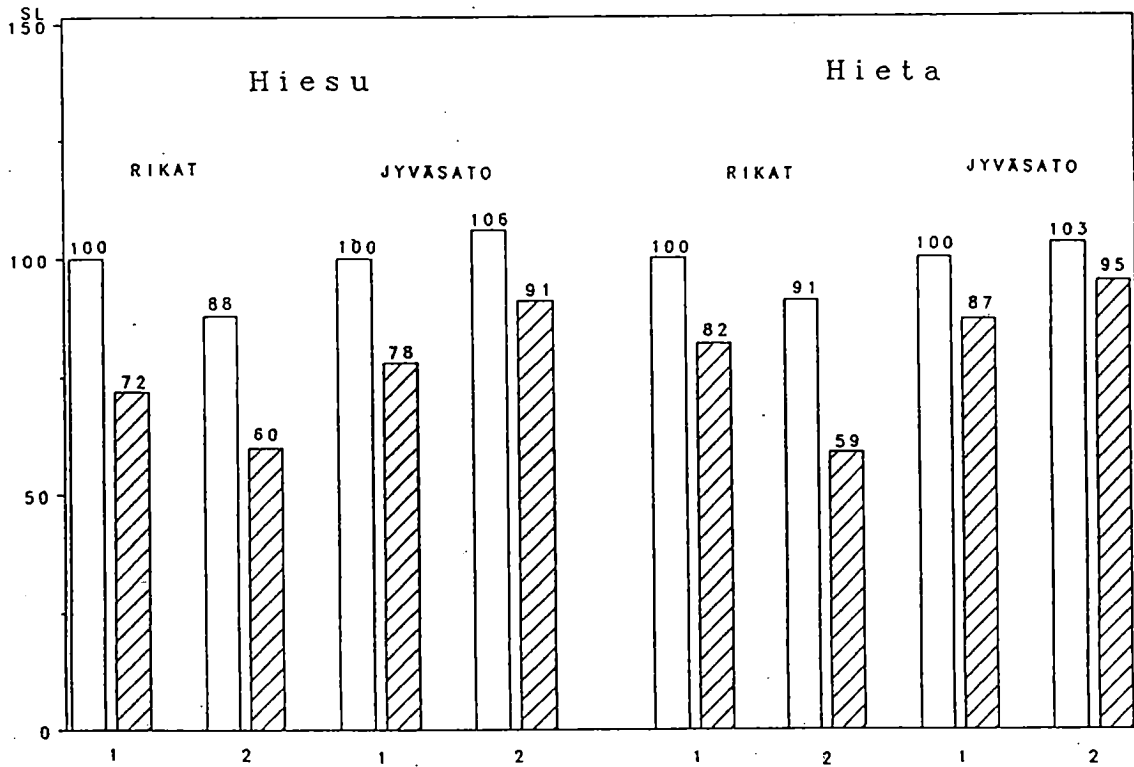
Normaalisiemenmäärällä normaaliaikaan kylvetyssä viljassa orasäestys vähensi rikkaruohojen lukumäärää hiesumaalla 31 % ja hietamaalla 39 %, rikkasatoa hiesulla 24 % ja hietamaalla 25 % sekä lisäsi hiesumaalla jyväsatoa 16 % (taulukko 3). Hietamaalla jyväsato aleni 3 %. Yhteensä kuudentoista kokeen keskitulokset hiesu- ja hietamaalta osoittavat orasäestyksen vähentäneen normaalitiheän viljan rikkojen lukumäärää 28 % ja rikkasatoa 17 % (taulukko 5). Orasäestyksestä eloon jääneet rikat kasvoivat väljentyneessä tilassa noin 15 % suuremmiksi kuin ilman äestystä kasvaneet.

Orasäestys lisäsi jyväsatoa keskimäärin 4 %. Hietamaalla rikat vähenivät, mutta siitä huolimatta jyväsato pieneni. Tämä johtui siitä, että äkeen piikit irtoittivat paitsi rikkoja myös oraita pahemmin kuin hiesulla. Hiesulla taas sadonlisäykseen vaikutti maan tiiviin pinnan kuohkeutuminen, eräinä vuosina myös kuorettuman rikkoutuminen. Orasäestyksellä ei ollut vaikutusta viljasadon jyvien kappale- tai tilavuuspainoon.

Äestämättömän ja orasäestetyksen viljan kaikki 79 parittaisvertailua sisältävät myös mahdollisia yhteisvaikutuksia (taulukko 6). Orasäestys vähensi rikkoja keskimäärin 25 kpl-% ja 13 paino-%. Jyväsato kohosi 7 %. Hiesun ja hietamaan orasäestyksen tehot eivät merkittävästi poikenneet toisistaan. Hietamaalla jyväsato hiukan aleni orasäestyksen seurauksena.

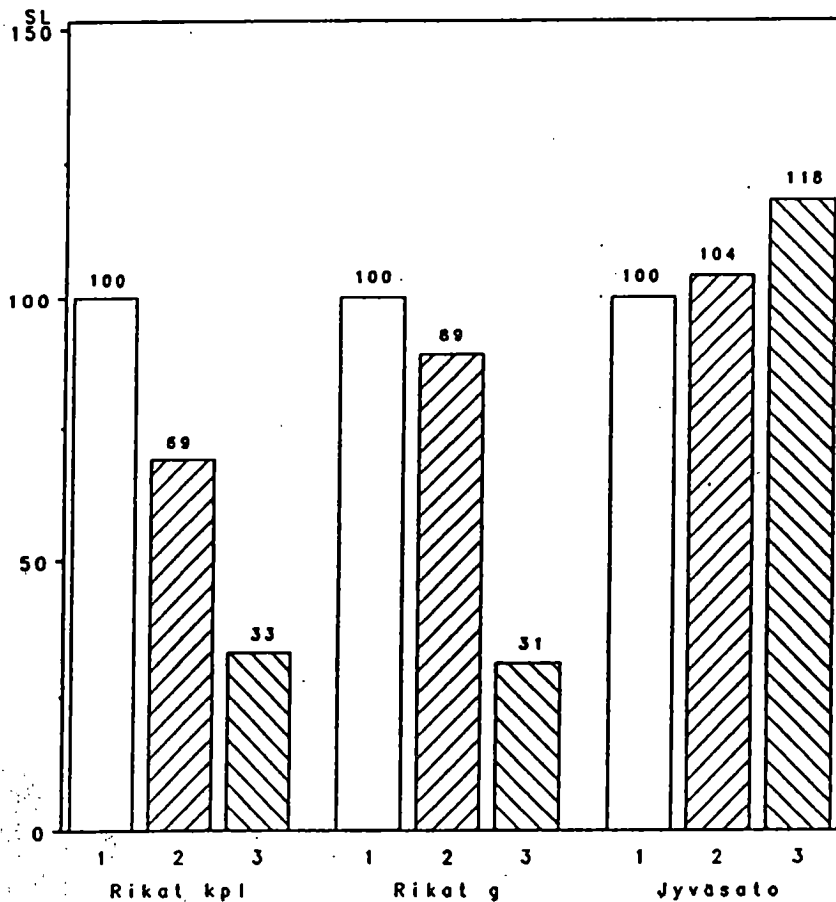
Taulukko 6. Orasäestyksen vaikutus rikkojen määrään ja jyväsatoon 0/äestetty -vertailut (si).

	Kokeittain/maalajeittain								
	Kaikki (79)			hiesu (15)			hietä (6)		
	kpl	g	sato	kpl	g	sato	kpl	g	sato
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
äestetty	75***	87***	107***	71***	81*	109**	69*	90	98



Kuva 1. Kevätviljojen myöhäistetyn kylvön ja kylvötiheyden vaikutus (suhdelukuna) rikkojen määrään ja jyväsatoon suhteessa normaalikylvöaikaan ja normaalitiheyteen.

1 = normaali kylvötiheys, 2 = normaali kylvötiheys + 50%; valkea pylväs = normaali kylvöaika, vinoviioitettu pylväs = myöhäistetty kylvö.

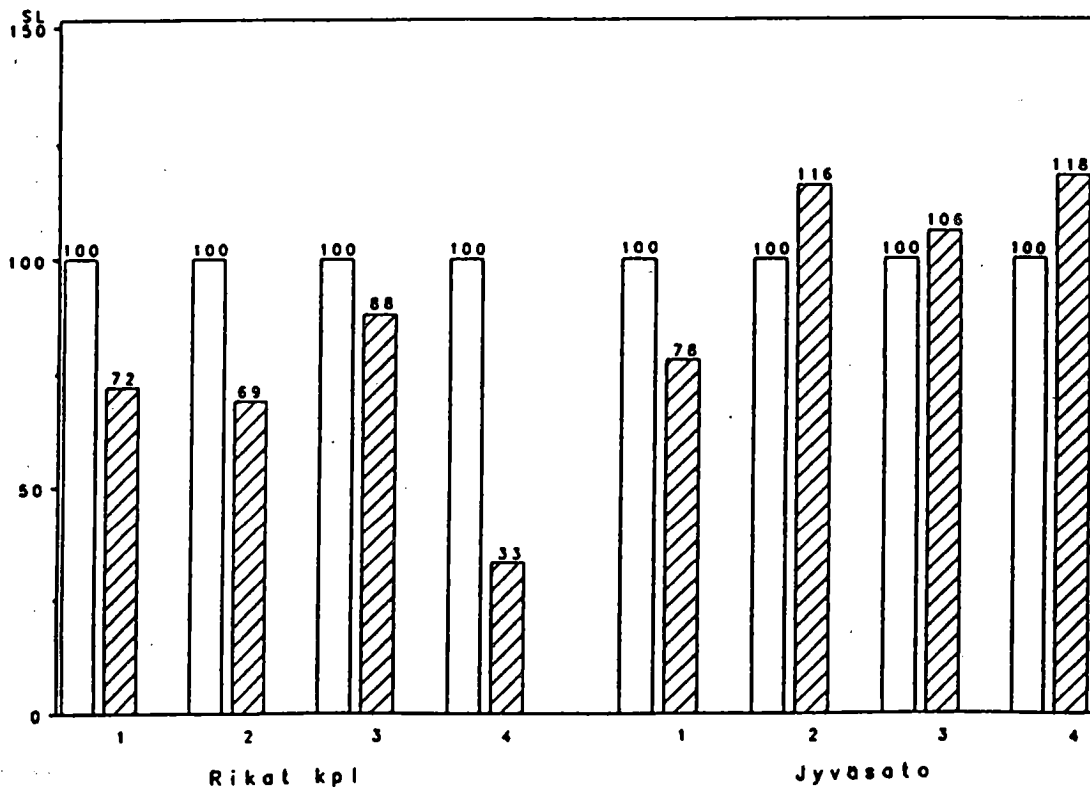


Kuva 2. Orasäestyksen ja herbisidikäsittelyn vertailu rikkaruohojen torjunnassa.

1 = Käsittelemätön
2 = orasäestetty
3 = herbisidi

Käytettävissä olevia äkeitä vertailtiin muutamissa kokeissa, vaikka verkkoäes oli jo aikaisemmin todettu liian järeäksi laitteeksi orasäestykseen. Äkeitten välille ei saatu merkitsevää eroa (taulukko 7). Rikkojen torjunnassa ne molemmat olivat merkitsevästi huonompia kuin herbisidikäsittely, joka oli omaa luokkaansa. Orasäestykset torjuivat rikoista yli puolet, herbisidikäsittely noin 80 %.

Eri kokeista poimien kertyi orasäestyksen ja herbisidikäsittelyn vaikutuksista kaikkiaan 31 vertailua (taulukko 8). Tässä aineistossa orasäestys vähensi rikkoja keskimäärin 31 %, herbisidi 67 %. Orasäestys pienensi rikkasatoa 11 %, herbisidi 69 %. Orasäestyksestä eloon jääneet rikat olivat yli 30 % kookkaampia kuin äestämättömän tai herbisidillä käsitellyn viljan rikat. Orasäestys lisäsi viljan jyväsatoa keskimäärin 4 %, herbisidikäsittely 18 %. Herbisidikäsittely lisäsi jyväsatoa kiloissa suunnilleen yhtä paljon kuin vähensi rikkasatoa, orasäestys 1,5-kertaisesti. Tästä voidaan päätellä, että koeolosuhteissa orasäestyksellä on ollut muitakin positiivisia vaikutuksia kuin rikkojen vähentäminen.



Kuva 3. Eri torjuntamenetelmien vaikutus rikkojen lukumäärään ja jyväsatoon hiesumaalla.

1 = myöhäistetty kylvö, 2 = orasäestys, 3 = tihennetty kylvö (normaali + 50 %), 4 = herbisidi; valkea pylväs = käsittelemätön, vinoviivoitettu pylväs = käsitelty.

Orasäestys ei merkittävästi vähentänyt pillikkeen ja pihatähtimön lukumäärää (taulukko 4). Selvästi paras teho (54 %) sillä oli jauhosavikkaan, melko hyvä myös pihasaunioon (32 %), peltolemmikkiin (32 %) ja linnunkaaliin (25 %). Orasäestyksen vaikutuksissa oli suuria eroja kokeiden välillä. Yhdessä kokeessa orasäestyksen teho esimerkiksi pihasaunioon saattoi olla 100 %, mutta jäädä toisessa kokeessa lähes ilman vaikutusta. On mahdollista, että orasäestyksen jälkeiset sääolot ratkaisivat tämän torjuntakeinon tehokkuuden. Sama pätee muidenkin rikkalajien tuhoutumiseen orasäestyksessä. Tasaisimmin tuhoutui jauhosavikka.

Eriyisen paljon vaihteli orasäestyksen vaikutus rikkasatoon. Äestys pienensi merkittävästi vain lemmikin satoa. Hyvin yleisesti rikkaruohot olivat kooltaan suurempia orasäestetyssä kuin äestämättömässä viljassa. Rikoilla oli tilaa kasvaa väljentyneessä kasvustossa. Eniten suurenivat pillike ja pihasaunio. Lemmikin ja tähtimön koko ei ollut äestetyssä suurempi kuin äestämättömässä.

Taulukko 7. Eri orasäkeitten teho rikkojen torjunnassa.

	Rikkojen runsaus		Jyväsato	
	kpl/m ²	sl	kg/ha	sl
käsittelemätön	576 a	100	4010 a	100
verkkoäes	277 b	48	4260 a	106
jousiäes	264 b	46	4240 a	106
jousiäes 2 ×	231 b	40	4290 a	107
herbisidi	110 c	19	4390 a	110

Taulukko 8. Orasäestyksen ja herbisidikäsittelyn vertailu rikkaruohojen torjunnassa.

Käsittely	Rikkojen määrä		Jyväsato
	kpl/m ²	g/m ²	kg/ha
Käsittelemätön	483	60	2710
käsittelemätön sl	100 a	100 a	100 a
orasäestys sl	69 b	89 a	104 a
herbisidi sl	33 c	31 b	118 b

3.4. Yhteisvaikutukset

Yksittäisistä rikkaruohojen mekaanisen torjunnan keinoista orasäestys vähensi rikkoja 35 %, myöhäistetty kylvö 23 % ja tihennetty kylvö (normaalitiheydestä) 17 %. Näiden kolmen torjuntakeinon yhtäaikaisen käytön pitäisi siis ylittää yhteisvaikutukseen, joka tietäisi tuhoutumista noin 3/4:lle rikkaruohoista. Monitekijäkokeiden tuloksista nähdään päästiinkö tähän (taulukko 3).

Jos lähtökohtana on normaaliaikaan tehty normaalitiheä kylvö ilman orasäestystä, myöhäistetty kylvö yhdessä tihennetyn kylvön ja orasäestyksen kanssa vähensi rikkojen lukumäärää hiesulla 62 % ja hietamaalla 38 %. Rikkaruohojen kokonaispaino väheni vastaavasti 58 ja 60 %. Jyväsaato lisääntyi hiesumaalla 6 % ja väheni hietamaalla 9 %. Hiesumaallakaan kolmen torjuntatavan yhdistelmällä ei siis päästy edellämäinittuun 3/4 -tehoon. Hiesulla kuitenkin kukin yhdistelmään otettu lisäkeino paransi torjuntatehoa. Hietamaalla sen sijaan kolmas tapa ei useinkaan enää parantanut sitä tehoa mihin kahdella tavalla oli jo päästy.

Lisätty siemenmäärä oli tarpeellinen yhdistelmän osa, koska se varmisti täystiheän kasvuston ja hyvän sadon. Se oli tämän takia hyödyllinen lisä sekä myöhennettyyn kylvöön että orasäestykseen, joilla kummallakin oli taipumus hiukan harventaa viljaa. Myöhennetyn kylvön ja orasäestyksen yhdistelmä pienensi hietamaalla jyväsaatoa pahoin. Siemenmäärää suurentamalla sato saatiin pysymään kohtalaisena.

Normaalisiemenmäärän lisääminen puolella ja tähän liitetty orasäestys vähensi rikkojen lukumäärää ja satoa noin 40 % (taulukko 5). Näillä kahdella keinolla ei ollut tässä aineistossa positiivista yhteisvaikutusta sillä yksittäisvaikutusten summa oli noin 45 %. Ne eivät merkitsevästi myöskään häirinneet toistensa vaikutuksia. Kylvön tihentäminen pienensi rikkojen keskimääräistä kokoa 9 %, orasäestys lisäsi 14 %. Yhdessä käytettyinä ne lisäsivät rikkojen kokoa 3 %.

3.5. Poltto

Rikkojen terminen tuhoaminen oli ja on vieläkin niin kehittelytyötä vaativa keino Suomessa, että sen kokeilua tämän tutkimuksen yhteydessä on pidettävä täysin alustavana. IP-säteilijä, jota kehitettiin kolmena vuonna eri kasveilla rikkojen torjuntaan, oli heikkotehoinen. Viljojen käsittelyssä jo lähtöasetelma oli teoreettinen. Näin työläs ja kallis torjuntakeino ei tule kysymykseen käytännön viljanviljelyssä. Viljan normaalia 12,5 cm:n riviväliä ei kannata polttaa. Alustavissa kokeissa viljat kylvettiin polttolaitteen työleveuden takia 25 cm:n riviväleihin.

IP-säteilijän tehoa eri kulkunopeuksilla kokeiltiin yhdessä kokeessa. Todettiin, että laite vaati hyvin hitaan kulkunopeuden. Nopeudella 250 metriä tunnissa rikkaruohoista kuoli 47 %, nopeudella 500 m/h 23 % ja nopeudella 1 km/h 6 %. Jos riviväli on 25 cm ja kulkunopeus 500 m/h, hehtaarin alueen käsittelyyn kertaalleen kuluu aikaa 80 tuntia. Yksi käsittely tuskin riittää.

Taulukko 9. IP-säteilijän vaikutus sipulin, sokerijuurikkaan ja nauriin rikkaruohoisuuteen ja satoon v. 1988.

	<u>Rikkaruohojen määrä (sl)</u>					
	Sipuli		Sokerijuurikas		Nauris	
	kpl	g	kpl	g	kpl	g
Käsitlemätön	100	100	100	100	100	100
IP-poltto	102	90	86	92	93	67
2 polttoa	77	82	67	68	93	42
2 polttoa+ perkaus						
rivin kohdalta	45	23	61	20	74	33
Herbisidi	39	31	63	56	77	41

	<u>Sadon suhdeluku</u>					
	Sipuli		Sokerijuurikas		Nauris	
	sipuli	naatti	juuri	naatti	juuri	naatti
Käsitlemätön	100	100	100	100	100	100
IP-poltto	137	68	160	145	79	87
2 polttoa	154	72	191	142	88	82
2 polttoa + perkaus						
rivin kohdalta	212	112	384	240	104	103
Herbisidi	173	80	343	249	93	113

Herbisidit: nauriille Super Treflan, sipulille Lorox ja sokerijuurikkaalle Goltix

IP-säteilijän tehoa kokeiltiin myös käsittelemällä eri kasvuasteilla olevaa viljaa. Paras teho rikkaruohoihin saavutettiin viljan 3-4 -lehtiasteella kun rikatkin olivat jo suhteellisen kookkaita. Tällöin polttokäsittelyn teho rikkaruohoihin oli 36 %. Herbisidin teho oli 60 %. Kahdessa kokeessa rikkojen määrää pystyttiin IP-säteilijällä vähentämään puoleen, kun vilja-alue poltettiin oraiden juuri tullessa pintaan, piikille. Käsittely pienensi satoa 5-10 %. Samoissa kokeissa herbisidin

teho rikkoihin oli 77 %. Pelkkä kylvön myöhäistäminen, johon liittyi kevyt kylvömuokkaus, torjui rikoista 40 %, mutta satokin alentui 30 %. Myöhäistettyyn kylvöön liitetty IP-säteilytys juuri ennen kylvöä ilman kylvömuokkausta torjui rikoista puolet. Torjuntatehoa ei voida katsoa tässä tapauksessa kokonaan IP-poltton ansioksi, sillä sekä polttolaitteen hitaan työnnön aiheuttama tallaus, että kylvö häiritsivät rikkojen kasvua. Kolmen vuoden aikana kevätiljoilla järjestetyissä kuudessa IP-polttokokeessa säteilytyksellä pystyttiin torjumaan rikkaruohoista 1/3, herbisidillä 2/3. Useissa tapauksissa poltto aiheutti sadon pienenemistä. Sato aleni keskimäärin noin viisi prosenttia.

Rikkaruohojen torjuntaa IP-säteilijällä kokeiltiin v. 1988 sipuli-, sokerijuurikas- ja naurisviljelmillä. Poltto IP-säteilijällä vähensi rikkojen lukumäärää suunnilleen viidenneksen ja vähensi rikkasatoa kolmanneksen (taulukko 9). Herbisidikäsittelyjen vastaavat tehot olivat 40-60 %. Samaan tai parempaan tehoon kuin herbisidillä päästiin poistamalla polton jälkeen rikkaruohot käsin pelkästään rivien kohdilta. Tämä työläs keino osoittautui välttämättömäksi polttotorjunnan täydentäjäksi. Vaikka rikat poltetaan riviväleistä, rivien kohdalle niitä jää. Nämä rehevöityvät ja täyttävät pian koko kasvualan, ellei tehdä jälkiperkua.

Sipulisato ja sokerijuurikkaan juurisato kohosivat polton ansiosta yli 1,5-, jopa lähes 2-kertaisiksi. Nauriin juurisato pieneni hiukan. Sokerijuurikkaan naattisato kohosi lähes 1,5-kertaiseksi. Sipulin ja nauriin naattisadot pienenivät polton takia selvästi. Herbisidikäsittely lisäsi sipulin satoa 73 % ja alensi hieman nauriin satoa. Sokerijuurikkaan sato suureni 3,5-kertaiseksi. Sokerijuurikkaan sadonlisäys oli selvästi suurempi kuin kahden polton käsittelyssä. Kahden polton ja riviväliperkauksen yhdistelmä lisäsi satoa vielä herbisidikäsittelyynkin verrattuna 10-20 %.

Vuosina 1989-91 kokeiltiin porkkanan rikkaruohojen torjunnassa kahta erilaista liekityslaitetta. Ensimmäinen näistä oli oma kehitelmä useiden rivivälien yhtäaikaiseen käsittelyyn. Pintaantulleet porkkanan taimet suojattiin kokeessa metallikourulla. Polttolaite ei ollut riittävän tehokas ja toimintavarma. Toinen laite oli Elosavo Oy:n kehittämä versio. Siinä oli uutuutena tehokas suutinryhmä. Yhdellä ajolla nämä liekityslaitteet tuhosivat noin 40 % rikkaruohoista. Jos poltto koko kasvualalle tapahtui juuri ennen porkkanan taimettumista, rikoista tuhoutui kolmannes. Jo vuorokauden viivästyminen poltossa saattoi kuitenkin tuhota pahoin porkkanaakin, jos se oli jo osaksi pinnassa. Samoissa kokeissa herbisidi tuhosi rikoista 90 %. Rikkojen torjunnan kannalta paras termisen torjunnan tapa oli polttaa koko kasvualue ennen porkkanan taimettumista ja lisäksi myöhemmin kahteen kertaan riviväleistä. Näin rikoista pystyttiin tuhoamaan jopa 75 %.

Polttoruuduilta saatiin vain 10 % herbisidiruutujen porkkanasadosta. Tämä johtui liekityksestä pelastuneiden rikkojen rehevöitymisestä. Liekityskäsittelyyn olisi kannattanut liittää jälkiperkuu käsin ja näin väljentää porkkanan kasvutilaa. Sama voitiin todeta yrttien polttokokeessa v. 1990. Jonkin aikaa polton jälkeen rivivälit olivat melko puhtaat. Kun rikkojen tuhoutumista ei perkauksilla täydennetty, loppukesästä monet yrtit peittyivät rehevän rikkamaton alle.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Rikkaruohoja taimettui koealueina olleilla hietamailla noin 250 ja hiesulla noin 860 kpl/m². Varsinkin hiesumaalla vuosittaiset vaihtelut olivat suuret, määrät vaihtelivat karkeasti 200-2000 kpl/m². Hietamaan määrät alittivat, hiesun selvästi ylittivät ne keskimääräiset rikkamäärät, joita Keski-Suomen pelloissa on 1960- ja 1980-lukujen laajoissa rikkalaskennoissa todettu (MUKULA ym. 1969, KALLIO-MANNILA ym. 1984). Yleisimpiä lajeja koealueilla olivat pihasaunio, pihatähtimö, pillike, savikka, peltoukonauris, pelto-orvokki, linnunkaali ja peltolemmikki. Näistä muut paitsi linnunkaali olivat yleisimpien joukossa myös Viitasaarella ja Keiteleellä toteutetussa rikkaruoholaskennassa v. 1983 (KALLIO-MANNILA ym. 1984). Pillike esiintyi useimmin sekä hiesumaan että hietamaan kokeissa, ei tosin kovin runsaana. Mainittuja rikkaruoholajeja oli koe-kentillä yleensä muutamia kymmeniä kappaleita neliömetrillä. Pihatähtimöä oli yleensä yli 100 kpl/m² ja pihasauniota yli 200 kpl/m². Kahtena vuonna pelkkää pihasauniota oli hiesulla yli 1000 kpl/m².

Tässä tutkimuksessa kokeilluista rikkojen torjuntatavoista halvin ja samalla helppo toteuttaa on myöhäistetty kylvö. Se vähensi rikkoja 20-30 %. Vaikka se keskimäärin alensi satoa ja sateise-na kylvöaikana epäonnistui, se lienee sopivissa oloissa käyttökelpoinen keino. Hiesumaan vilje-lytekniikkaa selvittäneessä tutkimuksessa kevätiljoilla Laukaassa todettiin, että kylvön viivästy-minen ei pienentänyt satoa (SIMOJOKI ym. 1979). Pahinta oli, jos muokattiin liian varhain, liian märkää hiesumaata, joka sitten tiivistyi. Jos muokkaustöihin päästään varhain ja edullisissa oloissa, mutta kylvön jälkeiset säät ovat pitkään kuivia ja kylmiä, kylvös helposti rikkaruohot-tuu. Näissä oloissa myöhäistetty kylvö saattaa tai olisi saattanut olla mitä parhain keino. Suurin vaikeus on siinä, että etukäteen ei voida varmuudella tietää kovinkaan monen päivän säätä.

Hiesu on myös maalaji, joka muokattuna liettyy pahoin runsaissa sateissa. Muutaman millimet-rin sade haihtuu kevätahavassa äkkiä hiesunkin pinnasta. Useiden kymmenien millien sateet ly-hyessä ajassa koko muokkauskerrokseen imeytyneinä pilaavat kuitenkin kylvöalustan. Hiesu kuivuu hitaasti ja kevätkylvöön sopiva aika kuluu nopeasti. Karkeampirakeinen maa ei tässä suhteessa ole yhtä vaikea. Joka tapauksessa viljan lievään epäonnistumiseen epäonnistuneen kylvön takia parantaa rikkojen mahdollisuuksia.

Ruotsalaisissa tutkimuksissa on myöhäistetyllä kylvöllä saatu 50-60 %:n tehoja, mutta näissä ko-keissa kylvöjen väli on ollut pari viikkoa (GUMMESSON 1982). Kylvön myöhästyttämisen laske-taan alentavan satoa normaalista noin 1 %:n verran päivää kohti aikaiseen kylvöön verrattuna (SVENSSON 1982). SIMOJOKI (1977) havaitsi kylvöaikakokeissa Keski-Suomessa, että hietamaalla kevätiljan kylvön myöhästyminen viikolla laski satoa 200 kg/ha. Hiesulla sato sen si-jaan jopa nousi kylvön siirtyessä myöhemmäksi.

Kylvösiemenmäärän suurentaminen vähensi viljan versoutumista, lisäsi usein lakoutumista ja viivästytti tuleentumista. Versoutumiseen vaikuttaa mm. kilpailu. Harva kasvusto versoo enemmän ja versojen lukumäärä kasviyksilöä kohti alenee tiheyden kasvaessa. Tämän ovat todenneet mm. HÅKANSSON (1975) ja ERVIÖ (1983). Korsi ohenee tiheyden lisääntyessä ja saattaa siten tulla alttiimmaksi lakoutumiselle (HÅKANSSON 1975). Myös ANDERSSON (1984) totesi, että kylvötiheyden suurentaminen vähensi korrenlujuutta. ERVIÖN tutkimuksissa siemenmäärä ei vaikuttanut ohran lakoutumiseen. Tässä tutkimuksessa tiheet kasvustot tuleentuvat pari päivää aikaisemmin kuin harvat. Myös ANDERSSON (1984) havaitsi tutkimuksessaan, että tiheä kylvö (700 kpl/m²) tuleentui noin kaksi päivää aikaisemmin kuin harva (250 kpl/m²).

Tässä tutkimuksessa normaalin kylvötiheyden lisääminen 50 %:lla vähensi rikkaruohoja 17 % ja lisäsi satoa 4 %. Monissa tutkimuksissa on havaittu siemenmäärän lisäyksen vaikutuksen rikkojen määrään heikkenevän viljan tiheyden kasvaessa (ERVIÖ 1972, HÅKANSSON 1979, 1983). Edellä selostetuissa kokeissa käytetyillä siemenmäärillä ei ilmennyt tällaista heikkenemistä, vaan rikkojen lukumäärä laski melko suoraviivaisesti kylvötiheyden kasvaessa 300:sta/m² 900:aan/m². Monissa tapauksissa saavutettiin 40-50 % torjuntateho kaksinkertaistamalla normaali siemenmäärä. Samaa luokkaa on teho ollut eräissä Ruotsissa tehdyissä kokeissa (GUMMESON 1982). Orastiheyden kasvaessa jyväsato yleensä nousee aluksi nopeasti, mutta nousu hidastuu vähitellen ja tietyn rajan jälkeen siemenmäärän lisäys ei enää nosta satoa (ERVIÖ 1972, 1983, HÅKANSSON 1979, 1983). Näin kävi tässäkin koeaineistossa. Todettavissa oli myös, että tiheän viljan sato oli pienempijyväistä kuin normaalitiheän. HÅKANSSONin (1975) sekä ANDERSSONin (1984) ja HAGSANDin (1984) kokeissakin jyvät olivat sitä pienempiä mitä tiheämpää kasvusto oli.

Tihennetty kylvö käy kaikkiin oloihin. Suurin vaara rehevälle, ylitteille viljalle on kesän runsaista sateista. Lakoviljaa saattaa esiintyä. Tihennetty kylvö käy erityisen hyvin lisäkeinoksi esimerkiksi myöhäistettyyn kylvöön tai orasäestykseen, joilla on taipumus harventaa kasvustoa. Jos kylvöön käytetään kallista ostosiementä, kustannus saattaa tosin tulla kohtuuttoman suureksi. Edelläselostetussa koetulosaaineistossa tihennetyn kylvön vaatima siemenlisä saatiin sadonlisänä takaisin, saatiinpa selvästi ylikin. Yksi muistisääntö, ei luonnollisestikaan yleispätevä, tuloksista laskettiin: kaksi lisäorasta tukahdutti yhden rikan. Tihennetyn kylvön vaikutuksen yksinkertainen selitys on kasvutilan valtaaminen. Yleisestikin pyrkimys hyvinvoivaan, täystiheään viljaan on oikea suunta myös rikkaruohojen torjunnassa.

Orasäestys vähensi rikkoja hiesumaalla noin 30 % ja hietamaalla noin 40 %. Herbisidi tuhosi riikoista noin 2/3. Ruotsissa on päästy orasäestyksellä lähes samoihin tehoihin (GILLBERG ym. 1984, GUMMESON 1982). Orasäestys on väkivaltainen toimenpide, joka harventaa viljaakin. Oraiden lukumäärä väheni lievästi esimerkiksi ruotsalaisissa äestyskokeissa (GILLBERG ym. 1984). Niissä havaittiin myös, että rikkakasviäestyksen viljaa vioittava vaikutus riippui käsittelyn ajankohdasta. Äestys harvensi viljakasvustoa eniten, kun se tehtiin orastumisvaiheessa. Toi-

saalta todettiin, että 3-lehtiasteellakin äestys saattaa olla liian aikaista viljan kestokyvyn kannalta. Tässä tutkimuksessa myöhäisen kylvön oraisto kärsi äestyksestä pahemmin kuin aikaisen. Jyväsadon suureneminen kylvön tihentämisen ansiosta oli poikkeuksetta runsaampaa myöhäistettyjen kuin normaaliaikaan kylvettyjen viljojen äestetyillä ruuduilla. Oraiden irtoamiseen ja äestyksestä toipumiseen vaikuttanee juuriston taajuus. Varhainen kylvö saa yleensä aikaan runsaamman juuriston kuin myöhäinen. Oraiden ja luonnollisesti myös rikkaruohon taimien toipuminen orasäestyksestä taas tapahtuu nopeimmin kosteassa maassa. Orasäestyksen teho riippuu siis oleellisesti maan kosteudesta äestettäessä ja sateista äestyksen jälkeen. GILLBERG ym. (1984) havaitsivat sateen heikentävän rikkaäestyksen tehoa.

Orasäkeen piikki ei yleensä revi kasveja maasta kokonaan. Pääasiallinen torjuntateho perustuu siihen, että piikit peittävät mullalla pienet rikkataimet (HABEL 1954). Selostetuissa kokeissa äkeen piikki oli ohut. Se ei kuljettanut mukanaan suurta multapatjaa ja tunkeutui melko hyvin kovempaankin maahan. Muutamissa kokeissa käytettiin pitkä- ja joustapiikkistä äestä. Tällainen äes on käyttökelpoinen korkeahkossakin kasvustossa. Piikin ei kuitenkaan välttämättä tarvitse olla niin pitkä, 70 cm, kuin kokeissa käytetty. Piikit väistelevät orasrivejä riittävästi, jos äes on kevyt ja rakenteeltaan sellainen, että se äestettäessä myötäilee maata joustavasti. Saksassa on todettu parhaaksi äes, jonka piikit ovat jousitetut (NEURURER 1977). Tällaista saksalaisvalmisteista äestä on kokeiltu myös Ruotsissa. Kyseisessä äkeessä piikit pystyvät liikkumaan hieman myös sivusuunnassa ja siten jossakin määrin väistämään kylvörivejä. Kuitenkin äestys aiheutti lieviä sadonalennuksia eikä sen rikkakasvitehokkaan ollut kovin hyvä (GILLBERG ym. 1984). Rikkaruohoäestyksen vaikutus riippuu paitsi äkeestä myös ajonopeudesta, viljakasvuston kehitystasosta ja ajosuunnasta, joka voi olla joko kylvörivien suuntaisesti tai niitä vastaan (NEURURER 1977). Eräissä käsilläolevan tutkimuksen kokeissa rivien poikkisuuntaan ajo irroitti oraita pahemmin kuin rivien suuntaan tapahtuva. Käytännössä orasäestys on varminta tehdä pitkin rivejä.

Jos äkeen piikit ovat lyhyet, ne eivät epätasaisessa maassa tunkeudu multaan joka paikassa eivätkä näissä kohdin häiritse rikkojen kasvua. Tältä vältytään, jos pelto jyrätään kylvön jälkeen. Jyräys sellaisenaankin saattaa häiritä rikkataimien kasvua. Hiesumaalla jyräykseen liittyy kuorettumisen riski. Tiivistynyt hiesu vaikeuttaa orastumista. Se heikentää myös orasäestyksen tehoa. Jos äes on liian kevyt ja piikit paksut tai hyvin joustavat, äestys ei tehoa. Selostetussa koesarjassa käytetty naulaäes oli tässä suhteessa hyvä. Tiivistyneellä hiesulla saaduista suurista sadonlisäyksistä huomattava osa meni kuorettuman rikkoneiden piikkien "piikkiin". Silloin, vielä 1920-luvulla, kun rikkaruohoäestys oli varsin yleistä, KITUNEN (1927) varoitti orastumisen jälkeisistä äestyksistä, koska ne voivat harventaa laihoa. Äestys saattoi hänen mielestään kuitenkin tulla kysymykseen, jos pellon pinta pyrki kuorettumaan tai rikkaruohot näyttivät saavan yliotteen viljasta.

Terminen tuhoaminen vähensi rikkaruohoista parhaimmillaan yli puolet, yleensä kuitenkin 20-30%. Teho riippui oleellisesti ajonopeudesta. Mitä suurempi ajonopeus oli sitä heikompi teho IP-

säteilytyksellä oli rikkakasveihin, 1,0 km/h oli jo liian suuri nopeus. Ohrakokeen perusteella voidaan IP-säteilijän kulkunopeudeksi suositella 0,3-0,4 km/h. Samantapaisia tuloksia on saanut MAHOSENAHO (1987). Kookkaimmat rikat (yli 10 cm) näyttivät vaativan alhaisen käsittelyn nopeuden. Pienet rikat tuhoutuivat suhteellisen suurillakin ajonopeuksilla. Mitä suuremmaksi rikat ovat ehtineet sitä tärkeämpää on siis suorittaa polttokäsittely alhaisella nopeudella. PALMUKI (1986) sai IP-säteilijällä hyviä tuloksia jopa 2,0 km/h:n nopeudella. On ilmeistä, että laitteiden välillä on huomattavia eroja. Jos polttolaitteen lämpöteho on suurempi voidaan käsittelyn nopeutta nostaa. Kirjallisuuden mukaan polttamiseen käytetään lähes poikkeuksetta suurempia nopeuksia kuin mitä edellä suositeltiin IP-säteilijälle (mm. FABER 1967, GUGENHAN 1968, HOFFMANN 1980). Kirjallisuudessa mainitut polttonopeudet ovat avoliekillä tapahtuvaan rikkakasvien torjuntaan tarkoitettuja. Vaikka periaate IP-säteilytyksessä ja liekityksessä onkin sama, ovat laitteet kuitenkin sen verran erilaisia ominaisuuksiltaan, etteivät käsittelyn nopeudet ole keskenään vertailukelpoisia.

Yleinen havainto polttokokeista oli, että yksivuotiset rikat olivat herkempiä IP-säteilylle kuin monivuotiset. Saman on havainnut myös MAHOSENAHO (1987). Kokeiden perusteella helposti tuhoutuvia lajeja olivat pillikkeet, jauhosavikka sekä peipit. Vaikeasti tuhottavia olivat peltovalvatti, pihatähtimö ja juolavehna. Myös PREUSCHEN (1968) havaitsi pihatähtimön kestävyuden polttamista vastaan. MAHOSENAHO (1987) mukaan pihatähtimön lisäksi vaikeasti tuhottavia ovat mm. peltovalvatti, voikukat, piharatamo ja juolavehna ja helposti tuhottavia mm. peipit, pillikkeet, peltoemäkki sekä jauhosavikka.

Rikkaruohojen torjunta polttamalla tapahtui pääasiassa pienellä ja heikkotehoisella IP-säteilijällä. Sen kaasunkulutukseksi mitattiin 0,615 kg/h. Jos riviväli on 25 cm, yhden hehtaarin alalla poltettavia rivivälejä on 40 km. Jos polttonopeus on 0,5 km/h, hehtaarin alan rivivälien polttamiseen kertaalleen menee aikaa 80 tuntia ja kaasua 50 kg. Hehtaaria kohden yhden polton pelkkä kaasukustannus olisi siis 500 mk. Rikkaruohojen torjunnan kaasu- ja työkuustannukset kohoavat siten helposti 7000 markkaan hehtaarilta. Työkuustannuksia tulee vielä lisää, jos kylvörievien kohdat joudutaan perkaamaan käsin. Näin laskien polttotorjunta on useimmilla viljelykasveilla hyvin teoreettinen. Jo kaasukustannus on suurempi kuin kalliin herbisidin ainekustannus. On välttämätöntä kehittää suurehkoille aloille tehokkaampia traktorisoitteisia polttolaitteita. Vaikka ne maksavat enemmän, niillä ehditään käsitellä suuremmat alat silloin, kun käsittely on edullisinta tehdä. Kokeissa ollut liekityslaite oli jo selvästi IP-säteilijää tehokkaampi.

Edellä selostetun tutkimuksen tulokset eräiden menetelmien tehokkuudesta ja käyttökelpoisuudesta rikkaruohojen torjunnassa ovat vähintäänkin suuntaa antavia. Niiden pohjalta voidaan tehdä laskelmia rikkaruohojen mekaanisen torjunnan kannattavuudesta. Monessa tapauksessa tällaisia menetelmiä soveltavat ns. luomuviljelijät. Rikkaruohojen torjunta ilman herbisidejä kuuluu heidän viljelytapaansa luonnollisena osana. Luomuviljelyn tuotteet markkinoidaan yleensä korkeampaan hintaan kuin tavanomaisen viljelyn. Tämä parantaa kannattavuutta. Taulukossa 10

on yksinkertainen laskelma eräiden rikkaruohontorjunnan menetelmien kannattavuudesta sellaisenaan irrallaan muusta viljelytekniikasta ja tietyin oletuksin. Tuotteiden ohran ja kauran jyväsadon hinnoissa ei ole luomulisää.

Taulukko 10. Laskelma eräiden rikkaruohojen mekaanisen torjunnan menetelmien kannattavuudesta viljoilla. ¹⁾

	Rikkojen väheneminen %	Tuotoksen lisäys kg/ha	Tuoton lisäys mk/ha	Kustann. lisäys mk/ha	Suht. ylijäämä mk/ha
Tihennetty kylvö	17	180	274	180	94
Orasäestys 2 ×	25	210	320	130	190
Myöhäistetty kylvö	23	-540	-820	40	-860
Orasäestys + tih. kylvö	44	360	547	255	292
Herbisidi	75	420	638	140	498

¹⁾ Laskelmassa oletetaan, että tihennetty kylvö lisää satoa 6 %, orasäestys 7 %, näiden yhdistelmä 12 % ja herbisidikäsitteily 14 % sekä, että myöhennetty kylvö vähentää jyväsatoa 18 %. Tuotoksen jyväkilon hinnaksi on otettu 1,52 mk (perushinta tammikuussa -92 1,82 mk - markkinointimaksu 30 p/kg). Kylvösiemenen hinnaksi on otettu perushinta olettaen, että siemenen kunnostuslisä on 30 p/kg. Orasäkeen hinnaksi on oletettu 25 000 mk, käyttöikä 10 v, jäännösarvo 2500 mk, 70 ha/v = 35 h/v, poisto 64 mk/h, korko 31 mk/h, traktorityö 55 mk/h; äestyskustannus 130 mk/h, 130 mk/ha. Myöhennetyssä kylvössä lisäkustannuksen aiheuttaa ylimääräinen äestys ennen kylvöä. Herbisidiksi on oletettu Actril S.

Orasäestyksen antama suhteellinen ylijäämä oli 190 mk/ha eli alle puolet herbisidikäsitteilyn (Actril S) ylijäämästä 498 mk/ha (taulukko 10). Kannattavuus paranee oleellisesti, jos äes on halpa, se kuoletaan pitemmällä ajalla tai sitä käytetään isommilla aloilla esimerkiksi yhteisenä laitteena. Toisaalta pehmeillä mailla sato voi alentua. Tihennetyn kylvön, normaali siemenmäärä + 50 %, antama suhteellinen ylijäämä jäi alle sadan markan hehtaarilta eli suunnilleen viidesosaan herbisidikäsitteilyn ylijäämästä. Myöhäistetty kylvö oli täysin tappiollinen menetelmä. Kahden menetelmän, orasäestyksen ja tihennetyn kylvön käyttö yhdessä varmistaa torjuntatuloksen, pienentää riskejä ja on taloudellisesti kannattavinta.

Selostetussa koesarjassa ei tutkittu laajoja menetelmäkokonaisuuksia. Perustekniikka oli nykyaikainen puolitehokas viljely. Muokkauksena oli syyskynnetyn maan joustopiikkiäestys. Kyntämättömyys olisi tuonut rikkojen torjuntaan omat ongelmansa. Erityisenä vaikeutena olisivat olleet juuririkkaruohot. Niiden torjuntaa sänkiäestyksellä on kokeiltu aiemmin. Kylvösyvyydellä on rajatapauksissa vaikutusta myös rikkaruohoisuuteen. Kokeissa pyrittiin matalaan kylvöön,

joka erityisesti hiesumaalla takaa varmimman pintaantulon ja parhaan orastumisen. Lajikkeet valittiin yleensä muilla perusteilla kuin nopean ja hyvän peittävyuden toivossa. Kokeisiin kylvettiin alueella yleisesti viljeltyjä lajikkeita. Ainoa poikkeus oli Pomo-ohra alkuvuosina. Se oli mukana rehevän kasvutapansa takia. Kahden vuoden koetulosten perusteella se ei rikkaruohojen torjunnan kannalta ollut Otraa parempi.

Koska viljelytekniikka on laaja kokonaisuus, rikkaruohojen määräänkin vaikuttavat hyvin monet tekijät, käytännössä koko viljelykierto. Sen kokoonpanosta ja vaikutuksista rikkaruohoihin voidaan tehdä oletuksia. Erityisen hyödyllisiä tässä suhteessa ovat nurmivuodet. Oma vaikutuksensa olisi aluskasvillakin. Viljelykierron monipuolisuus on eduksi, sillä yksipuolinen viljely suosii tiettyjä rikkalajeja. Suurin puute ja vajavaisuus tässä tutkimuksessa oli siinä, että ei selvitetty "hygienian" vaikutusta rikkojen määrään. Ennen leikkuupuimuriaikaa huomattava osa rikkaruohojen siemenistä kulkeutui pelloilta riiheen tai puintantereelle. Ei varmaankaan olisi ylivoimaisen vaikeata rakentaa puimuriin lisälaite, joka keräisi puimurissa irtoavia rikkojen siemeniä eikä kylväisi niitä peltoon.

5. YHTEENVETO

Keski-Suomen tutkimusasemalla järjestettiin vuosien 1982-91 aikana tutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää erilaisten keinojen käyttökelpoisuutta mekaanisessa rikkaruohontorjunnassa. Menetelmät, joita tutkittiin olivat myöhennetty kylvö, kylvön tihentäminen, orasäestys ja poltto. Koelueita oli viljelty tavanomaisesti. Koevuosina ne lannoitettiin väkilannoitteilla. Koesarjan tuloksista voidaan tehdä seuraavat päätelmät:

1) Kevätviljojen kylvön myöhentäminen vähensi rikkojen lukumäärää hiesulla 28 % ja hietamaalla 18 % sekä rikkasatoa hiesulla 24 % ja hiedalla 27 %. Jyväsato pieneni hiesulla 22 % ja hiedalla 13 %. Kylvön myöhentäminen tehoi parhaiten pihasaunioon ja peltolemmikkiin ja huonimmin jauhosavikkaan.

2) Kylvön tihentäminen normaalisiemenmäärästä 50 %:lla vähensi rikkojen lukumäärää 17 %:lla ja rikkasatoa 24 %:lla. Jyväsato suureni 4 %. Kaksi lisäorasta tukahdutti yhden rikan. Tiheän kylvöksen aiheuttama rikkasadon vähenemä oli hiukan suurempi kuin jyväsadon lisäys. Kylvön tihentämisen vaikutus rikkojen määrään oli suunnilleen sama skaalan 300-900 kpl/m² alku- ja loppupäässä. Tiheässä kasvustossa rikat olivat selvästi pienempiä kuin harvassa. Tihennetty kylvö tehoi parhaiten pihasaunioon, hyvin myös pihatähtimöön, peltolemmikkiin ja jauhosavikkaan sekä huonosti linnunkaaliin ja pillikkeeseen.

3) Orasäestys vähensi rikkojen lukumäärää hiesumaalla 31 % ja hiedalla 39 % sekä rikkasatoa hiesulla 24 % ja hiedalla 25 %. Sato lisääntyi hiesumaalla 16 % ja väheni hietamaalla 3 %. Hietamaalla orasäestys harvensi viljaa enemmän kuin hiesulla. Hiesumaalla orasäestys rikkoi kahdessa kokeessa kuorettumaa ja lisäsi niissä huomattavasti satoa. Orasäestetyssä viljassa rikat kasvoivat selvästi kookkaammiksi kuin äestämättömässä. Paras teho orasäestyksellä oli jauhosavikkaan ja peltolemmikkiin. Teho riippui suuresti maan kosteudesta ja sateista.

4) Samoissa olosuhteissa kokeiluilla orasäestyksellä ja herbisidiruiskutuksella oli selvä tehoero. Orasäestys tuhosi rikoista 31 %, herbisidi 67 %, orasäestys pienensi rikkasatoa 11 %, herbisidi 69 %, orasäestys lisäsi jyväsatoa 4 %, herbisidikäsittely 18 %.

5) Kolmen menetelmän, myöhennetyn kylvön, tihennetyn kylvön ja orasäestyksen, yhdistämällä päästiin hiesumaalla 62 %:n ja hietamaalla 38 %:n torjuntatehoihin. Hietamaalla yhdistelmään otettu kolmas keino ei yleensä enää parantanut kahden menetelmän yhteistehoa. Tihennetty kylvö oli yleensä hyödyllinen yhdistelmän osa, koska se varmisti täystiheän kasvuston ja hyvän sadon.

6) Myöhennetty kylvö oli tässä koesarjassa taloudellisesti kannattamaton menetelmä. Orasäestys antoi alle puolet ja tihennetty kylvö (normaalsiemenmäärä + 50 %) viidesosan herbisidikäsitteilyn antamasta suhteellisesta ylijäämästä (noin 500 mk/ha).

7) Terminen tuhoaminen vähensi rikoista 20-30 %, parhaimmillaan yli puolet. Teho riippui ajonopeudesta. Kokeissa käytetyn IP-säteilijän teho oli niin heikko, että tyydyttävä torjuntatulos edellytti hidasta noin 0,3-0,4 km/h ajonopeutta. Helpoimmin tuhoutuivat pillikkeet, jauhosavikka ja peipit. Kestävimpiä olivat peltovalvatti ja pihatähtimö. IP-säteilijää tehokkaampi oli liekitin. Kylvörivien vapauttaminen rikkaruohoista polton jälkeen edellytti rivien jälkiperkua käsin, muuten poltossa eloon jääneet rikat rehevöityivät ja tukahduttivat viljelykasvit.

8) Polttomenetelmän pelkkä kaasukustannus on suurempi kuin kalliinkin herbisidin ainekustannus. Se on myös koneelliseksi menetelmäksi hidas, joten työmenekki on suuri.

9) Erityisesti polttolaitteet, mutta myös orasäkeet vaativat vielä tuotekehittelyä ja niiden käyttötekniikka lisätutkimusta. Koska ne ovat yleensä vain osaratkaisuja rikkaruoho-ongelmaan, laitteiden tulisi olla hinnaltaan edullisia.

10) Edelläselostettuja tutkimustuloksia voidaan soveltaa lähinnä tavanomaiseen viljelyyn. Jos näiden yksittäisten menetelmien oheen liitetään muita rikkojen torjuntaan tähtääviä viljelytekniikan osasia, rikat pysyvät hallinnassa ilman herbisidejä. Luomuviljelyyn tällainen kokonaisuus, ennen kaikkea kasvinvuorottelu, kuuluu luonnollisena osana.

KIRJALLISUUS

- ANDERSSON, B. 1984. Seed rates and MCPA doses in spring barley. 25th Swed. Weed Conf. 1: 51-61.
- ERVIÖ, L-R. 1972. Growth of weed in cereal populations. Maatal. tiet. Aikak. 44: 19-28.
- 1983. Competition between barley and annual weed at different sowing densities. Ann. Agric. Fenn. 22: 232-239.
- FABER, H. 1967. Unkrautbekämpfung in Sonderkulturen durch Abbrennen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-forstwirtschaft. 121: 281-284.
- GILLBERG, B., GUNNARSSON, S. & HENRIKSSON, L. 1984. Trials with weed harrowing in cereals. 25th Swed. Weed Conf. 1: 185-90.
- GUGENHAN, K. 1968. Das Abbrennen von Unkräutern. Erwerbsgärtner. 22: 2397-2398.
- GUMMESSON, G. 1982. Kemiällinen rikkakasvien torjunta - vaihtoehtot ja kustannukset. 17. Rikkakasvipäivä: A 39 - A 52.
- 1983. Chemical and non-chemical control - changes in weed stand following different control measures. 24th Swed. Weed Conf. 1: 234-245.
- HABEL, W. 1954. Über die Wirkungsweise der Eggen gegen Samenunkräuter sowie die Empfindlichkeit der Unkrautarten und ihrer Altersstadien gegen den Eggvorgang. Diss. Hohenheim. 57 p.
- HAGSAND, E. 1984. Seed rates and Oxitril doses in sixrow barley in Norrland. 25th Swed. Weed Conf. 1: 62-68.
- HOFFMAN, M. 1980. Abflammtchnik. KTBL-Schrift. 243. 83 p.
- HÅKANSSON, S. 1975. Grundläggande växtodlingsfrågor. I. Inflytande av utsädesmängden och utsädes horisontella fördelning på utvecling och production i kortvariga växtbestånd. Lantbr. högsk. Inst. Växtodl. Rapp. och Avhandl. 33. 192 p.
- 1979b. Grundläggande växtodlingsfrågor II. Faktorer av betydelse for plantetablering, konkurrens och produktio i åkerns växtbestånd. Sver. Lantbr. Univ. Inst. Växtodl. Rapp. 72. 88 p.
- 1983. Seasonal variation in the emergence of annual weeds - an introductory investigation in Sweden. Weed Res. 23: 313-324.
- KALLIO-MANNILA, K., RAATIKAINEN, T. & RAATIKAINEN, M. 1984. Rikkaruohot vähentyneet - torjuntaa muutettava. Koetoin. ja Käyt. 27.11.1984.
- KITUNEN, E. 1927. Rikkaruohoäestyksistä. Maa 1927: 228-230.
- MAHOSENAHO, T. 1987. Infrapunasäteilystäkö tuho rikkakasveille? Kasvinsuojelulehti 3: 66-68.
- MEHTO, U. 1985. Viljojen rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. MTTK, Tiedote 26/85.
- MUKULA, J., RAATIKAINEN, M., LALLUKKA, R. & RAATIKAINEN, T. 1969. Composition of weed flora in spring cereals in Finland. Ann. Agric. Fenn. 8: 59-110.
- NEURURER, H. 1977. Mechanische Unkrautbekämpfung mit modernen Hackeggen. Proc. EWRS Symp. Methods Weed Control and their Integr. p. 65-70.

- PALMUJOKI, E. 1986. Vaihtoehtoisia rikkaruohontorjuntamenetelmiä. Omavarainen Maatalous 1: 16-17.
- PREUSCHEN, G. 1968. Unkrautbekämpfung durch Abflammen. Mitt. Deut. Landwirtsch. Ges. 83: 841-842, 844.
- SIMOJOKI, P. 1977. Kevätviljojen kylvöaika Keski-Suomessa. Erip. Koetoim. ja Käyt. 29.3.1977.
- & MEHTO, U. 1985. Viljanviljely vaikeuksissa ilman herbisidejä. Koetoim. ja Käyt. 42: 56.
- & SUNIO, T. 1979. Hiesun viljelytekniikka. MTTK. Keski-Suomen koasema. Tiedote 3. 15 p.
- SVENSSON, A. 1982. Methods of weed control in cereals - efficiency, costs and consequences. 23rd Swed. Weed Conf. 1: 10-25.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1987

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1986. 72 p.
2. PALDANIUS, E. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteinä käyttäen. 55 p. + 1 liite.
3. LEIVISKÄ, P. & NISSILÄ, R. Säämittauksen tuloksia Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ruukissa. 31 p.
4. HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R., RINNE, K. & VUORINEN, M. Odelman typpilannoitus, sängenkorkeus ja niittoaika. 39 p.
5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikon kuluminen nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. p. 1-30.
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatus ja käyttö. Kirjallisuuskatsaus. p. 31-42.
6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykokeiden tuloksia 1981-1985. 25 p.
7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1979-1986. 165 p. + 9 liitettä.
8. SEPPÄLÄ, R. & KONTTURI, M. Mallasohran reagointi typpilannoitukseen. p. 1-66.
KUISMA, T. & KONTTURI, M. Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden mallastuvuuteen. p. 67-134.
9. YLI-PIETILÄ, M., SÄKÖ, J. & KINNANEN, H. Puuvartisten koristekasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus, typpilannoitus ja kalkitus poutivalla hiekkamaalla. 30 p.
11. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. p. 1-8. *Domestic Varieties*. p. 9-17.
12. TUOVINEN, T. Omenakääriäisen ennustemenetelmä. p. 1-17.
- Pihlajanmarjakoin ennustemenetelmä. p. 18-32.
13. MÄKELÄ, K. Peittauksen vaikutus kotimaisen heinänsiemenen itävyyteen, orastuvuuteen ja sienistöön. 15 p.
14. Osa 1. YLÄRANTA, T. Radioaktiivinen laskeuma ja säteilyvalvonta. p. 1-27.
PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljelykasveihin. p. 28-62.
Osa 2. KOSSILA, V. Radionuklidien siirtyminen kotieläimiin ja eläintuotteisiin sekä vaikutukset eläinten terveyteen ja tuotantoon. 109 p.
15. RAVANTTI, S. Alma-timotei. 38 p. + 2 liitettä.
16. LEHMUSHOVI, A. Ryhmäruusujen lajikekokeet vuosina 1981-1984. 29 p.
17. JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Karkeiden kivennäismaiden ja turvemaiden kuparipitoisuus ja sen vaikutus kauran kasvuun astiakokeessa. p. 1-17.
- Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoituksella saatuihin kauran satotuloksiin. p. 18-37.
- Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenravinnepitoisuuksiin. p. 38-47.
- Kaura- ja ohralajikkeiden herkkyys kuparin puutteelle ja eri kuparimäärillä saadut tulokset. p. 48-62.
- Kuparilannoitelajien vertailu astiakokeessa kauralla. p. 63-68.

18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen viljelylajeike. p. 1-8.
- Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. p. 9-21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahinkojen arviointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ympäys Rhizobium-bakteerilla.
Inoculation of red clover by Rhizobium strain. 24 p.
21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu kasvavien ayrshire-sonnien ruokinnassa.
Comparison of forages in the feeding of growing ayrshire bulls. p. 1-40.
ARONEN, I., HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. Erisuuruiset väkirehuannokset kasvavien ayrshire-sonnien olkiruokinnassa.
Different levels of concentrate supply in straw-based feeding of growing ayrshire bulls. p. 41-66.
ARONEN, I., ALASPÄÄ, M., HEPOLA, H. & LAMPILA, M. Bentsoehappo säilörehun valmistuksessa.
Benzoic acid as silage preservative. p. 67-86.
22. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä v. 1983-1986. 32 p. + 2 liitettä.
23. PIETOLA, L. & ELONEN, P. Peltokasvien sadetus normaalia kosteampina kasvukausina 1980-85. 76 p.
24. PIETOLA, L. Maan mekaaninen vastus kasvutekijänä. 94 p. + 3 liitettä.

1988

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1987. 83 p.
2. ANISZEWSKI, T. Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan fenologinen tutkimus.
Phenological study on the trees, bushes and arable peat land. 120 p. + 5 liitettä.
3. RINNE, S-L., HIIVOLA, S-L., TALVITIE, H., SIMOJOKI, P., RINNE, K. & SIPPOLA, J. Viherkesannon vaihtoehdot rukiin viljelyssä. 53 p.
4. JUNNILA, S. Pienannosherbisidit kevätiljoilla - Glean 20 DF, Ally 20 DF ja Logran 20 WG. p. 1-15.
- Starane M kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 16-18.
- Kamilon B ja Kamilon D kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 19-23.
- Kevätviljajerbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipactril. p. 24-31.
5. KIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J. Kasviperaisten valkuaisrehujen sulavuus minkillä.
Smältbarhet av vegetabiliska proteinfodermedel hos mink.
Digestibility of protein feedstuffs derived from plants in mink. p. 1-13.
5. KIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. & ROUVINEN, K. Eri viljalajien sulavuus minkillä ja siniketulla.
Smältbarhet av olika spannmål hos mink och blåräv.
Digestibility of different grains in mink and blue fox. p. 14-23.
6. SIMOJOKI, P. Ohran boorinpuutos. 100 p. + 3 liitettä.
7. SIMOJOKI, P. Lupiinin viljelytekniikka. p. 3-22, 2 liitettä.
EKLUND, E. & SIMOJOKI, P. Yksivuotisen lupiinin nystyräbakteerien eristäminen ja valikoitujen siirrokantojen testaus kenttäolosuhteissa. p. 23-34.
ANISZEWSKI, T. Kylvöajan vaikutus lupiinin (*Lupinus angustifolius* L.) siemensatoon Keski- ja Pohjois-Suomessa. p. 35-54.
ANISZEWSKI, T. Lupiinin siementuotanto Keski- ja Pohjois-Suomessa. p. 55-90.
8. HÄMÄLÄINEN, I. & ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys, Jyväskylä. 39 p. + 14 liitettä.

9. ERVIÖ, R. & HÄMÄLÄINEN, I. Maaperäkarttaselitys, Lahti. 41 p. + 2 liitettä.
10. TAKALA, M. Palkokasvien biologiasta. 18 p. + 26 taulukkoa.
11. TAKALA, M., TAHVONEN, R. & VUORINEN, M. Väkilannoitus ja "biologiset" viljelymenetelmät perunan, porkkanan ja punajuurikkaan viljelyssä. 36 p.
12. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1980-1987. 138 p. + 1 liite.
13. LUNDEN, K. & SÄKÖ, J. Koristepuiden ja -pensaiden talvehtiminen. Talvi 1986/87. 86 p. + 4 liitettä.
14. SÄKÖ, J. & LUNDEN, K. Talven 1986-87 tuhot hedelmä- ja marjatarhoissa. 34 p.
15. RINNE, K. & MÄKELÄ, J. Karitsoiden kasvu laitumella. 18 p.
16. ILOLA, A. Katovuoden 1987 kevätiljelijöiden siemenen orastumiskokeet. p. 1-17.
RANTANEN, O. & SOLANTIE, R. Uusi peltoviljelyn alue- ja vyöhykejakoehdotus. p. 18-31.
17. RAHKONEN, A. & ESALA, M. Kevätviljelijöiden ja -öljykasvien kylvöaika. 72 p.
18. JUNNILA, S. Perunaherbisidejä tehokkuustarkastuksessa. p. 1-15.
- Lehvästön hävitys herneellä ja öljykasveilla. p. 16-24.
19. KEMPPAINEN, E. Didinin (disyandiamidi) vaikutus naudan lietelannan tehoon ohran lannoitteena. 35 p.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan vertailu vasikka- ja hiehokaudella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urea-ruokinnalla. 92 p.
21. PITKÄNEN, J., ELONEN, P., KANGASMÄKI, T., KÖYLIJÄRVI, J., TALVITIE, H., VIRRI, K. & VUORINEN, M. Aurattoman viljelyn vaikutukset kevätiljelijöiden satoon ja laatuun: kuuden koevuoden tulokset. *Summary: Effects of ploughless tillage on yield and quality of cereals: results after six years.* p. 1-61.
PITKÄNEN, J. Aurattoman viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin ominaisuuksiin ja maan viljavuuteen. *Summary: Effects of ploughless tillage on physical and chemical properties of soil.* p. 62-167.
22. KÄNKÄNEN, H. & KONTTURI, M. Kylvötiheyden vaikutus lehtityypiltään erilaisten herneiden sadon muodostumiseen. 69 p.

1989

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 23 p.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1981-1988. 147 p. + 8 liitettä.
3. VUORINEN, M. Turvemaan kaliumlannoitus. 17 p.
4. TAKALA, M. Saderiskien ja korjuutappioiden vähentämismahdollisuuksista heinäkorjuussa. 21 p. + 12 liitettä.
5. HAKKOLA, H., PULLI, S. & HEIKKILÄ, R. Nurmikasvien siemenseoskokeiden tuloksia. 57 p.
6. HAKKOLA, H. & LUOMA, S. Perunan viljelykokeiden tuloksia 1981-88. 25 p.
7. AFLATUNI, A. & LUOMA, S. Avomaan vihannesten lajikekokeiden tuloksia 1986-88. 36 p.

8. HÄRKÖNEN, M. & MUSTALAHTI, A. Perennojen menestyminen ja kukinta-ajat Pohjois-Suomessa 1979-85. 20 p. + 2 liitettä.
9. RUOTSALAINEN, S. Marjakasvien tervetaimituotanto ja sen merkitys Suomessa. 57 p.
10. UUSI-KÄMPPIÄ, J. Vesistöjen suojaaminen rantapeltojen valumilta. 66 p.
11. Öljykasvien viljelyn edistäminen. Yhteistutkimuksen tuloksia vuosilta 1985 - 1988. 95 p. Toimittanut KATRI PAHKALA.
12. JUHANOJA, S. Juurrutushormonien käyttö vesiviikunan *Ficus pumila* L. pistokkaiden juurrutuksessa. p. 2-6.
 JUHANOJA, S. & PESSALA, T. Vuodenajan vaikutus viherkasvien pistokkaiden juurtumiseen ja taimien jatkokasvatusaikaan. p. 7-22.
 JUHANOJA, S. Ampelikasvien viljelyaikatauluja. p. 23-34.
 PESSALA, T. Sulkasaniaisen lisäys. p. 35-38.
14. JOKI-TOKOLA, E. Väkiheinä ja säilörehut lihanautojen ruokintakokeissa. 46 p.
15. MÄKELÄ, K. Kesäkukkien kauppasiemenen laatu. 15 p. + 10 liitettä.
16. KÄNKÄNEN, H., HIIVOLA, S.-L. & HEIKKILÄ, R. Kalkitusajankohdan vaikutus kalkituksen tehoon. 38 p. + 1 liite.
17. ROUVINEN, K. & NIEMELÄ, P. Plasmasytoosi heikentää pentutulosta ja pentujen varhaiskehitystä minkillä.
Plasmacytosis försämrar avelsresultatet och valparnas tidiga tillväxt hos mink.
Plasmacytosis impairs breeding result and early kit growth in the mink. p. 1-17.
 ROUVINEN, K. Erilaisten rasvojen sulavuus minkin ja siniketun pennuilla - emulgaattorien vaikutus.
Fettsmältbarhet hos mink- och blårävsvalpar - inverkan av emulgerande ämnen.
Digestibility of different fats in mink and blue fox kits - influence of emulsifying agents. p. 18-37.
18. JOKINEN, R. Fosforin saostukseen käytettävien kemikaalien vaikutusjätevesilietteiden ominaisuuksiin sekä käyttöarvoon lannoitteena ja maanparannusaineena. p. 54.
19. JÄRVI, A. Typpilannoitus ja kasvuston CCC-käsittely timotein siemennurmilla. p. 1-24.
 - Timotein siemennurmen typpilannoitus, riviväli ja siemenmäärä. p. 26-48.
 - Alkuperältään erilaiset timoteilajikkeet siementuotannossa. p. 50-52.
20. URVAS, L. & TARES, T. Maanäytteiden ottoaika ja viljavuusluvut. 17 p.
21. SAASTAMOINEN, M. & PÄRSSINEN, P. Yty-kaura. 29 p. + 2 liitettä.
22. RAVANTTI, S. Juliska-punanata. 51 p. + 1 liite.
23. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikassäilörehu ohran korvaajana kasvavien ay-sonnien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. p. 2-43.
 TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Naattinauriin juurisäilörehu ohran korvaajana kasvavien ay-sonnien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. p. 44-66.

1990

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 40 p.
2. MARKKULA, M., TIITTANEN, K. & VASARAINEN, A. Torjunta-aineet maa- ja metsätaloudessa 1953 - 1987. 58 p.
3. KUMPULA, R. Mikrolisätyn mansikan emotaimiklooneissa esiintyvämuuntelu. 61 p. + 2 liitettä.

4. MELA, T., KÄNKÄNEN, H. & ILOLA, A. Heikkoitoisen kevätiljan arvo kylvösiemenenä. 28 p. + 20 liitettä.
5. SALO, Y & PIETILÄ, E. Laari-kevätheinä. 32 p. + 2 liitettä.
6. RIEPPONEN, L., RINNE, S-L., HIIVOLA, S-L., SIMOJOKI, P., SIPPOLA, J. & TALVITIE, H. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuusvertailu. 38 p. + 8 liitettä.
7. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1982 - 1989. 129 p. + 2 liitettä.
8. URVAS, L. Sinkkisulfaatti timotein lannoitteena. p. 1-11.
- Sinkkisulfaatti ja kelaatit sinkkilannoitteina. p. 12-18.
9. KOIKKALAINEN, K., HUHTA, H., VIRKAJÄRVI, P. & HEIKKILÄ, R. Pitkäaikaisen säilörehunurmen kaliumlannoitus heikosti kaliumia pidättävillä mailla. 59 p.
10. AURA, E. Salaojien toimivuus savimaassa. 93 p.
11. UOSUKAINEN, M. Tervetaimiasemalla tuotannossa olevat ja lajikekokeita varten lisätyt luomulajikkeet. p. 1-29.
UUSITALO, M. Luumujen ja kirsikan virustaudit. p. 31-42.
12. JUHANOJA, S. Kesäkukien leikkoviljely kasvihuoneessa. p. 1-24
- Morsiusharson kaksivuotinen lasinalaisviljely. p. 25-32.
- Pikkusipulikukien leikkoviljely kasvihuoneessa. p. 33-37.

1991

2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1983-1990. 146 p. + 2 liitettä.
3. VILKKI, J. Kulta-kevätrypsi. 20 p. + 1 liite.
4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa. (Sotkamon maanrannuskoe). 22 p.
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmistöön Suomessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. 18 p.
6. HANNUKKALA, A. Puikulan viljelytekniikka Lapissa. 23 p.
7. URVAS, L. & HÄMÄLÄINEN, I. Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet. Kirjallisuuskatsaus. 28 p.
8. JUHANOJA, S. Freesian sadon ajoittaminen. 57 p.
9. LAURILA, L., HIIVOLA, S-L. & KARVONEN, T. Rukiin sakoluku Etelä-Pohjanmaalla. 56 p.
10. HUUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. Kirjallisuustutkimus. 36 p. + 1 liite.
11. TIIRI, J. Muokkauksen vaikutus maan toimintoihin. 82 p.
12. NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Typpilannoituksen vaikutus niittynurmikka-, nurmi-
rölli-, puisto- ja punanatanurmikon kasvuun ja kestävyys. 38 p.

13. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Lajikkeen, lannoituksen ja leikkuun vaikutus niittynurmikka-natanurmikon menestymiseen. 33 p.
18. JUNNILA, S. & ERVIÖ, L-R. Uusien herbisidien tehokkuus ja käyttökelpoisuus viljakasvustoissa. 48 p.
19. ALAVIUHKOLA, T., SUOMI, K. & FRIMAN, T. Uusimmat koetulokset sikatalouden tutkimusasemalta. 77 p.
20. KEMPPAINEN, E., ANISZEWSKI, T. & MIETTINEN, E. Nurmikasvilajien vertailu Pohjois-Kainuussa. 17 p.
21. Salaatin viljely ja sadon laatu. *Cultivation of lettuce and quality of yield.* Yhteistutkimuksen "Salaatin viljelymenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus salaatin laatuun" loppuraportti. 179 p. Toimittaneet RAILI JOKINEN ja RISTO TAHVONEN.
22. AVIKAINEN, H., HARJU, P., KOPONEN, H., MANNINEN, M., MEINANDER, B. & TAHVONEN, R. Desinfiointiaineiden soveltuvuus pelto- ja kasvihuonetuotannossa. 52 p. + 2 liitettä.
23. JOKI-TOKOLA, E. Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen. 27 p.
24. JUHANOJA, S. & HIRSALMI, A. Tuloksia puiden ja koristepensaiden menestymisen seurannasta vuosina 1970-90. 116 p.

1992

1. HAKKOLA, H. & KERÄNEN, T. Rehuviljakokeiden tuloksia 1977-91 Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalta. 22 p.
2. KOSSILA, V. & MÄNTYSAARI, P. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia Maatalouden tutkimuskeskuksessa v. 1973-89. 110 p. + 3 liitettä.
3. URVAS, L. Kalium-, mangaani- ja sinkkilannoituksen vaikutus timotein ravinnepitoisuuteen Pohjois-Suomen suonurmilla. 23 p.
4. NISSINEN, O. Yksivuotisten tuorerehukasvien soveltuminen laidun- ja niittoruokintaan Pohjois-Suomessa. 45 p.
5. HANNUKKALA, A.E. Timoteinurmen perustaminen Pohjois-Lapissa. 15 p.
6. MÄKELÄ-KURTTO, R., SIPPOLA, J. & JOKINEN, R. Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden hyötykäyttö maataloudessa. (Loppuraportti tutkimushankkeesta "Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden mahdollinen hyväksikäyttö maataloudessa".) 49 p. + 40 liitettä. [Painossa.]
7. VANHALA, P. Rikkakasvien fysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana. 68 p.
8. SAASTAMOINEN, M. Sohvi-herne. 41 p. + 2 liitettä.
9. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1984-1991. 109 p. + 2 liitettä.
10. GALAMBOSI, B. & RAHUNEN, I. Yrttien käyttö ja viljely. 39 p. + 1 liite.
11. SIMOJOKI, P., MEHTO-HÄMÄLÄINEN, U., LAITINEN, V. & RÄKKÖLÄINEN, M. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. 37 p.

JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Kirjasto
31600 JOKIOINEN
puh. (916) 1881, telefax (916) 188 339

HINTA: 50 mk