

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE

17/95

TIMO LÖTJÖNEN

**Kemikaaliton rikkakasvien torjunta riviviljelyssä
Torjuntalaitteisto pienimittakaavaiseen
vihannesviljelyyn**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
TIEDOTE 17/95

TIMO LÖTJÖNEN

**Kemikaaliton rikkakasvien torjunta riviviljelyssä
Torjuntalaitteisto pienimittakaavaisen vihannesviljelyyn**

*(Summary: Non-chemical weed control in vegetable cultivation
Equipment suitable for small-scale vegetable cultivation)*

Maatalouden tutkimuskeskus
Itä-Suomen tutkimusyksikkö
Luonnonmukaisen tuotannon
tutkimusasema, Partala
51900 JUVA
Puh. (955) 452 490

Jokioinen 1995
ISSN 0359-7652

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	5
SUMMARY	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Luonnonmukaisen vihannesviljelyn rikkakasviongelmat	7
1.2 Kemikaalittoman rikkakasvintorjunnan koneet ja menetelmät	8
1.2.1 Liekittimet	8
1.2.2 Harat	8
1.2.3 Harjat	9
1.2.4 Muut mekaaniset menetelmät	10
1.3 Tilan olosuhteiden vaikutus torjuntamenetelmien valintaan	10
2 TUTKIMUKSESSA KEHITETYT JA VERTAILUISSA KÄYTETYT LAITTEET	11
2.1 Liekitin	11
2.2 Monikäyttörunko	12
2.3 Harayksiköt	12
2.4 Harjayksikkö	13
3 VUODEN 1994 KENTTÄKOKEET	13
3.1 Kenttäkokeiden menetelmät	13
3.2 Kokeet porkkanatiloilla	15
3.2.1 Käsittelyt	15
3.2.2 Laitteiden sopivuus viljelyoloihin	16
3.2.3 Tulokset	16
3.3 Kokeet sipulitilalla	19
3.3.1 Käsittelyt	19
3.3.2 Laitteiden sopivuus tilan oloihin	19
3.3.3 Tulokset	19
3.4 Vuoden 1994 tulosten tarkastelu	21
4 VUODEN 1995 KENTTÄKOKEET	22
4.1 Porkkanakokeet	22
4.1.1 Aineisto ja menetelmät	22
4.1.2 Tulokset	24
4.2 Sipulikoe	28
4.2.1 Aineisto ja menetelmät	28
4.2.2 Tulokset	30
4.3 Vuoden 1995 tulosten tarkastelu	33
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	35
5.1 Viljelymaan kunnon merkitys	35
5.2 Laitekehitys	36
5.3 Kemikaalittoman rikkakasvintorjunnan toimintastrategiat	37
KIRJALLISUUS	38
LIITTEET	

LÖTJÖNEN, T. Kemikaaliton rikkakasvien torjunta riviviljelyssä. Torjuntalaitteisto pienimittakaavaiseen vihannesviljelyyn. (Summary: *Non-chemical weed control in vegetable cultivation. Equipment suitable for small-scale vegetable cultivation.*) Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 17/95. 38 p. + 2 liitettä.

Avainsanat: rikkakasvintorjunta, vihannekset, haraus, harjaus, liekitys, luomu

TIIVISTELMÄ

Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) luonnonmukaisen tuotannon tutkimusasemalla Partalassa kehitettiin vuosina 1994–1995 kemikaalittomaan vihannesviljelyyn sopivia rikkaruohon torjuntamenetelmiä. Kehitystyön tuloksina syntyivät pienille tiloille sopivat rivivälihara ja -harja. Tila- ja kenttäkokeissa näitä laitteita vertailtiin Elomestari Oy:n liekittimeen ja käsinkitkentään. Tutkimuskasveina olivat porkkana ja sipuli.

Riviväli- ja -harauksella saatiin 45–85 % rikkakasviyksilöistä tuhoutua. Näiden menetelmien tehoissa ei ollut merkittäviä eroja. Suurimmat erot löytyivät koelohkojen olosuhteista. Harjauksen teho pyrki laskemaan loppukesää kohti.

Porkkanalla kitkentätyötä voitiin rivivälikäsittelyillä vähentää 35–50 % pelkkään käsinkitkentään verrattuna, jolloin kitkentätyötä jäi 150–600 h/ha. Sipulilla päästiin parhaimmillaan alle 100 h/ha kitkentätarpeeseen. Eri käsittelyjen vaikutuserot sadoissa olivat pieniä.

Haraus osoittautui vähintään yhtä tehokkaaksi torjuntamenetelmäksi kuin liekitys. Liekittimen kaasunkulutus oli keskimäärin 60 kg/ha käsittelykerta kohti. Vesisumusuojauksen avulla voitiin joissakin tilanteissa estää porkkanantainten tuhoutuminen käytettäessä kapeaa (4 cm:n) liekittämätöntä kitkentäkaistaa. Harjalaitteella päästiin hyvin lähelle viljelyskasviriviä, mutta ongelmana oli heikko teho isoihin rikkoihin.

Vaikka liekitys, haraus ja harjaus sopivat kutakuinkin yhtä hyvin rikkakasvien poistamiseen riviväleistä, on näillä menetelmillä omat erikoiskäyttöalueensa (esim. kokoalaliekitys ennen taimettumista, rivien multaus). Niinpä harvat kemikaalitonta torjuntaa käyttävät tilat tulevat toimeen vain yhdellä laitteella. Käyttökustannuksia ajatellen liekittäminen kannattaa vain alkukesästä, jolloin loppukesän torjunnat hoidetaan mekaanisesti.

SUMMARY

Non-chemical weed control in vegetable cultivation Equipment suitable for small-scale vegetable cultivation

In 1994–1995 we developed weed control machines for non-chemical vegetable cultivation. The results of row-hoeing, brushing and flaming equipment were compared with those of manual weeding. The vegetables studied were carrot and onion.

Row-flaming or hoeing killed 45–85% of weeds. Differences between methods were slight; the most marked differences were between fields. By the end of the summer, brushing had reduced the amount of weeds. In carrot experiments we were able to reduce the time spent on manual weeding by 35–50%, that is, to 150–600 h/ha. In onion experiments the weeding time in the best case was less than 100 h/ha. Yield differences between methods were small.

Row-hoeing was as effective a weed control method as flaming. Gas consumption of the flamer was about 60 kg/halpass. By providing the flamer with a waterspray, we were able to protect small carrots in some cases. The brusher equipment could get very near the plant row, but was not very effective against big weeds.

Flaming, hoeing and brushing are all suitable methods for controlling weeds in vegetable rows. Each however, has its own special area of application (e.g. before germination, when earthing plants up). Many non-chemical farms therefore need more than one method. As to running costs, flaming is profitable only in early summer; in late summer, it is more profitable to control weeds mechanically.

Keywords: weed control, vegetables, hoeing, brushing, flaming

1 JOHDANTO

Luonnonmukaisen vihannesviljelyn suurin ongelma on nykyisin työläs rikkakasvien torjunta. Rikkakasveista on enemmän haittaa vihannesviljelyssä kuin vilja- tai nurmikasvien tuotannossa, koska vihannesten kilpailukyky ja peittävyys ovat heikkoja. Vihanneksia kasvatetaan yleensä riveissä, joten rikkakasvien torjunta riviväleistä on mahdollista koneellistaa mekaanisin tai termisin keinoin.

Liekityksestä on olemassa melko runsaasti niin koti- kuin ulkomaistakin tutkimustietoa (mm. Maatalouden tutkimuskeskus/Jokioinen ja Helsingin yliopisto/Maa- ja kotitalousteknologian laitos). Sen sijaan mekaanisten menetelmien (haraus, harjaus, jyrshintä) tutkimus on varsinkin Suomessa ollut niukkaa. Myös mekaanisen ja termisen rikkatorjunnan laitevalmistajia on vähän, koska kemiallinen torjunta on halvempaa ja tavallisesti myös tehokkaampaa.

Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) luonnonmukaisen tuotannon tutkimusasemalla Partalassa käynnistyi vuoden 1994 keväällä tutkimus, jonka tavoitteena oli kehittää ja vertailla pienimittakaavaisen (<1 ha) vihannesviljelyn kemikaalittomia rikkakasvintorjuntamenetelmiä. Tutkimus pyrittiin tekemään siten, että tuloksia voitaisiin soveltaa myös isommille viljelyaloille tarkoitettujen laitteiden vertailuun.

Nestekaasuliekityksen tiedettiin ennalta olevan kohtuullisen tehokas mutta myös kallis torjuntakeino. Niinpä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, voidaanko liekitys korvata jollakin edullisemmalla mekaanisella torjuntamenetelmällä erityisesti rivivälikäsitelyissä.

Tutkimuksen rahoittivat Maatalouden tutkimuskeskus ja Elomestari Oy.

1.1 Luonnonmukaisen vihannesviljelyn rikkakasviongelmat

Tällä hetkellä luomuvihannesten kysyntä on suurempaa kuin tarjonta. Viljelysalan laajentumista jarruttaa suuri työnmenekki rikkakasvien torjunnassa. Työteho-seuran tutkimusten mukaan kitkennän työnmenekki vaihtelee 150–600 h/ha lähinnä rikkakasvitiheyden mukaan (LAINE ja KAILA 1994). Monesti viljelyn kannattavuus vaarantuu,

jos kitkentään joudutaan palkkaamaan viljelijäperheen ulkopuolisia työntekijöitä.

Jos rikkakasvintorjunta on hoidettu heikosti, voi pellossa kasvaa 500–1000 rikkakasviyksilöä neliometrillä (HOVILA 1991). Tällaisessa maassa jää heikosti kilpailevien vihannesten sato erittäin pieneksi (esim. VÄISÄNEN 1991).

Luonnonmukaisessa viljelyssä on ennalta ehkäisevä rikkaruohontorjunta tärkeää. Monivuotiset rikat on pidettävä kurissa tehokkaalla viljelykierrolla, johon sisältyy tukahduttavia kasvustoja (esim. virna-raiheinä) ja avokesantoja. Karjanlanta kompostoidaan rikkojen siementen tuhoamiseksi. Lohkolle, jossa on paljon monivuotisia rikkakasveja (esim. juolavehna, leskenlehti, valvatti), ei luomuvihannesviljelyä kannata yrittää, koska kemikaalittomien torjuntamenetelmien teho näihin rikkoihin on yleensä heikko.

Yksivuotisiin rikkakasveihin mekaaniset ja termiset torjuntamenetelmät tehoavat selvästi paremmin. Kitkentyöstä ei näillä menetelmillä päästä täysin eroon, mutta niitä käytettäessä on käsityön tarve tutkimusten mukaan pudonnut noin puoleen pelkkään käsinkitkettä verrattuna (VANHALA 1992).

Järkevin strategia torjuttaessa hitaasti taimettuvien kasvien (esim. porkkana) rikkakasveja on liekittää koko pinta-ala tai ainakin rivinkohdat pari päivää ennen viljelykasvin taimettumista. Näin saadaan tehokkaasti vähennettyä nopeasti itävien rikkojen määrää. Käsitteilyä jatketaan riviväliliekityksin, harauksin tai harjauksin, kun jäljelle jääneet rikat ovat korkeintaan 2-lehtiasteella. Torjuntajoukon teho on sitä parempi, mitä pienempinä rikat voidaan tuhota (VANHALA 1992). Monesti rivivälikäsitelyajan aikaistamista haittaa viljelykasvirivin heikko erotuvuus, mikä vaikeuttaa koneiden ohjaamista. Rivin näkyvyyttä voidaan parantaa kylvämällä viljelykasvin joukkoon nopeasti itävää merkkikasvia, esim. retiisiä.

Rivinkohdat kannattaa kitkeä käsin esim. harvennusten yhteydessä, etteivät riveihin jääneet rikat pääse levittäytymään myöhemmin kesällä riviväleihin (SIMOJOKI ym. 1992). Jotkut kasvit (esim. sipuli ja maissi) kestävät ns. valikoivaa liekitystä, jossa liekki suunnataan hyötykasvin juurelle ja

näin voidaan tuhota rikkakasveja myös riveistä. Näitä kasveja viljeltäessä voidaan kitkentätyöltä vältyä kokonaan. Vaakatasossa toimivalla harjakkoneella voidaan tuhota rikkoja rivistä, kun viljelykasvi (esim. porkkana) on tarpeeksi isoa (FOGELBERG och JOHANSSON 1993).

Vihanneksia viljellään tasamaalla, penkeissä ja harjuissa. Koska useimmat rikkakasvien torjuntamenetelmät edellyttävät jatkuvaa kosketusta maahan, vaaditaan käytettäviltä koneilta hyviä säätömahdollisuuksia.

1.2 Kemikaalittoman rikkakasvin torjunnan koneet ja menetelmät

1.2.1 Liekittimet

Liekityksessä rikkakasvia kuumennetaan nopeasti (noin 100 °C:een), jolloin solut repeytyvät äkillisesti laajetessaan tai niiden valkuaisaineet koaguloituvat. Seurauksena on kasvin kuivuminen muutamassa päivässä. Kuivissa oloissa liekityksen teho on parempi kuin kosteissa: lämpöenergiaa kuluu vähemmän veden haihduttamiseen, ja rikkakasvi kärsii veden puutteesta. Liekitykselle herkkiä rikkoja ovat mm. jauhosavikka, pihatähtimö, peltovilakko ja hatikka. Kestäviä puolestaan ovat nurmikat, juolavehna, lutukka sekä pelto-ohdake. (ASCARD 1988)

Tarvittava lämpö tuotetaan polttamalla nestekaasua ilmassa olevaa happea hyödyntäen. Poltuotteet ovat puhtaita, käytännössä vain hiilidioksidia ja vettä. Liekki palaa polttimessa, joka on järkevää koteloida. Tällöin liekin torjuntateho paranee, kun palamiskaasut pysyvät kuumempina ja kauemman aikaa maanpinnan läheisyydessä. Tuulen liekkiä jäädyttävä vaikutus vähenee, viljelykasvin vioitusriski pienenee ja nestekaasua säästyy. (RAHKONEN 1993)

Valikoimattomassa liekityksessä koteloiden käyttö on mahdollista, koska polttimet asennetaan puhaltamaan liekki taakse- tai eteenpäin (esim. porkkanan liekitys). Koteloiden pitää seurata maanpinnan epätasaisuuksia mahdollisimman hyvin. Valikoivassa liekityksessä kotelointia ei voida hyödyntää, koska poltin puhaltaa kulkusuuntaan nähden sivulle. Tämä aiheuttaisi viljelykasvien sotkeutumisen koteloihin (esim. sipulirivin lieki-

tys). Sivutuulta vähentäviä tuulisuojia kannattaa sensijaan käyttää.

Liekittimiä on traktorisoiviteisina, työnnettävinä ja reppuruiskun mallisina. Käsikäyttöiset laitteet soveltuvat alle yhden hehtaarin vihannesviljelyaloille. Traktorivetoisten laitteiden työleveys on yleensä alle 3 m.

Kaasuntarve vaihtelee 25–80 kg/ha käsittelyä kohden. Jos liekitys on ainoa käytettävä torjuntamenetelmä, käsittelyjä tarvitaan 2–3 kasvukaudesta. Liekitys on halvempaa kuin käsinkitkentä, mutta kalliimpaa kuin mekaaniset tai kemialliset menetelmät. Kesän viimeiset käsittelyt kannattaa tehdä mekaanisesti, jos se ei ole esim. kivisyyden tai penkkimuodon takia mahdotonta. (VANHALA 1992)

Työtehoseuran (TTS) tutkimuksen mukaan liekityksen ja harauksen yhdistelmällä voitiin sipulimaalla päästä jopa pienempiin kokonaiskustannuksiin kuin kemiallisella torjunnalla. Porkkanamaalla kemiallinen torjunta oli edullisempaa (LAINE ja KAILA 1994).

1.2.2 Harat

Haroilla tuhotaan rikkakasveja pääasiassa viljelykasvien riviväleistä. Myös rivin harausta viljojen rikkaäestyksen tapaan on jonkin verran kokeiltu. Yleensä harojen vetovastus on niin suuri, että vain traktorivetoiset sovellukset tulevat kysymykseen. Hara voidaan kiinnittää traktorin keulalle, jolloin ohjaus suoritetaan etupyörillä, keskelle (työkoneenkantaja) tai taakse. Viimeksi mainitussa tapauksessa haran korkeaharjaiset tukipyörät seuraavat kylvettäessä vedettyjä ohjauria. Ohjauksesta voi vastata myös apumies, joka pitää haran rivillä mekaanisten tankojen tai hydrauliiikan avulla. Sopiva ajonopeus haroilla on 4–7 km/h. (MATTSSON och NYLANDER 1989)

Muokkaustyön tekevät hanhenjalkaterät. Terien kiinnitys S-piikin varteen tehostaa rikkoja irrottavaa vaikutusta suuremmilla ajonopeuksilla. Jäykkä kiinnitys voi olla tarpeen pyrittäessä erittäin tarkkaan ajoon. Viljelykasvin liika multaantuminen voidaan estää pyörivin suojakiekoin tai kiintein suojalevyin. Torjuntavaikutus perustuu pienten rikkojen peittämiseen ja suurempien leikkaamiseen poikki. (VANHALA 1992)

Myös harauksessa on tärkeää, että käsittely aloitetaan rikkojen ollessa mahdollisimman pieniä. Esteenä on viljelykasvin taimien peittymisvaara. Harauksen tavoitteena on mahdollisimman kapea käsittelemätön kaista vahingoittamatta viljelykasvin juuristoa. Rivivälin tulee puhdistua rikoista tarkkaan, ts. teräasetelmien on oltava sellaisia, ettei riviväliin jää muokkaamattomia kaistoja.

Haran pitää toimia tukkeutumatta myös runsaan rikkaruohon peittämässä maassa. Rakenteiden täytyy kestää kivien aiheuttamat kuormitukset, ja haran pitää mukautua maanpinnan tasaisuuden vaihteluihin (varsinkin leveät harat). Tästä syystä jokaista riviä hoitavat yksiköt on nivelöity ja jousitettu erikseen. Nelinivelrakenteilla (paralleelikiinnitys) ja kannatuspyörillä voidaan työsyvyys ja leikkuukulma vakioida pellon pinnan epätasaisuuksista huolimatta.

Kosteissa oloissa hara tukkeutuu helposti ja pyrkii peittämään viljelykasvia. Maasta irronneet rikat juurtuvat helposti uudestaan. Siten rivivälejä kannattaa harata vain, kun maan pinta on kuivaa eikä sadetta ole muutamaan vuorokauteen odotettavissa.

Rikkojen tuhoamisen lisäksi harauksen katsotaan parantavan tiettyjen maalajien vesitaloutta, juurten hapensaantia ja kasviraavinteiden mineralisaatiota (MATTSSON och NYLANDER 1989). Niinpä harausta suositellaankin ruiskutuksen tai liekityksen täydentäjäksi kovettuvilla mailla.

1.2.3 Harjat

Harjaus on melko uusi tekniikka rikkakasvien torjunnassa. Idea keksittiin kunnallistekniikasta, jossa harjoja on käytetty asfaltti- ja sementtipintojen saumoissa kasvavien rikkojen poistamiseen. Peltokasvien viljelyssä harja repii riviväleissä olevat rikat irti maanpinnasta, peittää ne mullalla tai hiertää rikki. Työn tekevät traktorin voimanulosoton pyörittämät nailonharjakset. (FOGELBERG och JOHANSSON 1993)

Katuharjatyypissä versiossa (esim. Fobro) koneen akseli pyörii vaakatasossa ja siihen kiinnitettyjen harjakiekkojen halkaisija on noin 50 cm tai suurempi. Säädot erisuuruuksille riviväleille tehdään vaihtamalla pääakseliin eri levyisiä harjakiekkoja. Hyötykasviriviä suojaavat peltitunnelit. Koska har-

ja-akseli on kiinteä koko koneen työleveydellä, harjakset eivät voi mukautua kovin suuriin maanpinnan epätasaisuuksiin. Tämän takia työleveys on rajattava mieluiten alle kahteen metriin. (VANHALA 1992)

Harjaa pyöritetään yleensä ajosuuntaan. Normaali työsyvyys on 3–4 cm ja ajonopeus noin 3 km/h. Teho varsinkin pieniin rikkakasveihin on kokeissa ollut hyvä. Jos rikat ovat isoja, käytetään suurempaa pyörimisnopeutta. (MATTSSON och NYLANDER 1989)

Pystysuuntaisin akselein varustetun harjakoneen (esim. Thermec B) kehittelyn tavoitteita ovat olleet hyvä mukautuvuus maanpinnan epätasaisuuksiin, monipuoliset säätömahdollisuudet ja kyky tuhota rikkakasveja myös rivistä. Niinpä jokaisella lautasharjalla (halk. noin 19 cm) on oma paralleelikiinnityksensä ja tukipyöränsä. Näin työsyvyys ja säädetyt kulmat pysyvät hyvin vakioina myös leveissä sovellutuksissa (jopa 6 riviä). (FOGELBERG och JOHANSSON 1993)

Valitettavasti mekaaninen veto akseleilla tai kiilahihnoilla on vaikea järjestää moneen suuntaan liikkuville harjajyksiköille. Siksi Thermecin koneessa on jokaista lautasharjaa pyörittämään asennettu oma hydraulimoottorinsa. Ratkaisu on kallis, mutta vastineiksi on saatu herkkä mukautuminen maanpinnan muutoksiin ja mahdollisuus säätää harjojen eteen/taakse-kallistusta, sivukallistusta, työsyvyyttä sekä pyörimissuuntaa ja -nopeutta yksilöllisesti. Näin koneella voidaan mm. joko poistaa multaa rivistä tai mullata sitä. (FOGELBERG och JOHANSSON 1993)

Koneen teho rikkakasveihin on ollut kokeissa hyvä: 70–90 % rikoista on saatu kerta-ajolla tuhoutumaan. Harjalla pystyy vetämään tai peittämään rikkoja myös rivistä, kun rivin kummallakin puolella olevien harjasten väliksi säätää 0 cm. Kun porkkana oli 12–15 cm korkeaa, se kesti kokeissa hyvin rivistä harjausta. Sipuli ja punajuuri sensijaan pyrkivät irtoilemaan, jos harjojen väli oli 0 cm. Näissä tapauksissa oli tyydyttävä riviväliharjaukseen (väli 6 cm), jolloin sato ei pienentynyt. Tutkimuksia viljelykasvien taimiasteella (esim. 2–3 cm) ei ole tehty. (FOGELBERG och JOHANSSON 1993)

Harjojen pyörimisnopeutta säädettyessä on työn intensiteetti tärkeä käsite. Se on harjasten kehänopeuden ja ajonopeuden suhde. Käyttökelpoinen intensiteettialue on 2–8, riittävä rikkakasviteho (~ 70 %) on saavutettu kokeissa intensiteetin ollessa likimain 3. Intensiteettiä lisäämällä voidaan kasvattaa koneen työsyvyyttä ja parantaa tehoa isoihin rikkakasveihin. Tällöin kasvaa riski vioittaa viljelyskasvia. (FOGELBERG och JOHANSSON 1993)

Harjarungon kiinnitys traktoriin ja ohjaus voidaan järjestää samoin kuin harojenkin. Tarkka ohjaus on harjaakin käytettäessä tärkeää, sillä monesti pyritään vielä kapeampiin käsittelemättömiin kaistoihin kuin harattaessa. Harjalla voidaan työskennellä kosteammissa oloissa kuin haralla. Kivet eivät haittaa harjan toimintaa yhtä paljon kuin harausta. Rikkakasvien uudelleen kasvaminen harjauksen jälkeen on vähäistä, koska harjan kuohkeuttava vaikutus on pienempi kuin haran. Lisäksi harja hiertää rikkakasvien pinnan rikki. Hara tehoaa isoihin rikkoihin sen sijaan harjaa paremmin. (MATTSSON och NYLANDER 1989)

1.2.4 Muut mekaaniset menetelmät

Rivivälijyrsimen teho on hyvä myös isoihin ja jopa monivuotisiin rikkakasveihin. Siinä traktorin voimanulosoton teho siirretään akseleilla ja ketjuilla rivivälän levyisiin kelajyrsimyksiköihin. Yksiköt pääsevät mukailemaan maanpintaa ja väistämään esteitä radiaalisesti toisistaan riippumatta. Voimansiirron järeiden ja monimutkaisuuden takia rakenne on kallis ja vaatii suhteellisen paljon huoltoa (esim. kivissä olosuhteissa). (MATTSSON och NYLANDER 1989)

Kovin lähelle riviä ei jyrsimellä päästä, koska rootoreiden täytyy olla hyvin koteloituja, etteivät viljelyskasvit peittyisi tai pölyntyisi. Koteloiden on oltava tarpeeksi väljiä tukkeutumisen välttämiseksi. Jyrsimen kelalla pitää olla paikka voimansiirto-ketjulle, minkä takia riviväli jää muokkautumatta jostain kohtaa. Tavallisesti ketjun kohdalle kiinnitetään hanhenjalkaterä muokkaamaan jyrsimätöntä kaistaletta. Rivivälijyrsimen koteloidusta rakenteesta johtuen säätö eri riviväleille on hankalaa. Jos maalaji on huonorakenteista, ovat vaarana maan jauhautuminen liian hienoksi ja liettyminen. Jyrsimää käytetään eniten perunan- ja mansikanviljelyssä, mutta tietyissä oloissa se sopii myös vi-

hannesviljelyyn. (MATTSSON och NYLANDER 1989)

Rullahara toimii samalla periaatteella kuin lapiorullaes. Sillä voidaan muokata jopa metrin levyisiä rivivälejä. Kelan kulmaa ja ajonopeutta muuttamalla säädetään muokkaustehoa ja maan siirtoa riville tai riviväljen keskustaan. Ajonopeuden on oltava tarpeeksi suuri (noin 10 km/h) riittävän rikkakasvitehon saavuttamiseksi. Laite toimii parhaiten pehmeissä ja kivettömissä maalajeissa, esim. savessa voi olla hankalaa saada teriä uppamaan tarpeeksi syvälle. Rullaharallakaan ei pystytä muokkaamaan kovin läheltä viljelyskasvia, koska ajotarkkuus on huono koneen kannalta optimaalisilla ajonopeuksilla ja vaarana on rivin peittyminen. (MATTSSON och NYLANDER 1989)

1.3 Tilan olosuhteiden vaikutus torjuntamenetelmien valintaan

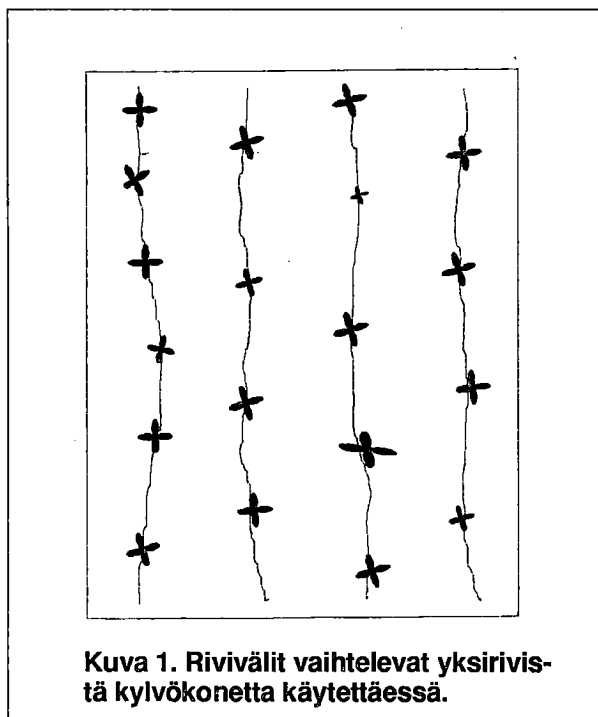
Vihannesviljelmän pinta-ala ja myytävän sadon määrä ratkaisevat, minkä hintaista tekniikkaa rikkaruohojen torjuntaan kannattaa hankkia. Vuosina 1991 ja 1992 tehdyssä tutkimuksessa luomuporkkanaa viljelevien tilojen porkkana-ala oli keskimäärin 0,4 ha vaihdellen muutamasta aarista 1,5 hehtaariin. Sipulin pinta-ala oli keskimäärin 0,3 ha (KOIKKALAINEN 1993).

Viljelyalaa rajoittavat pieni tilakoko (viljelykierrot), vihannesviljelyn outous monille luomutuotantoon siirtyville viljelijöille ja sopivan kokoisten koneiden puuttuminen markkinoilta. Alle hehtaarin vihannesalan sadon myyntitulot ovat niin pienet, ettei niillä voi ostaa kovin kalliita koneita. Useamman tilan yhteistoiminta mahdollistaa kunnan koneiden hankkimisen pienillekin aloille ja viljelysalan laajentamisen. Työtehoseuran laskelmien mukaan traktorisovitteisilla kemikaalittoman torjunnan koneilla pitää pystyä käsittelemään 5–10 ha:n vihannesala vuodessa, jotta niiden hankinta olisi kannattavaa. Yksinkertaisilla haroilla ja multaimilla pinta-ala on hieman pienempi (LAINE ja KAILA 1994).

Viljeltävät kasvit vaikuttavat torjuntatekniikoiden valintaan. Liekitystä kannattaa käyttää lähes kaikkien vihannesten alkukehitysvaiheessa (pl. rikkoja nopeammin itävät vihannokset). Pintajuuriset kasvit (esim. kurkku, salaatti) eivät siedä harausta (MATTSSON och NYLANDER 1989). Harjaus voi ir-

rottaa heikosti maassa kiinni olevia kasveja (sipuli, punajuuri) varsinkin kasvukauden loppupuolella. Maalajilla ja kivisyydellä on myös merkitystä. Liekitys sopii lähes kaikille maalajeille (pl. maatumaton turve) ja kivisiin olosuhteisiin. Haraus voi olla välttämätön kuohkeuttaja kovilla maalajeilla. Liekitin on parhaiten muotoiltavissa harjuviljelyyn, kun taas kiinteäkselinen harjakone lienee tehtävään sopimaton. Siten monilla tiloilla tarvitaan enemmän kuin yksi torjuntamenetelmä.

Jos vihanneskylvökset tehdään työnnettävällä yksirivisellä kylvökoneella, voivat syntyvät rivivälit vaihdella useita senttimetrejä (Kuva 1). Silloin rikkojen torjunta riviväleista on myös tehtävä yksirivisillä laitteilla, jotta pystyttäisiin seuraamaan rivivälien muutoksia, eivätkä tuhottaisi riviä kapeissa paikoissa. Laitteiden on oltava sellaisia, että ne torjuvat yhdellä ajokerralla rikkoja rivin kummaltakin puolelta, eivät kiinteästi yhdestä rivivälistä.



Mainittujen syiden takia Elomestari Oy:n kehitystyön kohteeksi valittiin ammattimaiseen vihannesviljelyyn sopivat työnnettävät yksiriviset laitteet. Näiden hinta ja kapasiteetti jäivät selvästi alemmiksi kuin traktorisovitteisten koneiden. Torjuntatyön laatu pyritään kuitenkin saamaan kilpailukykyiseksi. Käsikäyttöisten laitteiden edullisuus johtuu pienemmistä ainevahvuuksista ja kapeammasta työlevydestä kuin traktorivetoisissa koneis-

sa. Erillisiä ohjauslaitteita ei tarvita. Myös tukkeutumia ja muita häiriöitä voidaan manuaalisilla laitteilla sallia useammin, koska kuljettajan on helpompi havaita häiriötilanteet ja poistaa ne verrattuna traktorisovitteisiin koneisiin. Suunnittelussa kiinnitettiin huomiota erityisesti työntövoiman minimoimiseen ja käyttöergonomiaan.

2 TUTKIMUKSESSA KEHITETYT JA VERTAILUISSA KÄYTETYT LAITTEET

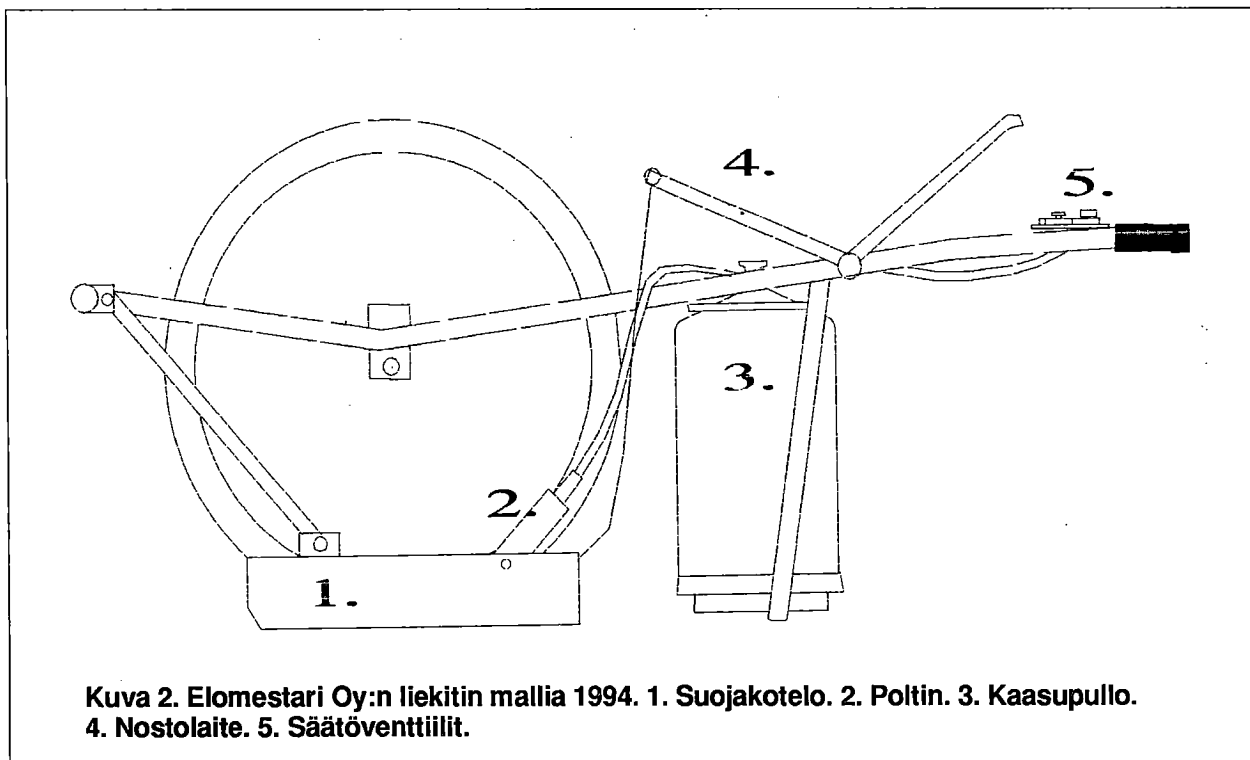
2.1 Liekitin

Vuoden 1994 kenttäkokeissa käytettiin Elomestari Oy:n markkinoimaa nestekaasuliekitintä. Yksipyöräisen laitteen runko on taivutettu pyöreästä metalliputkesta. Umpikumipyörän koko on 26". RST-levystä valmistettu poltinkytkö muodostuu neljästä (halk. 0,5 mm) rinnakkain asennetusta suuttimesta. Poltin on suojattu 50 cm pitkällä, 21 cm leveällä ja 10 cm korkealla RST-peltisellä kotelolla. Poltin on kiinnitetty koteloon noin 45°:en kulmassa etuviistoon.

Polttimia on laitteessa kaksi, ne voidaan asentaa tukipyörän kummallekin puolelle kokoalaliekitystä varten tai vierekkäin riviväliliekitykseen, jolloin rivi jää suojaan koteloiden väliin. Poltinkoteloiden kiinnitys on uiva korkeus- ja sivusuunnassa, mikä vähentää liekin iskemistä sivulle epätasaisella pelolla liekitettäessä. Kotelot voidaan nostaa päisteessä ylös käsikäyttöisellä vajerivälitteisellä nostolaitteella.

Kaasupullotelineeseen sopii 11 kg:n nestekaasusäiliö. Alumiinipullon käyttö keventää työtä. Kaasu johdetaan paineensäätöventtiilin ja työntökahvassa olevan pikasulkuventtiilin kautta polttimille. Paineensäätöventtiilissä on letkunrikkoventtiili ja pikasulkuventtiilissä säädettävä säästöliekkiasento, jolla polttimet voidaan hiljentää minimiliekille päisteissä ja taukotilanteissa. Letkutus on hoidettu kupariputkilla ja kumisella kudovahvisteisella kaasuletkulla.

Kesän -94 aikana poltinkoteloiden kiinnitystä tukevoitettiin ohjattavuuden ja rivinseurannan parantamiseksi tavoitteena mahdollisimman kapea kitkentakaaista ja kotelon parempi pysyminen harjun reunalla. Polttimille tehtiin kiinnitysosat ja var-



Kuva 2. Elomestari Oy:n liekitin mallia 1994. 1. Suojakotelo. 2. Poltin. 3. Kaasupullo. 4. Nostolaite. 5. Säätoventtiilit.

renohjaimet sipulin valikoivaa liekitystä varten. Polttimet sijoitettiin tukipyörän etupuolelle kohtisuoraan kulkusuuntaa vasten. Näin laite mahtui sipulirivien väliin ja voitiin liekittää yhdellä ajokerralla puolet kahdesta sipulirivistä.

Kasvukaudella 1995 liekitysvarustus siirrettiin kappaleessa 3.2. esiteltyyn monikäyttörunkoon ohjattavuuden parantamiseksi ja työntövastuksen pienentämiseksi. TTS:n liekityskokeissa käsittelemättömän kitkentaikaistan kaventaminen vähensi merkittävästi kitkentätyön menekkiä (VANHALA ym. 1994). Samalla myös riski vioittaa viljelykasvia kasvoi. Niinpä Partalassa kokeiltiin kitkentaikaistan kaventamista vesisumusojausta apuna käyttäen. Siinä liekityskoteloiden etäisyyttä toisiinsa pienennettiin normaalista 6 cm:stä 4 cm:iin ja samalla lukittiin kotelot kiinteästi toisiinsa kiinni. Koteloiden väliin asennettiin kasvinsuojeluruiskun suutin siten, että se sumutti vettä n. 5 cm liekitinkoteloiden etupuolelle rivin leveydelle. Painevesi tuotiin suuttimelle apuhenkilön käyttämästä reppuruiskusta.

2.2 Monikäyttörunko

Koska tiedettiin, ettei pelkkä liekityslaite riitä luonnonmukaisen viljelyn rikkakasvintorjunnaksi, kehiteltiin "maitokärrymallinen" monikäyttörunko,

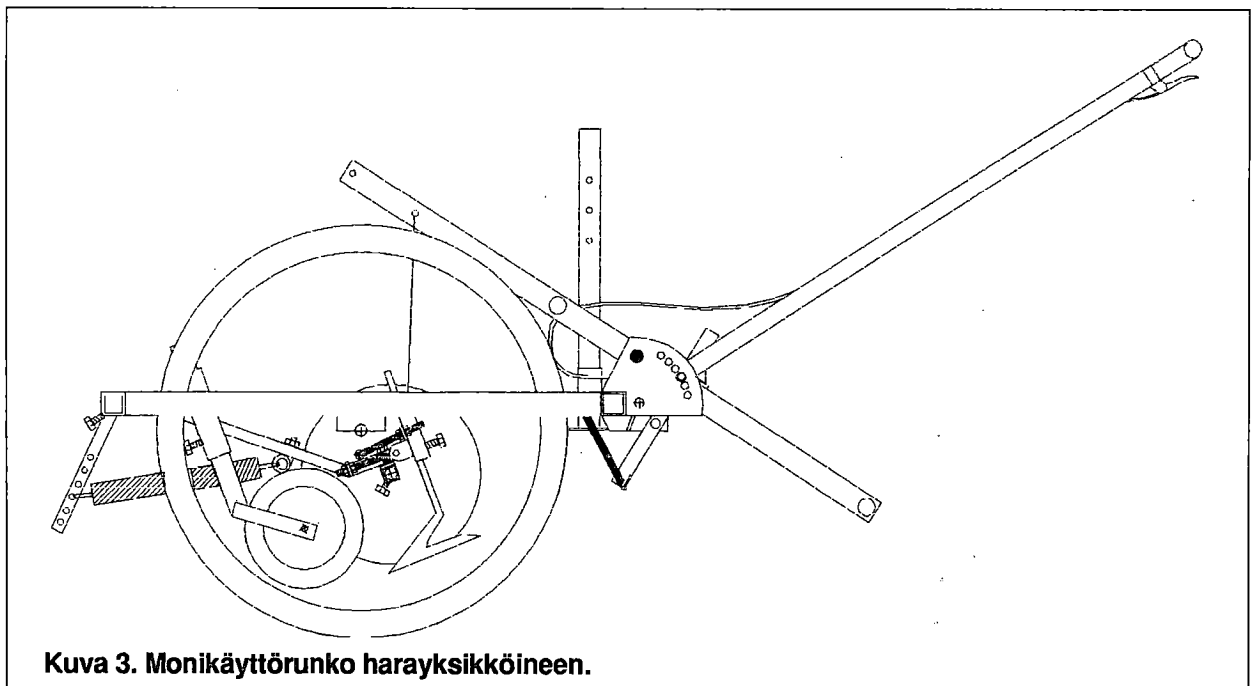
johon voidaan tarpeen mukaan kiinnittää liekitinkotelot, harausyksiköt tai harjayksiköt. Kaksi 26" kokoista kumista tukipyörää tekee rungosta vakaan ja kevyesti työnnettävän. Pyörien etäisyyttä muuttamalla laite saadaan sopimaan erikokoisille riviväleille. Työntöaisan korkeutta voidaan säätää.

Työlaiteyksiköt nostetaan päisteissä ylös poljinikäyttöisellä nostolaitteella. Tällä saavutetaan riittävä nostovoima myös jäykkäjousisia harayksiköitä käytettäessä. Nostolaite lukittuu automaattisesti yläasentoon, ja se vapautetaan käsikäyttöisellä vaijerivälitteisellä laukaisukahvalla.

Työlaiteyksiköt kiinnitetään rungon neliöprofiiliin etuputkeen (35 mm × 35 mm) pulttikiristykseällä. Tämä mahdollistaa yksiköiden portaattoman rivivälisäädön. Nostolaitteeseen yksiköt on kiinnitetty ketjuilla, minkä ansiosta yksiköt voivat vapaasti seurata maanpinnan epätasaisuuksia.

2.3 Harayksiköt

Luvussa 1.3 esitettyjen syiden takia yhden rivin harausta varten rakennettiin kaksi harayksikköä siten, että toinen muokkaa rivin vasemman puolen ja toinen oikean. Nivelkiinnitys runkoon toteutettiin radiaalisesti tavoitteena rakenteen yksinkertaisuus (Kuva 4. osa 4) Yksirivinen hara on niin kapea,



Kuva 3. Monikäyttörunko harayksikköineen.

että maanpinnan tasaisuus vaihtelee tukipyörien välillä melko vähän. Täten haranterien maakulman vaihtelut ovat myös pieniä.

Muokkaustyön tekevät hanhenjalkaterät, joita on saatavissa 13–21 cm:n levyisinä, multaavina ja leikkaavina (Kuva 4. osa 1). Terien työsyvyys ja -kulma ovat portaattomasti säädettäviä. Viljelyskasviriviä suojaavat halkaisijaltaan 300 mm:n sileät, pyörivät peltikiekot (2). Niiden etäisyyttä hanhenjalkaterästä ja harituskulmaa voi niinikään säätää portaattomasti. Jos riviä halutaan mullata, suoja kiekot voi poistaa. Työsyvyyden vakioinnista huolehtivat kuminen tukipyörä ja painatusjousi (3). Jousen jäykkyyttä säädetään siirtämällä kiinnityspulttia haran runkoputkessa olevissa rei'issä. Tukipyörän säätö on portaaton. Harayksiköt on kiinnitetty nostolaitteeseen takaosastaan nostovoiman maksimoimiseksi.

Kesällä 1995 harayksiköiden lautasten väliin asennettiin kolme rikkakasviäkeen piikkiä irrottamaan rikkakasveja myös rivistä. Tätä nk. riviäestystä käytettiin ensimmäisen tai toisen harauksen yhteydessä.

2.4 Harjayksikkö

Idea työnnettävän harjalaitteen kehittämiseksi tuli Norsk senter for ekologisk landbruk-tutkimuslaitoksesta Norjasta. Partalassa rakennettu harjakone koostuu monikäyttörungosta ja kahdesta pys-

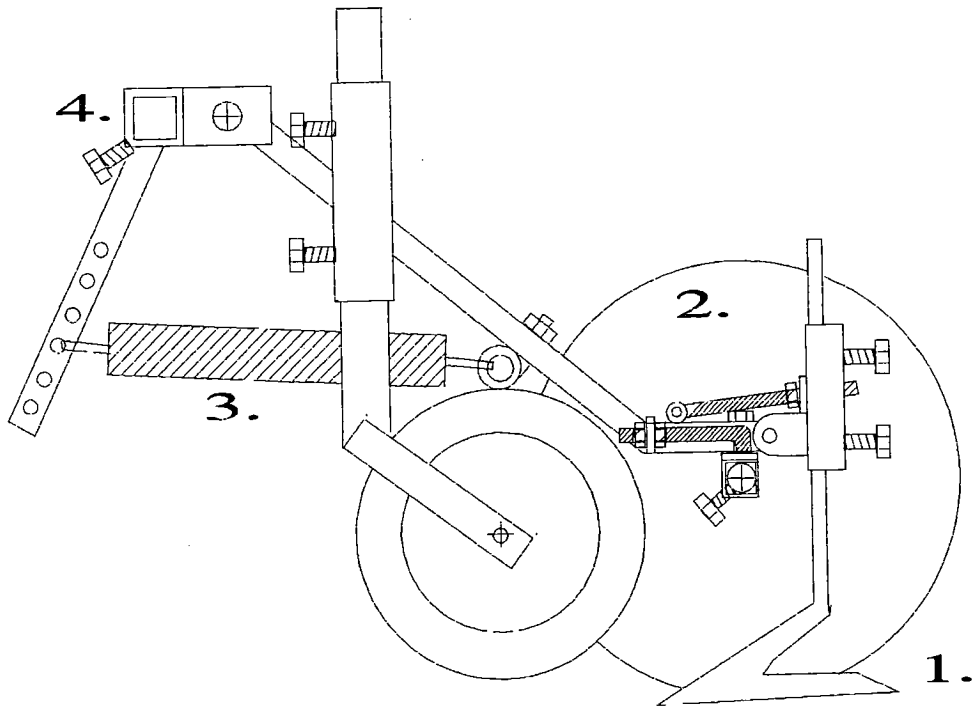
tysuuntaisin akselein varustetusta harjayksiköstä, joista toinen puhdistaa rivin vasenta reunaa ja toinen oikeaa reunaa. Yksiköt on kiinnitetty monikäyttörunkoon paralleelisesti, jotta harjan kulma maahan nähden pysyisi vakiona korkeusvaihteluista huolimatta (Kuva 5).

Muovisia lautasharjoja pyörittävät 12 V:n 70 W:n teollisuuskäyttöön tarkoitettut sähkömoottorit, joiden jatkeina ovat hammasvälitykset. Harjojen pyörintänopeus on kuormittamattomana 150 r/min ja kuormitettuna 100–110 r/min. Sähkö otetaan päärunkoon kiinnitetystä akusta. Sähkömoottorien pieni koko verrattuna esim. polttomoottoreihin mahdollistaa voimanlähteen kiinnittämisen suoraan harjaan ja monipuoliset säätömahdollisuudet ilman monimutkaisia voimansiirtoakseleita. Harjalaite oli kenttäkokeissa mukana vasta kesällä 1995.

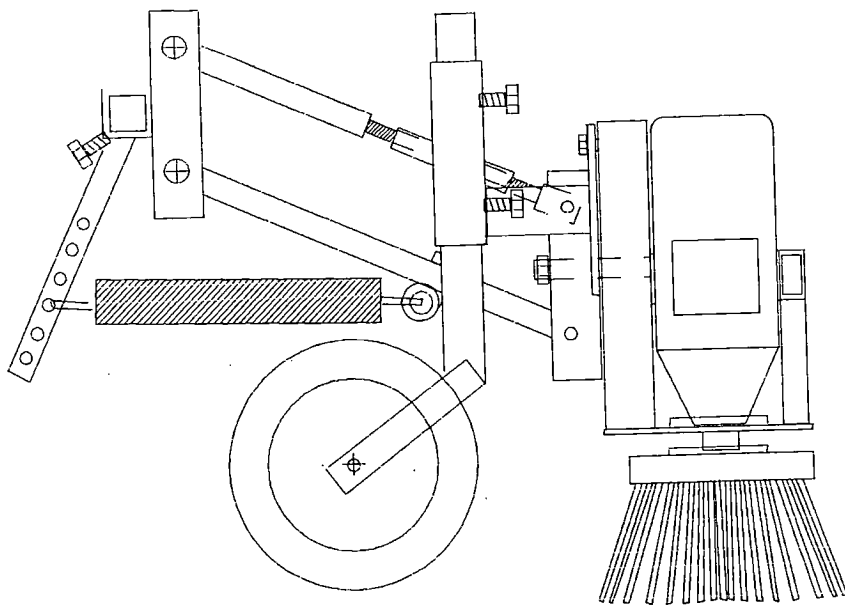
3 VUODEN 1994 KENTTÄKOKEET

3.1 Kenttäkokeiden menetelmät

Kesän -94 aikana kokeissa olleita laitteita testattiin kolmella eri tilalla. Näin pyrittiin selvittämään laitteiden sopivuus eri viljelykasveille, maalajeille, viljelymenetelmille (harju, penkki, tasamaa) ja erilaisille rikkaruohokasvustoille. Koetilat sijaitsivat Juvalla (tila A), Rantasalmella (tila B) ja Haukivuorella (tila C).



Kuva 4. Harayksikkö mallia 1995.



Kuva 5. Harjayksikkö mallia 1995.

Torjuntatehoa mitattiin rikkakasvilaskennoin, käsittelyyn kuluvalle ajalla ja jäljellejäävän kitkentätyön määrällä. Lisäksi muistiin merkittiin kaasunkulutus, sääolosuhteet ja laitteiden käyttöominaisuudet. Kasvukauden lopuksi mitattiin sato määrät.

Maalaji oli kaikilla tutkimustiloilla kevyttä, hietaa tai moreenia. Koeruudut perustettiin isäntävään kylvämiin kasvustoihin. Samoin ensimmäisen liekityksen (porkkanaviljelmällä pari päivää ennen itämistä, sipuliviljelmällä naatin ollessa n. 5 cm mittaista) teki isäntäväki. Koeruutujen pituudet olivat 23–64 m ja leveydet 3–4 riviä. Käsittelyt tehtiin aina kolmena kerranteena ja käsittelyt sijoitettiin satunnaisesti kerranteisiin.

Rikkakasvien kappalemäärät laskettiin välittömästi ennen käsittelyä 75 cm × 20 cm (=0,15 m²) kokoisella sabluunalla kahdesta ennalta määrätystä ruudun kohdasta. Laskentasabluuna asetettiin ruudulle poikittain viljelykasviriveihin nähden, jolloin laskentaan tuli mukaan aina vähintään kaksi rivinkohdtaa. Lisäksi merkittiin muistiin valtalajien määrät. Eloon jääneet rikat laskettiin 5–8 vrk käsittelyjen jälkeen.

Käsittelyt tehtiin olosuhteisiin säädetyillä laitteilla mahdollisimman kuivana ja tuulettomana aikana. Kitkennän ja harvennuksen suoritti pääasiassa tilan väki. Tarkoituksena oli, että samalla merkitään muistiin kitkentään kulunut aika kerranteittain. Tätä tietoa ei kuitenkaan kaikilta tiloilta saatu ja jouduttiin tyytymään keskimääriisiin koejäsenten kitkentään kuluneisiin aikoihin.

Työmenekit laskettiin Työtehoseuran (TTS) käyttämää standardiaikamenetelmää mukaillen. Siinä ajonopeudesta johdettuun ajoaikaan lisätään käännöksiin kulunut aika, aputöihin kulunut aika, elpymislisä ja häiriölisä taulukon 1 mukaisesti. Työmenekit määritetään 2 ha:n salaojitetulle peruslohkolle, jossa ajosuunnan mukainen sivu on 200 m pitkä ja pääty 100 m leveä.

Tutkimuksessa käännöksiin kului kaikilla menetelmillä keskimäärin 15 s. Aputöitä ovat mm. kaasupullojen vaihto ja laitteen säätö. TTS:n tutkimusten mukaan kemikaalittoman rikkakasvien torjunnan aputöihin kuluu 2–7 min/ha. Elpymislisä johtuu keskiarvohenkilön palautumistarpeesta työskennel-

täessä koko työpäivä. Laskelmissa elpymislisäprosenttina on käytetty kaikille menetelmille (myös kitkentä) 12 %. Häiriöiden (esim. liekin sammuminen) katsottiin aiheuttavan liekityksessä 8 %:n ja mekaanisissa menetelmissä 4 %:n lisäajan tarpeen. (LAINE ja KAILA 1994)

Taulukko 1. Rikkakasvin torjunnan työmenekien laskenta.

Ajonopeus km/h	Menetelmä	
	x	
Ajo	x	min/ha
Käännökset /15 s	x	min/ha
Aputyöt	x	min/ha
Elpymislisä	12 %	x
Häiriölisä	4–8 %	x
Yhteensä	x	min/ha
	x	h/ha
Jäljelle jäävä		
Kitkentätyö	x	h/ha
Summa	x	h/ha
Työntarpeen vähentyminen %	x	

Käsittelyjä vertailtiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä, mikäli se oli varianssien yhtäsuuruuden ja jakaumien normaalisuuden kannalta mielekäästä. Riskitasona käytettiin $\alpha=0,05$. Tukeyn testillä (HSD) tutkittiin yksittäisten keskiarvojen välisten erojen merkitsevyyttä. Jos parametrisen varianssianalyysin edellytykset eivät olleet voimassa, tilannetta tutkittiin Kruskalin-Wallisin ei-parametrisellä varianssianalyysillä.

Tutkimustilojen olosuhteet olivat tarkoituksellisesti erilaisia, joten eri tiloilta saatuja tuloksia saa verrata toisiinsa vain olosuhde-erot huomioon ottaen.

3.2 Kokeet porkkanatiloilla

3.2.1 Käsittelyt

Tilalla A porkkana oli kylvetty 100 cm leveään ja 20 cm korkeaan penkkiin kolmeen n. 10 cm leveään nauhaan yksirivisellä Nibex-tarkkuuskylvökoneella. Vapaaksi riviväliksi jäi vain 20 cm. Lohkon yläpäässä maa oli selvästi multavampaa kuin puolivälissä. Kokeen kaksi kerrannetta sijoitettiin lohkon yläpäähän ja yksi lohkon puoliväliin. Ensimmä-

mäinen liekitys oli onnistunut hyvin kahden ensimmäisen kerranteen kohdalla, kolmas kerranne oli sensijaan jäänyt liekittämättä ja oli melko rikkaruohoinen. Kasvusto oli peitetty harsolla.

Jokaisen koejäsenen peruskäsittelyinä oli siis kokotalaliekitys. Jatko toimia eli koejäseniä oli kolme: riviväliharaus, riviväliliekitys ja käsinkitkentä. Kokeet tehtiin 9.6. Päivä oli tuulinen, joten liekitys jouduttiin tekemään myöhään illalla. Rivinkohdat ja käsittelyistä eloonjääneet rikat kitkettiin myöhemmin käsin. Satonäytteet nostettiin 26.9 jokaisesta ruudusta 3 m × 3 riviä alueelta.

Tilalla B porkkana oli kylvetty perunanistutuskooneella tehtyihin, 15 cm korkeisiin ja päältä n. 20 cm leveisiin harjuihin yksirivisellä Nibex-tarkkuuskylvökoneella. Jokaisen harjun päällä oli yksi porkkanarivi ja riviväliksi tuli 50 cm. Kaikki kerranteet mahtuivat lohkolle rinnakkain. Kasvustoa ei peitetty harsolla.

Ennen taimettumista tehty liekitys oli onnistunut kohtuullisen hyvin. Koejäseniä oli edelleen kolme: riviväliharaus, riviväliliekitys ja käsinkitkentä. Kokeet tehtiin 16.6. Rivinkohdat ja käsittelyistä eloonjääneet rikat kitkettiin myöhemmin käsin ja harjujen pohjat liekitettiin. Satonäytteet nostettiin 28.9. jokaisesta ruudusta 5 m × 3 riviä alueelta.

3.2.2 Laitteiden sopivuus viljelyoloihin

Koska tilalla A porkkana oli kylvetty penkkeihin, haran kannatuspyörät piti säätää penkin reunariviä ajettaessa leveämmälle kuin keskiriviä harattaessa. Käytännössä on järkevintä ensin harata esim. kaikki lohkon keskiritvit ja sitten säätää riviväli sopivaksi reunarivien haraukseen.

Vapaa riviväli oli vain 20 cm, mikä hankaloitti laitteiden mahtumista riviväliin ja lisäsi porkkanan tainten tuhoutumisvaaraa. Liekittimen poltinkoteiloita jouduttiin muotoilemaan uudelleen ja haran teriä kaventamaan, jotta ne olisivat mahtuneet riviväleihin.

Tilan B harjujen etäisyydet ja korkeudet vaihtelivat melko vähän. Liekitin torjui harjun kupeilla kasvavia rikkoja haraa tehokkaammin. Haraa ei yoiu säätää muokkaamaan harjun kupeita, jolloin torjuntavaikutus perustui siellä lähinnä mullalla peittämiseen. Hara pyrkikin melko voimakkaasti

hajottamaan harjua, mutta tästä ei näyttänyt olevan haittaa porkkanoiden kasvuille. Harjujen pohjat jä-tettiin myöhemmin liekitettäväksi.

Laitteiden säädöt riittivät näin matalissa harjuissa työskentelyyn. Maan kivisyys haittasi jonkun verran kummankin laitteen toimintaa. Vakojen pohji-en ja reunojen rikantorjunta kannattaisi hoitaa esim. perunan multaimella liekityksen sijasta.

3.2.3 Tulokset

Tilalla A rikkakasvien määrä ennen käsittelyjä vaihteli laskentapaikoittain 200–1300 kpl/m². Pää-lajeja olivat linnunkaali, jauhosavikka ja tasku-ruoho. Monivuotisia rikkaruohoja oli vähän, pää-asiassa hieman juolavehnää. Rikat olivat 0,5–3 cm ja porkkanantaimet n. 2 cm korkeita.

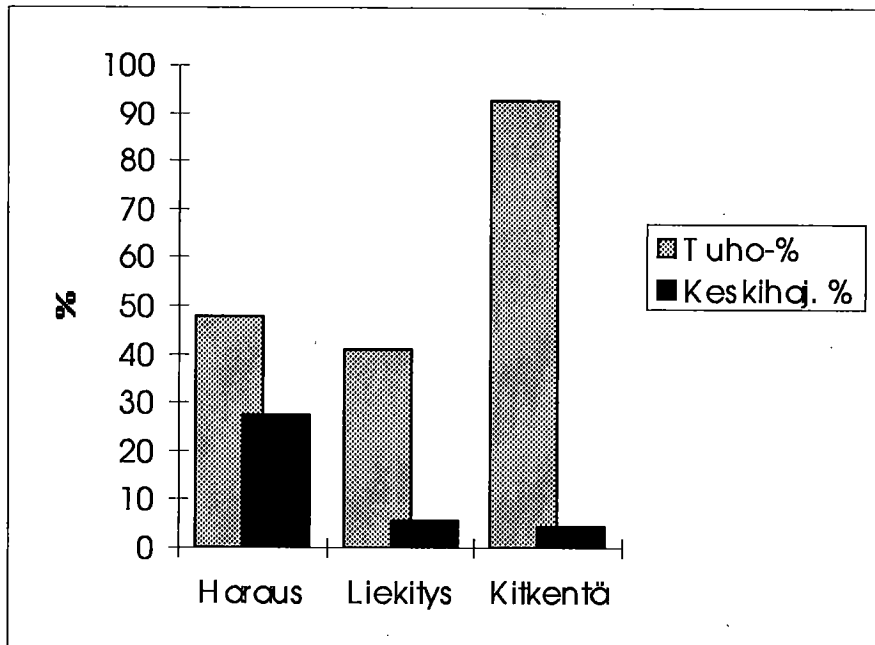
Harauksella ja liekityksellä onnistuttiin tuhoamaan keskimäärin 45 % (ei tilastollisesti merkitseviä eroja) ja kitkennällä n. 90 % rikoista (tilastollisesti merkitsevä ero). Tilastollisen testauksen teki epä-varmaksi suuri vaihtelu varsinkin harauksen tehossa. Silmämääräisesti arvioiden harauksen teho näytti liekitykseen verrattuna hieman paremmalta.

Kuvassa 7. on esitetty keskimääräinen jälkikitkentätarve ja kokonaistyönmenekki eri käsittelyillä hehtaaria kohti (TTS:n peruslohko). Lukuihin ei sisälly ennen taimettumista tehtävä liekitys eikä myöhemmin kesällä tehtävä toinen kitkentä.

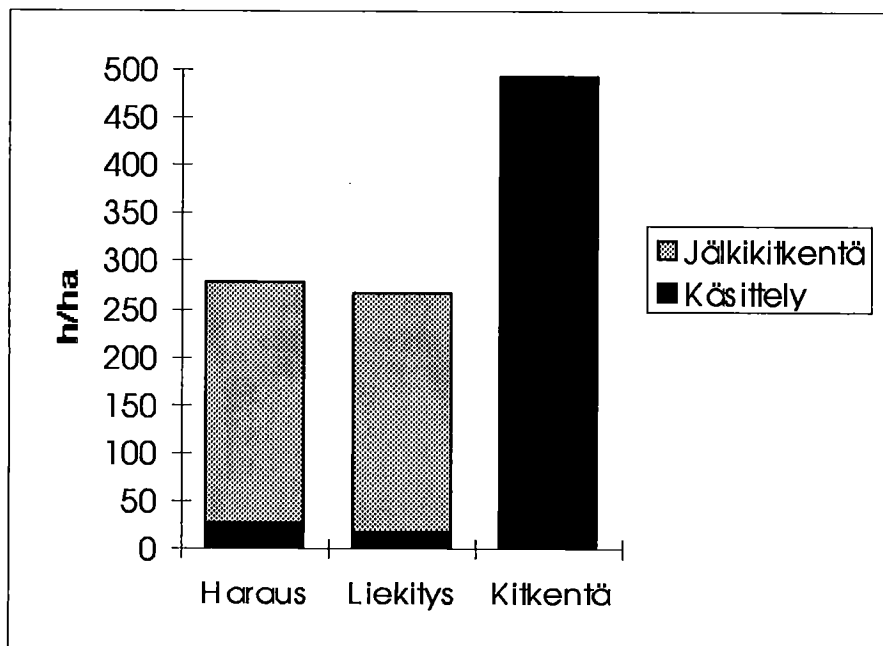
Haraukseen laskettiin kuluvan aikaa 27 h/ha ja liekitykseen 17 h/ha. Kitkentätyötä jäi käsittelyjen jälkeen n. 250 h/ha. Kokonaistyönmenekki väheni harausta tai liekitystä käytettäessä n. 45 % pelkkään käsinkitkentään verrattuna. Koska kitkentä-ajoista saatiin vain keskiarvot, tilastollisia vertailuja ei voi tehdä.

Harauksen suurempaa työnmenekkiä liekitykseen verrattuna selittää alhainen työntönopeus 0,9 km/h (liekityksellä 1,5 km/h). Tämä johtui pellon kivisyydestä, minkä takia hara pyrki tukkeutumaan aika ajoin. Myös kapean rivivälin takia oli työntönopeus pidettävä alhaisena, ettei porkkanarivi olisi peittynyt. Kokonaistyömenekin kannalta tällä on kuitenkin hyvin vähän merkitystä.

Porkkanasadoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Koeruutujen kohdista laskettu kokonaissato



Kuva 6. Torjuntakäsittelyjen teho rikkakasveihin porkkanan penkkiviljelyssä tilalla A Juvalla kesällä 1994. Rikkakasvien tuhoutumisprosentit ja keskihajonnat.



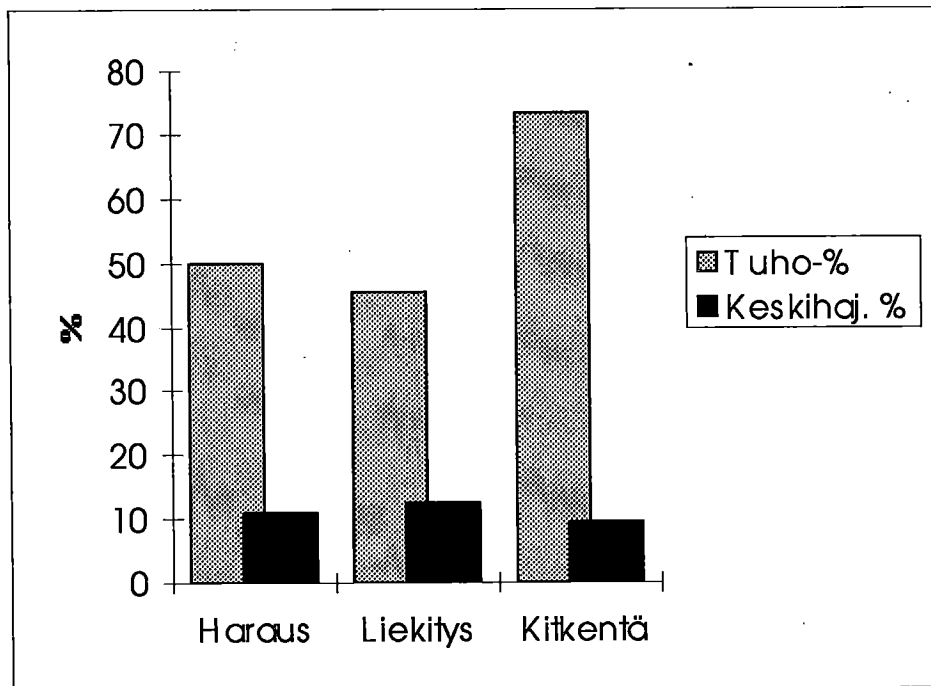
Kuva 7. Penkkiporkkanan jälkikitkentätarve ja torjuntakäsittelyihin kulunut aika tilalla A Juvalla kesällä 1994.

ilman naatteja oli peräti 80 000 kg/ha. Satoruutujen kohdista otetuissa porkkanoissa ei ollut havaittavissa käsittelyjen aiheuttamia juuristovaurioita.

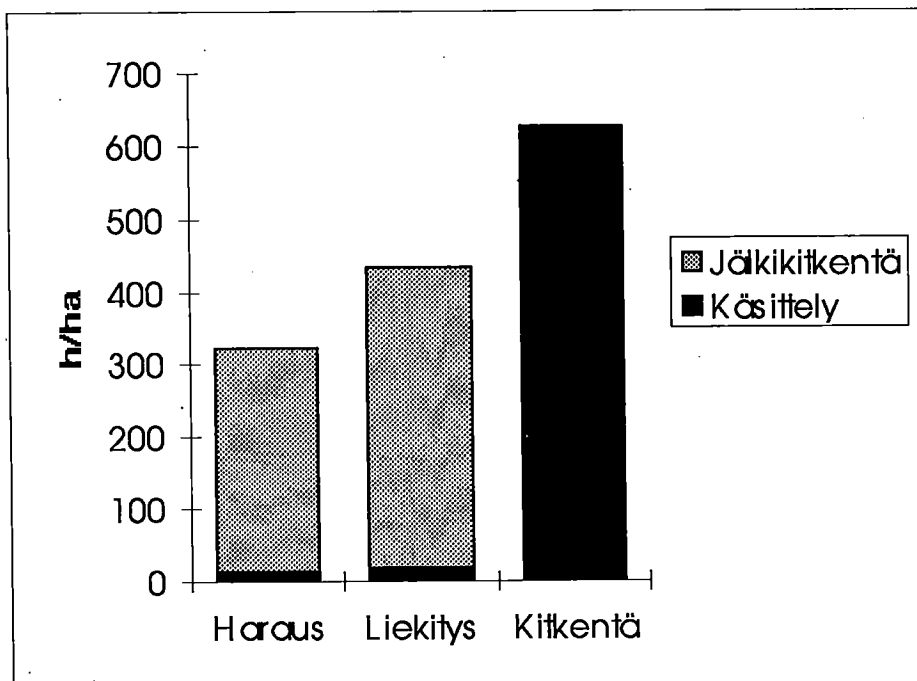
Tilalla B rikkakasvien määrä ennen käsittelyjä vaihteli laskentapaikoittain 100–400 kpl/m². Päälajeja olivat jauhosavikka, juolavehnä sekä pelto-orvokki. Juolavehneä oli kohtuullisesti n. 30 ver-

soa/m². Muista monivuotisista rikoista voikukkaa esiintyi hiukan. Rikat olivat 1–3 cm ja porkkanan- taimet n. 3 cm korkeita.

Harauksella ja liekityksellä onnistuttiin tuhoamaan hieman alle 50 % ja kitkennällä n. 75 % rikoista (Kuva 8). Harauksen ja liekityksen välillä ei ollut tilastollisesti merkittäviä eroja, kun taas kitkentä



Kuva 8. Torjuntakäsittelyjen teho rikkakasveihin porkkanan harjuviljelyssä tilalla B Rantasalmella kesällä 1994. Rikkakasvien tuhoutumisprosentit ja keskiahjonat.



Kuva 9. Harjuporkkanan jälkikitkentätarve ja torjuntakäsittelyihin kulunut aika tilalla B Rantasalmella kesällä 1994.

oli selvästi tehokkain menetelmä. Vakojen pohjia ei kitketty, minkä takia tuhoprocentti jäi melko paljon alle sadan.

Työtehoseuran peruslohkon muotoisella alueella laskettiin harauksen vievän aikaa n. 12 h/ha ja liekityksen n. 19 h/ha (Kuva 9). Kitkentätöitä jäi harauksen jälkeen n. 300 h/ha ja liekityksen jälkeen n. 400 h/ha. Kokonaistyönmenekki väheni haratta-

essa 50 % ja liekitettäessä 30 % pelkkään käsinkitkentään verrattuna. Lukuihin ei sisälly ennen taimettumista tehtävä liekitys eikä myöhemmin kesällä tehtävä toinen kitkentä sekä vaonpohjien liekitys. Koska kitkentäajoista saatiin vain keskiarvot, tilastollisia vertailuja ei voi tehdä. Tulokset kokonaistyönmenekistä ovat siten suuntaa antavia.

Harauksen työntönopeus oli keskimäärin 2 km/h ja liekityksen 1,3 km/h. Liekityksessä kului kaasua laskennallisesti 40 kg/ha. Koska harsoa ei ollut käytetty, kempit voittivat kasvustoa melko pahasti. Kokonaissato koeruutujen kohdalla oli n. 25 000 kg/ha ilman naatteja. Käsittelyjen väliltä ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja. Satoruuduista otetuissa porkkanoissa ei ollut havaittavissa käsittelyjen aiheuttamia juuristovaurioita.

3.3 Kokeet sipulitilalla

3.3.1 Käsittelyt

Tilalla C Stuttgart-sipuli oli istutettu 14.5. 10 cm korkeisiin ja 110 cm leveisiin penkkeihin. Jokaisessa penkissä oli neljä sipuliriviä, joiden riviväli oli keskimäärin 30 cm. Kokoalan liekitys, joka oli tehty kasvuston ollessa n. 7 cm korkuista, oli onnistunut hyvin.

Jokaiseen koejäseneseen sisällytettiin sipulirivien valikoiva eli rivinkohdan liekitys. Liekitys tehtiin Elomestari Oy:n laitteella, jota oli muunnettu luvun 2.1. mukaisesti. Koejäsenet muodostuivat seuraavanlaisiksi:

- valikoiva liekitys + haraus
- valikoiva liekitys + riviväliliekitys
- pelkkä valikoiva liekitys

Viimeisellä käsittelyllä haluttiin tutkia, riittääkö pelkän valikoivan liekityksen teho tuhoamaan rikat myös riviväleistä. Kitkentää ei otettu varsinaiseksi käsittelyksi, koska sipulin rikkakasvintorjunta on periaatteessa mahdollista hoitaa kokonaan valikoivan liekityksen ja rivivälikäsitteilyjen avulla. Jälkikitkennällä sensijaan selvitettiin eri käsittelyjen väliset tehoerot. Koekitkennän suorittivat Partalan työntekijät. Kerranteet sijoitettiin lohkolle peräkkäin.

Kokeet tehtiin 28.6. ja jälkikitkentä 14.7. Käsitteilyjä edeltävänä kahtena päivänä oli satanut yhteensä n. 20 mm, joten maa oli melko kosteaa. Satoruudut otettiin jokaisesta ruudusta 1.9. 5 m × 4 rivin alueelta. Vertailun vuoksi sadon määrä selvitettiin myös koeruutujen ulkopuolelta käsitteilyalueelta.

3.3.2 Laitteiden sopivuus tilan oloihin

Penkit olivat tasamuotoisia ja -korkuisia. Rivivälikäsitteilyt oli helppo tehdä, koska viljelykasvirivi näkyi hyvin eivätkä kookkaat sipulintaimet olleet arkoja peittymään. Hara- ja liekitinyksiköihin tehtiin varrenohjaimet, mutta ne eivät merkittävästi vähentäneet naattien irtirepeytymistä.

Kasvukauden myöhemmissä vaiheissa pitkä sipuli on herkkä irtoamaan maasta esim. haran reppäisemänä. Penkkiviljelystä johtuen laitteiden tuki-pyöriä piti säätää siirryttäessä penkin reunarivien käsittelystä keskiriveille (ks. luku 3.2.2.). Kivet oli kerätty pellolta tarkkaan, mikä nopeutti varsinkin harausta ja paransi työn tarkkuutta.

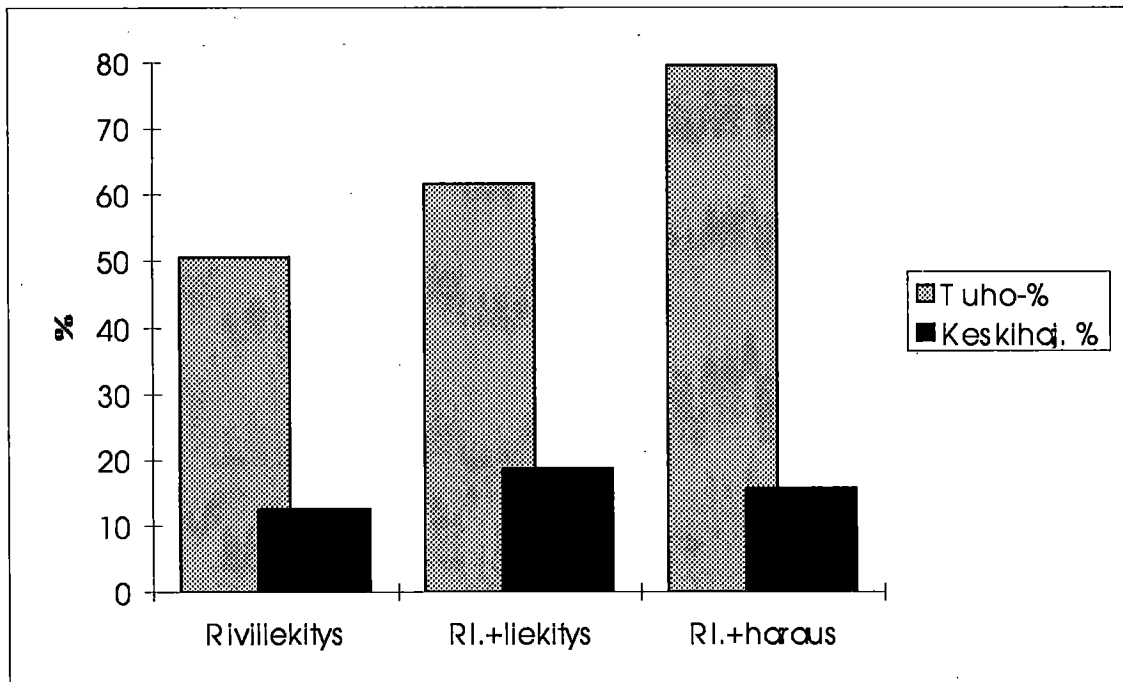
3.3.3 Tulokset

Ensimmäinen liekitys oli tehonnut hyvin ja rikkakasvien määrä vaihteli laskentaruutujen kohdissa 50–250 kpl/m². Päälajeja olivat peltohatikka, savijäkkärä ja pihasaunio. Monivuotisia rikkoja oli hyvin vähän, jonkin verran nurmikkaa. Käsittelyjen aikaan rikat olivat n. 3 cm ja sipulintaimet 15–20 cm korkeita.

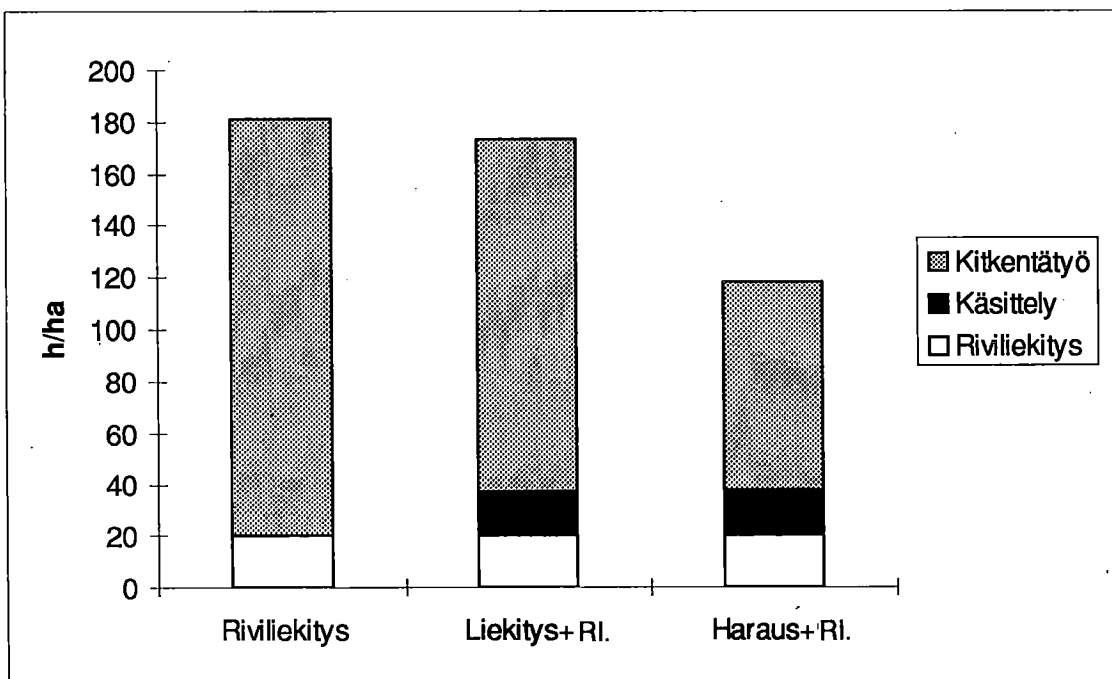
Pelkällä riviliekityksellä saatiin rikkakasveista tuhoutumaan 50 % (Kuva 10). Kun tähän yhdistettiin riviväliliekitys tai haraus, päästiin 60–80 %:n rikkakasvitehoon. Riviliekityksen ja harauskäsitteilyn välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero, kun taas riviväliliekityksen ja harauksen ero oli vain suuntaa antava liekityskäsittelyssä esiintyneen suuren vaihtelun takia.

Työtehoisuuden peruslohkon muotoisella alueella laskettiin riviliekityksen vievän aikaa n. 20 h/ha, pelkän harauksen 18 h/ha ja riviväliliekityksen 17 h/ha (Kuva 11). Kitkentätyötä jäi pelkän riviliekityksen jälkeen keskimäärin 160 h/ha, riviliekityksen + riviväliliekityksen jälkeen 130 h/ha ja riviliekityksen + harauksen jälkeen 80 h/ha. Näistä ainoastaan pelkän riviliekityksen ja harauskäsitteilyn välillä oli tilastollisesti merkittävä ero, vaikka kuvan 11 keskiarvoja tarkasteltaessa ero riviväliliekityksen ja harauksen välillä näyttääkin suurelta.

Kokonaistyönmenekit olivat riviliekitys+harauskäsitteilyssä keskimäärin 120 h/ha ja kummassakin liekityskäsittelyssä n. 180 h/ha. Lukuihin ei sisälly isäntävään tekemää ensimmäistä liekitystä.



Kuva 10. Torjuntakäsittelyjen teho rikkakasveihin sipulin penkkiviljelyssä tilalla C Haukivuorella kesällä 1994. Rikkakasvien tuhoutumisprosentit ja keskihajonnat. (RI. = rivin valikoiva liekitys)



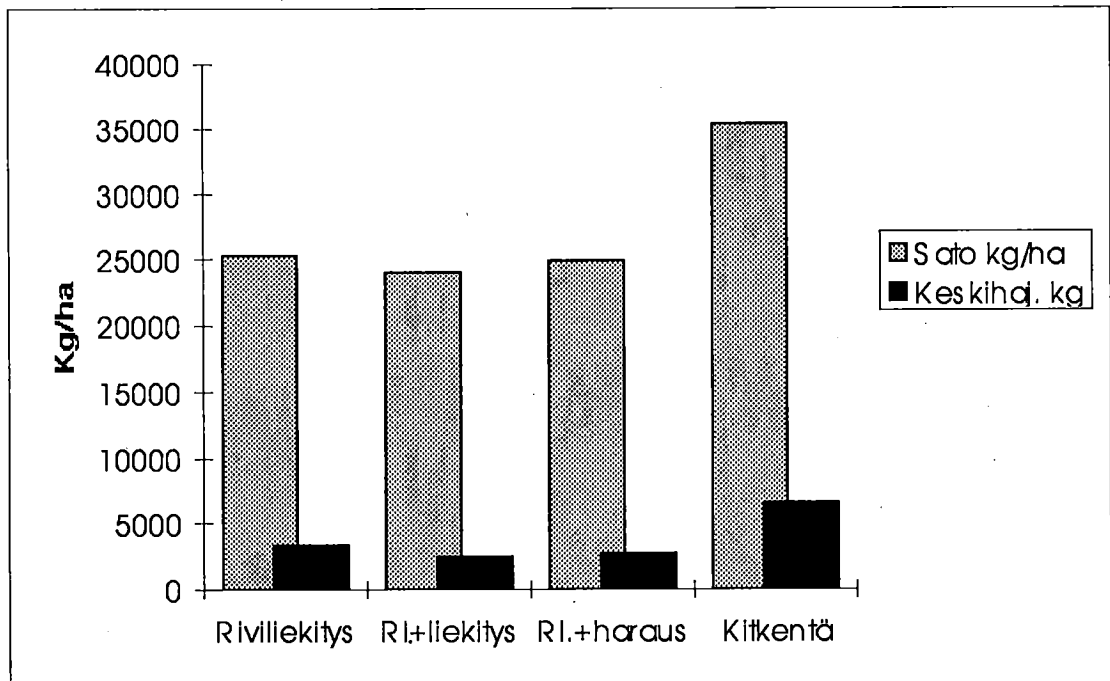
Kuva 11. Sipulin jälkikitentätarve ja torjuntakäsittelyihin kulunut aika tilalla C Haukivuorella kesällä 1994. (RI. = rivin valikoiva liekitys)

Ajonopeus oli rivielikityksessä 1,5 km/h, riviväliliekityksessä 1,8 km/h ja harauksessa 1,7 km/h. Kaasua kului kummassakin liekityskäsittelyssä laskennallisesti 60 kg/ha.

Käsittelyistä johtuneita juuristovaurioita oli satoonäytteissä hyvin vähän. Sipulisadot mitattiin naatteineen, koska se oli varastoinnin kannalta järkevintä. Laskennallinen keskisato koeruutujen

kohdalla oli 25 000 kg/ha eikä eri käsittelyjen välillä ollut minkäänlaisia eroja (Kuva 12). Vertailun vuoksi satoonäytteitä otettiin myös koeruutujen vierestä käsin kitketyltä alueelta kuudesta eri kohtaa. Keskisato naatteineen oli n. 10 000 kg korkeampi kuin koeruudun alueella.

Osan satoerosta selittää kasvuolojen muuttuminen edullisemmiksi (pellon pinnan kohoaminen) käsin-



Kuva 12. Sipulisadot ja niiden keskihajonnat eri torjuntakäsittelyissä tilalla C Haukivuorella kesällä 1994. (Ri. = rivin valikoiva liekitys)

kitkentäalueella. Käsinkitkentähän ei kuulunut alunperin koesuunnitelmaan, joten sen satoruutujaan ei voitu satunnaistaa muiden käsittelyjen joukkoon. Myös valikoivalla liekityksellä (riviliiekitys) lienee ollut vaikutuksensa satomäärän pienemiseen. Siinä pinta-alayksikköä kohti käytetty kaasun määrä oli hitaasta ajonopeudesta johtuen melko suuri. Myös käytetty taktiikka, jossa rivistä liekitetään ensin toinen puoli ja hetken kuluttua toinen puoli, voi vikuuttaa sipulia enemmän kuin koko rivin liekitys yhdellä ajokerralla.

3.4 Vuoden 1994 tulosten tarkastelu

Maalajit olivat kaikilla tutkimustiloilla moreenia tai hietaa. Eroja oli lähinnä maan multavuudessa. Viljelymenetelmät ja rikkaruohokasvustot poikkesivat toisistaan huomattavasti eri tiloilla. Siksi eri koepaikoista saatuja tuloksia on vertailtava varovaisesti.

Kesäkuun sää oli viileä, keskikesä oli kuiva ja kuumaa ja loppukesästä satoi vettä runsaasti. Rikkakasvusto kehittyi tiloilta saatujen tietojen mukaan normaalisti. Porkkanan ja sipulin viljelyn kannalta kasvukauden sää oli jopa tavanomaista parempi. Keskikesän yksittäiset kuurosaateet jakautuivat paikkakunnittain epätasaisesti.

Porkkanan ja muiden hitaasti itävien kasvien kemikaalittomassa viljelyssä on liekitys ennen viljelykasvin itämistä ehdottoman tärkeää. Tämä ilmeni muutamalla koepaikalla, kun osa ensimmäisestä liekityksestä oli jäänyt tekemättä.

Eri koepaikoilla käytettiin käsinkitkentään laskennallisesti 300–700 h/ha. Tämä on samaa suuruusluokkaa Työtehoseurassa v. 1993 saatujen tulosten kanssa kun huomioidaan, että useimmilla tutkimustiloilla myös rivivälit kitkettiin käsimenetelmin (LAINE ja KAILA 1994). Ulkomaisiin tutkimuksiin verrattuna saadut kitkentätönmenekit ovat melko korkeita (ASCARD 1988, VANHALA 1992).

Porkkanan viljelyssä riviväliliiekityksellä ja -harcuksella saatiin 45–85 % laskentakohdissa olleista rikkakasveista tuhoutumaan. Menetelmien välillä ei ollut yhdessäkään tapauksessa tilastollisesti merkitsevää eroa. Erilaiset viljelymenetelmät aiheuttivat suurimmat erot rikkakasvitehoissa. Paras rikkakasviteho saavutettiin tasamaan viljelyssä, sitten penkkiviljelyssä ja heikoin harjuviljelyssä. Käytettyjen menetelmien lisäksi harjuviljely vaatii erillisen ajokerran vakojen puhdistamiseen esim. perunan multaimella.

Ensimmäisen liekityksen toteuttamistapa vaikutti myös selvästi rikkakasvitehon prosentteihin eri

koepaikoilla. Jos ennen taimettumista oli liekitetty vain rivinkohdat, rivivälikäsitteilyjen suhteellinen teho oli parempi kuin kokoalaliekityksellä käsitellyissä koepaikoissa. Rivinkohdan liekityksessähän riviväliin jää suhteellisesti enemmän rikkoja tuhotavaksi kuin kokoalaliekityksessä.

Porkkanaviljelmän kitkentätyötä voitiin rivivälikäsitteilyllä vähentää 35–50 % pelkkään käsinkenttään verrattuna. Silti kitkentätyötä jäi vielä laskennallisesti 250–400 h/ha, mikä on aika paljon kun huomioi, että kitkentää on täydennettävä vielä myöhemmin kesällä. Markkamääräisesti kyse on kuitenkin huomattavasta säästöstä.

Sipulin viljelyssä valikoivan liekityksen ja rivivälikäsitteilyjen yhdistämisellä saatiin parempi rikkakasviteho kuin pelkkää valikoivaa liekitystä käytettäessä. Haraus näytti olleen riviväliliekitystä hieman tehokkaampi menetelmä. Kitkentätyötä jäi menetelmästä riippuen 80–160 h/ha, mikä johtunee lohkolta kestorikkana olleen nurmikan kestävydestä. Kitkennän tarve oli huomattavasti porkkanan kitkentätarvetta vähäisempää, mikä on todettu muissakin tutkimuksissa (mm. LAINE ja KAILA 1994).

Kitkentämenekkien vertailua muihin tutkimuksiin vaikeuttaa se, ettei tiedetä millä tarkkuudella rikat on tutkimuksissa kitketty. Käsillä olevassa tutkimuksessa kaikki eloon jääneet rikat poistettiin jälkikitkennoissä, mikä selittää suhteellisen korkeita työmenekkilukuja. Eri asia sitten on, saavutettiinkö tällä viljelyn taloudellinen optimi.

Tutkimuksissa käytetty riviväli pitäisi aina ilmoittaa, sillä se vaikuttaa työmenekkeihin ja satoihin huomattavasti. Käytettäessä 50 cm:n riviväliä mahtuu hehtaarille 20 000 rivimetriä. Käytettäessä 30 cm:n riviväliä riviä tulee 33 333 m, mikä on 67 % enemmän kuin edellisessä tapauksessa.

4 VUODEN 1995 KENTTÄKOKEET

4.1 Porkkanakokeet

4.1.1 Aineisto ja menetelmät

Kasvukaudella 1995 kenttäkokeita jatkettiin laitteisiin tehtyjen muutosten ja erilaisten sääolojen vaikutuksen tutkimiseksi. Koeruudut perustettiin tut-

kimusaseman pelloille Juvalle Partalaan, jotta olosuhteita pystyttiin kontrolloimaan tarkemmin kuin tilakokeissa. Nyt torjuntatyöt voitiin tehdä optimaalisina ajankohtina kasvukauden loppuun saakka.

Kokeiden perustaminen

Narbonne-porkkanaa kylvettiin kolmelle eri koe-lohkolle. Tasamaan A-kokeen maalaji oli kivetöntä karkeaa hietaa, tasamaan B-kokeen hietamoreenia ja harjukokeen maalaji kivetöntä karkeaa hietaa. Tasamaan A- ja harjukokeen esikasvina oli edellisuonna suojaviljaan perustettu ja keväällä kynnetty apilanurmi. Lannoitteeksi levitettiin lehmänlanta-kompostia 30 tn/ha. Tasamaan B-kokeen esikasvina oli syksyllä kynnetty virna-raiheina viherkesanto. Muuta lannoitusta ei käytetty.

Harjukoe kylvettiin 26.5. perunanmultaimella muotoiltuihin harjuihin. Harjujen korkeus oli noin 15 cm ja harjuväli 50 cm. Kylvö tehtiin Elomestari Oy:n monikäyttörunkoon kiinnitetyllä yksirivisellä Earthway-kylvöyksiköllä. Tasamaan A-koe kylvettiin jyrätyyn ja jyrättyyn maahan 2.6. Gaspardon nelirivisellä pneumaattisella tarkkuuskoneella 38 cm:n riviväleihin. Tasamaan B-kokeen lohkolta kasvoi jo aikaisin keväällä runsaasti juolavehnää, joten lohkoa kesannoitiin alkukevät äestämällä se noin viikon välein. Koe kylvettiin vasta 14.6. kivettyyn ja jyrättyyn maahan Nibexin työnnettävällä tarkkuuskylvökoneella 50 cm:n riviväleihin. Kaikkien kylvösten tavoitteena oli 80 itävää siementä rivimetrille. Jokaisen kokeen pinta-ala oli noin 10 aaria. Kemppeiden määrää seurattiin liimapyödyksin. Kemppejä koealueilla esiintyi hyvin vähän, joten harsoa tai hyönteisverkkoa ei käytetty.

Eri kylvöaikojen, -menetelmien ja rivivälien tarkoituksena oli muodostaa erilaisia olosuhteita rikkaruuhontorjuntalaitteiden vertailemiseksi ja toisaalta tasata kitkentätyön huippuja. Lähtökohtaerot on otettava huomioon kokeiden tuloksia toisiinsa vertailtaessa. Jatkoissa tulokset esitetään hehtaaria kohti laskettuina. Mikäli halutaan muuttaa 50 cm:n rivivälillä saadut tulokset yhteismitallisiksi 38 cm:n rivivälin kanssa, on ne kerrottava luvulla (50/38=) 1,316. Tässä tietysti edellytetään, ettei riviväliä kavenneta niin paljon, että porkkanoiden kasvu heikkenee.

Koejäsenet

Kevään 1995 kosteissa ja lämpimissä oloissa porkkana taimettui nopeasti, noin 7 vuorokaudessa. Taimettumisnopeutta tarkkailtiin kaapimalla veitsellä maata kylvörivin kohdalta. Kaikki kokeet liekitettiin 1–2 vrk ennen porkkanan taimettumista Elomestari Oy:n monikäyttörunkoon asennetulla liekittimellä. Ensimmäisessä liekityksessä liekitettiin vain rivinkohdat 20 cm:n leveydeltä. Neste-kaasua kului tällöin noin 30 kg/ha.

Kussakin porkkanakokeessa oli neljä kerrannetta. Koeruudut olivat 12 m pitkiä ja 1,25 m leveitä (kylvötraktorin sisäraideväli), joten yhteen ruutuun mahtui 3 tai 4 riviä rivivälistä riippuen. Ruutujen päissä oli kolmen metrin vapaa kääntymistila rikkantorjuntalaitteille. Kenttäkoekartta käsittelyineen on esitetty liitteessä 1.

Tasamaan kokeissa tutkittiin yhdeksää rivivälikäsittelyn koejäsentä. Koejäsenet olivat seuraavat:

- haraus
- haraus+riviäestys (ks. luku 2.3)
- harjaus
- harjaus+haraus
- liekitys 6 cm:n kitkentäkaistalla (L 6 cm)
- liekitys 6 cm:n kitkentäkaistalla + vesisumusuojaus (L 6 cm + v) (ks. luku 2.1)
- liekitys 4 cm:n kitkentäkaistalla (L 4 cm)
- liekitys 4 cm:n kitkentäkaistalla+vesisumusuojaus (L 4 cm + v)
- käsinkitkentä (verranne)

Kitkennässä käytettiin apuna heiluriharaa tai kuokkaa rivivälien puhdistuksessa.

Edellämäinitut käsittelyt toteutettiin ensimmäisessä rivivälikäsittelyssä. Jatkokäsittelyissä haluttiin vertailla harausintensiteettien vaikutusta työmenekkeihin ja satoon. Niinpä koetta jatkettiin satunnaistettujen lohkojen kokeen muotoisena liekityskäsittelyissä. Kolme liekityskäsittelyä korvattiin harausintensiteeteillä 5 harauskertaa/kesä, 3 krt/kesä ja 2 krt/kesä. Yhden liekityskäsittelyn hoitamista jatkettiin liekityksin. Haraus-, harjaus- ja kitkentäkäsittelyjä jatkettiin alkuperäisillä ruuduilla kasvukauden loppuun saakka. Riviäestystä käytettiin vain ensimmäisen tai toisen harauskäsittelyn yhteydessä.

Kaikkia tasamaan koejäseniä ei voitu sovittaa harjuporkkanan viljelyyn maanpinnan epätasaisuuksien takia. Harjuissa käytettiin harausta, harausta+riviäestystä, harjausta, liekitystä 6 cm:n kitkentäkaistalla sekä käsinkitkentää. Koejäsenten sijoittelu oli liitteen 1 mukainen. Vakojen pohjat puhdistettiin traktorisovitteisella perunanmultaimella (2 riv.) kaksi kertaa kasvukaudessa.

Käsittelyt tehtiin aina ennen kuin rikkakasvien pituus saavutti 5 cm. Tämä tarkoitti vähintään kolmea rivivälikäsittelyä kesässä. Rivinkohdat kitkettiin noin 8 cm:n leveydeltä 5–7 vrk käsittelyjen jälkeen. Riviväleistä poistettiin vain suurimmat henkiin jääneet rikat. Lohkosta riippuen tarvittiin 1–2 kitkentäkertaa kesässä. Kokeen kitkentään osallistui aina kaksi työntekijää, jotka kumpikin kitkivät kaksi kerrannetta. Porkkana harvennettiin viimeisen kitkentäkerran yhteydessä. Kasvustot mullattiin riviväliharalla elokuun puolessa välissä.

Havainnot

Rikkakasvien kappalemäärät laskettiin välittömästi ennen käsittelyä 100 cm × 25 cm (=0,25 m²) kokoisella sabluunalla kahdesta ennalta määrätystä ruudun kohdasta. Laskentasabluuna asetettiin ruudulle poikittain viljelykasviriveihin nähden, jolloin laskentaan tuli mukaan aina vähintään kaksi rivinkohtaa. Riviväleissä sekä riveissä olevat rikat laskettiin erikseen. Lisäksi merkittiin muistiin valtalajit. Eloön jääneet rikat laskettiin samoista kohdista noin 5 vrk käsittelyjen jälkeen. Lisäksi liekityskäsittelyistä ja riviäestyksestä laskettiin porkkanantaimet rivistä kahdesta paikasta kahden metrin matkalta ennen ja jälkeen käsittelyjen.

Rivivälikäsittelyihin ja kitkentään kulunut aika kelloitettiin ruuduittain. Näistä laskettiin työmenekit h/ha Työtehoseuran standardiaikamenetelmää apuna käyttäen (Taulukko 1). Laskelmien perusteet ovat samat kuin vuonna 1994 (elpymislisä 12 %, häiriölisä 4–8 %). Työmenekkiluvut sisältävät koko kasvukauden rikkantorjunnan. Harvennustyö ei sisälly kitkentäaikoihin.

Porkkana korjattiin käsin 25–26.9. ruuduittain 12:lta rivimetritä. Sato lajiteltiin pieniin (<50 g), 1. luokkaan (50–250 g), suuriin (>250 g), epämuodostuneisiin (haljenneet, haaroittuneet, mutkaiset) sekä muihin (tautiset, tuholaisten vioittamat, vih-

reakantaiset). Tässä raportissa esitetään vain kokonais- ja ykkösluokan sadot.

Rikkakasvien määrän vähenemistä käsittelyissä tutkittiin kovarianssianalyysillä erilaisista lähtötasoista johtuen. Työmenekkejä ja satoja vertailtiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä, jossa paritaiset vertailut tehtiin Tukeyn testillä. Aineiston katsottiin noudattavan normaalijakaumaa ja varianssien olevan likimain yhtäsuuria, joten pääosa analyyseistä tehtiin alkuperäisin, muuntamattomin havaintoarvoin. Vain rikantorjuntalaitteiden työmenekkilukuihin tehtiin neliöjuurimuunnos \sqrt{x} . Tässä raportissa käsittelyjen erojen katsotaan olevan tilastollisesti merkitseviä, kun $p_{hav} < 0,05$. Aineisto analysoitiin SAS-ohjelmiston ANOVA- ja GLM-proseduureilla.

4.1.2 Tulokset

Rikkakasvien tuhoutuminen

Riviväleissä oli runsaasti rikkakasveja ensimmäisissä rivivälikäsitelyissä, koska ennen porkkanan taimettumista oli liekitetty vain rivinkohdat 20 cm:n leveydeltä. Koelohkolla tasamaa-A yleisimmät rikkakasvilajit olivat peltohatikka, pelto-orvokki ja peltokonnauris. Monivuotisia rikkoja kasvoi melko vähän, paikoin huopa-ohdaketta. Alkutilanteessa rikkoja oli riviväleissä 500–650 kpl/m² (Kuva 13). Porkkanarivit erottuivat heikosti hatikan joukosta.

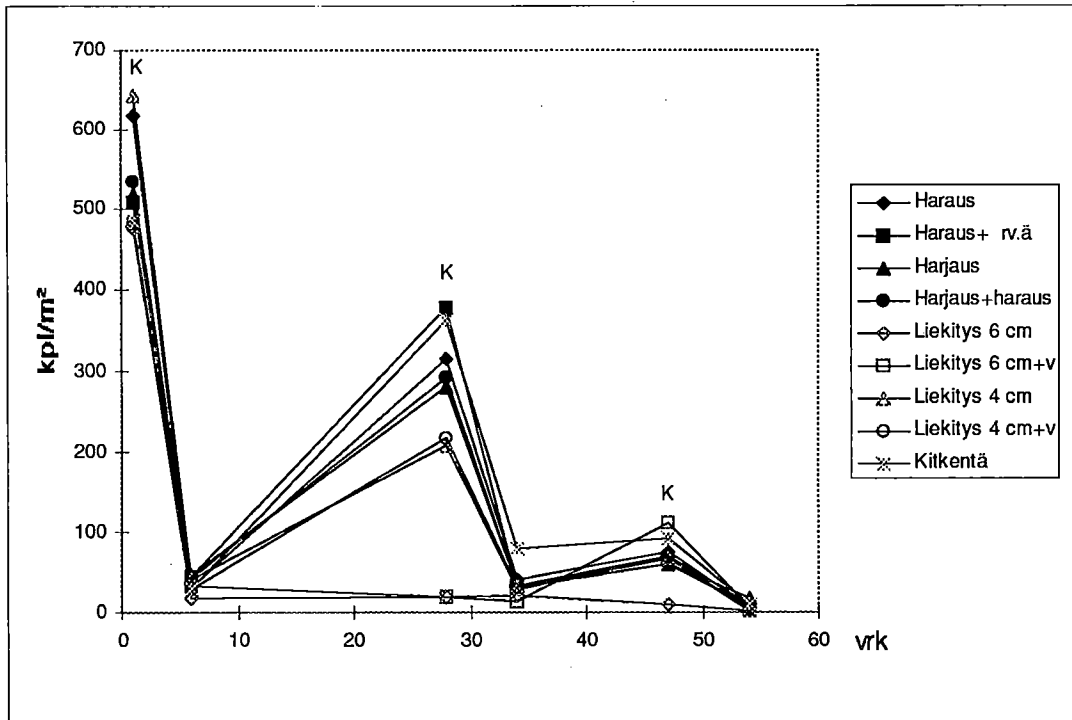
Kaikki menetelmät tuhosivat ensimmäisessä käsittelyssä yli 90 % riviväleissä olleista rikoista. Tilastollisesti merkitseviä eroja ei menetelmien tehoissa ollut. Sen sijaan rikkojen uudelleen kasvu oli merkittävästi hitaampaa liekitysruduilla kuin mekaanisesti torjutuilla ruuduilla. Ensimmäisten käsittelyjen jälkeen 16 liekitysruutua jaettiin harausintensiiteetikokeeksi satunnaistettujen lohkojen mukaan siten, että 12:n ruudun hoitoa jatkettiin harauksin ja neljän ruudun hoitoa riviväliliekityksin (ks. liite 1). Kuvassa 13 liekitys 6 cm on piirretty jatkumaan viidellä harauskerralla, liekitys 6 cm + vesisumu kolmella harauskerralla, liekitys 4 cm kahdella harauskerralla ja liekitys 4 cm + vesisumu riviväliliekityksin. Ylimääräiset haraukset tehtiin varsinaisten käsittelyjen välillä. Rikkoja ei tällöin laskettu, joten näiden harausten vaikutus näkyy kuvassa 13 vain rikkojen määrän pysymisenä alhaisena.

Jatkokäsittelyissä ainoa tilastollisesti merkitsevä tehoero oli heiluriharauksen tehon jääminen muita heikommaksi toisessa käsittelyssä. Kolmannessa käsittelyssä tämäkin ero tasoittui. Harjauksen teho näytti hieman laskevan loppukesää kohti muiden menetelmien tehon pysyessä paremmin vakioina. Tehostetuilla harauksilla rivivälin rikkakasvimäärät pysyivät koko kesän alhaisina. Koko pinta-alalta (riviväli+rivi) tuhoutui mekaanisilla menetelmillä 60–70 % rikoista ja liekityksillä hieman enemmän, 70–80 % rikoista.

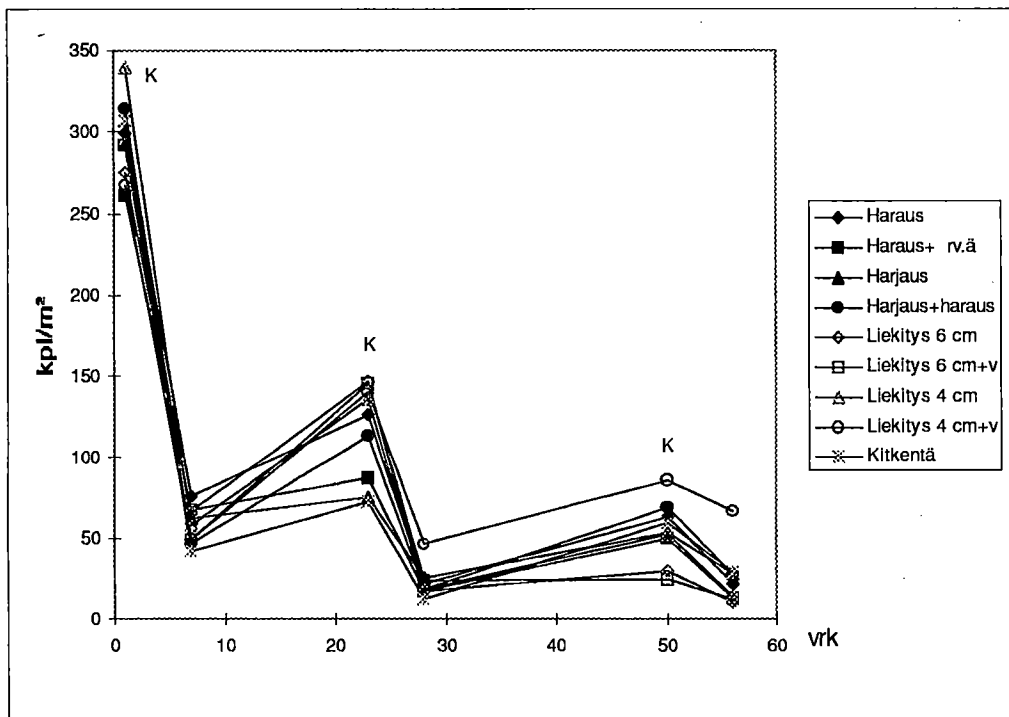
Koelohkolla tasamaa-B rikkakasveja kasvoi 260–340 kpl/m², eli vain noin puolet tasamaa-A:n rikkakasvimäärästä. Päälajeja olivat jauhosavikka, hatikka, pelto-orvokki, saunakukka ja pihatähtimö. Juolavehneä ja valvattia oli vähän, joten alkukevään avokesanointi oli tehonnut hyvin.

Menetelmillä pystyttiin tuhoamaan keskimäärin 70–80 % riviväleissä kasvaneista rikoista. Ensimmäisessä käsittelyssä menetelmien tehoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Myös tällä koelohkolla jatkokäsittelyt lohkotettiin harausintensiiteetin mukaan samoin kuin tasamaan A-kokeessa. Ensimmäiset ylimääräiset haraukset ehdittiin teemmään vasta toisen rivivälikäsitelyn jälkeen, mikä ilmenee hyvin kuvasta 14. Liekitys ei tässä kokeessa hidastanut rikkojen uudelleenkasvua tasamaan A-kokeen lailla. Harjauksen ja käsiharauksen jälkeen uudelleenkasvu oli tässä kokeessa merkittävästi muita menetelmiä hitaampaa. Seuraavissa käsittelyissä liekityksen teho jäi säännöllisesti muita menetelmiä heikommaksi (tilastollisesti merkitsevät erot). Tämä johtui liekitystä kestävien pelto-orvokin ja ahosuolaheinän lisääntymisestä kasvukauden loppua kohti.

Harjauksen teho riviväleissä laski 80 %:sta 50 %:iin kesän kuluessa, koska maa kovettui pitkään jatkuneen kuivuuden seurauksena. Ero muihin menetelmiin oli kuitenkin vain tilastollisesti suuntaa antava. Tehon lasku oli vähäisempi harjaus+haraus-käsittelyssä, jossa maa välillä kuohkeutettiin haralla. Koko pinta-alalta (riviväli+rivi) tuhoutui kaikilla menetelmillä 50–70 % rikoista liekityksen ja harjauksen tehon jäädessä loppukesästä hieman heikommaksi. Käsittelykertojen väliset erot olivat suuremmat kuin menetelmien väliset.



Kuva 13. Rikkakasvien tuhoutuminen eri torjuntamenetelmillä tasamaan A-porkkanaviljelmällä Partalassa 1995. Rikkakasvien lukumäärät riviväleissä ennen ja jälkeen käsittelyjen. Rivivälikäsitteilyt on aloitettu 22.6.95 (= 0 vrk). K = käsittelyajankohta, v = vesisumu, rv.ä = riviäestys. Rivin leveys = 7 cm.



Kuva 14. Rikkakasvien tuhoutuminen eri torjuntamenetelmillä tasamaan B-porkkanaviljelmällä Partalassa 1995. Rikkakasvien lukumäärät riviväleissä ennen ja jälkeen käsittelyjen. Rivivälikäsitteilyt on aloitettu 6.7.95 (= 0 vrk). K = käsittelyajankohta, v = vesisumu, rv.ä = riviäestys. Rivin leveys = 6 cm.

Kesä- ja heinäkuun kuivuudesta johtuen harju-porkkanan rikkakasvisto kehittyi hitaasti rivielikityksen jälkeen. Rivinkohdat päätettiin kitkeä ennen ensimmäisiä rivivälikäsitteilyjä. Koko kesän aikana riviväli käsiteltiin koelaitteilla vain yhden kerran, koska vakojen puhdistus perunanmultaimella (2 krt) täydensi hyvin kitkentää loppukesästä. Ennen käsitteilyä riviväleissä kasvoi 250–300 rikkaa/m². Päälajeja olivat hatikka ja pihatähtimö. Paikoin havaittiin hieman huopaohdaketta sekä juolavehettä.

Käsinkitkenta näytti olleen harjuporkkanalla tehokkain rivivälin puhdistaja. Sillä tuhottiin lähes 90 % rivivälin rikoista, kun muilla menetelmillä teho jäi 65–70 %:iin (Kuva 15). Ero oli tilastollisesti merkitsevä. Silmämääräisesti harjaus näytti tehokkaasti hajottavan harjun reunaa ja vetävän rikkoja alas, mutta laskentatulosten valossa se ei ollut muita parempi.

Porkkanantaimien tuhoutuminen

Kaikilla koelohkoilla oli itäneitä porkkanantaimia selvästi alle tavoitteen. Gaspardolla ja Nibexillä kylvetyissä kokeissa löytyi 40–50 tainta rivimetriä ja Earthwaylla kylvetystä kokeesta 25–40 tainta rivimetriä. Tasamaan A-kokeessa riviväliliekitys jouduttiin tekemään melko voimakkaassa tuulessa (5 m/s), jolloin menetettiin pahimmillaan 55 % porkkanantaimista (Kuva 16). Vesisumusojaus yhdistettynä liekitys 6 cm:iin vähensi porkkanoiden palamista niin, että vain 20 % taimista tuhoutui. Ero oli tilastollisesti merkitsevä muihin liekityskäsitteilyihin verrattuna.

Harauksen ja riviäestyksen yhdistelmä tuhosi vain 10 % porkkanantaimista, mutta 40 % rivissä olleista rikkakasveista (Kuva 16). Rikkakasviteho oli tilastollisesti melkein merkitsevä (t-testin $p_{hav} = 0,077$).

Tasamaan B-lohkolla kumpikin vesisumuliekitys tuhosi porkkanoita tilastollisesti merkitsevästi vähemmän kuin pelkät liekitykset (Kuva 17). Ilman suojausta tehdyissä liekityksissä tuhoutui 30–40 % taimista ja vesisumuliekityksissä 15–25 %. Harauksen ja riviäestyksen yhdistelmä tuhosi 10 % porkkanantaimista ja 26 % rivissä olleista rikkakasveista. Rikkakasviteho oli jälleen tilastollisesti melkein merkitsevä (t-testin $p_{hav} = 0,076$).

Harjukokeessa porkkanantaimia tuhoutui 5–15 %. Luvut ovat näin pieniä, koska kokeesta puuttuivat kapeimmat liekitykset. Käsitteilyjen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Riviäestys tuhosi 20 % rivissä kasvaneista rikkakasveista.

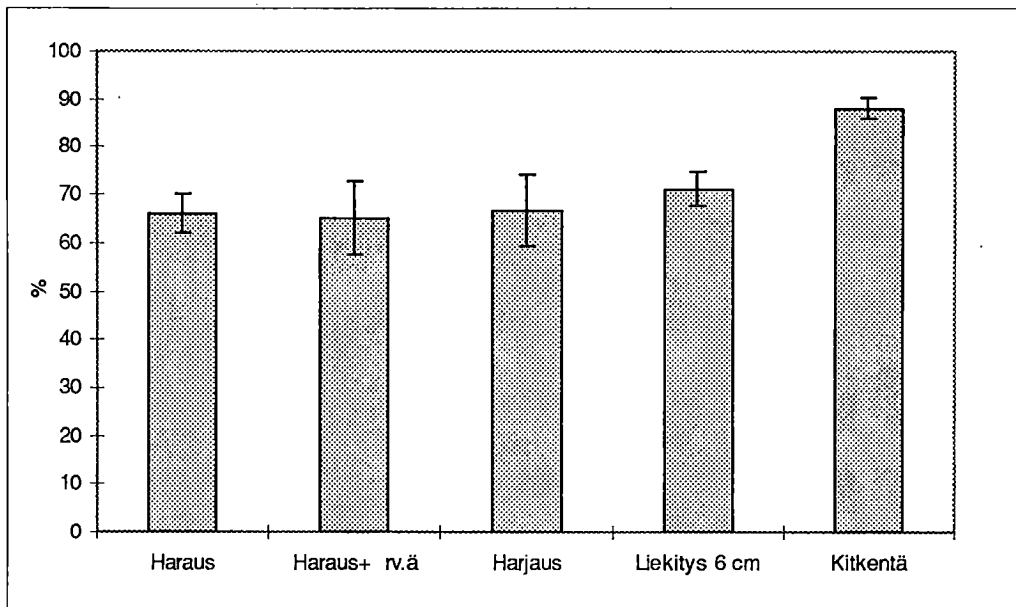
Riviväliliekityksissä kaasua kului 50–70 kg/ha. Vesisumuliekityksen veden kulutus oli 700–1500 l/ha. Tosin veden kulutusta ei mitenkään optimoitu, joten käytännössä lienee mahdollista päästä pienempäänkin menekkiin.

Työmenekit

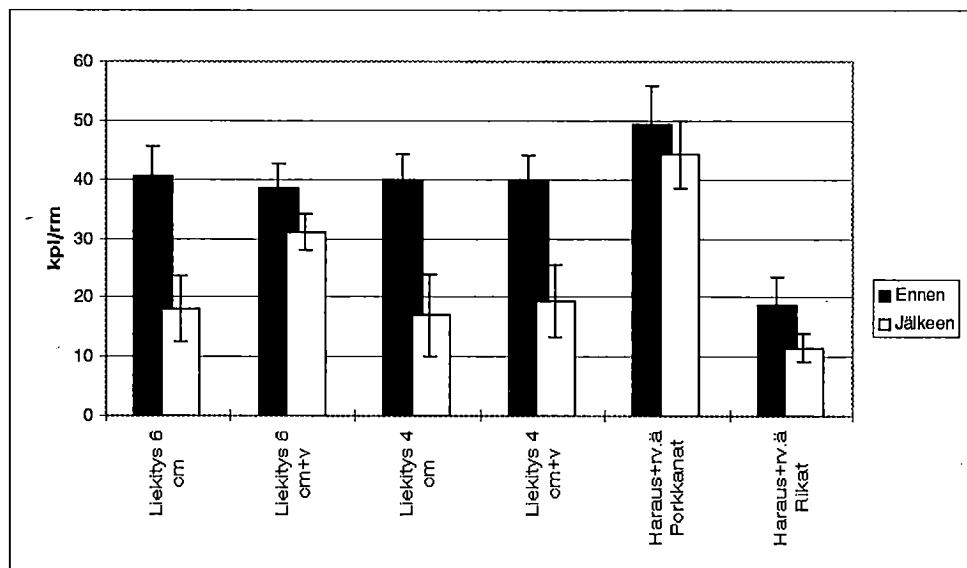
Tasamaan A-kokeessa vähiten konetyötä kului kolmen kerran harauskäsitteilyihin (Kuva 18). Ne sujuivat tilastollisesti merkitsevästi nopeammin kuin harjaus-, liekitys+5 harausta-, liekitys- tai kitkentäkäsitteilyt. Kitkenta sisältää tässä rivivälien puhdistuksen heiluriharaa käyttäen ja se oli 2–4 kertaa hitaampaa kuin muut rivivälikäsitteilyt. Harauksen ajonopeus vaihteli 1,2–2,0 km/h, kun harjauksella ja liekityksellä se oli vain noin 0,8 km/h. Riviäestyksen tai vesisumutuksen käyttö ei juurikaan hidastanut työtä. Kuvan 18 työmenekkeihin sisältyvät kasvukauden kaikki koneelliset torjunnat, myös liekitys ennen taimettumista.

Tasamaan B-kokeen konetyön menekit muistuttivat tasamaan A-kokeen tuloksia (Kuva 18). Harjaus- ja kitkentäkäsitteilyt olivat tilastollisesti merkitsevästi muita hitaampia. B-kokeessa tarvittiin likimain yhtä paljon konetyötä kuin A-kokeessa-kin, vaikka B-kokeen riviväli oli 12 cm leveämpi. Torjuntalaitteiden työleveys ei riittänyt kerta-ajolla 50 cm:n rivivälille, vaan jälkeä jouduttiin paikkaamaan rivivälin keskeltä lisääjolla. Yleensä ensimmäiseen rivivälikäsitteilyyn kului eniten aikaa, koska porkkanan taimet erottuivat heikosti rikkojen seasta.

Rivivälikäsitteilyihin kulunut aika oli vähäinen kitkentan työmenekkeihin nähden (Kuva 19). Tasamaan A-kokeessa tarvittiin liekitysten jälkeen 400–500 kitkentätuntia/ha ja mekaanisten menetelmien jälkeen 600–700 h/ha. Ensimmäisellä kitkentäkerralla 4 cm:n liekitysrutuujen kitkenta sujui merkitsevästi nopeammin kuin haraus- tai käsiharausruutuujen kitkenta. Toisella kitkentäkerralla erot olivat pienempiä. Ei voitu myöskään osoittaa, että harausintensiiteetti olisi vaikuttanut merkitsevästi kitkentanopeuksiin. Kitkenta työmenekit eivät si-



Kuva 15. Rikkakasvien tuhoutuminen ja keskihajonnat harjuporkkanan riviväleissä Partalassa 19.7.95. Rivin leveys = 6 cm. rv.ä = riviäestys.



Kuva 16. Porkkanantainten tuhoutuminen ja keskihajonnat tasamaan A-kokeessa Partalassa 1995. Lisäksi rikkojen tuhoutuminen haraus+riviäestys (rv.ä)-käsittelyssä. v = vesisumu.

sällä porkkanan harvennusta. Rikkakasvintorjunnan kokonaistyömenekki on laskettavissa summamalla koneaika ja kitkentätyö.

Tasamaan B-koe tarvitsi kitkeä vain kerran. Tällöin työmenekit jäivät huomattavasti pienemmiksi kuin koelohkolla A, vain 120–160 tuntiin/ha (Kuva 19). Manuaalisen heiluriharauksen jälkeiseen kitkentätyöhön kului merkittävästi enemmän aikaa verrattuna ilman vesisuojausta tehtyihin liekityksiin (L 6 cm ja L 4 cm).

Harjuporkkanalla rivivälikäsitteilyt tehtiin vain yhteen kertaan (Kuva 20). Kasvukauden loppupuolella rivivälit pidettiin puhtaina traktorisoiviteisella perunanmultaimella. Porkkanoiden kasvaessa voitiin multauksen ajonopeutta nostaa. Tässäkin kokeessa haraus oli tilastollisesti merkittävästi nopeampaa kuin harjaus tai liekitys.

Harjuporkkanaviljelmän kitkentä tehtiin kahdesti, jolloin siihen kului 300–350 h/ha. Eri käsittelyjen jälkeisissä kitkentäajoissa ei ollut tilastollisesti

merkitseviä eroja. Silmämääräisesti harjaus näytti melko tehokkaasti leikkaavan harjun reunaa ja vetävän rikkoja alas, mutta kitkentämenekkeissä ero muihin menetelmiin ei ollut merkitsevää.

Porkkanasadot

Tasamaan A-lohkolta saatiin kokonaissatoa mekaanisin menetelmin käsitellyiltä ruuduilta noin 50 000 kg /ha. Ensimmäisen luokan satoa oli tästä keskimäärin 80 % (Kuva 21). Kaikki mekaaniset menetelmät antoivat tilastollisesti merkitsevästi liekityskäsittelyjä suuremman ykkösluokan sadon. Ainoastaan liekitys 6 cm + vesisumu ei vähentänyt satoa merkitsevästi. Liekitykset jouduttiin tekemään noin 5 sekuntimetrin sivutuulen puhaltaessa, mikä osaksi selittää sadonalennuksia. Vesisumukäsittely näytti siis jonkin verran estävän satotappioita, vaikka L 6 cm ja L 6 cm + vesisumu sekä toisaalta L 4 cm ja L 4 cm + vesisumukäsittelyt eivät toisistaan merkitsevästi poikenneetkaan.

Harausintensiteettitarkastelussa selvisi, ettei harauskertojen määrällä (5, 3 tai 2 krt) ollut vaikutusta ykkösluokan sadon määrään. Ensimmäinen riviväliliekitys vaikutti satoon suuntaa antavasti ($p_{hav} < 0,16$) enemmän kuin harauskertojen määrä. Pieniä porkkanoita oli 2–5 % ja mekaanisesti epämuodostuneita 11–16 % kokonaissadoista. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, joten esim. runsaan harauksen ei havaittu lisäävän juuristovioituksia käsinkitkentään nähden. Kitkentäruuduista nostettujen porkkanoiden keskipaino oli 116 g/kpl.

Tasamaan B-kokeen kokonaissatotasoa jäi selvästi A-koetta alhaisemmaksi, keskimäärin 25 000 kg/ha. Ykkösluokkaan tästä kuului noin 70 %. Liekitykset voitiin tehdä tyynessä säässä, jolloin satotappiot jäivät pieniksi (Kuva 21). L 6 cm-koejäsenen sato oli selittämättömästi muita pienempi. Käsitteilyjen välillä ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä eroja (ykkösluokan sadot). Myöskään harausintensiteetillä ei havaittu olevan vaikutusta sadon määrään. Pieniä porkkanoita oli 18–25 % ja epämuodostuneita 8–11 % kokonaissadoista. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Kitkentäruuduista nostettujen porkkanoiden keskipaino oli 62 g/kpl.

Harjuporkkanasta saatiin satoa keskimäärin 30 000 kg/ha (Kuva 22). Tästä lajiteltiin ensimmäisen luokan satoa hieman yli 70 %. Ykkösluokan sadoissa

ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja käsittelyjen välillä. Harausintensiteettiä ei tässä kokeessa tutkittu. Pienten porkkanoiden määrä vaihteli 8–11 % ja epämuodostuneiden 11–18 % ilman merkitseviä eroja. Kitkentäruuduista nostettujen porkkanoiden keskipaino oli 89 g/kpl. Silmämääräisesti arvioiden porkkanat kasvoivat harjussa pidemmiksi ja sileämmiksi kuin tasamaalla.

4.2 Sipulikoe

4.2.1 Aineisto ja menetelmät

Kokeen perustaminen

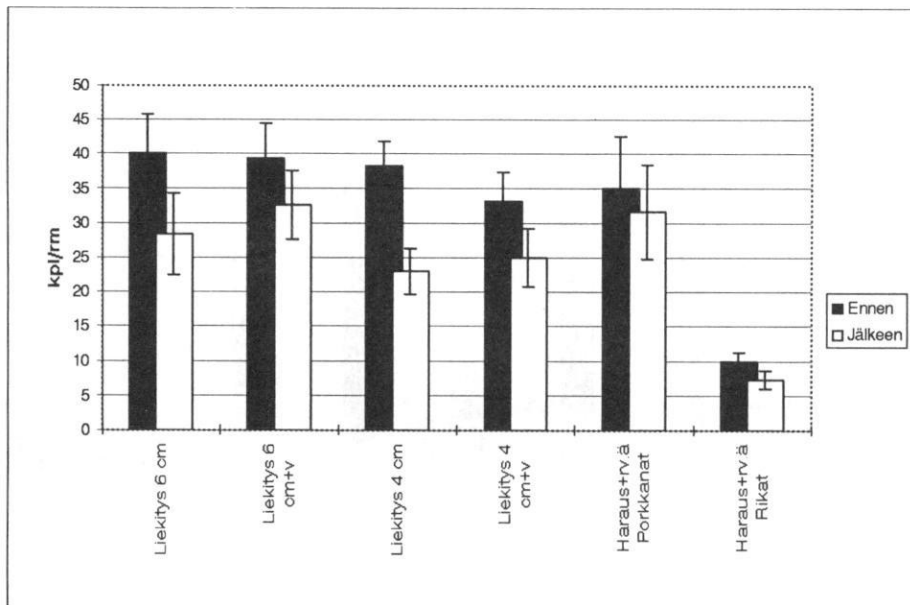
Sipulilohko oli kivetöntä karkeaa hietaa. Esikasvina oli edellisvuonna suojaviljan perustettu ja keväällä kynnetty apilanurmi. Rikkakasvikokeen joukkoon perustettiin myös lannoitustasokoe, jossa tutkittiin ruoko-turve-kalakompostin vaikutusta satoon lannoitustasoilla 0–25 tn/ha. Koemalli suunniteltiin satunnaistettujen lohkojen mukaiseksi, jotta rikkakasvi- ja lannoituskäsittelyt voitiin erottaa toisistaan. Lannoituskokeen tulokset esitetään omassa raportissaan.

Sturon-sipuli istutettiin 5.6. Sipula-merkkisellä 4-rivisellä istutuskoneella. Tavoitteena oli 20 sipulia rivimetriä kohti. Riviväliksi tuli 40 cm. Istutuksen jälkeen maa jyrättiin kevyesti, millä pyrittiin estämään sipuleiden irtoilu rivivälikäsitteilyjen aikana. Koe toteutettiin viitenä kerranteena. Ruutujen koko oli 6 m × 2 m, jolloin yhteen ruutuun mahtui viisi riviä.

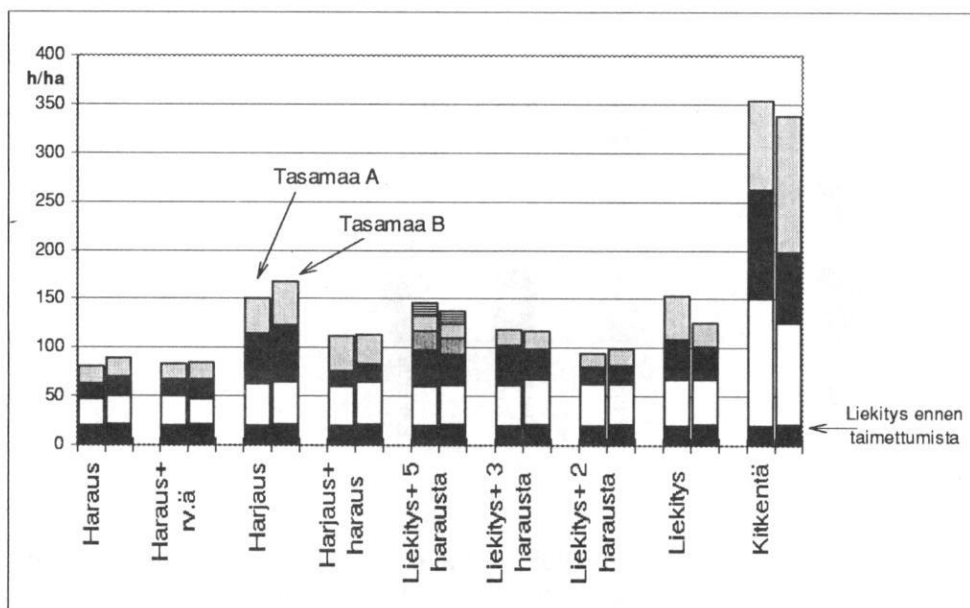
Koejäsenet

Kaikki koejäsenet kokoalaliekitettiin naattien ollessa 5–10 cm mittaisia. Myös rivivälit liekitettiin, kaasua kului noin 80 kg/ha. Rivivälikäsitteilyt aloitettiin kolmen viikon kuluttua kokoalaliekityksestä. Verranteena oli käsinkitkentä. Muiden neljän käsitteilyn sipulirivit liekitettiin valikoivasti ennen rivivälikäsitteilyä (naatti 20–25 cm, kaasua 50 kg/ha). Rivivälien puhdistukseen käytettiin harausta, harjausta sekä liekitystä. Yksi koejäsen jätettiin pelkän valikoivan liekityksen varaan, jotta nähtäisiin, riittääkö riveihin kohdistettu valikoiva liekitys tuhoamaan rikkakasvit myös riviväleistä (ks. kenttäkoekartta liitteessä 2).

Rivivälikäsitteilyt tehtiin kahteen kertaan (14.7. ja 26.7.). Jälkimmäisellä kerralla sipulirivin vali-



Kuva 17. Porkkanantainten tuhoutuminen ja keskihajonnat tasamaan B-kokeessa Partalassa 1995. Lisäksi rikkojen tuhoutuminen haraus+riviäestys (rv.ä)-käsittelyssä. v = vesisumu.



Kuva 18. Torjunnan konetyöhön kuluneet ajat TTS:n standardiaikamenetelmän mukaan tasamaan A-porkkanaviljelmällä (ensimmäiset pylväät, riviväli 38 cm) ja tasamaan B-porkkanaviljelmällä (toiset pylväät, riviväli 50 cm). Partala 1995. rv.ä = riviäestys.

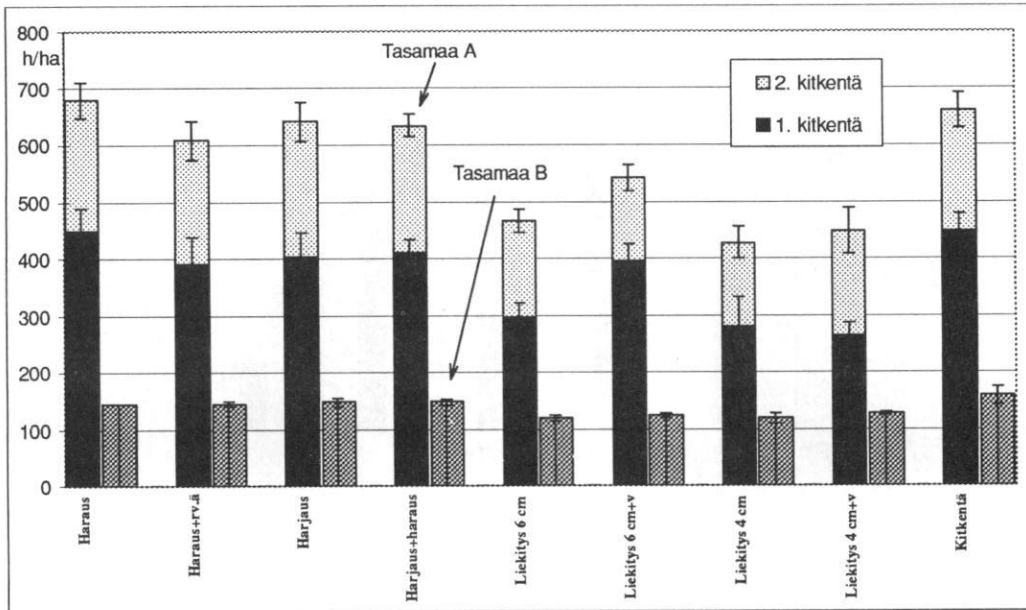
koivaa liekitystä ei enää käytetty. Kaikki koejäsenet kitkettiin elokuun alussa, jotta olisi saatu selville menetelmien väliset tehoerot.

Havainnot

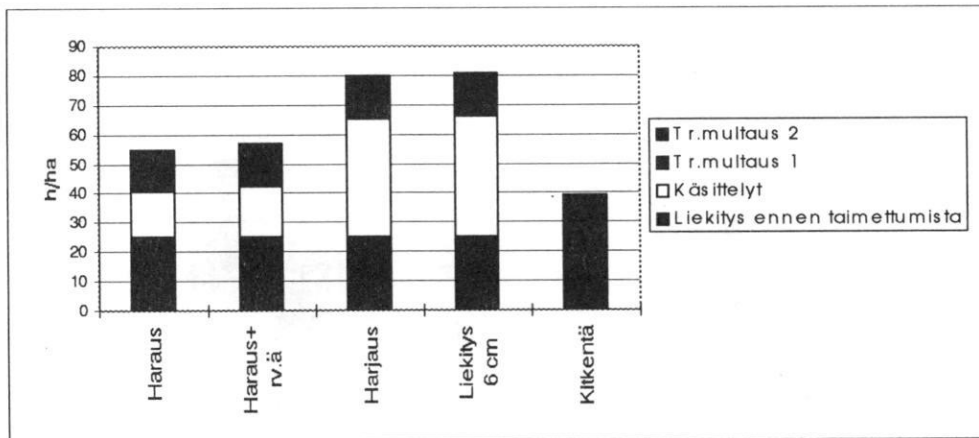
Rikkakasvien kappalemäärät laskettiin juuri ennen käsittelyjä ja noin viisi vuorokautta käsittelyjen jälkeen samoin periaattein kuin porkkanakokeissakin. Rivinkohtaa ja riviväliä ei eroteltu toisistaan. Rivivälikäsitteilyihin ja kitkentään kulunut aika kello-

ttiin ruuduittain. Näistä johdettiin työmenekit h/ha.

Sipuli korjattiin käsin 13.9. ruuduittain 12:lta rivimetritä. Sato lajiteltiin pieniin (40 mm), 1. luokkaan (40 mm), epämuodostuneisiin, haljenneisiin, tautisiin, kaulasipuleihin sekä vioittuneisiin. Tässä raportissa esitetään vain kokonais- ja 1. luokan sadot.



Kuva 19. Kitkennän työmenekit ja keskihajonnat tasamaan A-porkkanakokeessa (ensimmäiset pylväät, riviväli 38 cm) sekä tasamaan B-porkkanakokeessa (toiset pylväät, riviväli 50 cm). Partala 1995. rv.ä = riviäestys. v = vesisumu.



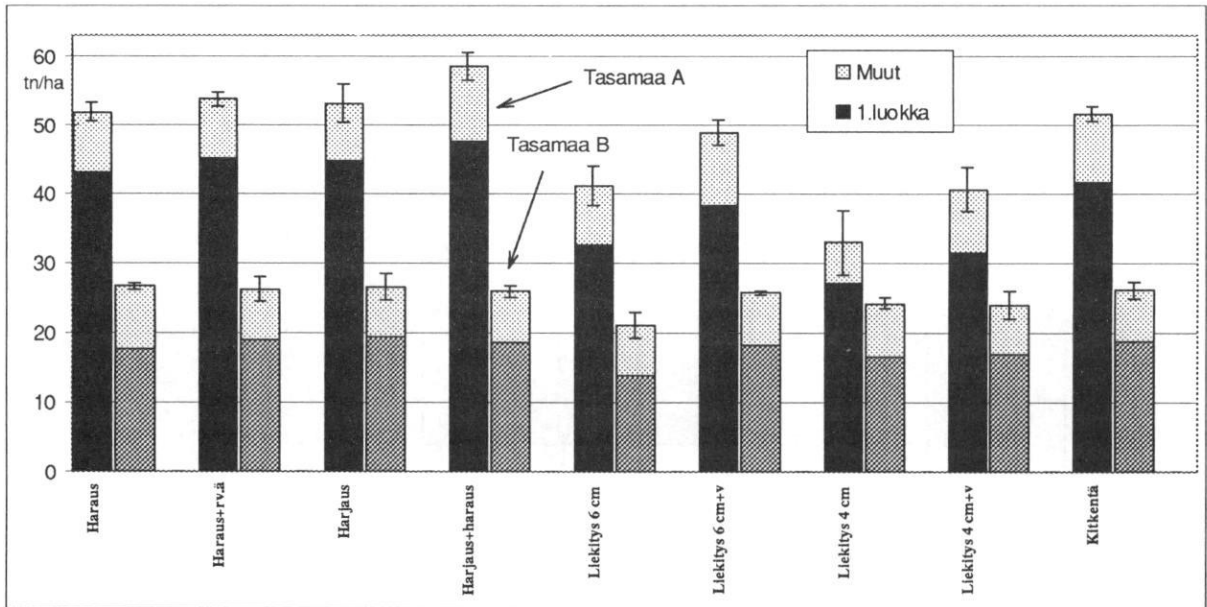
Kuva 20. Torjunnan konetyöhön kuluneet ajat TTS:n standardiaikamenetelmän mukaan harjuporkkanalla Partalassa 1995 (riviväli 50 cm). rv.ä = riviäestys, Tr = traktori.

Rikkakasvien määrän vähenemistä käsitellyissä tutkittiin kovarianssianalyysillä erilaisista lähtötasoista johtuen. Työmenekkejä vertailtiin varianssianalyysillä ja satoja satunnaistettujen lohkojen mukaisella varianssianalyysillä. Parittaiset vertailut tehtiin Tukeyn testillä. Rikkakasvien määriä korjattiin neliöjuurimuunnoksella \sqrt{x} varianssien yhtäsuuruuden ja normaalisuuden saavuttamiseksi.

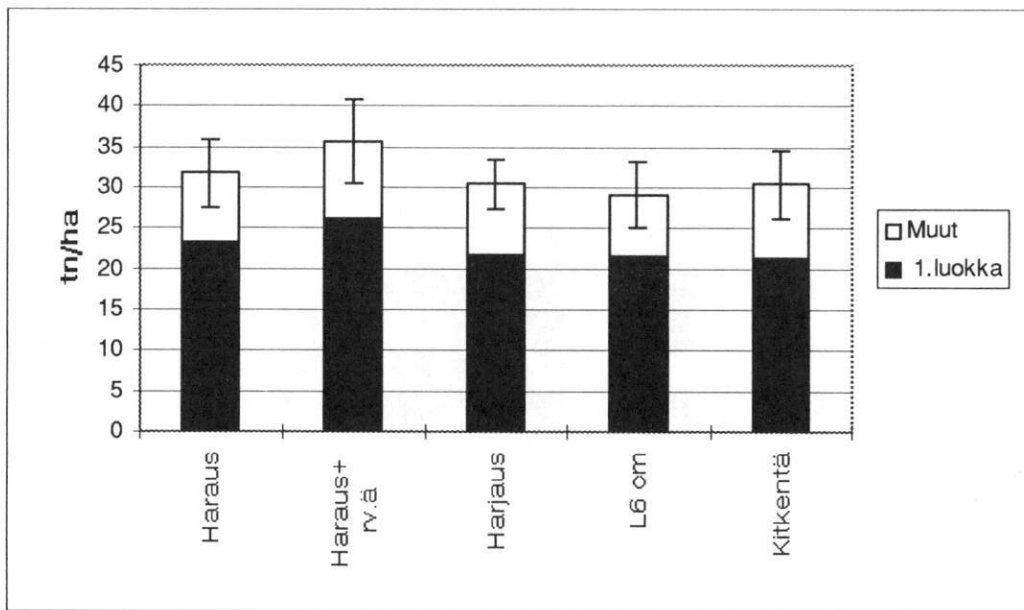
4.2.2 Tulokset

Sipulilla kokoalan liekitys tehoosi melko hyvin, sillä ennen ensimmäisiä rivivälikäsitteilyjä lohkoilla

kasvoi keskimäärin 300 rikkakasvia/m². Päälajeja olivat hatikka, peltoukonnauris sekä peltokorte. Monivuotisia rikkoja oli hyvin vähän. Pelkkä rivin valikoiva liekitys (R1) riitti tuhoamaan vain 50 % koko pinta-alalla kasvaneista rikoista (Kuva 23). Kun valikoivaan liekitykseen yhdistettiin rivivälikäsitteily, rikkakasviteho nousi 70–90 %:iin. Haraus ja harjaus olivat tilastollisesti merkitsevästi liekitystä tai käsinkitkentää tehokkaampia rivivälin puhdistusmenetelmiä. Toisen käsittelykerran tulokset muistuttivat ensimmäisen kerran tuloksia, tosin harjauksen teho laski hieman ensimmäiseen käsittelykertaan verrattuna.



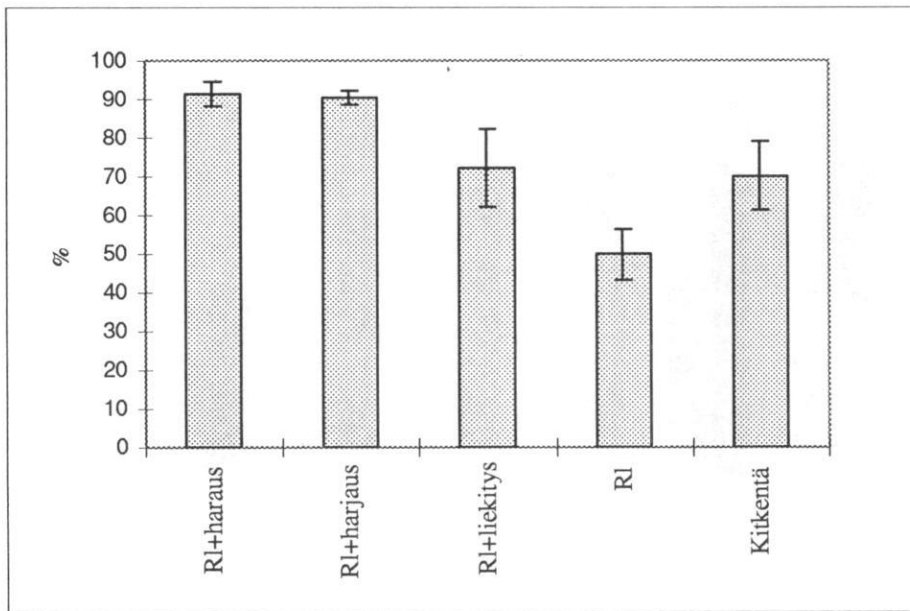
Kuva 21. Porkkanasadot sekä kokonaissatojen keskihajonnat tasamaan A-kokeessa (ensimmäiset pylväät, riviväli 38 cm) sekä tasamaan B-kokeessa (toiset pylväät, riviväli 50 cm). Partala 1995. rv.ä = riviäestys, v = vesisumu.



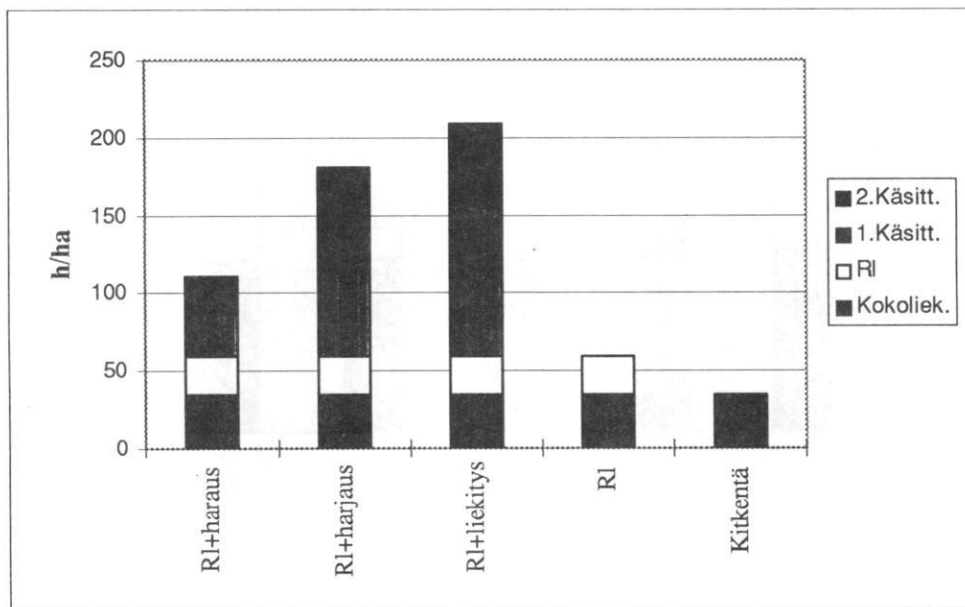
Kuva 22. Harjukokeen porkkanasadot sekä kokonaissatojen keskihajonnat Partalassa 1995 (riviväli 50 cm). rv.ä = riviäestys.

Konetyömenekkeihin sisältyy rivivälikäsittelyjen lisäksi kokoalan liekitys sekä sipulirivien valikoiva liekitys (Kuva 24). Harauksen työmenekki oli merkittävästi pienempi kuin harjaus- tai liekityskäsittelyjen. Liekityksen kannalta rikkakasvusto oli päässyt hieman liian pitkäksi. Siksi liekityksenopeus oli pidettävä alhaisena (n. 0,5 km/h), etteivät polttimet olisi sammuneet. Sipulirivien valikoiva liekitys sujui joutuisasti (24 h/ha), koska avoliekkiset polttimet paloivat katkoksitta.

Valikoivan liekityksen ja rivivälikäsittelyjen yhdistelmällä kitkentäyöntarve oli noin 100 h/ha (Kuva 25). Nämä koejäsenet kitkettiin vain yhden kerran. Pelkkä rivin valikoiva liekitys vähensi kitkentätarvetta noin 100 h/ha totaaliseen käsinkitkentään verrattuna, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Sen sijaan ero rivivälikäsittelyjen ja -käsittelymättömien jäsenten välillä oli selvästi merkitsevä. Pelkkä rivin valikoiva liekitys ei siis riittänyt sipulin rikkakasvien torjunnaksi.



Kuva 23. Rikkakasvien prosentuaalinen tuhoutuminen sipulikoikkeessa ensimmäisissä rivivälikäsitelyissä Partalassa 1995 (riviväli 40 cm). Laskennassa on mukana koko pinta-ala. RI = rivien valikoiva liekitys.



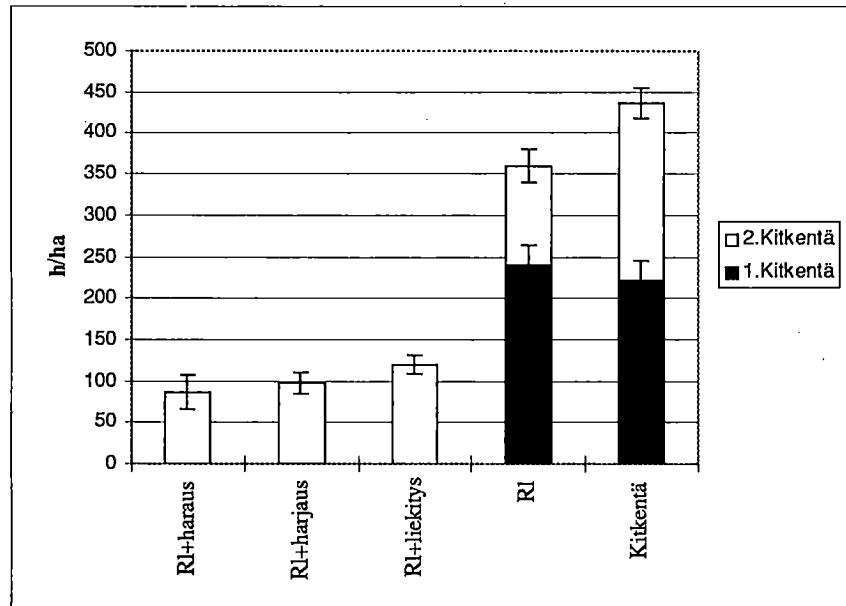
Kuva 24. Torjunnan konetyöhön kuluneet ajat TTS:n standardiaikamenetelmän mukaan sipulilla Partalassa 1995 (riviväli 40 cm). RI = rivien valikoiva liekitys.

Koejäsenistä, joihin sovellettiin rivivälikäsitelyä (kolme ensimmäistä kuvassa 25), olisi todennäköisesti saatu hyvä sato kokonaan ilman kitkentääkin. Koska samassa kokeessa tutkittiin lannoituksen vaikutusta, päätettiin koko lohko kuitenkin kitkeä.

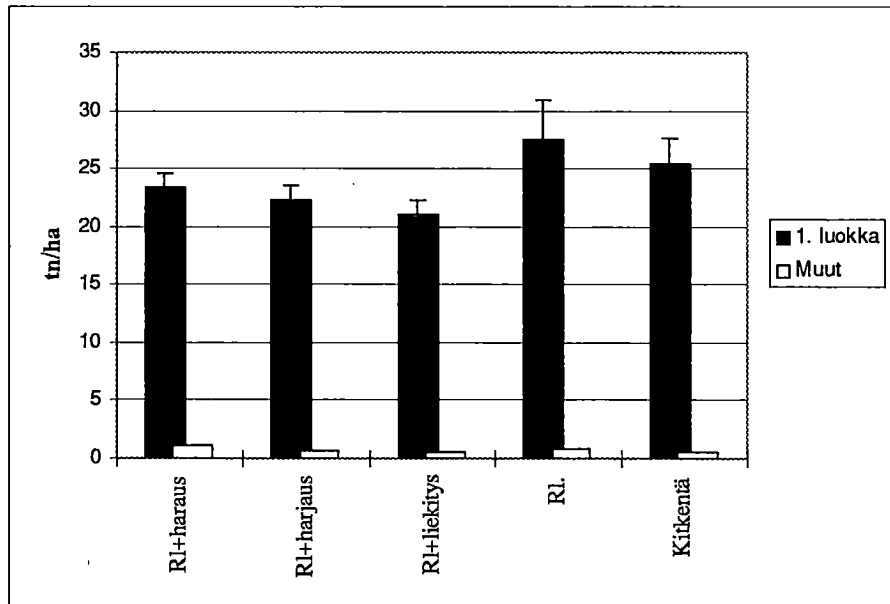
Kauppakuntoista sipulia (1. luokka) saatiin 20 000–25 000 kg/ha (Kuva 26). Eri menetelmien sadoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja suuren hajonnan takia. Suuntaa antavasti eniten kitkentää vaatineet koejäsenet (rivien valikoiva lie-

kitys ja käsinkitkentä) tuottivat suurimman sadon. Mekaanisesti voittuneita sipuleita oli 0,5–1,5 % kokonaissadoista (ei merkitseviä eroja). Myöskään lannoituskäsittelyjen ei havaittu aiheuttaneen merkitseviä eroja.

Sipulisatojen suuri hajonta johtui istutuskoneen epätasaisesta toiminnasta. Kone istutti keskimäärin 8 sipulia/ rm, jolloin keskihajonta oli 2 sipulia/ rm. Minimissään löytyi vain 3 ja maksimissaan 14 sipulia/ rm. Satotulokset laskettiin myös vastaamaan



Kuva 25. Kitkennän työmenekit ja keskihajonnat sipulikokeessa Partalassa 1995. RI = rivien valikoiva liekitys.



Kuva 26. Sipulisadot ja kokonaissatojen keskihajonnat Partalassa 1995. RI = rivien valikoiva liekitys.

keskiarvoa 8 sipulia/ rm. Tällöin laskennalliset sadot olivat 22 000–27 000 kg/ha. Ääripäiden (haraus-kitkentä) välillä ero oli tilastollisesti merkitsevä.

4.3 Vuoden 1995 tulosten tarkastelu

Vuoden 1995 kenttäkokeista saatiin selvästi täsmällisempää tietoa kuin vuoden 1994 tilakokeista. Erityisesti tämä koski työmenekkien mittausta, jossa voitiin nyt huomioida koko kasvukauden torjun-

tatoimet. Samalla tosin menetettiin osa tilakokeiden tarjoamasta olosuhdekirjosta.

Kevät 1995 oli myöhäinen. Ensimmäiset vihanneskylvöt voitiin tehdä hyvin läpäisevillä hietamailla-kin vasta toukokuun lopussa. Koska maassa oli tuolloin runsaasti kosteutta ja lämpöä, taimettui esim. porkkana vajaassa seitsemässä vuorokaudessa. Normaalista nopeampi itäminen luultavasti vähensi ennen porkkanan taimettumista tehdyn liekityksen tehoa. Tällöin hitaasti itävät rikat eivät ehtineet pintaan ennen liekitystä. Kesäkuu oli kos-

teudeltaan ja lämmöltään sopiva vihanneksille, kun taas heinäkuussa kärsittiin muutama viikko kuivuutta. Vettä saatiin elokuun alussa ja loppukesä oli säiltään normaali. Kaikkiaan kasvukausi 1995, samoin kuin 1994, oli vihannesviljelyn kannalta hyvä.

Tasamaan A-lohkolla rikkoja oli riviväleissä paljon, keskimäärin 500–650 kpl/m², eräillä ruuduilla jopa yli 1000 kpl/m². Määrät olivat samaa luokkaa kuin v. 1994 maksimissaan ja MTT:ssä vuosina 1992–1994 tehdyissä tutkimuksissa enimmillään (VANHALA ym. 1994). Tähän olivat syynä edellä mainittu porkkanoiden nopea taimettuminen ja se, että koelohko kynnettiin vasta keväällä ja muokattiin sekä kylvettiin lähes saman tien. Rikat eivät siis ehtineet itää yhtään ennen viimeistä kylvömuokkausta.

Tasamaan B-kokeella kasvoi vain noin puolet A-kokeen rikkakasvimäärästä. Näytti siltä, että alkukevään kesannoinnista ja myöhästetystä kylvöstä oli merkittävää ennalta ehkäisevää hyötyä. Tosin myös lohkojen erilainen viljelyhistoria saattoi vaikuttaa rikkakasvistoon. Koska kevät oli myöhäinen, jäi koelohko B:n kylvö tarpeettoman pitkälle kesäkuuhun, mistä johtui selvästi tasamaa A:ta pienempi sato.

Tasamaan A-lohkolle kului kitkentätyötä paljon (400–650 h/ha) verrattuna kesän 1994 tuloksiin ja VANHALAN ym. 1994 raportoituun tutkimukseen. Syynä tähän oli suuri rikkakasvien määrä sekä pneumaattisen koneen jättämä leveä (5 cm) kylvösnauha. Nauhakylvön kitkeminen on hitaampaa kuin kapean rivikylvön. Lisäksi tarvittiin kaksi kitkentäkertaa.

Koelohko B:n kitkentä sujui huomattavasti joutuisammin (120–160 h/ha). Tulos on hyvä aiempiin tutkimuksiin verrattuna. Yhtä kitkentäkertaa onkin pidettävä porkkanan viljelyssä tavoitteena. Ennalta ehkäisevä torjunta on välttämätöntä tavoitteeseen pääsemiseksi. Harjuporkkanalla torjuntalaitteista näytti olevan vähiten hyötyä. Liekityksen ja perunanmultaimen yhdistelmä näytti toimivan hyvin, jolloin kitkentätyötä jäi noin 350 h/ha.

Eri menetelmien tehoerot näkyivät melko heikosti kitkentätyömennekeissä vaikka eroja rikkakasvilaskentojen mukaan olisi pitänyt ollakin. Tämä

saattoi johtua siitä, että kitkijät pyrkivät mukauttamaan työtahdin toisiinsa tai eivät helpon paikan tullen viitsineet ”kontata” aiempaa nopeammin. Kaikilla menetelmillä saavutettiin kuitenkin selvä (30–50 %) työajan säästö manuaaliseen heiluriharaus+kitkentä-yhdistelmään nähden.

Riviväliliekitys näytti säästävän kitkentäaikaakin hieinan muita menetelmiä enemmän pitkän jälkivaiikutuksensa takia. Huonoissa sääoloissa menetelmässä on kuitenkin riski sadonalennukselle. Taulukossa 2 on tarkasteltu, kannattiko liekityksillä saatu työajan säästö tasamaan A-kokeessa. Ennen taimettumista tehtyä liekitystä ei ole huomioitu, koska se oli kaikille käsittelyille sama. Liekityksissä vain ensimmäinen rivivälikäsitteily on tehty liekittämällä, loput kaksi on hoidettu haraamalla.

Laskelman mukaan kavennetulla liekityksellä (4 cm:n kitkentäkaista) menetetyt sadon arvo oli suurempi kuin työnsäästö. Jopa heiluriharaus-käsitkentä-yhdistelmällä päästiin parempaan taloudelliseen tulokseen. Normaali liekitys yhdistettynä vesisumusuojaukseen sekä riviväliharauksella antoivat puolestaan verrannetta paremmat tulokset. Niinpä kitkentäkaistan kaventamisessa ei kannata pyrkiä äärimmäisyyksiin.

Tasamaan B-lohkolla liekitysten aiheuttamat sadonmenetykset olivat pienet (Taulukko 3). Tällöin myös kavennettu liekitys kannatti kitkentään nähden. Haraus ja liekitys 6 cm + vesisumusuojaus antoivat kuitenkin suhteellisesti parhaimman tuloksen. Laskelmiin on suhtauduttava varauksellisesti, koska ne on laadittu yhden kasvukauden ja tietyissä oloissa kasvaneiden kokeiden perusteella. Lopputulokseen vaikuttaa huomattavasti myös porkkanakilon ja työtunnin hintasuhte.

Haraus sujui kaikilla koelohkoilla liekitystä ja harjausta nopeammin. Tosin haraus oli myös liekitystä ja harjausta raskaampaa. Kesän 1995 melko kiuissa oloissa kolme rivivälikäsitteilyä riitti kaikilla menetelmillä. Viidellä haraukserralla ei saavutettu selviä etuja kitkentämennekeissä, mutta toisaalta sadonalennuksia tai juuristovioituksiakaan ei syntynyt. Kosteimpana kesänä voidaan tarvita enemmän kuin kolme rivivälikäsitteilykertaa.

Taulukko 2. Rivivälikäsitteilyjen edullisuus verrattuna kitkentään tasamaan A-lohkolla.

	Liekitys 6 cm + v		Liekitys 4 cm		Haraus		Kitkentä (verranne)	
	Yks.	Mk	Yks.	Mk	Yks.	Mk	Yks.	Mk
Hyödyt								
työnsäästö h	378	18900	493	24650	257	12850	0	0
Haitat								
satoero (1.lk) kg	-4000	-8000	-15000	-30000	1000	2000	0	0
kaasunkulutus kg	-60	-480	-60	-480	0	0	0	0
kiinteäkustannus mk		-345		-345		-345	0	0
Hyöty yhteensä mk	10075		-6175		14505		0	

Nostamaton luomu-porkkana 2 mk/kg, työtunnin hinta sivukuluneen 50 mk/h, nestekaasun hinta 8 mk/kg, kiinteä kustannus liekittimelle ja haralle TTS:n mukaan (LAINE ja KAILA 1994) 345 mk/ha/v. v = vesisumu.

Taulukko 3. Rivivälikäsitteilyjen edullisuus verrattuna kitkentään tasamaa B-lohkolla.

	Liekitys 6 cm + v		Liekitys 4 cm		Haraus		Kitkentä (verranne)	
	Yks.	Mk	Yks.	Mk	Yks.	Mk	Yks.	Mk
Hyödyt								
työnsäästö h	274	13700	279	13950	263	13150	0	0
Haitat								
satoero (1.lk) kg	-1000	-2000	-3000	-6000	-1000	-2000	0	0
kaasunkulutus kg	-60	-480	-60	-480	0	0	0	0
kiinteä kustannus mk		-345		-345		-345	0	0
Hyöty yhteensä mk	10875		7125		10805		0	

Sipulilohkolla oli kokoalaliekityksen jälkeen jonkin verran enemmän rikkoja kuin v.1994. Pelkkä rivin valikoiva liekitys ei riittänyt rikkakasvien torjunnaksi. Kun valikoivaan liekitykseen yhdistettiin rivivälikäsitteily, saatiin kitkentätarpeeksi noin 100 h/ha. Mekaaniset menetelmät olivat suuntaa antavasti liekitystä hieman tehokkaampia rivivälän puhdistuksessa. Tulokset ovat hyvin samansuuntaisia v. 1994 tilakokeiden tulosten kanssa. Nyt ei havaittu v. 1994 kaltaista sadon pienentymistä valikoivan liekityksen koejäsenissä.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Viljelymaan kunnan merkitys

Kemikaaliton torjuntaa koneellistettaessa on kiinnitettävä erityinen huomio pellon kuntoon ja mekanisoinnin viljelymenetelmälle asettamiin vaa-

timuksiin. Mekaaninen ja terminen torjunta perustuvat tarkkaan maakosketukseen ja rivien seurantaan. Tasamaalla olevien viljelysten torjunnan mekanisointi on kaikkein helpointa. Harjuviljelykset vaativat erillisen ajokerran vaonpohjien ja -kupeiden rikkojen torjumiseksi.

Pienin suositeltu riviväli on 30 cm, jos rivien väliin jää vapaata tilaa vähintään 25 cm. Kapea kylvösnauha on rikantorjunnan mekanisoinnin kannalta parempi kuin leveä nauha. Tällöin käsittelemätön kaista voidaan säätää kapeammaksi ja vähentää kitkentätyön tarvetta.

Kivet kannattaa kerätä pellolta tarkkaan. Kivettömässä maassa laitteet toimivat tukkeutumatta ja ohjausvirheet jäävät pieniksi. Edellisen kasvuston jätteet (turpeet, oljet ym.) sekä lanta pitää mullata hyvin tai hajottaa hienoksi. Kestorikat on torjuttava viljelykierrolla, sillä kemikaalittomien torjunta-

menetelmien teho niihin on heikko ja vihannesten kilpailukyky huono.

Pellon pinnan tasaisuus on tärkeää hyvän torjuntatehon saavuttamiseksi. Muokkaus- ja kylvötoissa kannattaa käyttää paripyöriä painanteiden muodostumisen välttämiseksi. Pellon pinta on jyrättävä sopivan kovaksi, ettei maa lähde juoksemaan esim. haran mukana.

Osa mekanisoinnin asettamista vaatimuksista voi olla ristiriidassa muiden viljelytekniesten kasvedellytysten kanssa (esim. tasamaa vs. harju, ka-pea kylvönauha vs. leveä kylvönauha). Viljelijän on itse päätettävä, missä suhteessa hän näitä vaatimuksia tilallaan toteuttaa.

5.2 Laitekehitys

Liekitin

Elomestari Oy:n liekitin toimi kenttäkokeissa kohtuullisen hyvin. Kotelot suojasivat viljelykasviriviä, eivätkä polttimet olleet herkkiä sivutuulelle. Tosin kovalla tuulella liekitettäessä kotelot saivat olla vieläkin pidempiä. Liekitysvarustuksen kytkeminen kaksipyöräiseen monikäyttörunkoon paransi laitteen ohjattavuutta ja käyttöergonomiia. Liekityskotelot voidaan nostaa ylös jalkapolkimella, eikä kaasupullo kuormita työntäjän käsiä. Polttimet sammahtivat herkästi, jos koteloiden sisälle joutui paljon korkeaa kasvimassaa (esim. leveälehtistä keltasinappia). Syynä tähän oli ilmeisesti palamiseen tarvittavan ilman korvautuminen kasvimassasta vapautuvalla vesihöyryllä.

Liekittimen kaasunkulutus oli riviväliliekityksessä noin 60 kg/ha/ käsittelykerta. Laitteella päästiin n. 50–70 % rikkakasvitehoon riviväliliekityksessä, mikä vastaa riviväliharantehoja. On huomattava, että näissä luvuissa rikkakasvien laskentaruutuihin sisältyi aina kaksi viljelykasviriviä, joista rivivälikäsitteilyillä ei voida rikkoja tuhota. Liekittimen rikkakasviteho kokoalan liekityksessä on selvästi parempi (80–90 %).

Vesisumusuojauksella porkkanan tarkennetussa liekityksessä pystyttiin ehkäisemään taimille aiheutuneita vaurioita. Jäljelle jäänyt kitkentätyö ei kuitenkaan ollut merkittävästi pienempi tarkennetussa liekityksessä verrattuna ”tavanomaiseen” 6 cm:n liekitykseen. Kasvustovaurioiden vähetessä

väheni yleensä kitkentäajan säästökin. Oman ongelmansa työnnettävissä laitteissa aiheuttaa vesisumutuksen suuri vedenkulutus (700–1500 l/ha). Kavennettua liekitystä varten poltinkoteloiden ohjattavuutta on parannettava kiinnityksiä tukevoittamalla. Vakiovarustuksella koteloiden väli pääsee vaihtelevaan 2–4 cm. Sipulin valikoivaan liekitykseen polttimet ilman koteloiden soveltuivat hyvin.

Riviväliharja

Harauksella saatiin 50–70 % koeruutujen kokonaispinta-alojen rikkakasveista tuhoutumaan. Rivivälissä tuho oli 80–90 %. Harauksen ja liekityksen tehoissa ei ollut yleensä tilastollisesti merkitseviä eroja. Lautaset suojasivat melko hyvin viljelykasviriviä peittymiseltä. Työntövoiman tarve oli suurempi kuin liekityksessä. Jos maassa oli paljon kestorikkakasveja, ero voi olla huomattavakin. Työntövoiman minimoimiseksi oli tärkeää jousivoiman ja työsyvyyden olosuhteisiin sopiva säätö.

Haraukseen yhdistetty rivin rikkaäestys toimi rikkakasvilaskentojen mukaan lupaavasti. Kitkentätyön menekeissä ei kuitenkaan havaittu toivotunlaista vähentymistä. Tähän lienee syynä liian pieni äestysintensiteetti, eli rikat peittyivät maalla, mutta eivät irronneet. Siten rikkaäestyksen työsyvyyttä olisi kannattanut lisätä. Tekniikka vaikuttaa kuitenkin lupaavammalta kuin esim. vesisumuliekitys.

Haran kehitystarpeet ovat melko vähäisiä. Maanpinnan muutosten seurannan tehostamiseksi voidaan kokeilla harayksiköiden paralleelista kiinnitystä nykyisen radiaalisen ripustuksen sijaan. Syksyllä 1995 työntöaisaa muotoiltiin ergonomisemmaksi ja nostolaitetta helpommaksi käyttää. Tukkeutumisalttiuden todettiin vähenevän, kun hanhenjalkaterää siirrettiin 5 cm taaemmaksi. Harattaessa suojaankiekot kannattaa poistaa heti, kun viljelykasvirivi sen peittymättä sietää. Haralla voi myös tarvittaessa mullata juuresrivit.

Riviväliharja

Harjan teho oli yleensä harauksen veroinen niin rikkojen tuhoutumiseen kuin kitkentämenekkiinkin. Ennakkoon odotettiin, että harjalla voitaisiin säästää huomattavasti kitkentätyötä, koska sillä voidaan työskennellä hyvin lähellä viljelykasviriviä (FOGELBERG och JOHANSSON 1993). Keski-kesästä alkaen näin onkin, mutta alkukesästä

(porkkanan taimet <5 cm) rivin keskusta on jätettävä käsittelemättä, etteivät hennot viljelykasvin taimet repeytyisi irti.

Harjojen pyörintänopeus kuormitettuna (maassa) oli 100–110 r/min ja käytetyt ajonopeudet 0,6–1,0 km/h. Tällöin harjauksen intensiteetti (kehänopeuden suhde ajonopeuteen) oli 4–6, eli ruotsalaisten tutkimusten mukaan varsin riittävä (FOGELBERG och JOHANSSON 1993). Rikkakasvitehon ja ajonopeuden kasvattamiseksi moottorit (70 W) saivat olla tehokkaampia. Tällöin harjasten uppamaa voitaisiin kasvattaa ja tehoa erityisesti isoihin rikkoihin parantaa. Harjalaite oli haraa kevyempi työntää. Sipuliviljelmässä kasvien irtoilu oli melko vähäistä, eikä sato pienentynyt muihin menetelmiin verrattuna.

Hyvissä oloissa, kun maa oli sopivan kuohkeaa ja rikkakasvusto helppoa, harjan työjälki oli hyvää jopa heti sateen jälkeen työskenneltäessä. Myöskään kivet eivät haitanneet laitteen toimintaa. Menetelmälle on eduksi, jos maa kuohkeutetaan 1–2 kertaa kesässä haraamalla. Traktorikäyttöisissä sovelluksissa harjalaite voi olla haraa selvästi parempi, koska tehoa on käytettävissä riittävästi eikä ohjausta saada yhtä tarkaksi kuin työnnettävissä laitteissa. Samoista syistä myös juuristovioitukset ovat traktorilaitteita käytettäessä todennäköisempiä.

5.3 Kemikaalittoman rikkakasvintorjunnan toimintastrategiat

Ennalta ehkäisevä torjunta on kemikaalittomassa torjunnassa välttämätöntä. Monivuotiset rikkakasvit on pidettävä kurissa viljelykierroilla ja tarvittaessa avokesannoimalla. Myöhästetty kylvö on tehokas rikkojen vähentäjä, jos viljelykasvin kasvuaika sen sallii. Kasvukauden aikaiset torjunnat on tehtävä mieluiten hieman liian aikaisin, kuin yhtään liian myöhään. Työmenekkejä ja konekapasiteettia mitoitettaessa on muistettava, ettei sää ole torjuntaan jatkuvasti sopiva. Erityisesti tämä koskee liekitystä, jota päästään tekemään monesti vasta tuulen tyyntynyt klo 20:n jälkeen illalla.

Kemikaalittomaan rikantorjuntaan riittää harvoin vain yksi torjuntamenetelmä. Perustan muodostaa huolellinen liekitys ennen viljelykasvin itämistä (sipulilla valikoiva liekitys). Myöhemmät riviväli-

käsittelytkin (2–3 kpl) voidaan tehdä liekittämällä, mutta varsinkin suuremmilla pinta-aloilla esim. haraus on taloudellisempi vaihtoehto. Harattaessa kaasukustannus jää pois, rikkakasviteho on yleensä yhtä hyvä kuin liekityksessäkin, maa kuohkeutuu ja ravinteiden kulkeutuminen juuriin tehostuu.

Taulukko 4 on laadittu kenttäkokeiden tulosten ja kirjallisuudesta saadun tiedon perusteella (mm. MATTSSON och NYLANDER 1989 ja VANHALA 1992).

Taulukko 4. Torjuntamenetelmien sopivuus erilaisiin oloihin. - tarkoittaa "Ei sovi", + "Sopii" ja ++ "Sopii hyvin".

	Liekitys	Haraus	Harjaus
Maa			
*kevyt	++	++	++
*raskas	++	+	+
*kivinen	+	-	++
Viljelykasvi			
*porkkana	++	++	++
*sipuli	++	+	+
*kaalit, salaattit	++	+	+
*punajuuri	++	++	+
Viljelymenetelmä			
*tasamaa	++	++	++
*penkki	++	++	++
*harju	+	+	++
Rikkojen koko			
*pienet	++	++	++
*isot	-	+	-
Sääolot			
*kuiva	++	++	++
*märkä	+	-	+
*tuulinen	-	++	++
Rikkojen poisto rivistä	+	-	+
Juuresten multaus	-	++	+

Mekaanisilla ja termisillä torjuntamenetelmillä ei vielä päästä yhtä hyvään torjuntatuloon kuin kemikaaleilla. Käsinkitkentätyötä jää lähes aina, minkä takia kemikaalittoman rikkakasvintorjunnan kustannukset ovat kemiallista torjuntaa korkeammat. Poikkeuksen tästä tekee edellämainittu istukassipuli, jonka viljelyssä on kemikaalittomalla torjunnalla päästy jopa pienempiin kokonaiskustannuksiin kuin kemiallista torjuntaa käytettäessä (LAINE ja KAILA 1994).

Mekaanisessa ja termisessä torjunnassa viljelijän tieto- taidon täytyy olla laajempaa kuin kemiallisessa torjunnassa. Kun perinteisessä viljelyssä riittää oikean aineen valitseminen ruiskun tankkiin, on

viljelijän kemikaalittomassa torjunnassa huolehdittava tarkemmin pellon olosuhteista, osattava valita oikea torjuntamenetelmä ja tunnettava tilanteeseen sopivat säädöt.

KIRJALLISUUS

- ASCARD, J. 1988. Termisk ogräsbekämpning. Flamning för ogräsbekämpning och blastdödning. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för lantbruksteknik. Rapport 130. Uppsala.
- FOGELBERG, F. & JOHANSSON, T. 1993. Mekanisk ogräsbekämpning- borstning i raden i grönsaker och sockerbetor. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för lantbruksteknik. Avd. för park- och trädgårdsteknik. Rapport 172. Uppsala.
- HOVILA, M. 1991. Viljelyjärjestelmä, kasvinvuorotus ja rikkakasvit. Kirjallisuustutkielma. Kasvinviljelytieteen laitos, Helsingin yliopisto.
- KOIKKALAINEN, K. 1993. Satotaso ja tuotantokustannukset luomuvihannesviljelyssä. Omavarainen Maatalous 2/93: 16–17.
- LAINÉ, A. & KAILA, E. 1994. Kemikaalittoman rikkakasvitorjunnan menetelmät ja kustannukset. Työtehoseuran maataloustiedote 2/94 (439).
- MATTSSON, B. & NYLANDER, C. 1989. Radrensning-mekanisk ogräsbekämpning i växande kultur. Undersökning av radrensningstrustning 1988. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för lantbruksteknik. Uppsala.
- RAHKONEN, J. 1993. Traktorisoitteinen liekitys laite rikkakasvien torjuntaan. HY, Maa- ja kotitalousteknologian laitos. Maatalousteknologian julkaisuja 12. Helsinki.
- SIMOJOKI, P., MEHTO-HÄMÄLÄINEN, U. & LAITINEN, V., ym. 1992. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 11/92. Jokioinen.
- VANHALA, P. 1992. Rikkakasvien fysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 7/92. Jokioinen.
- , RAHKONEN, J. & LAINE, A. 1994. Kemikaaliton rikkakasvien torjunta. Tutkimuksen loppuraportti. Maatalouden tutkimuskeskus, Helsingin yliopisto ja Työtehoseura.
- VÄISÄNEN, J. 1991. Porkkanan mekaaninen ja terminen rikkakasvintorjunta. Maaseudun kehittämiskeskus Partala. Juva.

Porkkanan kenttäkoekartta 1995

1. Kerranne									12 m
R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	
Liekyllis 6 cm + v + liekitykset	Haraus	Liekyllis 6 cm + 6 harausta	Kitkentä	Harjaus+haraus	Harjaus	Haraus+rv.ä	Liekyllis 4 cm + v + 15 harausta	Liekyllis 4 cm + 2 harausta	
2. Kerranne									3 m
R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29	
Harjaus	Haraus	Kitkentä	Harjaus+haraus	Liekyllis 6 cm + liekitykset	Haraus+rv.ä	Liekyllis 4 cm + v + 2 harausta	Liekyllis 4 cm + 6 harausta	Liekyllis 6 cm + v + 15 harausta	
3. Kerranne									3 m
R31	R32	R33	R34	R35	R36	R37	R38	R39	
Liekyllis 6 cm + 2 harausta	Haraus+rv.ä	Liekyllis 4 cm + v + liekitykset	Harjaus+haraus	Liekyllis 6 cm + v + 6 harausta	Kitkentä	Liekyllis 4 cm + 15 harausta	Haraus	Harjaus	
4. Kerranne									3 m
R41	R42	R43	R44	R45	R46	R47	R48	R49	
Liekyllis 4 cm + v + 6 harausta	Haraus+rv.ä	Liekyllis 6 cm + v + 2 harausta	Haraus	Harjaus	Kitkentä	Harjaus+haraus	Liekyllis 4 cm + liekitykset	Liekyllis 6 cm + 15 harausta	
< 1,25m >									12 m
3 tai 4 riviä									

Liite 2.**Kalakompostikoe + rikkakasvien mekaaninen torjunta**

Sipuli 1995

2 m

6 m

RL + harjaus	RL + haraus	Kitkentä	RL + liekitys	RL
RL	RL + harjaus	RL + liekitys	RL + haraus	Kitkentä
RL + haraus	RL + harjaus	Kitkentä	RL	RL + liekitys
RL + haraus	RL	RL + liekitys	RL + harjaus	Kitkentä
RL + harjaus	RL + haraus	RL	Kitkentä	RL + liekitys

RL=Rivin valikoiva liekitys

JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Kirjasto

31600 JOKIOINEN

puh. (916) 41881, telekopio (916) 4188 339

HINTA: 50 mk (+ alv.)