

96

Heikki Jalli
Antti Laine
Sanni Junnila

**Rikkakasvien torjunta
kevätviljasta**

Heikki Jalli, Antti Laine ja Sanni Junnila

Rikkakasvien torjunta kevätiljasta

**The profitability of herbicide treatments
in spring cereals**

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus

ISBN 951-729-618-5 (Painettu)
ISBN 951-729-619-3 (Verkkajulkaisu)
ISSN 1239-0852 (Painettu)
ISSN 1239-0844 (Verkkajulkaisu)
<http://www.mtt.fi/asarja>

Copyright

MTT

Heikki Jalli, Antti Laine ja Sanni Junnila

Julkaisija

MTT, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, Tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen
Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339
sähköposti julkaisut@mtt.fi

Painatus

Jyväskylän yliopistopaino 2001

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

Jalli, H.¹⁾, Laine, A.²⁾ & Junnila, S.¹⁾ 2001. Rikkakasvien torjunta kevätiljasta. MTT:n julkaisu. Sarja A 96. Jokioinen: MTT. 35 p. ISSN 1239-0852 (Painettu), ISSN 1239-0844 (Verkkajulkaisu), ISBN 951-729-618-5 (Painettu), ISBN 951-729-619-3 (Verkkajulkaisu). <http://www.mtt.fi/asarja>

¹⁾ MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen, heikki.jalli@mtt.fi, sanni.junnila@mtt.fi

²⁾ MTT, Alueellinen yksikkö, Lounais-Suomen tutkimusasema, Saarentie 220, 23120 Mietoinen, antti.laine@mtt.fi

Tiivistelmä

Avainsanat: kasvinsuojelu, kevätiljat, vehnä, ohra, herbisidit, rikkakasvit, talous, kannattavuus, diklorproppi-P, MCPA, tribenuroni-metyyli

Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT, nykyisin Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus) kuudella koepaikalla tutkittiin vuosina 1992–1994, miten kaksi rikkakasvihävitettä eli herbisidiä, kolme käyttömäärää ja kaksi käsittelyaikaa tehoavat kevätiljojen rikkakasveihin. Koekasveina olivat kevätvehnä, ohra ja kaura. Lisäksi selvitettiin herbisidien käytön kannattavuutta.

Käytetyt herbisidit olivat Duplosan DP-M (diklorproppi-P/MCPA, 285/265 g/l) ja Express 75 DF (tribenuroni-metyyli, 750 g/kg). Niitä käytettiin joko pienintä suositeltua annosta, siitä kolmea neljäsosaa tai puolta annosta. Lisäksi mukana oli käsittelemätön koejäsen.

Kun vilja käsiteltiin herbisidillä, siinä oli 3–4 lehteä (Zadoks 13–14) tai se oli pensomisen loppuvaiheessa tai 1-solmuasteella (Z 21–31). Rikkakasvit olivat puolestaan sirkkalehti- tai ruusukeasteella.

Rikkakasvien massa oli käsittelemättömissä koejäsenissä keskimäärin 140 k.-a. kg/ha. Neliometrillä kasvoi keskimäärin 138 rikkakasvia, ja niistä yleisimmät olivat jauhosavikka ja peippi. Käsittelemättömän kevätiljan sato oli keskimäärin 4 460 kg/ha. Kun kevätilja käsiteltiin herbisidil-

lä, sato suureni keskimäärin 75 kg/ha.

Talouseläimissä verrattiin käsitellyn ja käsittelemättömän koejäsenen katetuotoja. Hinnat olivat satokaudelta 2000/2001 ja Agenda 2000:n mukaisia. Tuotantopanokset olivat puolestaan kevään 2000 hintatasoa.

Viljan pensomisen lopulla tehdyt Duplosan-käsittelyt olivat aikaisia ruiskutuksia tappiollisempia. Erityisesti vehnä kärsi kuivissa ja helteisissä oloissa tehdyistä fenoksihappokäsittelyistä, ja sato pieneni jopa 1 000 kg/ha. Sen sijaan käsittelyt Expressillä tuottivat vehnällä positiivisia tuloksia. Ohran ja kauran 3–4 -lehtivaiheessa tehdyt Duplosan-käsittelyt tuottivat vähiten (30–70 mk/ha) tappiota.

Kun herbisidien käyttöä vähennetään, ruiskutusolojen on oltava hyvät ja valmiuteen on tehottava rikkakasvilajistoon. Tällöin taloudellinen tulos paranee, vaikka torjunnan teho heikkeneekin. Herbisidiannosten pienentäminen sopii rikkayrttien hallintaan paremmin kuin harvakseltaan käyetyt suuret määrät rikkakasvihävitettä. Sen sijaan kesto- ja ongelmarikkakasvien torjunnassa herbisidien käyttömääriä ei voida pienentää.

Jalli, H.¹⁾, **Laine, A.**²⁾ & **Junnila, S.**¹⁾ 2001. The profitability of herbicide treatments in spring cereals. MTT publications. Series A 96. Jokioinen: MTT Agrifood Research Finland. 35 p. ISSN 1239-0852 (Printed version), ISSN 1239-0844 (Electronic version), ISBN 951-729-618-5 (Printed version), ISBN 951-729-619-3 (Electronic version). <http://www.mtt.fi/asarja>

¹⁾ MTT, Agrifood Research Finland, Plant Production Research, Plant Protection, FIN-31600 Jokioinen, Finland, heikki.jalli@mtt.fi, sanni.junnila@mtt.fi

²⁾ MTT, Regional Unit, Southwest Finland Research Station, Saarentie 220, FIN-23120 Mietoinen, Finland, antti.laine@mtt.fi

Abstract

Key words: plant protection, herbicides, spring cereals, wheat, barley, weeds, profitability, dichlorprop-P, MCPA, tribenuron-methyl

The field study was conducted by the Institute of Plant Protection of the Agricultural Research Centre of Finland (nowadays MTT Agrifood Research Finland) at five experimental sites in Finland, in 1992–1994. The aim was to investigate the efficacy of two herbicide products applied at two different growth stages and three different application rates.

Spring wheat, oats and barley were treated with Duplosan DP-M (dichlorprop-P/MCPA 285/265 g/l) and Express 75 DF + Sito (tribenuron-methyl 750 g/kg). Herbicides were applied at 3–4 leaves stage (Zadoks 13–14) or at tillering to early stem elongation stage (Z 21–31). The application rates were the lowest recommended, and $\frac{3}{4}$ or $\frac{1}{2}$ of the lowest recommended dose.

The average weed density in the 16 field trials was 138 weeds/m² and the air dry

weight 14.0 g m². The most abundant weeds species were *Chenopodium album* (33 plants/m²), *Lamium* ssp. (28), *Viola arvensis* (21) and *Stellaria media* (19). The treatments reduced the weed density by 47–70% and the weed weight by 65–84%. The average grain yield in untreated plots was 4 460 kg/ha, and in treated plots the yield was 75 kg/ha higher on average.

All extra work, product price, tramping and transporting costs were included in the economic calculations, according to which only some of the Express treatments in spring wheat gave a positive net return. Late Duplosan treatments resulted in economic losses in all crops, particularly in spring wheat under dry and warm growing conditions. As applied at 3–4 leaves stage of oats and barley, Duplosan caused a loss of FIM 30–70 or € 6–14/ha.

Sisällys

Tiivistelmä	3
Abstract	4
1 Johdanto	7
1.1 Peltojen rikkakasvillisuuden kehittyminen	7
1.2 Käsittelyaika	8
1.3 Herbisidin käyttömäärä	8
1.4 Kemiallisen rikkakasvien torjunnan talous	10
1.5 Kemiallisen rikkakasvien torjunnan korvaaminen muilla toimenpiteillä	12
2 Aineisto ja menetelmät	13
2.1 Kenttäkokeet	13
2.1.1 Koepaikat ja koejäsenet	13
2.1.2 Kesien 1992–1994 lämpötila- ja sadeolot	14
2.2 Tilastollinen käsittely	14
3 Tulokset	15
3.1 Sadon määrä ja laatu	15
3.1.1 Koko koesarja	15
3.1.2 Ohrakokeet	16
3.1.3 Kevätvehnä- ja kaurakokeet	17
3.2 Rikkakasvimäärä	17
3.2.1 Käsittelyjen teho rikkakasveihin	17
3.2.2 Käsittelyjen teho yksittäisiin rikkakasvilajeihin	19
3.3 Herbisidikäsittelyjen taloudellinen kannattavuus	27
4 Tulosten tarkastelu	27
Kirjallisuus	32

1 Johdanto

1.1 Peltojen rikkakasvillisuuden kehittyminen

Suomalaisilla kevätiljapelloilla kasvoi vuosina 1962–1964 keskimäärin 550 rikkakasvia neliömetrillä ja niiden kuivapaino oli keskimäärin 1000 kg/ha (Mukula 1974). 1950- ja 1960-lukujen vaihteessa rikkakasvien osuus kevätiljapeltojen sadosta oli viidennes ja nurmien sadosta neljännes ilman herbisidien käyttöä. Lukuihin eivät sisällyneet sarkaojien ja päisteiden alueet, joten rikkakasvien kokonaisuus oli vieläkin suurempi (Mukula 1964).

Kemiallinen rikkakasvien torjunta yleistyí aluksi hitaasti. 1950-luvulla herbisideillä käsitelty pinta-ala oli 80 000–100 000 ha vuodessa, mutta 1965 käsitelty kevätilja-ala oli jo 425 000 ha eli 40 % viljapinta-alasta. MCPA oli käytännössä ainoa valmiste (herbisidi) kevätiljoille. Se oli edullista, helppoa käyttää, hajaantui nopeasti maassa ja kasvisolukossa ja tehosi useimpiin leveälehtisiin rikkakasveihin (Mukula & Köyliöjärvi 1965).

1950–1960 -luvuilla MCPA-käsittelyllä ohrakasvusto, jonka satotasoa oli alle 3000 kg/ha, hyötyi käsittelystä 135–220 kg/ha, ja kaurapelloilta saatava sato lisääntyi keskimäärin 260–310 kg/ha. Kevätvehnä hyötyi MCPA-käsittelystä 230–350 kg/ha (Granström 1956, Marjanen 1962, Mukula & Köyliöjärvi 1965).

Erviön ja Salosen (1987) tutkimuksen aikoihin 1982–1984 kevätiljapeltojen rikkakasvien lukumäärä oli pienentynyt kolmasosaan 1960-luvun määrästä ja se oli 173 kpl/m². Myös rikkakasvimassa oli vähentynyt kolmannekseen. Rikkakasvien ilma-kuiva paino ruiskuttamattomilla alueilla oli 316 kg/ha, josta juolavehneä oli 64 kg (20,3 %). Ruiskutetuilla alueilla rikkakasvit painoivat 124 kg/ha, ja juolavehneän osuus oli 56 kg eli 45 %. Leveälehtisten rikkakasvien paino pieneni herbisidiruiskutusten seu-

rauksena 252 kg:sta 68 kg:aan eli rikkakasviteho käytännön viljelyksillä oli 73 % (Salonen & Erviö 1986).

1982–1984 lähes 90 %:lla kevätiljapelloista käytettiin MCPA-, dikloropropi/MCPA- tai mekorproppi-seoksia ja saatu sadonlisäys oli keskimäärin 107 kg/ha. Kauran keskisato oli 4 290 kg/ha ja se hyötyi eniten herbisidikäsittelystä, sadonlisäys oli 121 kg/ha eli 3 %. Ohran keskisato tutkimuslohkoilla oli 4 160 kg/ha ja sadonlisäys 119 kg/ha. Pienin sadonlisäys saatiin kevätevehnälohkoilla, satotasolla 3 810 kg/ha lisäys oli 66 kg/ha (2 %). Tutkimuskautena keskimääräinen viljasadon suurenemisen raha-arvo ylitti herbisidien ainekustannukset (Salonen & Erviö 1986).

1990-luvun alkupuolta leimasi maataloustuotteiden ylituotanto, jota vähennettiin kesannointisäädöksin ja viljelemällä kasveja, joista ei ollut ylituotantoa. 1995 Suomi liittyi EU:iin ja yhteisen maatalouspolitiikan seurauksena maataloustuotteiden hinnat laskivat ja tuotantopanosten käytön taloudellisuus heikkeni. Kesannointi jatkui, ja samanaikaisesti kotimaisin säädöksin ohjattiin tuotantoa ympäristöystävällisempään suuntaan säätelemällä lannoitteiden käyttöä ja edistämällä luonnonmukaista tuotantoa.

Vuosina 1997–1999 Maatalouden tutkimuskeskus (nykyisin MTT) toteutti Suomen Akatemian rahoittamana projektina viljapeltojen rikkakasvikartoituksen. Rikkakasveja oli ilman herbisidejä viljeltäessä 1,4 kertainen määrä verrattuna 1980-luvun tilanteeseen eli keskimäärin 243 kpl/m². Rikkakasvien kuivapaino oli vastaavasti lisääntynyt vain 14 kilogrammalla/ha, ollen 330 kg/ha. Painon perusteella yleisin rikkakasvi oli juolavehneä, sen osuus rikkakasvien painosta oli 26,8 %, keskimäärin 88 kg/ha (Hyvönen et al. 2000). Juolavehneän runsaus ja lisääntyminen on todettu rikkakasvikartoituksissa niin Venäjän pohjoisilla ilmastoalueilla (Teretschuk et al. 2000) kuin myös Unkarin alueella (Tóth et al. 2000).

1.2 Käsittelyaika

Rikkakasvien pitää olla taimettuneita käytettäessä lehtivaikutteisia herdisidejä. Maan rikkakasvien siemenistä valtaosa on itämislevossa koko vuoden. Maan lämpötilan noustessa keväällä happea tarvitsevat elintoiminnot lisääntyvät itävissä siemenissä. Hapettomat olot muokkaamattomissa maissa voivat estää siemenien itämistä (Häkansson 1983b). Useiden rikkakasvilajien itäminen on runsainta, kun vuorokauden lämpötilavaihtelut ovat yli 20 °C. Kevätitoiset rikkakasvit, peltohatikkaa lukuunottamatta, taimettuvat keväisen muokkauksen jälkeen paremmin kuin syksyisen muokkauksen jälkeen (Häkansson 1982). Suomessa rikkakasvien taimettumishuippuja on alku- ja keskikesällä yksi tai kaksi. Ensimmäinen huippu kevätiljoilla on kesän sääoloista riippumatta useimmiten viikoilla 23 tai 24 (kesäkuun 1. ja 2. viikko). Toinen taimettumishuippu on 26. ja 30. viikon välillä. Kaikkina vuosina ei ole selviä taimettumishuippuja (Erviö 1981). Pillikkeet ja tatarlajit taimettuvat keväällä lyhyen ajan kuluessa (Erviö 1981, Håkansson 1983b), kun taas peltoemäkin, pihatähimön ja jauhosavikan taimettuminen jatkuu toukokuusta heinäkuun lopulle ja elokuulle taimettumishuipun osuessa 22. ja 23. viikoille. Pelto-orvokin ja peippien taimettuminen alkaa toukokuussa, mutta se painottuu keskikesään (Erviö 1981).

1950-luvulla (Marjanen 1962) tutkittiin, miten MCPA-käsittelyn ajankohta vaikutti viljasatoon. Sadonlisäys oli suurin, kun ohra käsiteltiin hyvin aikaisella kasvuasteella. Käsittely oli tehtävä ennen 2–3-lehtiastetta. Myöhemmin tehtyjen käsittelyjen vaikutus jäi epäselväksi havaintojen puutteen vuoksi. Kaura ja vehnä hyötyivät sitä enemmän, mitä myöhäisempi MCPA-käsittely oli. Kauran sadonlisäys oli suurimmillaan, kun se käsiteltiin 30–40 vuorokauden kuluttua kylvöstä. Käsittelyaika vaikutti vähiten kevätehnan sadonlisäyksiin.

Peltonen (1994) havaitsi viljat erittäin herkiksi herbisidikäsittelyille juuri 2–3-lehtiasteella, jolloin viljan kehitys on kas-

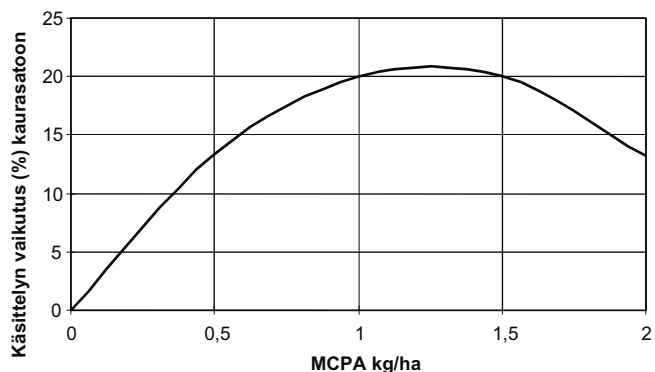
vullisessa jaksossa eli nk. kaksoiskehävaiheessa. Vioitusta ei voi havaita ennen tähkälle/röyhylle tuloa. Kaksoiskehävaiheessa tehty MCPA-käsittely voi vioittaa joka kymmenettä, tai jopa joka viidettä viljan kasvupistettä. Myös Mukula ja Köylijärvi (1965) raportoivat fenoksihappojen aiheuttavan yleisesti tähkävaurioita vehnässä ja hiukan myös ohrassa. Peltosen (1994) mukaan rikkakasvien kemialliseen torjuntaan on syytä ryhtyä vasta, kun neljäs lehti alkaa näkyä.

Pienannosvalmisteet ovat huomattavasti vähemmän kasveja vahingoittavia (fytotoksisia) kuin MCPA (Peltonen 1994). Kuitenkin nämä ns. gramma-aineet vaalensivat viljaa 12 vuotena kuudestatoista. Pienannosaineilla saatu sadonlisäys kevätiljoilla vaihtelee 0–10 prosentin välillä riippuen rikkakasvien lukumäärästä ja lajistosta. Jos rikkakasveja on vähemmän kuin 50–80 kappaletta neliömetrillä ja ruiskutusolot ovat stressaavat, jyväsato voi myös alentua 1–4 %. Kaurassa, jonka vaalentuminen on yleisintä, sadonalentumiset ovat olleet 2–7 % (Junnila 1994).

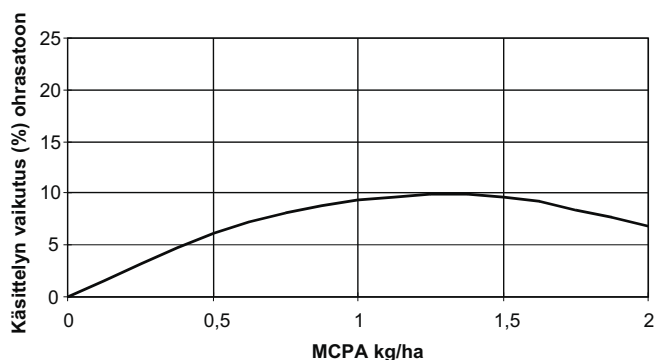
1.3 Herbisidin käyttömäärä

Whiting et al. (1991) ja Davies et al. (1995) mukaan täydellinen rikkakasvien torjunta suurilla herbisidimäärillä ei taannut suurinta mahdollista satoa etenkin kasveilla, jotka vioittuvat herkästi. Mukulan ja Köylijärven (1965) tutkimuksissa kullakin herbisidillä (MCPA, MCPA/TBA ja mekopropi) ja viljalajilla ja -lajikkeella oli optimikäyttömäärä viljan 4–6-lehtiasteessa käsiteltäessä. Sato suureni tiettyyn käyttömäärään asti, jonka jälkeen se pienenee. Herbisidillä saavutettu sadonlisäys suureni rikkakasvitiheyden kasvaessa ja pieneni rikkakasvien vähetessä. Teoreettiset optimikäyttömäärät Pendek-kauralla olivat: MCPA 1,25 kg/ha, MCPA/TCA (4:1) 1,11 kg/ha ja mekopropin d-isomeeri 1,25 kg/ha. Pirkka-ohralla vastaavat arvot olivat: 1,28, 0,96 ja 1,46 kg/ha ja Timantti-kevätehnullä 0,97, 0,47 ja 2,35 kg/ha (Kuvat 1, 2 ja 3).

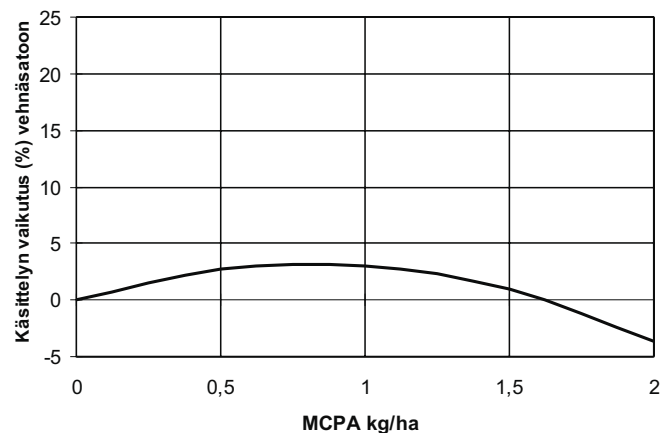
Kuva 1. MCPA käsittelyn vaikutus Pendek-kauran satoon, käsittelemättömän sato on 4330 kg/ha ja optimi ainemäärä 1,25 kg/ha (Mukula & Köylijärvi 1965).



Kuva 2. MCPA käsittelyn vaikutus Pirkka-ohran satoon, käsittelemättömän sato on 4510 kg/ha ja optimi ainemäärä 1,28 kg/ha (Mukula & Köylijärvi 1965).



Kuva 3. MCPA käsittelyn vaikutus Timantti-kevätvehnän satoon, käsittelemättömän sato on 2900 kg/ha ja optimi ainemäärä 0,97 kg/ha (Mukula & Köylijärvi 1965).



Pienannosaineet aiheuttivat viljan vaalenemista, etenkin jos yö- ja päivälämpötilojen erot ruiskutusaikaan olivat pienet, noin 10 °C, ja maassa riittävästi kosteutta. Tällöin on erityisesti kauraa ruiskutettaessa vältettävä suurimpien annosten käyttämis-

tä. Jos rikkakasvit ovat vielä pieniä, alle 4-lehtisiä, voi myös kiinnitteen käyttömäärän puolittaa (Junnila 1994).

Pieniä annoksia käytettäessä torjunta-aineen tehokkuus on enemmän riippuvainen ulkoisista tekijöistä, kuten rikkakas-

vilajistosta, rikkakasvien kehitysasteesta ja käsittelyä edeltävästä ja sitä seuraavasta säästä (Kudsk 1989, Caseley 1990, Whiting & al. 1991). Yleisesti sään ollessa kasvulle edullista myös pienemmällä herbisidien käyttömäärillä saadaan hyviä rikkakasvitehoja (Lundkvist 1996). Lundkvistin (1997) päätelmä on, että kaikki ympäristötekijät, jotka edistävät kasvua, lisäävät myös herbisidien tehoa.

Herbisidiannoksen pienentämismahdollisuudet vähenevät rikkakasvikasvuston ollessa tiheää tai koostuessa kestävästä rikkakasvilajeista (Whiting & al. 1991). Mitä suurempi rikkakasvitiheys on, sitä suurempi on myös mahdollisuus torjunnan epäonnistumiseen (Davies & al. 1995). Herbisidiannoksen pienentäminen ohraa käsiteltäessä 1/8 osaan ei lisännyt sadon vaihtelua eli satoriski ei suurentunut, toisaalta suurempia herbisidimääriä käytettäessä oli todennäköisempää saada hyvä satotulos (Lundkvist & Fagerberg 1996). Syysviljoja viljeltäessä herbisidien käyttömäärien pienentäminen lisäsi syys- ja kevätitoisia rikkaheiniä (Richards & al. 1997).

Salosen ja Erviön (1988) mukaan herbisidikäsittelyllä saadaan yleensä noin 75 %:n teho rikkakasveihin. Herbisidien käyttömäärän voi sopeuttaa rikkakasvien kehitysasteen, lukumäärän ja lajikoostumuksen mukaan. Torjunta-aineille herkkiä rikkakasveja voi torjua pienillä määrillä valmistetta. Herbisidikäsittelyjen seurauksena rikkakasvien siementuotanto heikkeni nopeammin kuin rikkakasvien paino (Andersson 1995). 250 g/ha tehoaine MCPA:ta esti jauhosavikan siementen muodostumisen lähes kokonaan (Pedersen & Rasmussen 1990). Anderssonin (1992) tutkimuksissa 375 g/ha MCPA:ta vähensi jauhosavikan ja taskuruohon siementuotantoa huomattavasti, mutta 1,5 kg/ha ei vaikuttanut paljoakaan kierumataran siementuotantoon. Rikkakasvien siementuotantokyky heikkeni eniten, kun käsittely tehtiin ensimmäisen kasvulehden (kiertotatar) tai ruusukevaiheen (taskuruoho ja kierumatara) aikoihin (Andersson 1995). Davies et al. (1995) mukaan herbisidimäärää voi pienentää 60 %,

jos rikkakasvit peittävät enintään puolet maanpinnasta sadonkorjuun aikaan.

1.4 Kemiällisen rikkakasvien torjunnan talous

Edulliset herbisidit, tiedon puute monilajisen rikkakasvuston kilpailusta, rikkakasvien epätasainen jakautuminen pellolla ja runsauden vaihtelut ovat vähentäneet viljelijöiden kiinnostusta taloudellisten torjuntakynnysten arviointiin (Christensen & Rasmussen 1997). Torjuntakynnyksien arviontia pidetään viljelijöille ja neuvojille liian suuritöisenä (Proven et al. 1991).

Taloudellinen torjuntakynnys on rikkakasvitiheys, josta johtuvat kustannukset ovat torjuntaan tarvittavan panoksen suuruiset (Cousens et al. 1985).

$$ET = (H+S)/(P \text{ bk } V) \text{ (Zakharenko 1999, Klem \& V\aa\nov\aa 1997)}$$

ET = Economic Threshold,
taloudellinen torjuntakynnys

H = Herbisidin hinta

S = Käsittelyn työ- ym.
kustannukset

P = Rikkakasviyksiköiden
vähenneminen

bk = Sato – rikkakasvillisuus
regression kerroin

V = Satoyksikön hinta

Rikkakasvilaji vaikuttaa torjuntatarpeeseen. Zakharenkon (1999) mukaan taloudellinen torjuntakynnys oli alimmillaan peltovalvatilla, yksi rikkakasvi neliömetrillä. Jos tilannetta ajatellaan vuositasolla, rikkakasveja kannattaa torjua vain rikkakasvitiheyden ylittäessä edellämaitun tiheyden. Rikkakasvitorjuntatoimilla, joilla saavutettiin tilastollisesti merkitsevä sadonlisä, ei ollut biologista tai taloudellista merkitystä (Cousens et al. 1985).

Rikkakasvit voivat huonontaa viljelyn kannattavuutta Cousens et al. (1985) mukaan kolmella eri tavalla:

1. Korjuukustannusten kasvaminen. Rikkakasvit voivat lakoonnuttaa kasvuston, mikä lisää korjuukustannuksia tai estää sadon kuivumisen. Tietyt rikkakasvit tiheinä kasvustoina johtavat tähän tilanteeseen, vaikkakaan Whiting et al. (1991) eivät pitäneet tätä enää tärkeänä tekijänä herbisidiannoksen suuruutta valittaessa.
2. Korjattavan tuotteen saastuminen. Jyväsadon joukkoon joutuvat rikkakasvin siemenet alentavat sadon arvoa, lisäävät puhdistustarvetta tai, kuten hukka-kaura, estävät sadon myynnin kaikkiin käyttökohteisiin.
3. Sadon pieneneminen. Useimmiten kaksi edellistä perustetta riittävät ylittämään taloudellisen torjuntakynnyksen, mutta torjunnan perusteena käytetään sadon alenemista.

Kenttäkokeissa rikkakasvien torjunnan huono kannattavuus voi osaltaan johtua koepaikan vuosittaisesta vaihtumisesta, jolloin torjunnan pitkäaikaisvaikutukset jäävät huomioimatta (Proven et al. 1991, Erlund 1998). Taloudellisen optimin torjuntakynnys tarkastelee yhtä vuotta kerrallaan, mutta ennakoivaa torjuntakynnystä käytettäessä pyritään ennaltaehkäisemään rikkakasvien taimettuminen. Torjuntatarpeen arviointi perustuu edellisen kasvukauden rikkakasvillisuuden toteamiseen, joka on helppoa korjuuseen valmistuvasta kasvustosta (Cousens et al. 1985).

Päätös ryhtyä kemialliseen rikkakasvien torjuntaan on hyvin monimutkainen, ja päätöksentekoa avustamaan on laadittu useitakin mikrotietokoneissa käytettäviä ohjelmia. Aikaisen satovaikutusarvion epävarmuutta ei esimerkiksi sääolojen vaikean ennustettavuuden takia voi täysin poistaa. Kuitenkin käyttämällä riviväljen mittamista, kylvöpäiviä, viljelykasvin ja rikkakasvien taimettumisaikoja, rikkakasvien alueittaista jakautumista pellolla ja muita tekijöitä on mahdollista kehittää ja tarkentaa päätöksentekomenetelmiä (Wilkerson & Bennett 2000).

Tanskalaisessa päätöksenteko-ohjel-

massa (Christensen & Rasmussen 1997) arvioidaan, että viiden rikkakasvilajin (pihatahtimö, saunakukka, pelto-orvokki, peltolemmikki ja punapeippi) tiheyksien ollessa 5 kpl/m^2 , ne yhdessä pienentävät satoa 3,6 %, kun rikkakasviton sato on 7000 kg/ha. Taloudellinen optimi saadaan viljan hinnan ollessa korkea (1,4 DKK/kg) 0,59 osalla ja viljan hinnan ollessa matala (0,8 DKK/kg) 0,27 osalla täydestä annoksesta Expressvalmistetta. Nettotulos, kun käsittelykustannus on 100 DKK/ha, on korkealla viljan hinnalla 244 DKK, mutta matalalla viljan hinnalla nettotulos jää optimioloissakin negatiiviseksi.

Koska rikkakasvit kasvavat pellolla alueittain, on tuhlausta käsitellä koko pelto, jos torjuntakynnys ylittyy vain havaintopaikalla. Kattava ja riittävä havainnointi on vaikeaa. Koko pellon keskiarvo voi jäädä torjuntakynnyksen alapuolelle (Cousens et al. 1985). Jo taimettuneista rikkakasveista tehty kartta ennustaa seuraavan vuoden rikkakasvillisuutta paremmin kuin maan siemenpankista tehdyt alueittaiset arviot (Battista & al. 2000). Pellon sisällä alueittaisesti kohdennetun ruiskutuksen toteuttamiseen tarvitaan nopeasti reagoivaa tekniikkaa, jollaista on jo tutkimuskäytössä (Antuniassi 2000). Wilesin (2000) mukaan kalliiden karttojen tekoon ja tietojen yhdistämiseen eri tietolähteistä tarvitaan uusia menetelmiä ja Cook (2000) kantaa huolta kaikkien mahdollisten paikkakohtaisesti kerättyjen tietojen käyttökelpoisuudesta. Paikkatiedoista ainakin osittain irrallisesti voisi toimia Billerin (1998) menetelmä, jossa rikkakasvit tunnistetaan optisesti ja herbisidi ohjataan vain niihin.

Suomessa 1980-luvulla oli herbisidikäsitteilyllä saadun keskimääräisen sadonlisäyksen raha-arvo 186 mk/ha ja torjunta-ainekustannus 62 mk/ha eli herbisidiin sijoitettu pääoma palautui 3-kertaisena (Salonen & Erviö 1986). Vuoden 1998 hinnoilla saatiin syysvehnällä hyviä nettotuloja, + 30–120 mk/ha, pienannosaine Allylla, mutta vain puolella herbisidimäärällä pienimmästä käyttöohjeenmukaisesta annoksesta. Rikkakasvitiheys oli keskimää-

rin 210 kpl/m², ja neliömetrillä kasvoi 24 saunakukkaa. Käsittelemättömän syysvehnän sato oli keskimäärin 4500 kg/ha ja herbisidikäsitteilyllä saatu sadonlisä 300 kg/ha, kun rikkakasvillisuus oli tiheää (Jalli et al. 2000).

Vuosina 1983–1992 samalla koepaikalla olleessa rikkakasvikokeessa verrattiin kevätevehnällä puolen ja täyden herbisidianoksen ruiskuttamista joka, joka toinen vuosi tai tarpeen mukaan. Vuosittainen täysi annos esti täydellisesti pelto-ohdakkeen ja peltovalvatin lisääntymisen, mutta suuren ainekustannuksen vuoksi taloudellinen tulos oli heikko. Puolikas annos vuosittain oli taloudellisesti edullisin, vaikka ohdake ja valvatti hieman lisääntyivätkin. Systemaattisesti joka toinen vuosi ruiskutettaessa rikkakasvit lisääntyivät nopeasti. Kun torjuntakynnys oli 100–150 rikkakasvia/m², kustannuksia aiheutui rikkakasvien lisääntymisen lisäksi torjuntatarpeen arvioimisesta (Salonen 1995).

Entistä tukipainotteisemmaksi muuttunut maataloustulo ohjaa viljanviljelyä helposti näennäisviljelyn suuntaan (Yläta 1999), jolloin tuotannon intensiivisyys vähenee. Venäjällä maatalouden ongelmat johtuivat valtiontalouden heikosta tilasta (Zakharenko & Zakharenko 1996). Rikkakasvien aiheuttama sadonmenetykset lisääntyivät Venäjällä vuosien 1985–1990 kahdeksasta prosentista vuosien 1991–1995 17 %:iin, ja viljapeltojen yleisimmiksi rikkakasveiksi nousivat pelto-ohdake ja peltovalvatti. Zakharenkon (2000) mukaan Venäjällä on kaksinkertaistettava herbisideillä käsitelty viljelyala vuosien 1990–1999 tasosta.

1.5 Kemiallisen rikkakasvien torjunnan korvaaminen muilla toimenpiteillä

Kemiallista rikkakasvien torjuntaa voidaan korvata muilla viljelytoimenpiteillä. Mahdollisuudet siihen vaihtelevat eri viljelykasveilla.

Kirkkaanpunainen valo vaikuttaa siemenen fytochromin kautta itämistä edistä-

västi. Jos maata muokataan niin, ettei siemeniin osu lyhytaikaisesti valoa, voi rikkakasvien taimettuminen estyä. MTT:n tutkimusten yhteenvedon pimeämuokaus otollisissa oloissa vähensi ainakin jauhosavikan, saunakukan, taskuruohon ja pelto-orvokin taimettumista. Suomessa kevätyöt ovat niin lyhyitä ja valoisia, että ainoksi keinoksi jäi työvälineiden peittäminen (Vanhala 1994, Vanhala et al. 1994).

Tanskalaisissa kokeissa rikkakasvien taimettuminen pimeässä muokatuilla koeruu- duilla oli vähäisempää ja myöhäisempää kuin päivänvalossa muokatuilla ruuduilla (Jensen 1991). Pimeämuokkauksella saatiin parhaat tulokset toukokuussa, jolloin rikkakasviteho voi olla 30 %, kun lokakuussa rikkakasviteho pienentyi 5 %:iin. Muokauskertojen lukumäärä ei vaikuttanut pimeämuokkauksella saatavaan torjuntatulokseen (Fogelberg 1997).

Viljan versomiskyky on huono viljan kilpailukyyn kuvaaja. Aikainen korrenkasvu ja nopeasti kehittyvä, hyvä varjostavuus ovat versomista tärkeimpiä lajikeominaisuuksia (Champion et al. 1998). Lajikkeiden jaotteleminen kilpailukyyn mukaiseen järjestykseen vaikeutti se, että joidenkin lajikkeiden kasvu muuttui sääolojen mukaan (Christensen 1989). Lajikkeiden käyttäytymiserot vuosien ja kasvupaikkojen välillä tekivät lajikevalinnan vaikeaksi. Niinpä Cousens ja Mokhtari (1998) vaativat panostamaan hoitotoimiin, jotka edistävät kyseisen lajikkeen kilpailukykyä. Kevätviljalajeista ohra ja kaura olivat kilpailukyvyltään tasavertaisia ja vehnä oli heikoin. Harvoissa kasvustoissa ohra oli kauraa kilpailukykyisempi (Andersson 1987).

Australiassa, jossa on ilmennyt heinämaisen *Lolium rigidum* torjunta-ainekestävyyttä, tuli kilpailukykyisistä viljelykasveista tärkeä torjuntamenetelmä. Vehnää jalostettaessa yhdistettiin ominaisuudet voimakkaasti kilpailevasta ja paikallisiin oloihin sopeutuneesta satoisasta vehnästä. Tuloksena saatiin vehniä, jotka antoivat runsaan sadon sekä rikkakasvien saastuttamassa että puhtaassa kasvustossa (Lemerle et al. 2000).

Rikkakasvien kilpailukykyä voi kuvata rikkakasvien lukumäärällä, mutta rikkakasvien suhteellinen lehtiala oli parempi mitta (Cussans & Raudonius 1995). Rikkakasvien kilpailukykyä kuvaava rikkakasvien massa pieneni viljan tiheyden kasvaessa (Häkansson 1983a, Andersson 1987, Champion et al. 1998, Jalli 1998).

Viljelykasvin ja rikkakasvien suhteellinen taimettumisaika ratkaisee rikkakasvitiheyttä paremmin kilpailutilanteen lopputuloksen. Tiheäkään rypsis kasvusto ei vaikuttanut ohran kasvuun, jos rypsi ja ohra taimettuvat samanaikaisesti. Ennen ohraa taimettuneet rikkakasvit estivät tehokkaasti ohran kasvua (Cussans & Raudonius 1995). Suurijyväisestä siemenestä kylvetty kasvusto taimettui nopeasti ja tasaisesti, kasvit olivat voimakaskasvuisempia ja kasvusto kesti paremmin kilpailua kuin kevyestä siemenestä kylvetty kasvusto (de Lucas Bueno & Froud-Williams 1996). Lannoitteen sijoittaminen 9–12 cm:n syvyyteen lisäsi viljan kilpailukykyä ja pienensi rikkakasvien kilpailukykyä erityisesti hietamailla (Andreassen & Nielsen 2000).

Tavanomaisestikin viljaa viljelevien kiinnostus rikkakasviäestyksiin on lisääntynyt. Rikkakasviäestyksellä voi päästä 80 % rikkakasvitehoo herbisidikäsitelyyn verrattuna pienin satotappion. Kun torjuntatehoa voimistettiin tästä, satotappiot lisääntyivät (Rasmussen & Rasmussen 1995). Muun muassa herbisidien käytön rajoittaminen pohjavesialueilla lisää kemikaalittomien torjuntamenetelmien tarvetta. Mekaaninen rikkakasvien torjunta on tehokas vain hyvin suunnitellussa kokonaisuudessa, jossa maanmuokkaus ja viljelykierto ovat kunnossa (Rahkonen & Vanhala 1994).

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Kenttäkokeet

2.1.1 Koepaikat ja koejäsenet

Tutkimussarja toteutettiin kenttäkokeina Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisilla ja tutkimusasemilla Mietoisissa, Peipohjassa, Laukaalla, Ylistarossa ja Toholammilla. Vuosina 1992–1994 tehtiin yhteensä kymmenen ohran, kolme kauran ja kolme kevävehnän rikkakasvien torjuntakoetta. Kenttäkokeissa tutkittiin eri herbisidien tehoa käyttöohjeen pienimmällä ja sitä pienemmällä annoksilla kahtena eri käsittelyaikana sekä rikkakasvitorjunnan kannattavuutta.

Koejäseninä olivat käsittelemättömän lisäksi Duplosan DP- ja Express 75 DF-valmisteilla (diklorproppi-P/MCPA, 285/265 g/l ja tribenuroni-metyyli 750 g/kg) käsiteltyjä. Kummastakin valmisteesta käytettiin puolta, kolmea neljäsosaa ja käyttöohjeen pienintä käyttömäärää ja käsittelyaikoina olivat viljan 3–4 -lehtivaste ja pensomisen loppu – 1-solmuaste. Koejäsenet esitetään taulukossa 1.

Kokeet kylvettiin keväällä maan kuivuttua kylvökuntoon (30.4.–23.5.). Ensimmäinen käsittelyaika oli touko-kesäkuun vaihteessa (17.5.–16.6.), jolloin vilja oli 3–4 -lehtiasteella (Zadoks 13–14). Toinen käsittely ajoittui toukokuun lopusta kesäkuun loppupuolelle (25.5.–24.6.), viljan pensomisen loppuun ja 1-solmuasteelle (Z 21–31). Rikkakasvien kehitysaste vaihteli käsittelyjen aikaan sirkkalehtiasteelta ruusu-keasteelle. Rikkakasvilaskenta tehtiin aikaisintaan kuukauden kuluttua viimeisestä käsittelystä kahdelta 0,25 tai 0,5 m²:n alueelta/koeruutu. Rikkakasvit lajiteltiin, niiden lukumäärät laskettiin ja kuivapainot mitattiin lajeittain. Sadosta mitattiin määrä ja hinnoitteluun vaikuttavat laatutekijät.

Koeruudet käsiteltiin siten, ettei niitä tallattu traktoriruiskutuksin. Katelaskel-

Taulukko 1. Koejäsenet ja niiden ainekustannus mk/ha.

Aika	Koejäsen Käsittelymätön	mk/ha	Tallaus %
		-	-
1.	Express 75 DF+Sito 4 g + 0,1 l	45 + 10	-
1.	Express 75 DF+Sito 6 g + 0,1 l	67,5 + 10	-
1.	Express 75 DF+Sito 8 g + 0,1 l	90 + 10	-
1.	Duplosan DP-M 0,85 l	40	-
1.	Duplosan DP-M 1,28 l	60	-
1.	Duplosan DP-M 1,7 l	80	-
2.	Express 75 DF+Sito 4 g + 0,1 l	45 + 10	1
2.	Express 75 DF+Sito 6 g + 0,1 l	67,5 + 10	1
2.	Express 75 DF+Sito 8 g + 0,1 l	90 + 10	1
2.	Duplosan DP-M 0,85 l	40	1
2.	Duplosan DP-M 1,28 l	60	1
2.	Duplosan DP-M 1,7 l	80	1

missa laskettiin satoero käsittelemättömään verrattuna tallausvaikutus mukaan ottaen. Tallausvaikutus arvioitiin -1%:ksi myöhäisemmässä ruiskutuksessa (Köylijärvi 1985). Kasvinsuojeluaineiden kustannukset olivat kesän 2000 hintoja Peltokasvien kasvinsuojelu 2000-oppaasta (Lallukka 2000).

Käsittelyjen taloudellisuutta tarkasteltaessa tilanne laskettiin kahdella viljan hinnalla. Viljan hintana käytettiin kasvukauden 2000/2001 oletettua hintaa, eli kesäkuun 2000 hintoja alennettiin 7 %. Näin laskettuna vehnän hinnaksi tuli 0,77 mk/kg ja ohran ja kauran hinnaksi 0,69 mk/kg.

Toisena viljan hintana käytettiin Agenda 2000:n jälkeistä satokautena 2001/2002 käytettävää hintaa, jolloin vehnän hinnaksi tulisi 0,714 mk/kg, ohran 0,636 mk/kg ja kauran hinnaksi 0,634 mk/kg.

2.1.2 Kesien 1992–1994 lämpötila- ja sadeolot

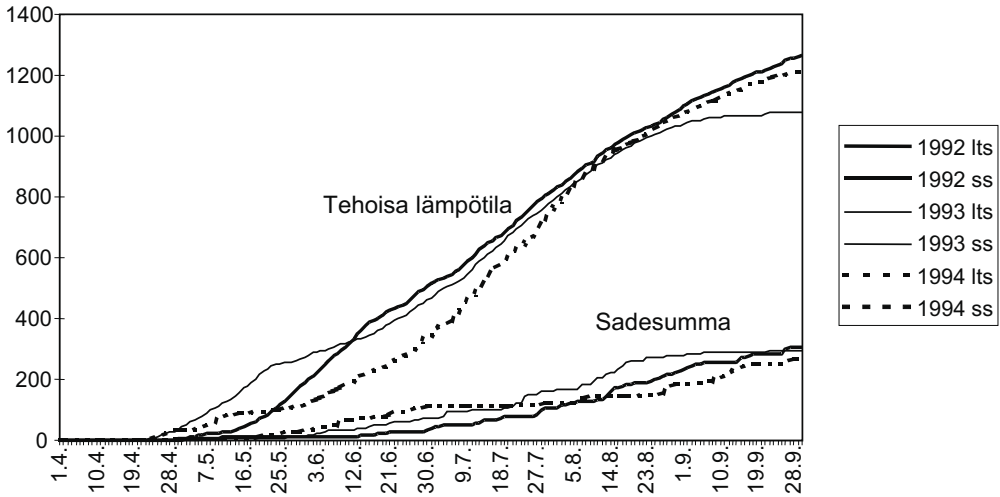
Kasvukausi alkoi vuonna 1992 eri koepaikoilla keskimäärin 28. huhtikuuta ja vuosina 1993 ja 1994 keskimäärin 23. huhtikuuta. Kevät 1992 alkoi kuivana ja viileänä, mutta toukokuun lopun ja kesäkuun aikana oli hyvin lämmintä, ja tehoisan lämpötilan summa kehittyi nopeasti. Mietoisissa kasvustot kärsivät kuivuudesta ja käsittelyai-

koihin sattuneesta helleaallost. Kevät 1993 alkoi lämpimänä, mutta tehoisan lämpötilan kehittyminen loppui syyskuussa. Toukokuu 1994 oli viileä, mutta lämpötilasumma kehittyi hyvin syyskuun loppuun mennessä (Kuva 4).

2.2 Tilastollinen käsittely

Koepaikoilta saadut tulokset kerättiin yhteen tiedostoon. Aineistosta tehtiin Microsoft Excel-ohjelmalla kuvia vastemuuttujien arvoista. Näin saatiin ensimmäiset havainnot aineiston normaaliudesta. Havaintojen arvojen normaalijakautuminen ja varianssien yhtäsuuruudet todettiin SAS-ohjelmiston Univariate-proseduurilla.

Rikkakasvien painojen varianssi suureni vastemuuttujan keskiarvon suuretessa ja vaihteli arvojen 6 ja 300 välillä ja koejäsenet liittyivät toisiinsa. Lisäksi jakaumat olivat huipukkaita, joten logaritimuunnos oli tarpeen (Cousens 1988) ennen tilastollisten testien suorittamista. Logaritimuunnoksen tuloksena rikkakasvien painojen varianssin vaihtelu pieneni välille 0,43 ja 0,95. Rikkakasvien lukumäärien jakauma muistutti Poisson-jakaumaa ja varianssi koejäsenittäin vaihteli arvojen 1220 ja 11100 välillä ja se pieneni neliöjuurimuunnoksella välille 6 ja 18.



Kuva 4. Tehoisan lämpötilasumman ja kasvukauden alusta lasketun sadesumman kehittyminen eri vuosina koepaikkojen keskiarvona (lts=tehoisa lämpötilasumma kasvukauden alusta, ss=sadesumma kasvukauden alusta).

Linearisessa sekamallissa käytettiin koevuotta ja -paikkaa satunnaistekijöinä sekä torjunta-ainekäsittelyä ja -aikaa kiinteinä tekijöinä selittämässä muutoksia vastemuuttujissa. Parittaisilla mallinmukaisten keskiarvojen (estimaatti) erojen testauksilla verrattiin eri käsittelyjä sekä koejäsenryhmiä käsittelemättömään ja toisiin käsittelyryhmiin. Tutkittavana olivat jatkuvat muuttujat: rikkakasvitiheys, rikkakasvien massa ja viljasato, korrenpituus, tuhannen jyvän paino ja hehtolitraino. Tekstissä ja kuvissa esitettävät arvot ovat tekijöiden mallinmukaisia keskiarvoja.

Tekstissä käytettyjen tilastollisten erojen rajat ovat: erittäin merkitsevä ero = 99,9 luotettavuus, hyvin merkitsevä = 99 % ja merkitsevä ero = 90 % luotettavuus. Kuvissa ja taulukoissa ilmoitettujen erojen luotettavuus on hyvin merkitsevä, 99 %. Kuvia piirrettäessä on käytetty kokonaislukuja tai tulos on pyöristetty täysin kymmeneen lukuunottamatta rikkakasvipainoja, jotka ilmoitetaan yhden desimaalin tarkkuudella.

3 Tulokset

3.1 Sadon määrä ja laatu

3.1.1 Koko koesarja

Kuudentoista kevätiljakokeen mallinmukainen sadon keskiarvo oli 4460 kg/ha (Taulukko 2). Herbisidikäsittelyillä saatu sadonlisä oli pieni, keskimäärin 75 kg/ha. Aikaiset Duplosan- ja molemmat Express-käsittelyajat antoivat 150–170 kg/ha suuremman sadon kuin myöhäiset Duplosan-käsittelyt, ero on erittäin merkitsevä. Kokeiden lakoprosentti oli 8, eivätkä mitkään käsittelyt vaikuttaneet siihen. Käsittelemättömän koejäsenen mallinmukainen itävyys oli 94 %. Sen pieneneminen suurella Express-annoksella käsitellyillä ruuduilla johtui siitä, että kauran itävyyden pieneneminen jopa 10 %-yksiköllä, kun annostus oli käyttöohjeenmukainen. Käsittelemättömän viljan korrenpituus oli 86 cm, ja käsittelyt lyhensivät korren keskimäärin 1,5 cm. Tuhannen jyvän paino oli 37,8 g ja hehtolitraino 66,6 kg, eivätkä käsittelyt vaikuttaneet niihin merkitsevästi koko aineistoa analysoidessa.

Taulukko 2. Kevätviljakokeiden sato vuosina 1992–1994 (16 koetta). Parittaisen vertailun erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosin (16 koetta).

	Sato, kg/ha	+/-
Käsitlemätön	4460 ^{abc}	
1. Express 75 DF+Sito 4 g + 0,1 l	4580 ^{ab}	120
1. Express 75 DF+Sito 6 g + 0,1 l	4570 ^{ab}	110
1. Express 75 DF+Sito 8 g + 0,1 l	4580 ^{ab}	120
1. Duplosan DP-M 0,85 l	4560 ^{ab}	100
1. Duplosan DP-M 1,28 l	4550 ^{ab}	90
1. Duplosan DP-M 1,7 l	4580 ^{ab}	120
2. Express 75 DF+Sito 4 g + 0,1 l	4580 ^{ab}	120
2. Express 75 DF+Sito 6 g + 0,1 l	4590 ^a	130
2. Express 75 DF+Sito 8 g + 0,1 l	4600 ^a	140
2. Duplosan DP-M 0,85 l	4460 ^{abc}	0
2. Duplosan DP-M 1,28 l	4430 ^{bc}	-30
2. Duplosan DP-M 1,7 l	4360 ^c	-100

Taulukko 3. Ohrakokeiden sato ja kasvuston pituus vuosina 1992–1994 (10 koetta). Parittaisen vertailun erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosin.

	Sato, kg/ha	+/-	Pituus, cm	+/-
Käsitlemätön	4660 ^a		87 ^a	
1. Express 75 DF+Sito 4 g + 0,1 l	4560 ^a	-100	86 ^{ab}	-1
1. Express 75 DF+Sito 6 g + 0,1 l	4520 ^a	-140	87 ^{ab}	0
1. Express 75 DF+Sito 8 g + 0,1 l	4570 ^a	-90	86 ^{ab}	-1
1. Duplosan DP-M 0,85 l	4560 ^a	-100	86 ^{ab}	-1
1. Duplosan DP-M 1,28 l	4570 ^a	-90	87 ^a	0
1. Duplosan DP-M 1,7 l	4580 ^a	-80	85 ^{ab}	-2
2. Express 75 DF+Sito 4 g + 0,1 l	4550 ^a	-110	84 ^b	-3
2. Express 75 DF+Sito 6 g + 0,1 l	4600 ^a	-60	85 ^{ab}	-2
2. Express 75 DF+Sito 8 g + 0,1 l	4610 ^a	-50	84 ^{ab}	-3
2. Duplosan DP-M 0,85 l	4520 ^a	-140	85 ^{ab}	-2
2. Duplosan DP-M 1,28 l	4500 ^a	-160	87 ^a	0
2. Duplosan DP-M 1,7 l	4440 ^a	-220	87 ^{ab}	0

3.1.2 Ohrakokeet

Ohra oli koekasvina Jokioisilla, Peipohjassa, Laukaalla ja vuonna 1992 Toholammilla. Käsitlemättömien ruutujen sato oli 4460 kg/ha (Taulukko 3), ja käsittelyt lisäsivät satoa keskimäärin 85 kg/ha. Minkään käsittelyn sato ei eronnut muista erittäin merkittävästi.

Aikaiset Duplosan- ja molemmat Ex-

press-käsittelyajat antoivat 60–95 kg/ha suuremman sadon kuin myöhäiset Duplosan-käsittelyt. Keskimäärin ohrakokeet eivät lakoontuneet, eivätkä mitkään käsittelyt vaikuttaneet lakoontumiseen. Seitsemästä ohrakokeesta tehtiin idätyskoe, eikä käsiteltyjen koejäsenien sadon itävyys eronnut käsitlemättömän koejäsenen itävyydestä, joka oli 96 %. Käsitlemättömän ohran korrenpituus oli 87 cm, ja myöhäiset

Express -käsittelyt lyhensivät kortta 1,8–3,3 cm (Taulukko 3). Käsittelemättömän koejäsenen tuhannen jyvän paino oli 39,4 g ja hehtolitrapaino 64,9 kg, eivätkä käsittelyt tai käsittelyajat vaikuttaneet niihin.

3.1.3 Kevätvehnä- ja kaurakokeet

Vehnäkokeet olivat Mietoisissa hietasavella, jonka pH vaihteli 6,3–6,7. Kaurakokeet olivat Ylistarossa liejusavilohkolla, jonka pH oli 5,0. Vehnäkokeiden käsittelemättömän koejäsenen sato oli 4 030 kg/ha (Taulukko 4). 3–4 -lehtiasteen käyttöohjeen mukainen Duplosan-käsittely puuttuu vehnäkokeista, koska niiden kojärjestely poikkesi muista. Suurin Duplosan-annos pensastumisvaiheessa pienensi vehnäsatoa keskimäärin 260 kg/ha. Keväällä 1992 Mietoisissa alkoi kylvöjen jälkeen sataa ensimmäisen kerran vasta kesäkuun 13. päivänä. Kun käsittelyt tehtiin 2. ja 15. kesäkuuta, vehnäkylvosto kärsi kuivuudesta, ja etenkin myöhäiset fenoksihappo-käsittelyt pienensivät satoa, 570–1 020 kg/ha. Lisäksi muinakin vuosina suurin myöhäisistä Duplosan-käsittelyistä pienensi vehnäsatoa 20–50 kg/ha.

Kaurakokeissa käsittelemättömän koejäsenen sato oli 4 900 kg/ha (Taulukko 4). Aikaiset Express- ja Duplosan-käsittelyt lisäsivät satoa 140 kg/ha, myöhäiset Express-käsittelyt eivät vaikuttaneet satoon, mutta myöhäinen käsittely Duplosanilla alensi satoa 100 kg/ha. Kauran korrenpituus oli käsittelemättömissä ruuduissa 90 cm, ja eniten korrenpituutta pienensi myöhäisempi käyttöohjeen mukainen Express-käsittely, 3,5 cm. Kaurakokeissa ei ollut lakoa vuosina 1992 ja 1994, mutta vuonna 1993 kaura lakointui pahoin ja itävyys aleni 70–87 prosenttiin. Vuonna 1992 kauran itävyyksiä ei määritetty. Huonoimmat itävyydet olivat vuosina 1993 ja 1994 pensomisvaiheen lopun Express-käsittelyillä, joilla itävyys aleni 6–9 % käsittelemättömään ruutuun verrattuna.

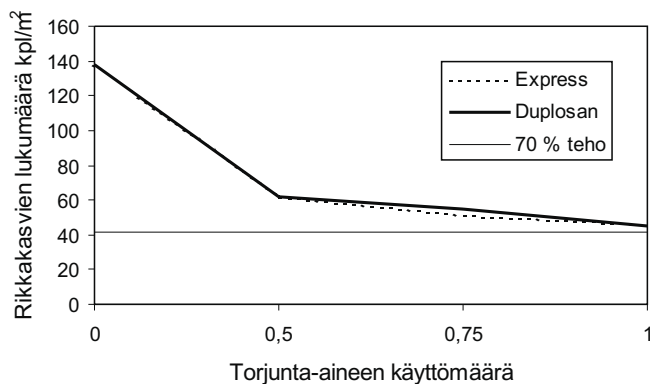
3.2 Rikkakasvimäärä

3.2.1 Käsittelyjen teho rikkakasveihin

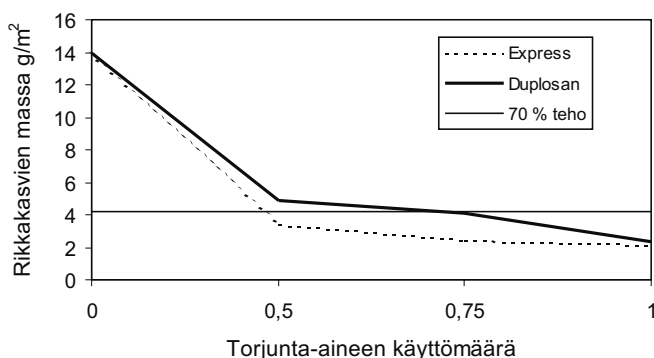
Kokeet kylvettiin paikoille, joilla odotettiin taimettuvan runsaasti rikkakasveja. Käsittelemättömillä ruuduilla kasvoi rikkakasveja 15–229 kpl/m², ja rikkakasvitiheyden

Taulukko 4. Vehnäsato Mietoisissa ja kaurasato Ylistarossa vuosina 1992–1994 (kumpiakin 3 koetta). Parittaisen vertailun erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosin.

Käsittelemätön	Vehnäsato, kg/ha	+/-	Kaurasato, kg/ha	+/-
	4030 ^{ab}		4900 ^a	
1. Express 75 DF+Sito 4 g + 0,1 l	4210 ^{ab}	180	5000 ^a	100
1. Express 75 DF+Sito 6 g + 0,1 l	4200 ^{ab}	170	5070 ^a	170
1. Express 75 DF+Sito 8 g + 0,1 l	4130 ^{ab}	100	5060 ^a	160
1. Duplosan DP-M 0,85 l	4090 ^{ab}	60	5010 ^a	110
1. Duplosan DP-M 1,28 l	3980 ^{ab}	-50	5050 ^a	150
1. Duplosan DP-M 1,7 l			5050 ^a	150
2. Express 75 DF+Sito 4 g + 0,1 l	4310 ^a	280	4940 ^a	40
2. Express 75 DF+Sito 6 g + 0,1 l	4170 ^{ab}	140	5000 ^a	100
2. Express 75 DF+Sito 8 g + 0,1 l	4370 ^a	340	4800 ^a	-100
2. Duplosan DP-M 0,85 l	3870 ^{ab}	-160	4860 ^a	-40
2. Duplosan DP-M 1,28 l	3930 ^{ab}	-100	4700 ^a	-200
2. Duplosan DP-M 1,7 l	3670 ^{ab}	-360	4800 ^a	-100



Kuva 5. Torjunta-aineen käyttömäärän vaikutus rikkakasvien lukumäärään. 1= käyttöohjeen mukainen pienin annos. Kokeet ja käsitteilyajat yhdistetty. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).



Kuva 6. Torjunta-aineen käyttömäärän vaikutus rikkakasvien kuivapainoon. 1= käyttöohjeen mukainen pienin annos. Kokeet ja käsitteilyajat yhdistetty. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).

mallinmukainen keskiarvo oli 138 kpl/m². Yleisimpiä rikkakasvilajeja käsittelemättömillä ruuduilla olivat jauhosavikka (*Chenopodium album*) 33 kpl/m², peippi (*Lamium* spp.) 28 kpl/m², pelto-orvokki (*Viola arvensis*) 21 kpl/m², pihatahtimö (*Stellaria media*) 19 kpl/m² ja pillikkeet (*Galeopsis* spp.) 13 kpl/m².

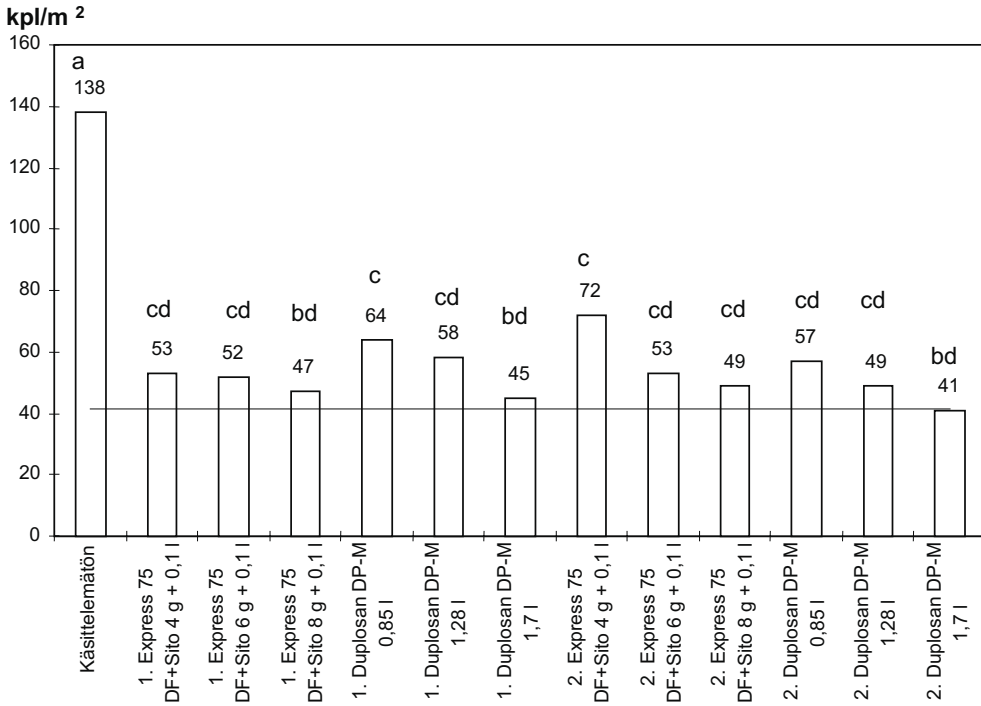
Keskimäärin valmisteeden eri käyttömäärät vähensivät rikkakasvien lukumäärää 47–70 % (Kuva 5). Eri valmisteedet ja käsitteilyajat vaikuttivat yhdenmukaisesti rikkakasvien lukumäärään. Poikkeuksena oli myöhäinen Express-käsittely, jonka jälkeen rikkakasvitiheys oli merkittävästi suurempi kuin aikaisen Express-käsittelyn jälkeen. Käyttöohjeenmukainen annos Duplosan DP-M -valmistetta viljan pensomisen lopulla käytettynä alensi rikkakasvien määrää yli 70 prosenttia eli saavutti hyvän tehon.

Käsittelemättömän koejäsenen rikkakasvien kuivapaino vaihteli 0,0–80,0 g/m².

Rikkakasvien kokonaispainon mallinmukainen keskiarvo oli 14,0 g/m². Keskimäärin valmisteeden eri käyttömäärät vähensivät rikkakasvien kuivapainoa 84–65 % verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen (Kuva 6).

Käytettävän torjunta-ainemäärän suurentuessa rikkakasvimäärä pieneni. Myöhäistä käyttöohjeenmukaista Duplosan-käsittelyä lukuunottamatta käsitteletyt eivät pienentäneet rikkakasvien lukumäärää alle 30 prosenttiin (Kuva 7).

Käsitteletyt pienensivät rikkakasvien yhteispainoa 2,1–5,1 grammaan/m² (Kuva 8). Aineryhminä aikaiset Express-käsitteletyt alensivat rikkakasvipainoja merkittävästi enemmän kuin myöhäiset Express-käsitteletyt ja erittäin merkittävästi enemmän kuin kummatkaan Duplosan-käsitteilyajoista. Duplosanilla käsitteilyaikojen välillä ei ollut eroa vaikutuksessa rikkakasvien kuivapainoon. Express oli teholtaan erittäin merkit-



Kuva 7. Kevätviljojen rikkakasvien lukumäärä vuosina 1992–1994. Parittaisen vertailun erot on laskettu käyttäen arvoista neliöjuurimuunnosta ja erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosin. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).

sevästi parempi kuin Duplosan. Sekä aikaisella että myöhäisellä käsittelykerralla suurimman Express-annoksen teho oli hyvin merkittävästi parempi kuin niiden Duplosan käsittelyjen, joiden teho jäi alle 70 prosenttiin.

3.2.2 Käsittelyjen teho yksittäisiin rikkakasvilajeihin

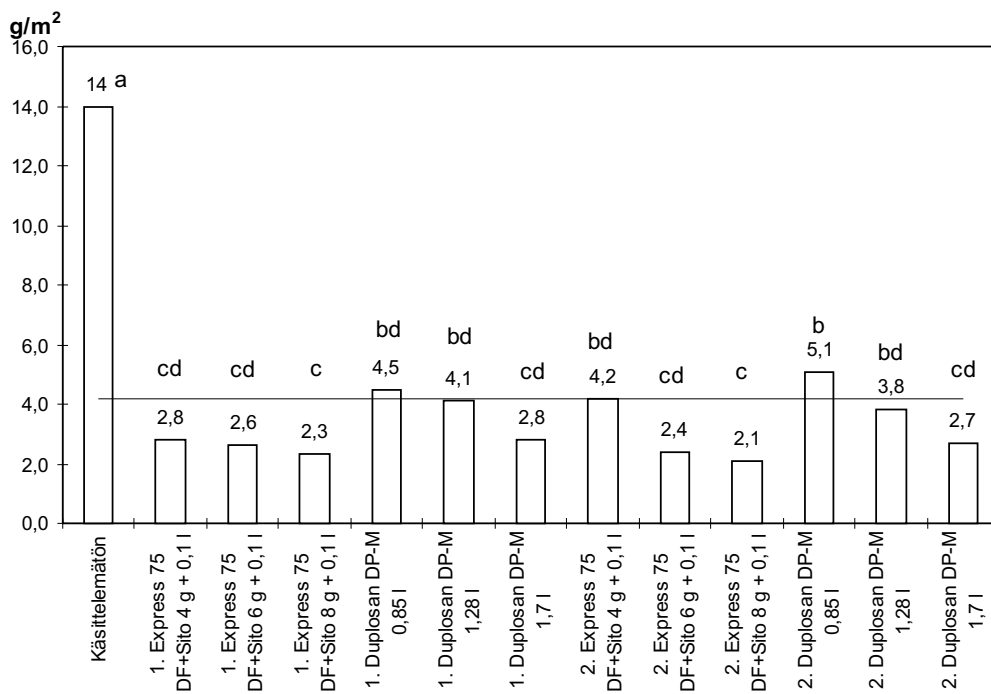
Kenttäkokeiden rikkakasvitulokset on koottu rikkakasvien lukumäärän mukaan taulukkoon 5 ja rikkakasvien kuivapainon perusteella taulukkoon 6. Herbisidien rikkakasvitehot on muunnettu teholuokkiin erinomainen (E=90–100 %), hyvä (H=70–90 %), tyydyttävä (T=50–70 %) ja välttävä (V=alle 50 %) (Mukula & Salonen 1990, Salonen 1993).

Jauhosavikoita oli käsittelemättömissä koejäsenissä keskimäärin 33 kappaletta/m².

Lukuunottamatta myöhään annettua pienintä Express-annosta kaikki käsitellyt tehosivat hyvin (Kuva 9).

Käsitellyt tehosivat jauhosavikan kuivapainoon yhtä hyvin kuin kappalemääriin. Vain myöhään annettu pieni Duplosan-annos ei yltänyt 70 %:n teho vaatimukseen (Kuva 10). Duplosan antoi erittäin merkittävästi paremman tehon jauhosavikkaan aikaisella kuin myöhäisellä käsittelyllä. Tehoero oli myös erittäin merkittävä myöhäisen Express-käsittelyn eduksi verrattaessa myöhäiseen Duplosan-käsittelyyn. Käsitteleyajat yhdistettynä Duplosan ja Express erosivat tilastollisesti merkittävästi Expressin hyväksi.

Käsitellyt eivät vähentäneet orvokin määrää paljoa. Vain aikainen käyttöohjeen mukainen Duplosan-käsittely ylti selvästi hyvään tulokseen (Kuva 11). Valmistaiden teho ei muuttunut käsitteleyaikojen muuttuessa. Molempien Duplosan-käsittelyai-



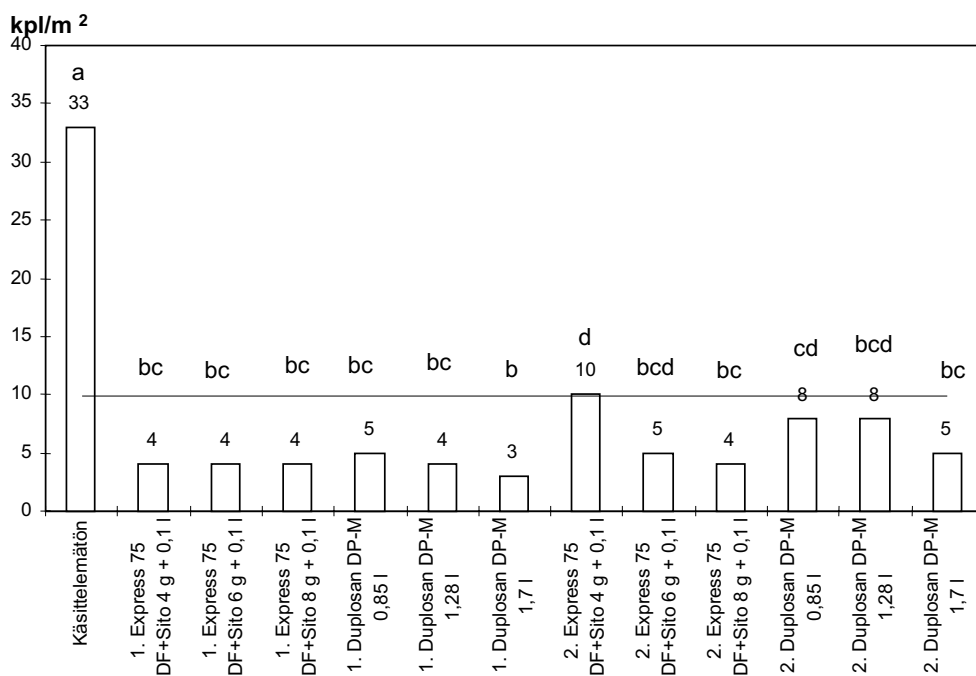
Kuva 8. Kevätviljojen rikkakasvien kuivapaino vuosina 1992–1994. Parittaisen vertailun erot laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosin. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).

Taulukko 5. Herbisidien teho rikkakasvien lukumäärään käytettäessä eri käyttömääriä ja käsittelyaikoja.

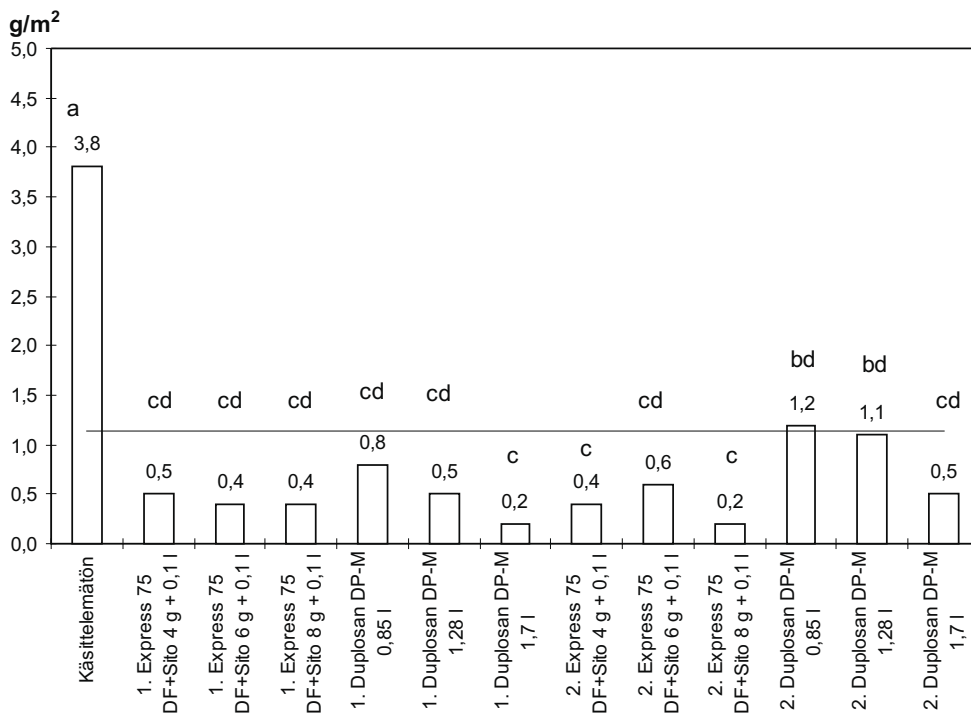
Teho rikkakasvien lukumäärän mukaan	kaikki	jauhosavikka	pelto-orvokki	pillike	peippi	matara		
1. Express 75 DF+Sito 4 g + 0,1 l	T	H	T	T	V	T		
1. Express 75 DF+Sito 6 g + 0,1 l	T	H	T	T	V	T		
1. Express 75 DF+Sito 8 g + 0,1 l	T	H	T	T	V	T		
1. Duplosan DP-M 0,85 l	T	H	V	V	V	H		
1. Duplosan DP-M 1,28 l	T	H	H	T	V	H		
1. Duplosan DP-M 1,7 l	T	E	H	T	V	T		
2. Express 75 DF+Sito 4 g + 0,1 l	V	T	V	V	T	V		
2. Express 75 DF+Sito 6 g + 0,1 l	T	H	V	V	T	T		
2. Express 75 DF+Sito 8 g + 0,1 l	T	H	T	V	T	V		
2. Duplosan DP-M 0,85 l	T	H	H	V	T	H		
2. Duplosan DP-M 1,28 l	T	H	T	V	T	H	Erinomainen	90-100
2. Duplosan DP-M 1,7 l	T	H	H	V	H	E	Hyvä	70-90
Express 75 DF+Sito	T	E	T	E	E	T	Tyydyttävä	50-70
Duplosan DP-M	T	E	T	H	T	H	Välttävä	-50

Taulukko 6. Herbisidien teho rikkakasvien kuivapainoon käytettäessä eri käyttömääriä ja käsittelyaikoja.

Teho rikkakasvien painon mukaan	kaikki	jauhosavikka	pelto-orsvokki	pillike	peippi	matara		
1. Express 75 DF+Sito 4 g + 0,1 l	H	H	T	E	T	T		
1. Express 75 DF+Sito 6 g + 0,1 l	H	H	T	E	T	T		
1. Express 75 DF+Sito 8 g + 0,1 l	H	H	V	E	T	T		
1. Duplosan DP-M 0,85 l	T	H	V	T	V	T		
1. Duplosan DP-M 1,28 l	H	H	H	H	V	T		
1. Duplosan DP-M 1,7 l	H	H	H	E	V	T		
2. Express 75 DF+Sito 4 g + 0,1 l	T	H	V	H	T	V		
2. Express 75 DF+Sito 6 g + 0,1 l	H	H	T	H	H	T		
2. Express 75 DF+Sito 8 g + 0,1 l	H	H	H	H	H	T		
2. Duplosan DP-M 0,85 l	T	T	H	T	T	T		
2. Duplosan DP-M 1,28 l	H	H	T	H	T	T	Erinomainen	90-100
2. Duplosan DP-M 1,7 l	H	H	H	T	H	H	Hyvä	70-90
Express 75 DF+Sito	H	E	T	E	E	T	Tyydyttävä	50-70
Duplosan DP-M	H	E	T	H	T	H	Välttävä	-50



Kuva 9. Jauhosavikan lukumäärä kevätiljakokeissa vuosina 1992–1994. Parittaisen vertailun erot laskettu käyttäen arvoista neliöjuurimuunnosta ja erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pionaakkosin. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).



Kuva 10. Jauhosavikan kuivapaino kevätiljakokeissa vuosina 1992–1994. Parittaisen vertailun erot laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosin. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).

kojen teho oli parempi ja erosi hyvin tai erittäin merkittävästi myöhäisemmästä Express-käsittelystä. Aineiden välisessä vertailussa Duplosan vähensi orvokkimäärää erittäin merkittävästi enemmän kuin Express.

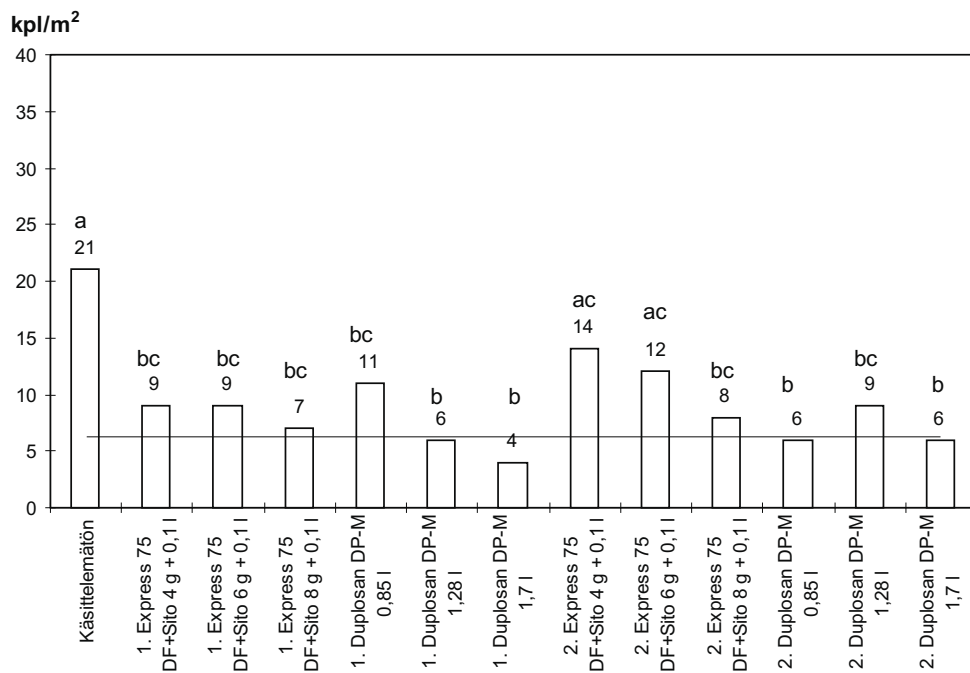
Käsittelyjen teho orvokin kuivapainoon oli parempi kuin määrään. Hyvän tehoon pääsivät käyttöohjeenmukaiset Duplosan-käsittelyt ja myöhäisempi käyttöohjeenmukainen Express-käsittely (Kuva 12). Ne erosivat hyvin merkittävästi edukseen verrattuna pienimpään myöhäiseen ja suurimpaan aikaiseen Express-käsittelyyn. Valmisteen ja käsittelyaikojen välillä ei ollut eroja lukuunottamatta myöhäisiä Duplosan-käsittelyjä, joiden teho oli tilastollisesti merkittävästi parempi kuin Express-käsittelyjen teho.

Pillikkeitä oli käsittelemättömillä ruuduilla keskimäärin 13 kpl/m². Mikään käsittelystä ei vähentänyt pillikkeiden lukumäärää 70 prosenttia (Kuva 13). Tehok-

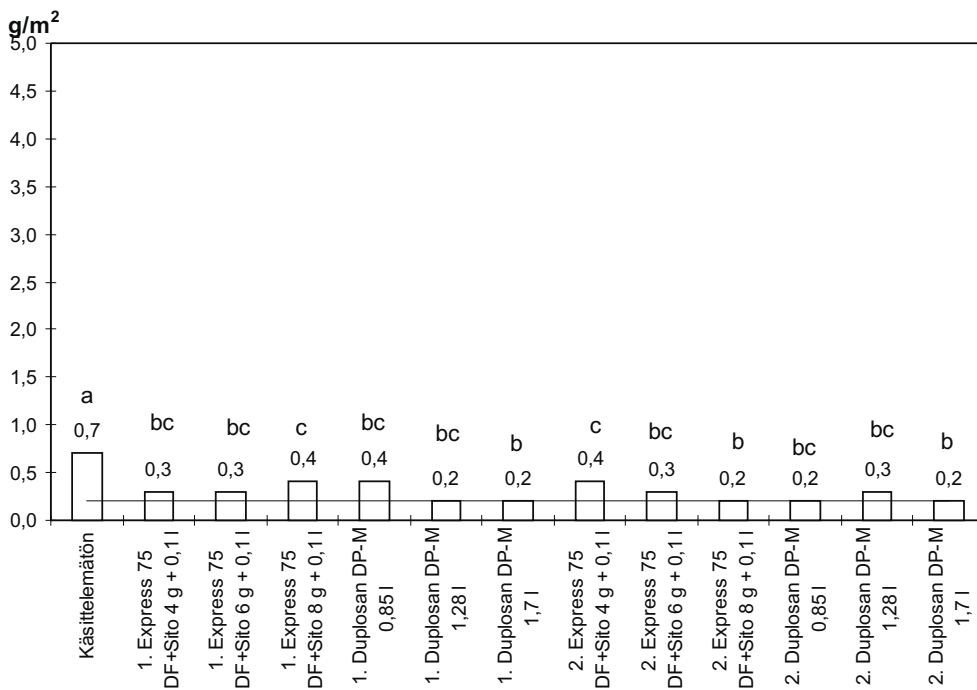
kaimpia olivat aikaiset käyttöohjeenmukaiset käsittelyt. Valmisteen ja käsittelyaikojen välillä ei ollut eroja.

Express-käsittelyt tehosivat pillikkeen kuivapainoon erittäin merkittävästi paremmin kuin Duplosan-käsittelyt. 3–4-lehtiassteella tehdyt Express-käsittelyt pienensivät pillikkeen kuivapainoa erinomaisesti, ja tulos erosi hyvin merkittävästi myöhäisestä Express- ja aikaisesta Duplosan-käsittelystä ja erittäin merkittävästi myöhäisten Duplosan-käsittelyjen tuloksista (Kuva 14). Duplosanilla aikainen ja myöhäinen käsittely eivät eronneet merkittävästi. Aikainen Express oli parempi kuin kumpikin Duplosan-käsittely, ja myöhäisempi Express-käsittely oli parempi kuin myöhäisempi Duplosan-käsittely.

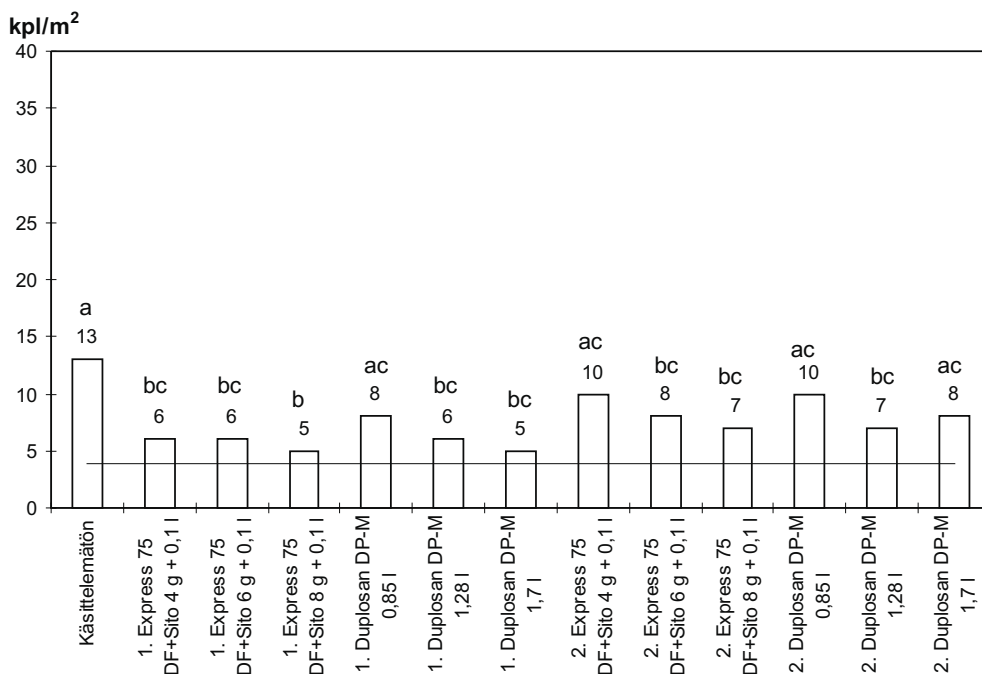
Peippien lukumäärään saatiin hyvä teho vain myöhäisellä käyttöohjeenmukaisella Duplosan-käsittelyllä, jonka teho erosi hyvin merkittävästi kaikista aikaisin tehdyistä



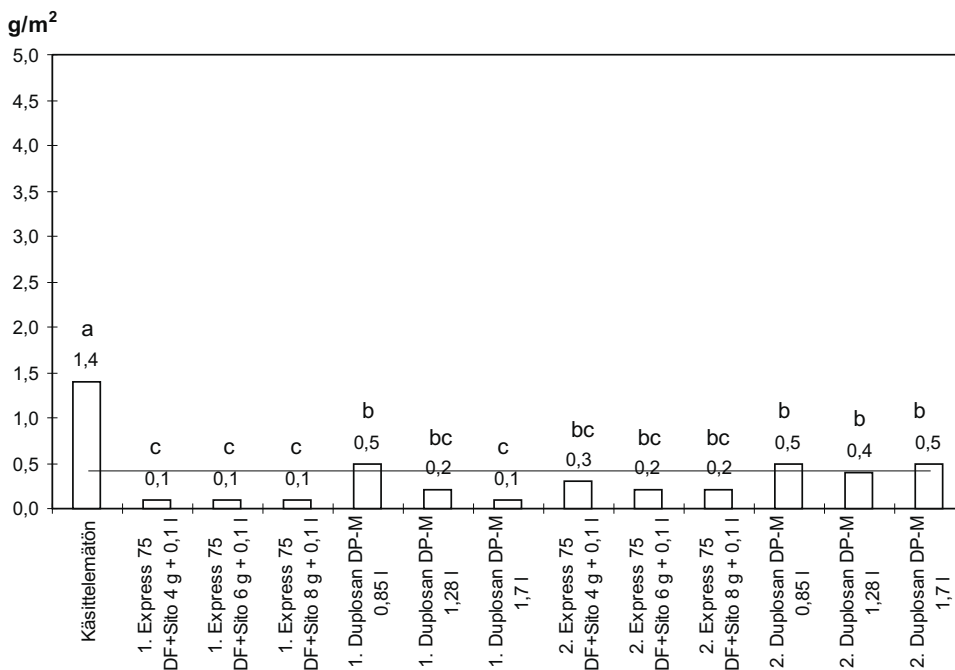
Kuva 11. Orvokin lukumäärä kevätiljakokeissa vuosina 1992–1994. Parittaisen vertailun erot laskettu käyttäen arvoista neliöjuurimuunnosta ja erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosin. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).



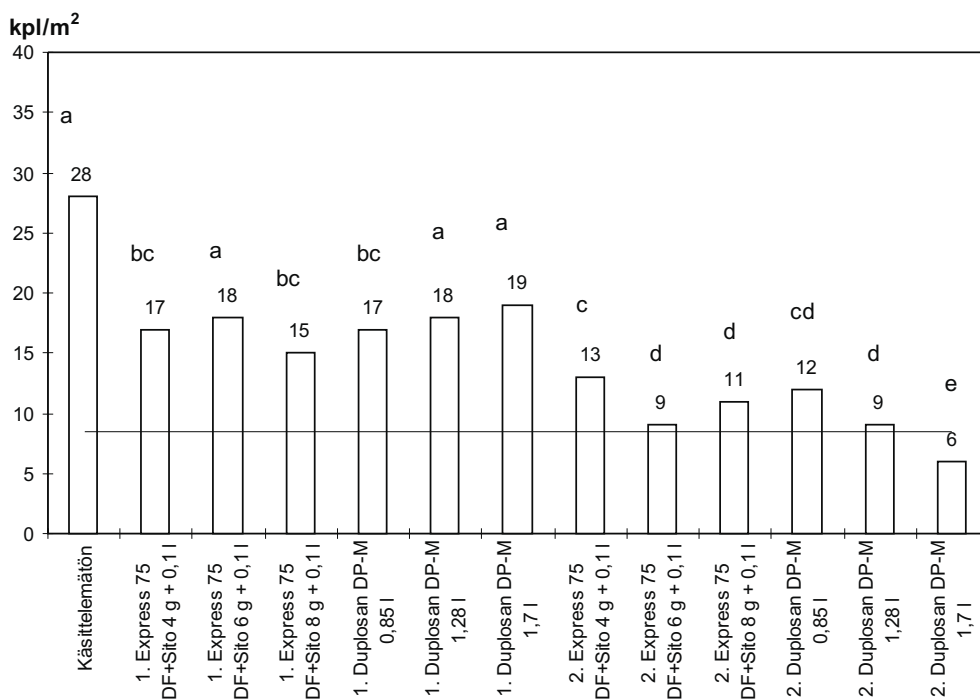
Kuva 12. Orvokin kuivapaino kevätiljakokeissa vuosina 1992–1994. Parittaisen vertailun erot laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosin. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).



Kuva 13. Pillikkeen lukumäärä kevätiljakokeissa vuosina 1992–1994. Parittaisen vertailun erot laskettu käyttäen arvoista neliöjuurimuunnosta ja erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosin. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).



Kuva 14. Pillikkeen kuivapaino kevätiljakokeissa vuosina 1992–1994. Parittaisen vertailun erot laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosin. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).



Kuva 15. Peipin lukumäärän kevätiljakokeissa vuosina 1992–1994. Parittaisen vertailun erot laskettu käyttäen arvoista neliöjuurimuunnosta ja erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pionaakkosin. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).

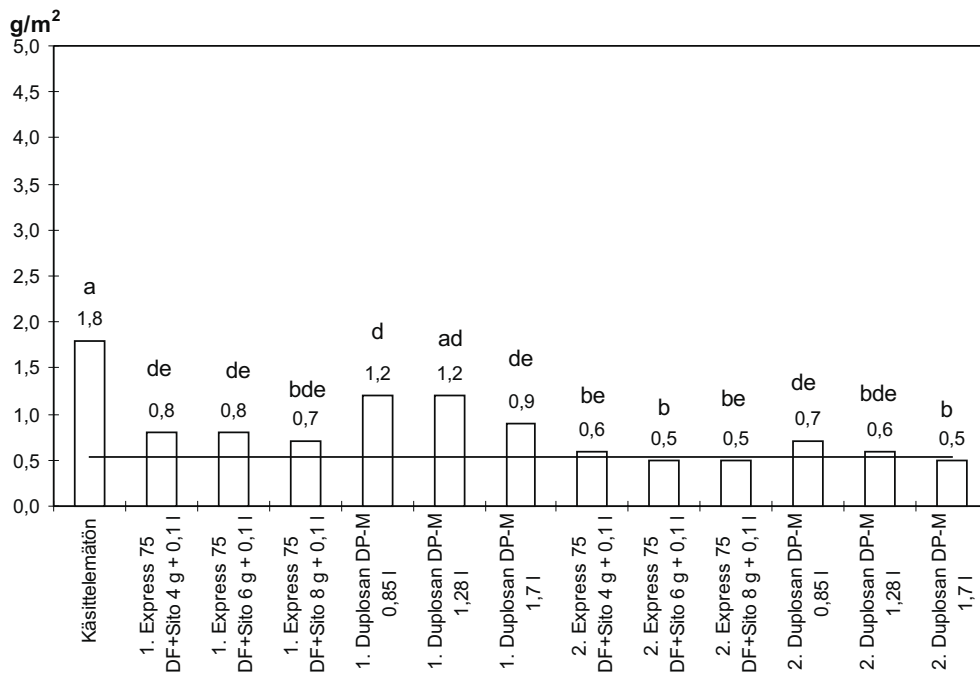
käsittelyistä (Kuva 15). Käsittelyajat yhdistettynä ei aineiden välillä ollut eroja, mutta käsittelyajat erotettuina myöhäinen Duplosan-käsittely oli erittäin merkitsevästi aikaisia käsittelyjä tehokkaampi. Vastaavasti myöhäinen Express-käsittely erosi edukseen hyvin tai erittäin merkitsevästi aikaisista käsittelyistä.

Käsittelyt vaikuttivat peipin kuivapainoon samalla tavalla kuin peipin määrään. Hyvä teho kuivapainoihin saatiin myöhäisen käyttöohjeen mukaisen Duplosan-käsittelyn lisäksi suurimmalla ja toiseksi suurimmalla myöhäisellä Express-käsittelyllä (Kuva 16). Kummallakin valmisteella peipin kuivapaino oli myöhäisten käsittelyjen ruuduissa erittäin tai hyvin merkitsevästi pienempi kuin aikaisin käsitellyissä koejäsenissä. Myöhäiset Express-käsittelyt pienensivät peipin painoa erittäin merkitsevästi enemmän kuin aikaiset Duplosan-käsit-

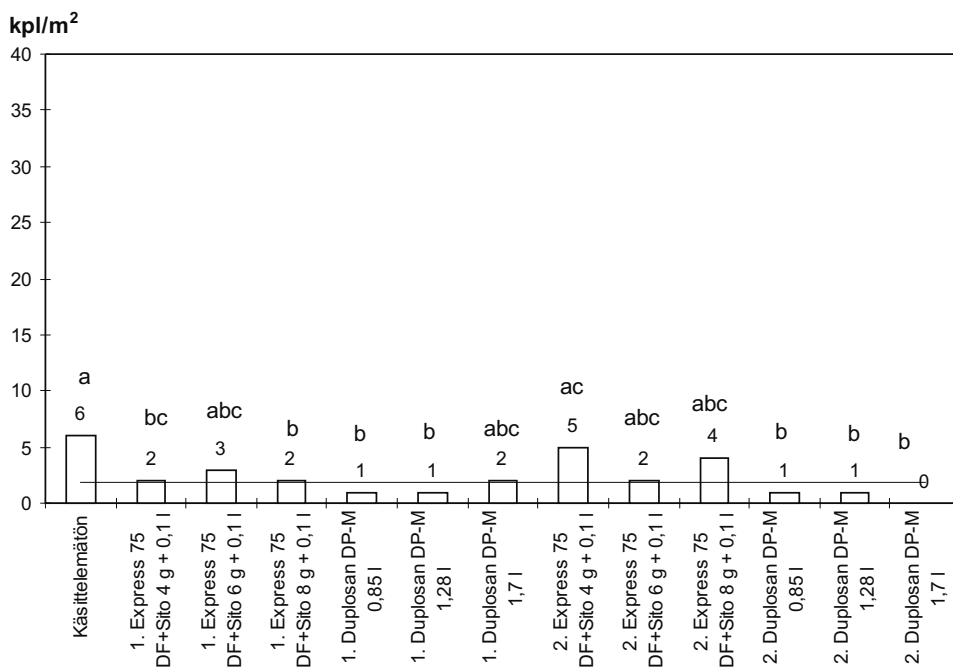
telyt. Express vähensi peipin biomassaa enemmän kuin Duplosan.

Kokeiden peltomataratiheydet olivat pieniä. Etenkin myöhäiset Duplosan-käsittelyt riittivät hyvään tulokseen. Express ei saavuttanut millään käsittelyllä 70 %:n tehoa matarayksilöihin (Kuva 17). Duplosan tehosi merkitsevästi paremmin myöhäisissä ja Express hyvin merkitsevästi paremmin aikaisissa käsittelyissä. Myöhään ruiskutetun Duplosanin tulos erosi edukseen erittäin merkitsevästi kummastakin Express-käsittelyajasta. Käsittelyajat ja käyttömäärät yhdistettynä Duplosanin teho oli erittäin merkitsevästi parempi kuin Expressin.

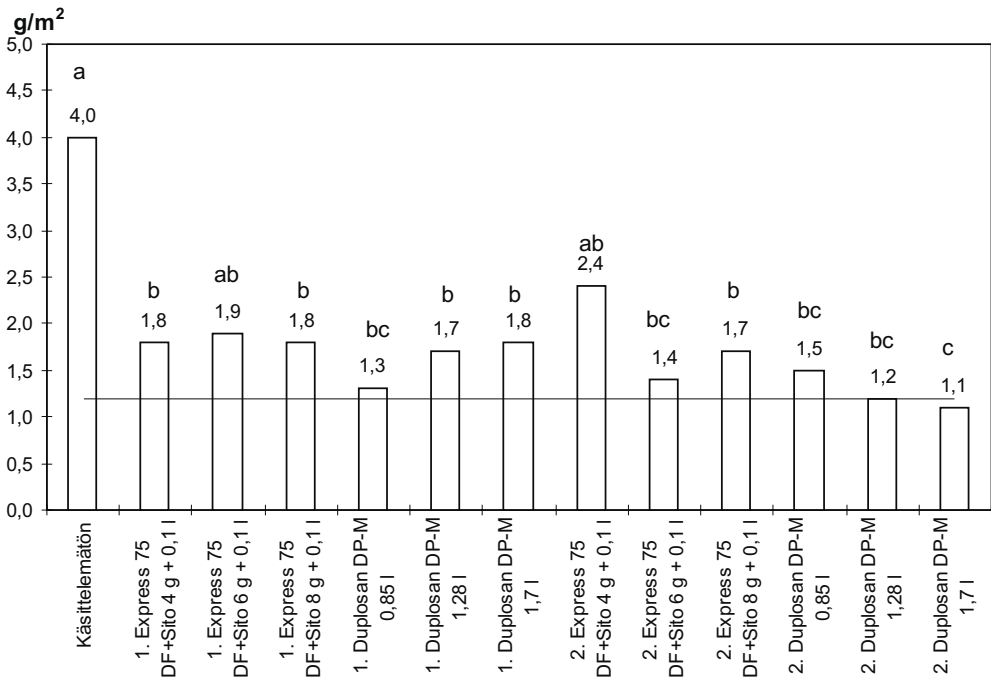
Eri käsittelyjen teho mataran kuiva-aineeseen oli parhaimmillaan 73 %. Käyttöohjeen mukaisen myöhäisen Duplosan-käsittelyn kanssa samaan tehokkuusluokkaan pääsivät vain muut myöhäiset Duplosan-käsittelyt, aikainen käyttöohjeenmu-



Kuva 16. Peipin kuivapaino kevätiljakokeissa vuosina 1992–1994. Parittaisen vertailun erot laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pionaakkosin. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).



Kuva 17. Peltomataran lukumäärä kevätiljakokeissa vuosina 1992–1994. Parittaisen vertailun erot laskettu käyttäen arvoista neliöjuurimuunnosta ja erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pionaakkosin. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).



Kuva 18. Peltomataran kuivapaino kevätiljakokeissa vuosina 1992–1994. Parittaisen vertailun erot laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja erot 1 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosin. Vaakaviiva ilmoittaa 70 %:n tehon (16 koetta).

kainen Duplosan-käsittely ja myöhäinen Express 6 g/ha-käsittely (Kuva 18). Myöhäinen Duplosan oli erittäin merkitsevästi tehokkaampi kuin kumpikaan Express-käsittely.

3.3 Herbisidikäsittelyjen taloudellinen kannattavuus

Taloudellisten laskelmien perusteet on kerrottu kohdassa 2.1.1. Mikään tehdyistä käsittelyistä ei ollut ohralla taloudellisesti kannattava (Kuva 19). Myöhäisempien käsittelyjen tulos oli huonompi kuin aikaisten. Pienimmän aikaisen Duplosan-käsittelyn tulos oli edullisin.

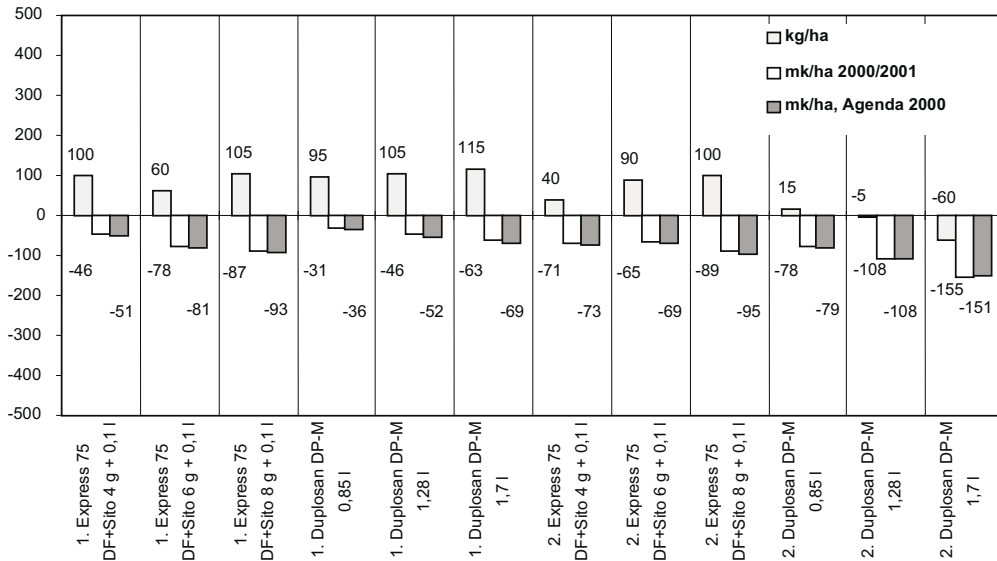
Kevätvehnällä Express 75 DF lisäsi satoa niin, että osa käsittelyistä antoi positiivisen tuloksen (Kuva 20). Erityisesti myöhäisemmät Express-käsittelyt olivat edullisia. Myöhään annetut Duplosan-käsittelyt pie-

nensivät satoa. Erityisesti pienin käyttöohjeen mukainen annos, joka koesarjassa oli suurin käytetty, aiheutti yli 300 mk/ha käsittelemätöntä kasvustoa huonomman tuloksen.

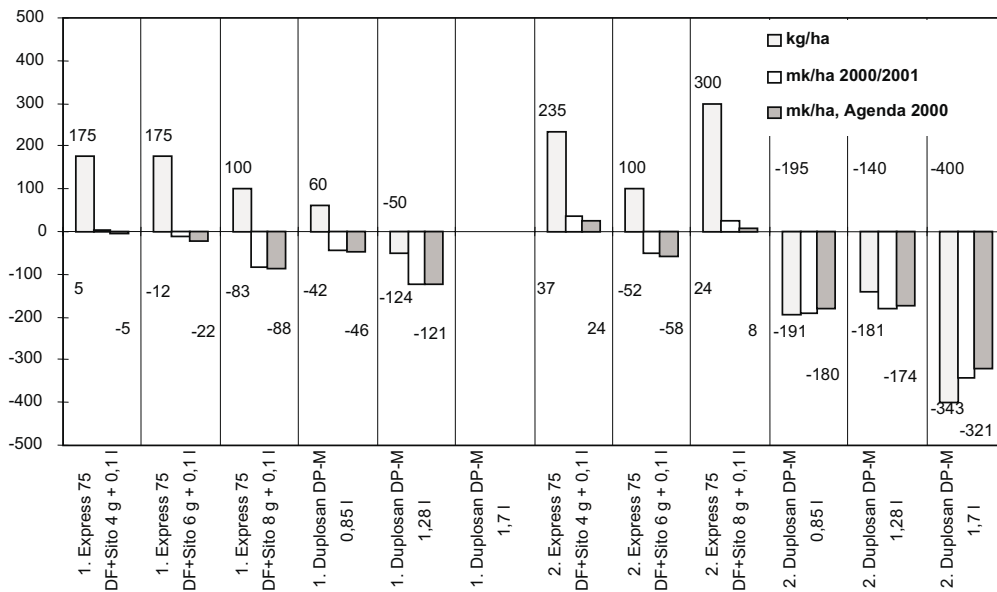
Mikään tehdyistä käsittelyistä ei ollut kauralla taloudellisesti kannattava (Kuva 21). Myöhäisempien käsittelyjen tulos oli huonompi kuin aikaisten. Pienimmän aikaisen Duplosan-käsittelyn tulos oli edullisin.

4 Tulosten tarkastelu

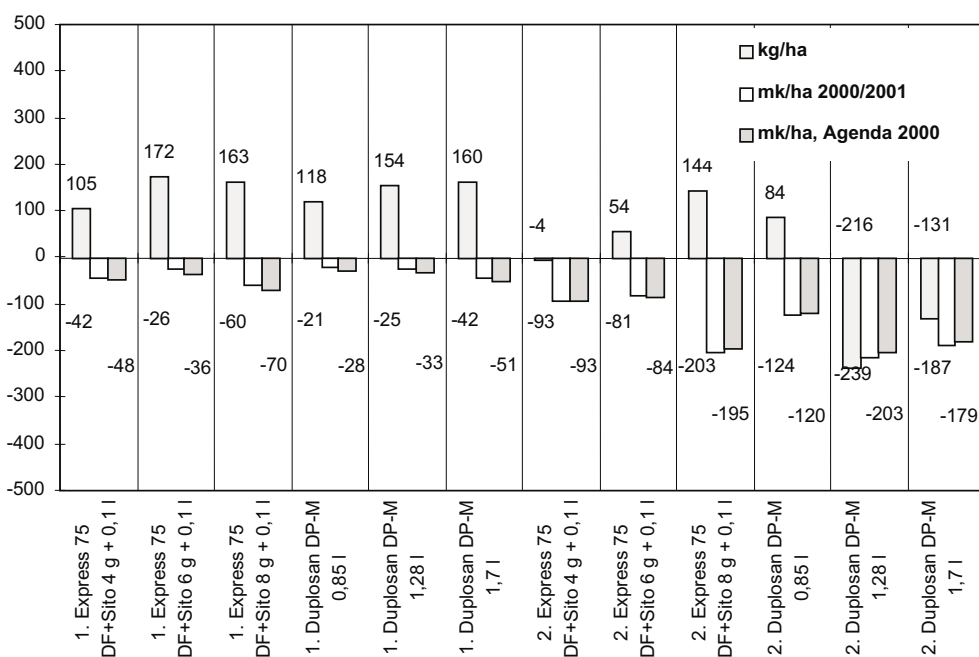
1980-lukua ja 1990-luvun alkupuolta leimasi maataloustuotteiden ylituotanto. Sitä vähennettiin kesantosäädöksin ja viljelemällä kasveja, joista ei ollut ylituotantoa. Vuonna 1995 Suomi liittyi EU:iin. Yhteisen maatalouspolitiikan seurauksena maa-



Kuva 19. Käsittelyjen vaikutus ohran katetuottoon verrattuna käsittelemättömään koejäseneen (2000/2001 3542 mk/ha ja Agenda 2000 täysimääräisenä 3301 mk/ha) = 0, myöhäisemmän käsittelyajan sadoista on vähennetty 1 %:n tallaustappio (10 koetta).



Kuva 20. Käsittelyjen vaikutus kevätvehnän katetuottoon verrattuna käsittelemättömään koejäseneen (2000/2001 4273 mk/ha ja Agenda 2000 täysimääräisenä 4048 mk/ha) = 0, myöhäisemmän käsittelyajan sadoista on vähennetty 1 %:n tallaustappio (kolme koetta).



Kuva 21. Käsittelyjen vaikutus kauran katetuottoon verrattuna käsittelemättömään koeyäse-
neen (2000/2001 4369 mk/ha ja Agenda 2000 täysimääräisenä 4095 mk/ha) = 0, myöhäis-
emmän käsittelyajan sadoista on vähennetty 1 %:n tallaustappio (kolme koetta).

taloustuotteiden hinnat laskivat ja tuotan-
topanosten käytön taloudellisuus heikkeni.
Agenda 2000:n mukaisesti viljan hinta las-
kee edelleen asteittain 15 % satokauden
1999/2000 tasosta.

Tässä kolmivuotisessa koesarjassa tut-
kittiin kahden herbisidin (Duplosan DP-M
ja Express 75 DF) ja kahden eri käyttöajan
(viljan 3–4 -lehtivaihe, Zadoks 13–14 ja vil-
jan pensomisen loppu – 1-solmuaste, Z 21–
31) ja kolmen käyttömäärän (pienin suosi-
teltu, kolme neljäsosaa ja puolitettu annos)
vaikutusta rikkakasveihin ja viljan satoon.
Rikkakasvien kehitysaste vaihteli käsiteltä-
essä sirkkalehtiasteelta ruusukeasteelle.
Kunkin käsittelyn taloudellinen vaikutus
laskettiin satokauden 2000/2001 ja sen jäl-
keisillä viljan hinnoilla.

Keskimääräinen rikkakasvitiheys ko-
keissa oli pienempi (138 kpl/m²) kuin keski-
määräinen rikkakasvitiheys suomalaisilla
viljapelloilla 1980-luvulla, 173 kpl/m²
(Ervio & Salonen 1987) tai 1990-luvun lo-

pulla (Hyvönen & al. 2000). Matalasta rikkakasvitiheydestä johtuen ei herbisidikäsit-
telyjen voi olettaa lisäävän satoa, kuten vuo-
sina 1986–1988 Salosen (1992b) johtamasa
tutkimuksessa, jossa rikkakasveja oli val-
takunnallista keskiarvoa enemmän, ja veh-
näsato suureni 8 % ja ohrasato 1 %. Vuosina
1989–1991 kokeissa, joiden rikkakasviti-
heys vaihteli välillä 7–702 kpl/m², vehnäsato
lisääntyi 2 % ja ohrasato 4 % (Salonen
1993). Courtney & Johnston (1986) pitävät
ohrasadon suurenemisen kannalta rikka-
kasvitiheyttä 150 kpl/m² torjuntakynnyk-
senä. Jensen (1985) piti ohranviljelyssä ta-
loudellisen torjuntakynnyksen käyttöä
mahdollisena savimailla, kun eloperäisillä
mailla torjunta oli taloudellisesti kannatta-
vaa rikkakasvillisuuden ollessa harvaakin.
Koeruutuja ei tallattu, kuten traktoriruis-
kutuksissa peltomittakaavan viljelyssä. Tal-
lausvaikutus (Köylijärvi 1985) otettiin huo-
mioon taloudellista tulosta laskettaessa.
Myöhäisten käsittelyjen tulos heikkeni, kun

siitä vähennettiin arvioitu tallausvaikutus.

Ohran 3–4-lehtiasteella tehdyt käsittelyt suurensivat satoa 60–115 kg/ha eli 1,3–2,5 % ja myöhäiset Express-käsittelyt 40–100 kg/ha. Sadon määrän lisääntymisestä huolimatta käsittelyt olivat taloudellisesti tappiollisia. Myöhäiset Duplosan-käsittelyt pienensivät satoa. Kun käyttömäärä kasvoi käsittelyt muuttuivat tappiollisimmiksi.

Kevätvehnäkokeita oli, kuten kaurakokeitakin vain kolme, joten tulos on näiden osalta suuntaa-antava. Kevätvehnä on herkkä diklorpropille helteisissä oloissa (Junnila 1993). Duplosan-käsittelyä kevätvehnää haittasikin kevään 1992 kuivuusstressi, jonka seurauksena käsittelyt jäivät erittäin tappiollisiksi. Tosin kokeen suurin annos Duplosania eli pienin suositeltu käyttömäärä pienensi vehnäsatoa kahtena muunakin koevuotena. Vehnälle sopivat näissä kokeissa aikaisten käsittelyjen lisäksi Express-käsittelyt, jotka lisäsivät satoa 100–340 kg/ha (2,5–8,4 %). Express-käsittelyistä muutamat pysyivät taloudellisesti kannattavina alhaisemmallakin vehnän hinnalla. Tanskalaisten arvioiden mukaan matalan viljanhinnan aikana Expressillä tehtävät käsittelyt olisivat 1/3 annoksella ja 7000 kg:n hehtaarisadolla tappiollisia (Christensen & Rasmussen 1997).

Myöhään annettu suurin Express-annos (8 g/ha) pienensi kauran itävyyttä kahdessa kokeessa kolmesta. Viljakasvin itävyyden alenemisesta herbisidikäsittelyn vaikutuksesta ei ole aikaisempia viitteitä. Myös korsi lyheni eniten käytettäessä myöhään suurinta Express-annosta. Junnila (1994) on raportoinut kauran olevan helpoimmin vaalentuva viljalaji silloin, kun käytetään pienannosaineita. Andersson (1995, 1996) on tutkinut Expressin vaikutusta rikkakasvien siementuotantoon, kuten myös siementen itävyyteen ja elinvoimaan.

Koko koesarjassa rikkakasvien torjunnan huono kannattavuus voi osaltaan johtua lohkon vuosittaisesta vaihtumisesta koepaikoilla, jolloin torjunnan pitkäaikaisvaikutukset jäävät huomioimatta (Proven et al. 1991, Erlund 1998). Taloudellisen op-

timin torjuntakynnys tarkastelee yhtä vuotta kerrallaan, mutta ennakoivaa torjuntakynnystä käytettäessä pyritään arvioimaan ennakkoon rikkakasvien kasvu. Torjuntatarpeen arviointi perustuu edellisen kasvukauden rikkakasvillisuuden toteamiseen korjuuseen valmistuvasta kasvustosta (Cousens et al. 1985).

Cousens et al. (1985) ja Davies & Whiting (1989) mukaan korjuukustannusten suureneminen ja sadon saastuminen aiheuttavat torjuntatarpeen usein ennen sadon pienenemistä. Tässä koesarjassa ohran, kauran tai vehnän korjuu ei vaikeutunut tai sadosta tullut kauppakelvotonta ilman kemiallista rikkakasvien torjuntaa. Kokeet kylvettiin normaalissa viljanviljelyssä olleille lohkoille, joilla oli odotettavissa runsaasti taimettuvia rikkakasveja. Rikkakasvitilanne oli parempi kuin jos rikkakasvien torjunta jätetään tekemättä muutaman vuoden ajaksi (Salonen 1992a, 1993). Zakharenkon (2000) ja Salosen (1995) mukaan etenkin monivuotiset rikkakasvit hyötyvät, jos herbisidejä ei käytetä vuosittain.

Kevätyksivuotiset rikkakasvit taimettuvat runsaasti keväällä ja alkukesällä riippumatta siitä, muokataanko maata vai ei (Håkansson 1983b). Tässä koesarjassa saatuja tuloksia tukevat havainnot pillikkeiden aikaiseen ja peippien myöhäisempään kevääseen ja kesään ajoittuvista taimettumishuipusta (Erviö 1981). Erinomaisesti pillikkeisiin tehoavan Express-valmisteen (Mukula & Salonen 1990) aikainen käyttö torjui sen hyvin merkitsevästi paremmin kuin myöhemmin tehdyt käsittelyt. Duplosanilla aikainen ja myöhäinen käsittely eivät eronneet merkitsevästi. Peipin kuiva-ainepainoissa tulee esille peipin taimettumisen myöhästymisen aikaisesta käsittelystä (Salonen 1995) ja tribenuronin diklorpropia parempi teho peippeihin (Mukula & Salonen 1990).

Expressin teho orvokin kuivapainoon oli hyvä käytettäessä käyttöohjeen pienintä annosta viljan pensastumisen lopussa. Mukulan ja Salosen (1990) mukaan sulfonyyliureat eivät tehoa orvokkiin, mikä voi johtua siitä, että orvokki itää usein vasta

herbisidikäsittelyn jälkeen (Erviö 1981). Tribenuronin teho mataraan on Mukulan ja Salosen (1990) mukaan tyydyttävä (50–70 kuivapaino %). Tässä koesarjassa mikään käsittelyistä ei yltänyt hyvään tehoon, vaan käsittelyjen keskimääräinen teho peltomataran kuivapainoon oli hieman parempi kuin 50 %.

Provenin & al. (1991) periaate edullisimman menetelmän taloudellisesti parhaasta tuloksesta toteutuu ohran ja kauran 3–4 -lehtiasteella tehdyillä käsittelyillä. Tällöin taloudellista tulosta eivät alenna tallausvaikutus tai viljasadon pieneneminen herbisidikäsittelyn vaikutuksesta. Aikaisesta ruiskutuksesta on luovuttava, jos pääasiallisena torjunnan kohteena oleva rikkakasvi taimettu tai on otollisessa kasvuvaiheessa vasta myöhäisen käsittelyn aikaan.

Kun pienikin ainemäärä estää itävien siementen syntyminen (Andersson 1996, Nikolova & Chipneva 1999), miten pieni herbisidimäärä mahdollistaa kestävä viljelyn, jossa rikkakasvillisuus ei liiaksi lisääny. Fisher & al. (1993) raportoivat neljännesannoksen antavan riittävän tehon 65 %:lla ohrakokeista. Jo 250 g/ha MCPA:ta estää jauhosavikan siementuotannon lähes kokonaan (Pedersen & Rasmussen 1990). Valitettavasti rikkakasvilajien herkkyys valmisteille, kuten myös käsittelyajan vaikutus vaihtelevat rikkakasvilajeittain (Andersson 1995). Samoin pienen herbisidiannoksen ja viljeltävän kasvin kilpailukyvyyn yhteisvaikutus vaihtelee rikkakasvilajeittain (Blair & Orson 1997). Tässä koesarjassa saatiin keskimäärin kohtuullinen rikkakasviteho kaikilla käyttömäärillä kumpanakin käsittelyaikana. Taloudellinen tulos vaihteli viljalajeittain. Kauralle sopi paremmin ai-

kainen käsittely, vehnälle Express-käsittely ja ohralle kaikki käsittelyt paitsi myöhäisemmät Duplosan-käsittelyt.

Lotz ja Kempenaar (2000) esittävät, että kannettavaa lehtivihreämittaria voitaisiin käytettävää apuna silloin, kun arvioidaan pienten herbisidiannosten vaikutusta ja uusintakäsittelyn tarvetta. Heidän mukaansa kasvien yhteyttämiskykyyn vaikuttavien herbisidien käyttöä pystyttiin vähentämään puoleen vuosina 1998–1999, ja samalla sokerijuurikkaan, maissin ja perunan sadot suurenivat. He ovat laajentamassa menetelmää myös toisenlaisten herbisidien käyttöön.

Tanskalainen herbisidien käytön optimointi-ohjelma valitsee torjunta-aineyhdistelmät pellon rikkakasvilajiston mukaan. Suunnittelun lähtökohdaksi voi valita joko taloudellisuuden tai torjunta-aineiden käyttömäärien ja -kertojen säätelyn (Kudsk 2000). Muun muassa Davies & Whiting (1989), Jennéus (1991), Salonen (1993) ja Sells (1995) esittävät herbisidien vuosittaista käyttöä pienennetyin annoksina rikkakasvien lisääntymisen estämiseksi. Käyttömäärien pienentämisen lisäksi on tärkeää muuttaa viljelyjärjestelmää epäedullisemmaksi rikkakasveille (Wilson & Phipps 1985). Herbisidien käyttömäärän pienentäminen ei ole mahdollista kaikilla viljelyksillä, ja esimerkiksi hukkakauran torjunnassa käyttömäärien alentamisyritykset ovat epäonnistuneet (Salonen & Jalli 1992). Pitkän aikavälin tavoitteena rikkakasvien torjunnassa on pitää siemenrikkakasvien määrän siedettävällä tasolla taloudellisesti eri keinoja käyttämällä sekä estää juuri- ja ongelmarikkakasvien leviäminen pelloille.

Kirjallisuus

- Andersson, B.** 1987. Utsädesmängder i vårsäd med och utan ogräsbekämpning. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling. Rapport 174, 52 p. ISBN 91-576-3146-8.
- Andersson, L.** 1992. Effect of MCPA on the seed production of six weed species. In: IXth International Symposium on the Biology of Weeds, Dijon, France. 16-18 Septembre 1992. Paris: Association Nationale pour la protection des Plantes. p. 279–287.
- 1995. Effects of dose and application timing on the seed production of three weed species treated with MCPA or tribenuron-methyl. *Weed Research* 35: 67–74.
- 1996. Characteristics of seeds and seedlings from weeds treated with sublethal herbicide doses. *Weed Research* 36: 55–64.
- Andreasen, C. & Nielsen, M.T.** 2000. Placement of fertilizer increases the competitive ability of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) on sandy soil. In: Légère, A. (ed.) III International Weed Science congress, Foz do Iguassu, Brasil, 6-11 June 2000. Corvallis: International Weed Science Society. p. 199. ISBN 1-891276-16-6.
- Antuniassi, U.R.** 2000. Creating reliable accurate weed treatment maps. In: Légère, A. (ed.) III International Weed Science Congress, Foz do Iguassu, Brasil, 6-11 June 2000. Corvallis: International Weed Science Society. p. 202. ISBN 1-891276-16-6.
- Battista, M., Dokladalova, M. & Lanini, W.T.** 2000. Predicting weeds in time and space from seedbank, seedling, or mature weeds. In: Légère, A. (ed.) III International Weed Science congress, Foz do Iguassu, Brasil. 6-11 June 2000. Corvallis: International Weed Science Society. p. 205. ISBN 1-891276-16-6.
- Biller, R.H.** 1998. Reduced input of herbicide by use of optoelectronic sensors. *Journal of Agricultural Engineering Research* 71: 357–362.
- Blair, A.M. & Orson, J.H.** 1997. The interaction between shading by wheat with the level of herbicide activity. In: Brighton Crop Protection Conference, Brighton, England, 17-20 November 1997. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 1015–1020. ISBN 1-901396-45-2.
- Caseley, J.C.** 1990. Optimising herbicide performance. In: Proceedings of European Weed Research Society Symposium, Integrated Weed Management in Cereals. Helsinki: EWRS. 347–357.
- Champion, G.T., Froud-Williams, R.J. & Holland, J.M.** 1998. Interactions between wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar, row spacing and density and the effect on weed suppression and crop yield. *Annales of applied biology* 133: 443–453.
- Christensen, S.** 1989. Vårbyggsorters konkurrenceevne. In: Nordisk Planteværnkonference 1989, Helsingør, 5.-6. December. Statens Planteavlsvforsøg. p. 331–335. ISBN 87-88976-10-6.
- & **Rasmussen, G.** 1997. Crop weed competition, herbicide performance and decision makings in cereals. In: 10th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Poznań, Poland, 22-26 June 1997. Poznań: European Weed Research Society. p. 50.
- Cook, S.** 2000. How can farmers use precision agriculture technology to make better decisions in the field? In: Légère, A. (ed.) III International Weed Science congress, Foz do Iguassu, Brasil, 6-11 June 2000. Corvallis: International Weed Science Society. p. 204–205. ISBN 1-891276-16-6.
- Courtney, A.D. & Johnston, R.T.** 1986. An assessment of weed populations and yield response in spring barley subjected to a programme of reduced herbicide usage. In: Proceedings EWRS Symposium 1986, Economic Weed Control. Filderstad: European Weed Research Society. p. 301–308.
- Cousens, R.** 1988. Misinterpretations of results in weed research through inappropriate use of statistics. *Weed Research* 28: 281–289.
- & Mokhtari, S.** 1998. Seasonal and site variability in the tolerance of wheat cultivars to tolerance from *Lolium rigidum*. *Weed Research* 38: 301–307.
- , **Wilson, B.J. & Cussans, G.W.** 1985. To spray or not to spray. The theory behind the practice. In: Brighton Crop Protection Conference, Brighton, England, 18-21 November 1985. Croydon: The British Crop Protection Council. p. 671–678. ISBN 0-901436-93-3.
- Cussans, G. & Raudonius, S.** 1995. Prediction of competition from early observations of weeds - a preliminary comparison of techniques. In: 9th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Budapest, Hungary, 10-12 July 1995. Szentendre: European Weed Research Society. p. 499–506.

- Davies, D.H.K., Fisher, N.M., Proven, M.J., Whytock, G.P. & Courtney, A.D.** 1995. Risk evaluation of reduced dose approaches to weed control in cereals. In: 9th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Budapest, Hungary, 10-12 July 1995. Szentendre: European Weed Research Society. p. 459–465.
- **& Whiting, A.J.** 1989. Yield responses to herbicide use and weed levels in winter wheat and spring barley in Scottish trials and consequences for economic models. In: Brighton Crop Protection Conference, Vol 3, Weeds. Brighton, England, November 20-23, 1989. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 955–960. ISBN 0-948404-38-8.
- de Lucas Bueno, C. & Froud-Williams, R.J.** 1996. Effect of seed size on the competitive ability of winter wheat cultivars. In: Xth International Symposium on the Biology of Weeds, Dijon, France. 11-13 Septembre 1996. Paris: Association Nationale pour la protection des Plantes. p. 137–142.
- Erlund, P.** 1998. Växtskyddets lönsamhet i spannmål. Teknisk och ekonomisk tidskrift för lantbruket 79(3): 110–112.
- Erviö, L.-R.** 1981. The emergence of weeds in the field. *Annales Agriculturae Fenniae* 20: 292–303.
- **& Salonen, J.** 1987. Chances in the weed population of spring cereals in Finland. *Annales Agriculturae Fenniae*. 22: 233–239.
- Fisher, N.M., Davies, D.H.K. & Whytock, G.P.** 1993. Reliability of broad-leaved-weed control in cereal using low doses of herbicide. In: Brighton Crop Protection Conference, Vol 3, Brighton, England, 22-25 November 1993. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 1223–1229. ISBN 0-948404-38-8.
- Fogelberg, F.** 1997. Photocontrol of weeds: seasonal variation in weed reduction of night-time soil cultivation. In 10th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Poznań, Poland, 22-26 June 1997. Poznań: European Weed Research Society. p. 174.
- Granström, B.** 1956. Ogräsbekämpning i vårsådda grödor. Weed control in spring shown crops. *Statens Jordbruksförsök. Meddelande* 65: 1–17.
- Hyvönen, T. & Salonen, J.** 1999. Rikkakasvit valtaavat kevätiljapeltoja. Koetointa ja käytäntö 4: 4.
- , **Salonen, J. & Jalli, H.** 2000. Long term changes in weed communities of spring cereal fields in Finland. In: Tyystjärvi, E. (ed.). VII Kasvitieteen päivät, 18.-19.5. 2000. Turku: Turun yliopisto. p. 39.
- Håkansson, S.** 1982. Ogräsfröns groning i åkerjord vid olika temperatur och årstid. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för växtodling. Rapport 100, 68 p. ISBN 91-576-1235-8.
- 1983a. Competition and production in short-lived crop-weed stands. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för växtodling. Rapport 127, 85 p.
- 1983b. Seasonal variation in the emergence of annual weeds - an introductory investigation in Sweden. *Weed Research* 23: 313–324.
- Jalli, H.** 1998. Tiheä viljakasvusto torjuu rikkakasveja. *Kasvinsuojelulehti* 31(2): 50–51.
- , **Laine, A. & Junnila, S.** 2000. Syysvehnän rikkakasvien torjunta ja kasvunsaateet ruisvehnän viljelyssä. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 69. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 27 p. ISBN 951-729-560-X.
- Jennéus, B.** 1991. Reducerade doser av ogräsmedel i stråsåd - resultat från demonstrationsodlingar. In: 32:a svenska växtskyddskonferensen, Uppsala 30-31 januari 1991. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. p. 39–51.
- Jensen, P.K.** 1985. A review of yield responses to weed control in one thousand spring barley experiments. In: Brighton Crop Protection Conference, Brighton, England, 18-21 November 1985. Croydon: The British Crop Protection Council. p. 687–692. ISBN 0-901436-93-3.
- 1991. Udnyttelse af ukrudsfrøns behov for lysinduktion. In: 8. Danske planteværnskonference, Ukrudt 1991. Lyngby: Statens Planteavlforsøg. p. 215–230. ISBN 87-88976-16-5.
- Junnila, S.** 1993. Rikkakasvit - lakoutuminen. In: Markkula, I (ed.). Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita. *Kasvinsuojeluseuran julkaisuja* N:o 85. Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. p. 41–43. ISBN 951-9029-41-9.
- 1994. Gramma-aineet vaalentavat kevätiljaa. *Kasvinsuojelulehti* 27(3): 81–82.
- Kempenaar, C. & Lotz, L.A.P.** 2000. Minimum Lethal Herbicide Dose (MLHD) for weed control. In: Légère, A (ed.). III International Weed Science congress, Foz do Iguassu, Brasil, 6-11 June 2000. Corvallis: International Weed Science Society. p. 192. ISBN 1-891276-16-6.
- Klem, K. & Váňová, M.** 1997. A decision model for weed control according to economic thresholds in winter wheat. In: Protection of cereal crops against harmful organisms, Kroměříž, Czech Republic, 1997. Kroměříž: Cereal Research Institute. p. 57–61.

- Kudsk, P.** 1989. Experiences with reduced herbicide doses in Denmark and the development of the concept of factor-adjusted doses. In: Brighton Crop Protection Conference, Weeds, Vol 2, Brighton, England, November 20-23, 1989. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 545–554. ISBN 0-948404-37-X.
- 2000. Optimising herbicide mixtures according to weed flora. In: Légère, A (ed.). III International Weed Science congress, Foz do Iguassu, Brasil. 6-11 June 2000. Corvallis: International Weed Science Society. p. 115–116. ISBN 1-891276-16-6.
- Köylijärvi, J.** 1985. Ruiskutusten tallaustappiot viljakasvustossa. Koetointa ja käytäntö 42(28.5. 1985): 32.
- Lallukka, R.** 2000. Peltokasvien kasvinsuojelu 2000. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja no 953. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto. 56 p. ISBN 951-808-084-4.
- Lemerle, D., Smith, A., Verbeek, B., Rudd, S. & Martin, P.** 2000. Breeding for competitive cultivars of wheat. In: Xth International Symposium on the Biology of Weeds, Dijon, France. 11-13 Septembre 1996. Paris: Association Nationale pour la protection des Plantes. p. 75. ISBN 2-905550-87-2.
- Lotz, L.A.P. & Kempenaar, C.** 2000. The use of diagnostics based on chlorophyll fluorescence in chemical weed control: research developments and farmer experience. In: Légère, A (ed.) III International Weed Science congress, Foz do Iguassu, Brasil, 6-11 June 2000. Corvallis: International Weed Science Society. p. 197. ISBN 1-891276-16-6
- Lundkvist, A.** 1996. Weather effects on herbicide efficacy at reduced doses: a system approach. Acta Universitatis agriculturae Sueciae nro 14. Uppsala: SLU. 90 p.
- 1997. Predicting optimal application time for herbicides from estimated growth rate of weeds. Agricultural systems 54(2): 223–242.
- , **Fagerberg, B.** 1996. Yield variation in spring barley as influenced by weather conditions at sub-normal herbicide doses. Swedish journal of agricultural research 26: 81–90.
- Marjanen, H.** 1962. MCPA-valmisteiden vaikutuksesta kevätiljojen satoon. Annales Agriculturae Fenniae 1: 1–10.
- Mukula, J.** 1964. Rikkaruohot ja niiden torjunta. Helsinki: Kirjayhtymä. 140 p.
- 1974. Weed competition in spring cereal fields in Finland. Forskning og forsøk i landbruket. 25: 585–592.
- & **Köylijärvi, J.** 1965. Comparative studies with three herbicides, MCPA, MCPC plus 2,3,6-TBA, and mecoprop for weed control in spring cereals. Annales Agriculturae Fenniae 4: 256–276.
- & **Salonen, J.** 1990. Rikkakasvien kemiallinen torjunta. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja N:o 81. Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. 82 p. ISBN 951-9029-37-0.
- Nikolova, V. & Chipneva, S.** 1999. Application of sublethal doses of metributrin for the control of Xanthium strumarum. In: 11th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Basel, 28 June - 1 July 1999. Wageningen: European Weed Research Society. p. 201.
- Pedersen, J.O. & Rasmussen, I.A.** 1990. The influence of herbicides on weed seed production. In: 7. Danske Planteværnkonference, Ukruudt 1990. Lyngby: Statens Planteavlforsoeg. p. 73–83.
- Peltonen, J.** 1994. Viljojen rikkakasvien torjunta-ajankohta kaippaa lisätarkennusta. Kasvinsuojelulehti. 27: 44–46.
- Proven, M.J., Courtney, A., Picton, J., Davies, D.H.K. & Whiting, A.J.** 1991. Cost-effectiveness of weed control in cereals - system based on thresholds and reduced rates. In: Brighton Crop Protection Conference, Weeds, Vol 3, Brighton, England, November 18-21. 1991. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 1201–1208. ISBN 0-948404- 58-2.
- Rahkonen, J., Vanhala, P.** 1994. Rikkakasvien torjunnan koneet: Liekitys, äestys ja harjaus suosiossa. Kasvinsuojelulehti 27(1): 12–14.
- Rasmussen, J. & Rasmussen, K.** 1995. A strategy for mechanical weed control in spring barley In: 9th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Budapest, Hungary, 10-12 July 1995. Szentendre: European Weed Research Society. p. 557–584.
- Richards, M.C., Fisher, N.M. & Drysdale, A.D.** 1997. Integrated weed management - its performance over five-course combinable crop rotation. In: Brighton Crop Protection Conference, Vol 2, Brighton, England, 17-20 November 1997. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 967–972. ISBN 1-901396-47-9.
- Salonen, J.** 1992a. Efficacy of reduced herbicide doses in spring cereals of different competitive ability. Weed Research 32: 483–491.
- 1992b. Yield responses of spring cereals to reduced herbicide doses. Weed Research 32: 493–499.

- 1993. Performance of reduced herbicide doses in spring cereals. In: Reducing herbicide use in spring cereal production. Agricultural Science in Finland 2, Supplement 2. 42 p. + 5 app. Academic Dissertation. ISBN 951-729-452-2
- 1995. Comparison of prophylactic and threshold use of herbicides in a monoculture of spring wheat. In: 9th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Budapest, Hungary, 10-12 July 1995. Szentente: European Weed Research Society. p. 475–481.
- & **Erviö, L.-R.** 1986. Kevätviljakasvustojen rikkakasviruiskutusten teho ja taloudellisuus. In: 21. rikkakasvipäivä Viikissä, Helsinki, 7.1.1986. Helsinki: Kasvinsuojeluseura r.y. p. 10–13.
- & **Erviö, L.-R.** 1988. Efficacy of chemical weed control in spring cereals in Finland. *Weed Research* 28: 231–235.
- & **Jalli, H.** 1992. Herbisidien käyttö määrän sääteily viljapellon rikkakasvien torjunnassa. In: Kasvinsuojelupäivät 1992, Viikki, 8.-9.1992. Helsinki: Kasvinsuojeluseura r.y. p. 6–14.
- Sells, J.E.** 1995. Optimising weed management using stochastic dynamic programming to take account of uncertain herbicide performance. *Agricultural systems*. 48: 271–296.
- Teretschuk, V.S., Romaniuk, G.P., Ivanshkevich, A.A., Soroka, L.I., Lapkovskaya, T.N & Soroka, S.V.** 2000. Species composition and spread of weed flora in Belarus. In: Légère, A. (ed.). III International Weed Science congress, Foz do Iguassu, Brasil, 6-11 June 2000. Corvallis: International Weed Science Society. p. 43–44. ISBN 1-891276-16-6.
- Tóth, A., Hartmann, F., Lánszki, I. & Szentey, L.** 2000. Changes of weed population in hungarian fields based on four country-wide weed surveys. In: Légère, A. (ed.). III International Weed Science congress, Foz do Iguassu, Brasil, 6-11 June 2000. Corvallis: International Weed Science Society. p. 44–45. ISBN 1-891276-16-6.
- Vanhala, P.** 1994. Pimeämuokkaus ja rikkakasvit. *Koetointa ja Käytäntö* 51(24.5.1994): 20.
- , **Huhta, H. & Salo, Y.** 1994. Pimeämuokkaus - rikkakasvien torjuntakeino vai humpuukia? *Kasvinsuojelulehti* 27(3): 78–80.
- Whiting, A.J., Davies, D.H.K., Brown, H. & Whytok, G.P.** 1991. The field use of reduced doses of broad-leaved herbicides in cereals. In: Brighton Crop Protection Conference, Weeds, Vol 3, Brighton, England, November 18-19 1991. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 1209–1216. ISBN 0-948404-58-2.
- Wiles, L.** 2000. Mapping site-specific weed management. In: Légère, A. (ed.). III International Weed Science congress, Foz do Iguassu, Brasil, 6-11 June 2000. Corvallis: International Weed Science Society. p. 204. ISBN 1-891276-16-6.
- Wilkerson, G.G. & Bennett, A.C.** 2000. Modelling crop-weed interactions for management decisions. In: Légère, A. (ed.). III International Weed Science congress, Foz do Iguassu, Brasil, 6-11 June 2000. Corvallis: International Weed Science Society. p. 71–72. ISBN 1-891276-16-6.
- Wilson, B.J. & Phipps, P.A.** 1985. A long term experiment on tillage, rotation and herbicide use for the control of *A. fatua* in cereals. In: Brighton Crop Protection Conference, Vol 2, Brighton, England, 18-21 November 1985. Croydon: The British Crop Protection Council. p. 693–700. ISBN 0-901436-93-3.
- Zakharenko, V.** 2000. Bioeconomic methods and decision-making models for herbicide use in Russian agriculture. In: Légère, A. (ed.). III International Weed Science congress, Foz do Iguassu, Brasil, 6-11 June 2000. Corvallis: International Weed Science Society. p. 93–94. ISBN 1-891276-16-6.
- 1999. The use of data on crop-weed competition to support integrated weed control. In: 11th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Basel, 28 June - 1 July 1999. Wageningen: European Weed Research Society. p. 58.
- & **Zakharenko A.** 1996. Interaction between weeds and crops. Assessment of crop losses in Russia. In: Xth International Symposium on the Biology of Weeds, Dijon, France. 11-13 September 1996. Paris: Association Nationale pour la protection des Plantes. p. 131–135.
- Ylätaalo, M.** 1999. Taloudellinen tilanne ja kehitys tilatasolla. In: *Agro-Food'99, Mitä Suomi syö ja millä hinnalla*. Tampere 2.-4.2. 1999. Helsinki, Agro-Food ry. p. E4. ISBN 951-96301-2-0.



31600 JOKIOINEN

		Julkaisun sarja ja numero MTT:n julkaisuja. Sarja A 96	
		Julkaisuaika (kk ja vuosi) Kesäkuu 2001	
Tekijä(t) Heikki Jalli, Antti Laine ja Sanni Junnila		Tutkimushankkeen nimi	
		Toimeksiantaja(t) MTT	
Nimike Rikkakasvien torjunta kevätiljasta			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT, nykyisin Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus) kuudella koepaikalla tutkittiin vuosina 1992–1994, miten kaksi rikkakasvihävitettä eli herbisidiä, kolme käyttömäärää ja kaksi käsittelyaikaa tehoavat kevätiljoihin. Koekasveina olivat kevätvehnä, ohra ja kaura. Lisäksi selvitettiin herbisidien käytön kannattavuutta.</p> <p>Käytetyt herbisidit olivat Duplosan DP-M (diklorproppi-P/MCPA, 285/265 g/l) ja Express 75 DF (tribenuroni-metyyli, 750 g/kg). Niitä käytettiin joko pienintä suositeltua annosta, siitä kolmea neljäsosaa tai puolta annosta. Lisäksi mukana oli käsittelemätön koejäsen. Kun vilja käsiteltiin herbisidillä, siinä oli 3–4 lehteä (Zadoks 13–14) tai se oli pensomisen loppuvaiheessa tai 1-solmuasteella (Z 21–31). Rikkakasvit olivat puolestaan sirkkalehti- tai ruusukeasteella. Rikkakasvien massa oli käsittelemättömissä koejäsenissä keskimäärin 140 k.-a. kg/ha. Neliömetrillä kasvoi keskimäärin 138 rikkakasvia, ja niistä yleisimmät olivat jauhosavikka ja peippi. Käsittelemättömän kevätiljan sato oli keskimäärin 4 460 kg/ha. Kun kevätilja käsiteltiin herbisidillä, sato suureni keskimäärin 75 kg/ha. Talouslaskelmissa verrattiin käsitellyn ja käsittelemättömän koejäsenen katetuottoja. Hinnat olivat satokaudelta 2000/2001 ja Agenda 2000:n mukaisia. Tuotantopanokset olivat puolestaan kevään 2000 hintatasoa. Viljan pensomisen lopulla tehdyt Duplosan-käsittelyt olivat aikaisia ruiskutuksia tappiollisempia. Erityisesti vehnä kärsi kuivissa ja helteisissä oloissa tehdyistä fenoksihappokäsittelyistä, ja sato pieneni jopa 1 000 kg/ha. Sen sijaan käsittelyt Expressillä tuottivat vehnällä positiivisia tuloksia. Ohran ja kauran 3–4 -lehtivaiheessa tehdyt Duplosan-käsittelyt tuottivat vähiten (30–70 mk/ha) tappiota. Kun herbisidien käyttöä vähennetään, ruiskutusolojen on oltava hyvät ja valmisteen on tehottava rikkakasvilajistoon. Tällöin taloudellinen tulos paranee, vaikka torjunnan teho heikkeneekin. Herbisidiannosten pienentäminen sopii rikkayrttien hallintaan paremmin kuin harvakseltaan käytetyt suuret määrät rikkakasvihävitettä. Sen sijaan kesto- ja ongelmarikkakasvien torjunnassa herbisidien käyttömääriä ei voida pienentää.</p>			
Avainsanat kasvinsuojelu, kevätiljat, vehnä, ohra, herbisidit, rikkakasvit, talous, kannattavuus, diklorproppi-P, MCPA, tribenuroni-metyyli			
Toimintayksikkö MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen			
ISSN 1239-0852 1239-0844		ISBN 951-729-618-5 (Painettu) 951-729-619-3 (Verkkajulkaisu)	
		Saatavuus http://www.mtt.fi/asarja	
Myynti MTT, Tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN Puhelin (03) 4188 2327 Telekopio (03) 4188 2339 Sähköposti julkaisut@mtt.fi			Sivuja 35 s.

Jyväskylän yliopistopaino 2001

ISBN 951-729-618-5 (Painettu)
ISBN 951-729-619-3 (Verkkajulkaisu)
ISSN 1239-0852 (Painettu)
ISSN 1239-0844 (Verkkajulkaisu)

<http://www.mtt.fi/asarja>