

*M a a t a l o u d e n
t u t k i m u s k e s k u k s e n
j u l k a i s u j a*

S A R J A A

69

*Heikki Jalli, Antti Laine
ja Sanni Junnila*

**Syysvehnän rikkakasvien
torjunta ja kasvunsäätet
ruisvehnän viljelyssä**

Heikki Jalli, Antti Laine ja Sanni Junnila

Syysvehnän rikkakasvien torjunta ja kasvunsäätteet ruisvehnän viljelyssä

**The herbicide treatments in winter wheat and the
growth regulators in triticale**

Maatalouden tutkimuskeskus

Jalli, H.¹⁾, Laine, A.²⁾ & Junnila, S.¹⁾ 2000. Syysvehnän rikkakasvien torjunta ja kasvunsäätteet ruisvehnän viljelyssä. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 69. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 27 p. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-560-X.

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

²⁾ Maatalouden tutkimuskeskus, Lounais-Suomen tutkimusasema, Saarentie 220, 23120 Mietoinen, antti.laine@mtt.fi

Jalli, H.¹⁾, Laine, A.²⁾ & Junnila, S.¹⁾ 2000. The herbicide treatments in winter wheat and the growth regulators in triticale. Publications of Agricultural Research Centre of Finland. Serie A 69. Jokioinen: Agricultural Research Centre of Finland. 27 p. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-560-X.

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

²⁾ Agricultural Research Centre of Finland, Southwest Finland Research Station, Saarentie 220, FIN-23120 Mietoinen, Finland, antti.laine@mtt.fi

ISBN 951-729-560-X

ISSN 1238-9935

2. Korjattu painos

Copyright

Maatalouden tutkimuskeskus

Heikki Jalli, Antti Laine ja Sanni Junnila

Julkaisija

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen

Puh. (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339

Painatus

Jyväskylän yliopistopaino 2000

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.

Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Rikkakasvien tarpeenmukainen torjunta syysvehnässä

Heikki Jalli¹⁾, Antti Laine²⁾ ja Sanni Junnila¹⁾

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

²⁾Maatalouden tutkimuskeskus, Lounais-Suomen tutkimusasema, Saarentie 220, 23120 Mietoinen, antti.laine@mtt.fi

Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokiosilla ja Mietoisissa tutkittiin vuosina 1991–1993 kolmen rikkakasvihävitteen (herbisidi) tehoa ja käytön kannattavuutta syysvehnän rikkakasvien torjunnassa. Kokeissa oli käsittelemättömän koejäsenen lisäksi Hormoprop (mekopropi/MCPA, 400/200 g/l), Herbalon 620 (mekopropi/MCPA/klopyralidi, 400/200/21,5 g/l) ja Ally 20 DF (metsulfuroni-metyyli, 200 g/kg) -valmisteet. Kustakin valmisteesta käytettiin pienintä suositeltua käyttömäärää ja siitä kolmea neljäsosaa sekä puolta annosta. Käyttömäärät olivat: Hormoprop 5,0, 3,75 ja 2,5 l/ha, Herbalon 620 3,0, 2,25 ja 1,5 l/ha sekä Ally 20 DF, 15 ja 10 g/ha + Sito 0,2 l/ha.

Kokeet sijoitettiin syysvehnäpelloille, joilla arvioitiin rikkakasvien torjunnan olevan tarpeellista. Rikkakasvitiheys oli keskimäärin 210 rikkakasvia/m², josta saunakukkia oli keskimäärin 24 kpl/ m². Keväinen torjuntatarpeen arvio osoittautui oikeaksi. Käsittelemättömän syysvehnän sato oli keskimäärin 4500 kg/ha ja herbisidikäsittelyillä saatu sadonlisä keskimäärin 300 kg/ha.

Taloudellisen vertailun kohteena oli kunkin käsittelyn koejäsenen katetuotto vähennettynä käsittelemättömän koejäsenen katetuotolla. Tuloslaskelmissa käytettiin kevään 1998 hintoja. Ally-käsittelyillä sato lisääntyi 60 kg/ha enemmän kuin muilla valmisteilla. Vaikka satoero ei ole tilastollisesti merkitsevä, niin hinnaltaan edullisen Allyn käyttö oli kannattavaa. Kaikilla Ally-käsittelyillä saatiin taloudellisesti kannattava tulos, joka vaihteli pienimmän suositellun käyttömäärän 30 markasta/ha puolitetun annoksen 120 markkaan/ha. Hormoprop- ja Herbalon-käsittelyillä päästiin kannattavaan taloudelliseen tulokseen, 47–75 mk/ha, vain puolitetulla käyttömäärällä.

Rikkakasvien torjunnan hyvän taloudellisen tuloksen edellytyksenä on, että pellolla on rikkakasveja, jotka alentavat syysviljojen satoa. Herbisidien käyttömääriä pienennettäessä torjuntatyö on tehtävä hyvissä ruiskutusoloissa pellon rikkakasvilajistoon hyvin tehoavalla valmisteella. Siirryttäessä käyttöohjetta pienempiin annoksiin tingitään torjunnan tehosta, mutta näin voidaan kuitenkin turvata ruiskutuksen taloudellinen tulos.

Avainsanat: kasvinsuojelu, herbisidit, viljakasvit, rikkakasvit, syysvehnä, kasvinsäätteet, kannattavuus, klopyralidi, MCPA, mekopropi, metsulfuroni-metyyli

The profitability of herbicide treatments in winter wheat

Abstract

The field study was conducted by the Institute of Plant Protection of the Agricultural Research Centre of Finland at two experimental sites in Finland in 1991–1993. The aim was to investigate the effect of herbicide treatments on weeds and the yield of winter wheat. The economic return of the treatments was calculated.

Winter wheat was treated with Hormoprop (mecoprop/MCPA, 400/200 g/l), Herbalon 620 (mecoprop /MCPA/clopyralid, 400/200/21.5 g/l) and Ally 20 DF (metsulfuron-methyl, 200 g/kg). Herbicides were applied at tillering or early stem elongation stage (Zadoks 24–30). The application rates were the lowest recommended or 3/4 or 1/2 of the recommended dose.

The average weed density was 210 weeds/m² and the air-dry weight 51 g/m².

The treatments lowered the weed density to 32–105 plant/m² and the weight by 75 % at least. Only the lowest Herbalon rate failed, and giving an efficacy of 73 % in weed weight. The untreated plots yielded 4500 kg/ha and the treated plots a 300 kg/ha greater yield. The economic return of the treatments was calculated taking into account the amount and price of the product used. Only the lowest amounts of the phenoxy-acid herbicides and the metsulfuron-methyl treatments gave a positive net return, that is, FIM 30–120 or € 5–20/ha.

All extra work, product price, tramping, harvesting drying and transporting costs were included in the calculations. An economically positive return was achieved only at reduced herbicide rates under relatively weedy conditions.

Key words: plant protection, herbicides, cereal crops, weeds, winter wheat, profitability, clopyralid, MCPA, mecoprop, metsulfuron-methyl

Sisällys

Rikkakasvien tarpeenmukainen torjunta syysvehnässä	3
Tiivistelmä	3
Abstract	4
1 Johdanto	7
1.1 Rikkakasvit kilpailevat viljelykasvin kanssa	7
1.2 Rikkakasvien torjuntatarpeen arviointi	7
1.3 Herbisidien käyttömäärien vähentäminen	8
2 Menetelmät	9
2.1 Kenttäkokeet	9
2.2 Tilastollinen käsittely	9
2.3 Käsittelyjen kannattavuus	10
3 Tulokset	10
3.1 Sadon määrä ja laatu	10
3.2 Rikkakasvimäärä	10
3.2.1 Käsittelyjen teho rikkakasveihin	10
3.2.2 Käsittelyjen teho saunakukkaan	11
3.2.3 Käsittelyjen taloudellinen kannattavuus	12
4 Tulosten tarkastelu	13
Kirjallisuus	15
Kasvunsäätteiden käytön kannattavuus ruisvehnällä	18
Tiivistelmä	18
Abstract	19
1 Johdanto	20
1.1 Ruisvehnän käyttö	20
1.2 Ruisvehnän kasvu	20
1.3 Ruisvehnän laontorjunta	21
2 Menetelmät	21
2.1 Kenttäkokeet	21
2.2 Tilastollinen käsittely	22
2.3 Käsittelyjen kannattavuus	22
3 Tulokset	23
3.1 Sadon määrä ja laatu	23
3.2 Korrenpituus ja lako	24
3.3 Käsittelyjen taloudellinen kannattavuus	24
4 Tulosten tarkastelu	25
Kirjallisuus	27

1 Johdanto

1.1 Rikkakasvit kilpailevat viljelykasvin kanssa

Rikkakasvit kilpailevat kasvustossa viljan kanssa ravinteista ja elintilasta ja pienentävät viljasatoa (Häkansson 1983). Tanskalaisen tutkimusten mukaan yksi gramma rikkakasvien kuivapainoa neliometrillä pienensi ohrasatoa 4,7 kg/ha (Christensen 1993), ja yksi rikkakasviyksilö pienensi Erviön et al. (1991) tutkimuksissa kevätiljasatoa 1,8 kg/ha. Vuosien 1972–1974 peltojen rikkakasvikartoituksessa ruispelloilla kasvoi käsittelemättömillä alueilla 303 rikkakasvia/m² (Raatikainen & Raatikainen 1979), joiden kuiva-ainesato oli lähes 800 kg/ha (Raatikainen et al. 1985).

Syysviljakasvustojen syysyksivuotiset rikkakasvit taimettuvat jo syksyllä ja jatkavat kasvuaan keväällä yhdessä talvehtineen viljanoraan kanssa. Syysyksivuotisista rikkakasveista tärkeimpiä ja yleisimpiä ovat pelto-orvokki, pihatahtimö, saunakukka, peltolemmikki ja linnunkaali. Keväällä itäviä kevätyksivuotisia kertarikkakasveja ovat jauhosavikka, pillikkeet, peltoukonauris sekä piha- ja kiertotatar (Raatikainen & Raatikainen 1979).

Hyvin talvehtineen syysviljan kilpailukyky rikkayrttejä vastaan on kevätiljoja parempi (Christensen 1991), mutta rikkaheiniä vastaan heikompi kuin kauran (Lemerle et al. 1995). Heinämäiset rikkakasvit hyötyvät yksipuolisesta viljanviljelystä (Salonen 1992) etenkin, jos syysvehnän viljelyssä siirrytään entistä kevyempiin muokausmenetelmiin (Pallutt 1993, McCloskey et al. 1998). McCloskey et al. (1998) järjestivät kokeen, jossa hietakattaran määrä kymmenkertaistui kolmessa vuodessa, kun maata ei muokattu vaikka herbisidejä käytettiin.

Wilsonin et al. (1995) mukaan syysvehnän kilpailukyky paranee viljan ollessa tiheäkasvuista. Koska rikkakasvien siementuotanto on verrannollinen rikkakasvien painoon, viljan tiheyden pienentyessä rikka-

kasvien siementuotantokyky paranee ja puhtaassa rikkakasvikasvustossa rikkakasvien siementuotanto on erittäin hyvä.

Rikkakasvien kilpailukyky on erilainen eri vuosina (Wilson et al. 1995, Lemerle et al. 1996) ja samoin viljakasvuston kilpailukyky vaihtelee (Lemerle et al. 1995, Cousens & Mokhtari 1998). Kilpailukykyisten viljakasvien versot kasvavat ja peittävät maanpinnan nopeasti (Seavers & Wright 1997), jolloin kasvit pystyvät tuottamaan hyvän sadon rikkakasvien kilpailusta huolimatta (Lemerle et al. 1995). Kauran kilpailukyky on hyvä lajikkeesta riippumatta, mutta vehnä-, ohra- (Seavers & Wright 1997) ja syysvehnälaajikkeiden (Causanell 1997) välillä on eroja kilpailukyvyssä. Kilpailukykyisemmällä lajikkeella, kuten pitkäkortisilla vehnillä, sadon pieneminen rikkakasvitiheyden suurentuessa on hitaampaa kuin lyhytkortisilla vehnillä (Wilson 1995 et al.). Hult (1998) onkin arvioinut, että kilpailukykyiset vehnälaajikkeet soveltuisivat viljelyjärjestelmiin, jotka eivät tukeudu vahvasti kemialliseen rikkakasvien torjuntaan. Lajikkeen jyväsadon pieneminen ja rikkakasvien kasvu ovat hyvin yhteydessä keskenään. Rikkakasvien kanssa kilpaillessaan hyvin satoa tuottava lajike ei kuitenkaan välttämättä pysty suuriin satoihin rikkakasvittomassa kasvustossa (Christensen 1995). Toisaalta runsas tähkiminen ei ole yhteydessä hyvään kilpailukykyyn (Champion et al. 1998). Lajikkeen valinnan lisäksi olisi keskityttävä käyttämään lajikkeiden kilpailukykyä parantavia viljelymenetelmiä, siemenmäärää, siemenen kokoa tai lannoitteen sijoittamista (Cousens & Mokhtari 1998).

1.2 Rikkakasvien torjuntatarpeen arviointi

Rikkakasvien aiheuttamien taloudellisten menetysten arviointi on tehtävä, kun vielä on mahdollisuus ryhtyä torjuntatoimenpiteisiin. Rikkakasvitiheyteen perustuvan sätotappiomallin (Cousens 1985) käyttöön syysviljoilla liittyy ongelma havaintoajan ja

torjuntatoimenpiteiden ajoittamisesta syksyyn tai kevääseen. Storkley et al. (1997) esittivät sekä syys- että keväthavaintojen tekemistä. Jos oletetaan rikkakasvien selviytymisen talvesta vaihtelevan rikkakasvilajeittain ja paikoittain, on asiallista lykätä rikkakasvihavaintoa kevääseen. Rikkakasvien aiheuttama kilpailu alkaa kuitenkin vasta keväällä. Lukumäärähavainnot eivät ota huomioon eroja rikkakasvien taimettumisajoissa tai taimien koossa.

Provenin et al. (1991) tutkimuksissa verrattiin torjuntakynnyksen avulla määrättyyn rikkakasvitorjunnan ja puoleen vähennetyin annoksin tehtyjen ruiskutusten taloudellisuutta. Heidän mukaansa torjuntakynnyksien ylittymisen havainnointi oli liian työlästä viljelijöille ja neuvojille. Lisäksi menetelmällä tehtiin usein turhia käsitteilyjä. Pienennetyillä annoksilla käsittely oli taloudellisesti kannattavampaa.

Pellolla havainnointia on kehitetty auttamaan viljelijää valitsemaan oikea valmiste ja käyttömäärä. Pienennettyjen annosten käyttö vähentää herbisidien käyttöä paremmin kuin torjuntakynnyksen ei ruikutusta/ruiskutus -menetelmä (Whitting et al. 1991). Brittein saarilla viljelijät ovat siirtyneet käyttämään viljan viljelyssä alennettuja annoksia ilman huomattavia muutoksia sadoissa (Champion et al. 1997)

Christensenin & Rasmussenin (1997) mukaan viljelijöiden kiinnostusta taloudellisten torjuntakynnyksen käyttöön ovat haitanneet herbisidien edulliset hinnat sekä tiedon puute monilajisen rikkakasvuston kilpailusta, jakautumisesta ja runsaudesta pellolla. ALMANAC -tietokoneohjelma on kehitetty arvioimaan rikkakasvien torjunnan tarvetta. Se käyttää sää-, maaperä- ja viljelykasvitietoja simuloidessaan päivittäistä viljelykasvin ja rikkakasvien kasvua sekä odotettavissa olevaa jyväsatoa. Malli on todettu kohtuullisen hyvintoimivaksi arvioitaessa satovahinkokynnyksiä integroidussa rikkakasvien torjunnassa (Debeake et al. 1997), jossa käytetään tarpeenmukaisesti eri rikkakasvien torjuntamenetelmiä. Washingtonin-Idahon Palouse-alueelle sovitettu PALWEED:WHEAT -ohjelma pe-

rustuu kenttäkokeista saatuihin havaintoihin. Se pyrkii määrittämään mahdollisimman edullisen ja tehokkaan herbisidityypin ja käyttömäärän syysvehnälle (Kwon et al. 1998).

1.3 Herbisidien käyttömäärien vähentäminen

Salosen ja Erviön (1988) mukaan herbisidikäsitteilyllä saadaan yleensä noin 75 %:n teho rikkakasveihin. Herbisidien käyttömäärän voi sopeuttaa rikkakasvien kehitystasteen, lukumäärän ja lajikoostumuksen mukaan. Torjunta-aineille herkkiä rikkakasveja voi torjua pienillä määrillä valmistetta. Herbisidikäsittelyjen seurauksena rikkakasvien siementuotanto heikkenee nopeammin kuin rikkakasvien paino (Anderson 1995). 250 g/ha tehoaine MCPA:ta estää jauhosavikan siementen muodostumisen lähes kokonaan (Pedersen & Rasmussen 1990). Andersonin (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 heikkenee eniten tehtäessä käsittely ensimmäisen kasvulehden (kiertotatar) tai ruusukevaiheen (taskuruoho ja kierumatara) aikoihin (Anderson 1995).

Skotlantilaisessa tutkimuksessa ei viiden vuoden aikana syntynyt vakavia rikkakasvi-ongelmia, ja taloudellinen tulos parani käytettäessä pienennettyjä herbisidimääriä (Richards et al. 1997). Kevätvehnän rikkakasvien torjunta on ollut suomalaisissa tutkimuksissa pitkällä aikavälillä taloudellisesti kannattavaa pienennetyin annoksin (Salonen 1995). Håkanssonin (1997) mukaan rikkakasvien torjuntaa suunniteltaessa olisi pyrittävä yhä enemmän pitkän aikavälin ennusteisiin erilaisten rikkakasvien esiintymisestä ja vaikutuksesta erilaisissa viljelymenetelmissä.

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu Maatalouden tutkimuskeskuksessa (MTT) toteutetun koesarjan tulosten pohjalta her-

bisidien käyttöohjeen suosittelemien pienimpien ja vielä sitä pienempien käyttömäärien biologisia ja taloudellisia vaikutuksia nykypäivän hinta- ja kustannustasolla. Tutkimuksessa selvitetään rikkakasvien torjuntaruiskutusten taloudellista tulosta.

2 Menetelmät

2.1 Kenttäkokeet

Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisilla ja Mietoissa tehtiin vuosina 1991–1993 yhteensä yhdeksän syysvehnän rikkakasvien torjuntakoetta. Kenttäkokeissa tutkittiin eri herbisidien tehoa käyttöohjeen pienimmällä ja sitä pienemmällä annoksilla sekä tarpeenmukaisen rikkakasvitorjunnan kannattavuutta. Ennen kokeen perustamista varmistuttiin, että alueella on rikkakasveja.

Kokeissa oli käsittelemättömän koejäsenen lisäksi Hormoprop (mekopropi/MCPA, 400/200 g/l), Herbalon 620 (mekopropi/MCPA/klopyralidi, 400/200/ 21,5 g/l) ja Ally 20 DF (metsulfuronimetyyli, 200 g/kg) -valmisteet. Kustakin valmisteesta käytettiin puolta, kolmea neljäsosaa ja käyttöohjeen pienintä käyttömäärää. Koejäsenet on esitetty taulukossa 1.

Kokeet käsiteltiin keväällä kasvun alettua toukokuun alkupuolella, 8.–15.5. Syysvehnä oli käsiteltävissä versomisvaiheessa tai juuri korren pitenemisen alussa (Zadoks

24–30, Feekes 3–4). Rikkakasvien kehitysvaihe vaihteli sirkkalehtiasteelta ruusukeasteelle. Rikkakasvilaskenta tehtiin 1,5–2 kuukautta käsittelystä kahdelta 0,5 m²:n alueelta/ruutu. Rikkakasvien lukumäärät ja kuivapainot mitattiin lajeittain. Kokeet puitiin elokuussa, 7.–30.8., ja sadon määrä ja hinnoitteluun vaikuttavat laatutekijät määritettiin.

2.2 Tilastollinen käsittely

Kummaltakin koepaikalta saadut tulokset kerättiin yhteen tiedostoon. Aineistosta tehtiin 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 koejäsenittäin vaihteli arvojen 1000 ja 30 000 välillä ja koejäsenet liittyivät toisiinsa. Lisäksi jakaumat olivat huipukkaita, joten logaritmimuunnos oli tarpeen (Cousens 1988) ennen tilastollisten testien suorittamista. Rikkakasvien lukumäärien varianssi koejäsenittäin vaihteli arvojen 500 ja 31 000 välillä ja se pieneni välille 5–31 neliöjuurimuunnoksella.

Lineaarissa sekamallissa käytettiin koevuotta ja -paikkaa satunnaistekijöinä sekä torjunta-ainekäsittelyä kiinteänä tekijänä selittämässä muutoksia vastemuuttujissa. Parittaisilla keskiarvojen estimaattien

Taulukko 1. Koejäsenet ja niiden ainekustannus, mk/ha.

Koejäsenet	Annos	Ainekustannus, mk/ha
1. Käsittelemätön		-
2. Hormoprop	5,0 l/ha	170
3. Hormoprop	3,75 l/ha	128
4. Hormoprop	2,5 l/ha	85
5. Herbalon 620	3,0 l/ha	171
6. Herbalon 620	2,25 l/ha	128
7. Herbalon 620	1,5 l/ha	86
8. Ally 20 DF	20 g/ha + Sito 0,2 l/ha	100
9. Ally 20 DF	15 g/ha + Sito 0,2 l/ha	75
10. Ally 20 DF	10 g/ha + Sito 0,2 l/ha	50

erojen testauksilla verrattiin eri käsittelyjä sekä koejäsenryhmiä käsittelemättömään ja toisiin käsittelyryhmiin. Tutkittavana olivat jatkuvat muuttujat: rikkakasvitiheys, rikkakasvien massa, viljasato, hehtolitrapaino, tuhannen jyvän paino ja korrenpituus. Tekstissä ja kuvissa esitettävät keskiarvot ovat tekijöiden mallinmukaisia estimaatteja. Koska käsittelemättömän koejäsenen rikkakasvitiheys ja rikkakasvien massa erosivat huomattavasti muiden käsittelyjen arvoista, tilastolliset testit tehtiin myös aineistosta, josta käsittelemätön koejäsen oli poistettu.

Tekstissä käytettyjen tilastollisten erojen rajat ovat: erittäin merkitsevä ero = 99,9 % luotettavuus, hyvin merkitsevä = 99 % ja merkitsevä ero = 90 % luotettavuus. Kuvissa ilmoitettujen erojen luotettavuus on 99,5 %.

2.3 Käsittelyjen kannattavuus

Käsittelyjen taloudellisia vaikutuksia tutkittaessa käytettiin kevään 1998 viljan hintaa (Maaseudun Tulevaisuus 1998). Ympäristö- ym. tukien ja lisähintojen tasona oli samoin vuoden 1998 tilanne (Sonkkila 1998). Työkustannukset laskettiin Työtehoseuran kasvinviljelytöiden työnormien (Peltonen 1992) mukaisesti vastaamaan alaltaan noin 50 hehtaarin viljatilän koneistusta. Kemiallisen kasvinsuojelun kustannukset koostuvat kone- ja työkustannuksista sekä torjunta-aineesta, joiden hintoina käytettiin viimeksi markkinoilla olleiden vastaavien tuotteiden hintoja (Lallukka 1996).

Kylvön ja kasvinsuojelun työkustannukset olivat ruiskuttamatonta koejäsentä lukuun ottamatta samat kaikilla koejäsenillä. Viljan korjuu- ja käsittelykustannuksiin vaikutti korjattavan sadon määrä. Koska koeruuduilla ruiskutukset tehtiin korjattavaa ruutua tallaamatta, vähennettiin 1 %:n suuruiset tallaustappiot kaikkien ruiskutettujen koejäsenten sadoista (Köylijärvi 1985). Tuotantoon sijoitetulle liikepääomalle asetettiin 4 %:n korkovaatimus.

3 Tulokset

3.1 Sadon määrä ja laatu

Kokeet sijoitettiin koepaikoille, joiden rikkakasvitiheys oli keskimäärin 210 rikkakasvia/m² (keskiarvon keskivirhe, S.E. = 27,0) ja joista saunakukkia oli keskimäärin 24 kpl/m². Yhdeksän kokeen keskiarvona käsittelemättömän syysvehnän sato oli 4500 kg/ha (keskiarvon keskivirhe vaihteli välillä 94–127) ja herbisidikäsitteilyillä saatu sadonlisä oli hyvin merkitsevä, keskimäärin 300 kg/ha (Kuva 1). Käsitteletyt eivät vaikuttaneet vehnän sakolukuun (keskimäärin 225), tuhannen jyvän painoon (43,5 g) tai hehtolitrapainoon (78,1 kg).

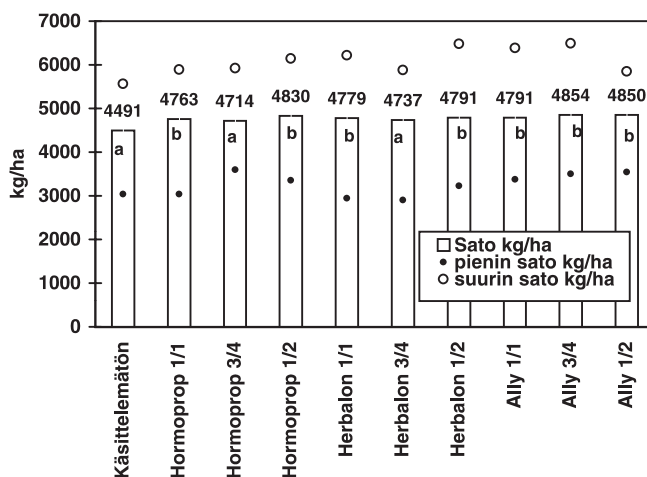
Kaikki käsitteletyt lisäsivät satoa vähintään merkitsevästi 245–365 kg/ha. Allykäsittelyjen satojen keskiarvo oli 63 kg/ha suurempi kuin Hormoprop- tai Herbalonkäsittelyjen. Puolitetuilla herbisidiannoksilla käsiteltyjen ruutujen sato oli keskimäärin 46 kg/ha suurempi kuin täysannoksella ja 44 kg/ha suurempi kuin 3/4-annoksella käsiteltyjen ruutujen sadot (Kuva 2).

3.2 Rikkakasvimäärä

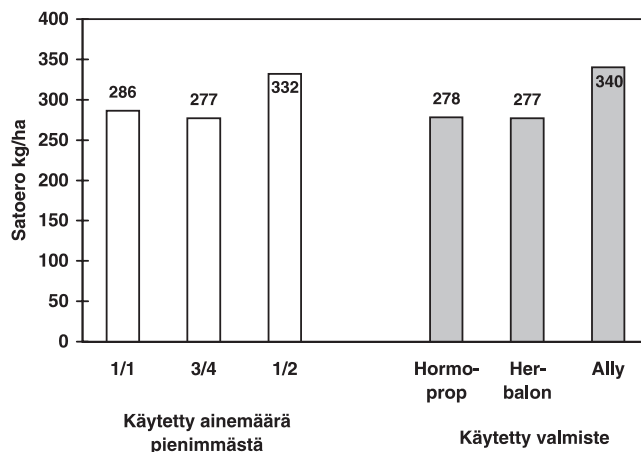
3.2.1 Käsittelyjen teho rikkakasveihin

Käsittelemättömän koejäsenen rikkakasvien kuivapaino vaihteli 5,5–142,7 g/m². Rikkakasvien kuivapainon keskiarvo pieneä käsittelemättömän 51 grammasta/m² 3,3–13,6 grammaan/m² käsittelyn mukaan (Kuva 3). Allykäsittelyillä koeruuduilla oli erittäin merkitsevästi muita käsittelyjä vähemmän rikkakasvimassaa. Keskimäärin (ei esitetty kuvissa) 3/4-määrällä käsiteltyissä koejäsenissä ei ollut suurempaa rikkakasvimassaa kuin täydellä annoksella käsiteltyillä ruuduilla (ero 0,7 g/m²), mutta 1/2-annoksella käsiteltyillä ruuduilla oli erittäin merkitsevästi enemmän rikkakasveja (ero 3,1 g/m²) kuin täydellä annoksella käsiteltyillä ruuduilla. 3/4-ainemäärä vähensi rikkakasvien painoa hyvin merkitsevästi

Kuva 1. Syysvehnäsato vuosina 1991–1993 ja kunkin koejäsenen pienin ja suurin sato. Parittaisen vertailun erot 5 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pionaakkosilla (9 koetta).



Kuva 2. Eri ainemäärien ja valmisteiden vaikutus satoon verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen (9 koetta).



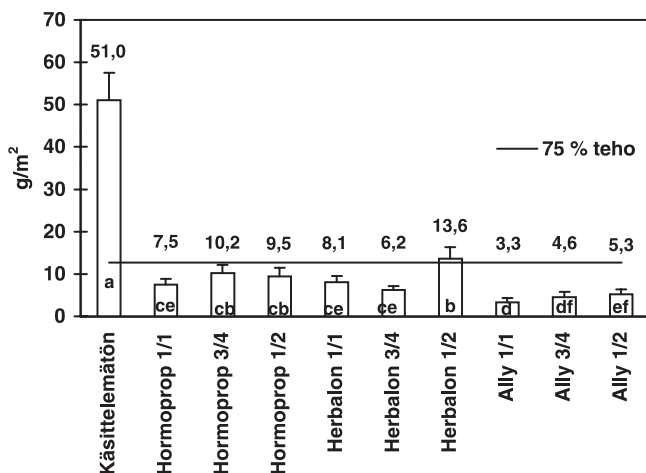
enemmän (ero 2,4 g/m²) kuin 1/2-ainemäärä.

Rikkakasvien kappalemäärä vaihteli käsittelemättömillä ruuduilla 11–793 kpl/m². Vain kaksi suurinta Ally-käsittelyä vähensivät rikkakasvien lukumäärää yli 75 % käsittelemättömästä (Kuva 4). Hormoprop-käsittelyjen keskiarvoteho ei eronnut Herbalon-käsittelyjen tehosta, mutta Ally oli kumpaakin erittäin merkittävästi tehokkaampi. Täydet torjunta-aineannokset (ei esitetty kuvissa) vähensivät rikkakasvien lukumäärää erittäin merkittävästi enemmän kuin 1/2-annokset (ero 28 kpl/m²), mutta 3/4-annoksen teho erosi täydestä ja vastaavasti 1/2-annoksen teho 3/4-annoksen te-

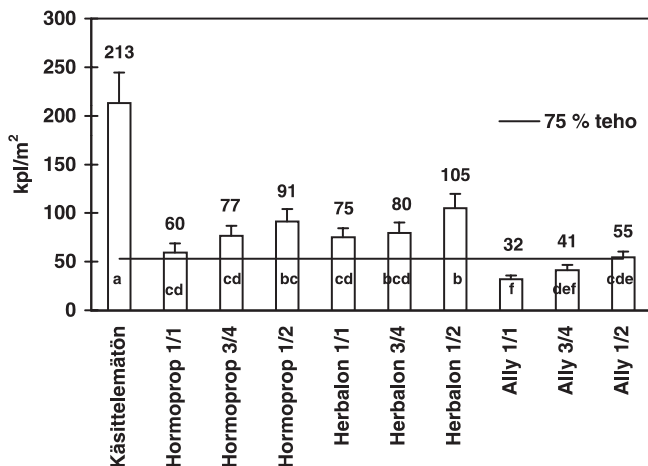
hosta vain merkittävästi (10–18 kpl/m²). Yksittäisistä käsittelyistä suurimman ja 3/4-Ally-annoksen rikkakasvimäärät olivat muita käsittelyjä hyvin tai erittäin merkittävästi pienempiä (ero 14–63 kpl/m²).

3.2.2 Käsittelyjen teho saunakukkaan

Saunakukkaa oli jokaisessa yhdeksässä koeksessa, enimmillään käsittelemättömissä ruuduissa 126 g/m² ja 105 kpl/m². Saunakukan kuivapainon keskiarvo pieneni käsittelyillä 24 grammasta/m² 0,1–6,0 grammaan/m². Kaikkien käsittelyjen tulos oli hyvä (Kuva 5). Kaikki Ally-käsittelyt ja



Kuva 3. Rikkakasvien kuivapaino ja 75 %:n teho rikkakasvien kuivapainoihin. Tilastollinen erojen merkitsevyys ($p < 0,05$) laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja ero esitetään pienaakkosin. Kuvan arvot ovat muuntamattomia. Keskiarvon keskivirhe on ilmoitettu janan avulla (9 koetta).



Kuva 4. Rikkakasvien lukumäärä ja 75 %:n teho rikkakasvien lukumäärään. Tilastollinen erojen merkitsevyys ($p < 0,05$) laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja ero esitetään pienaakkosin. Kuvan arvot ovat muuntamattomia. Keskiarvon keskivirhe on ilmoitettu janan avulla (8 koetta).

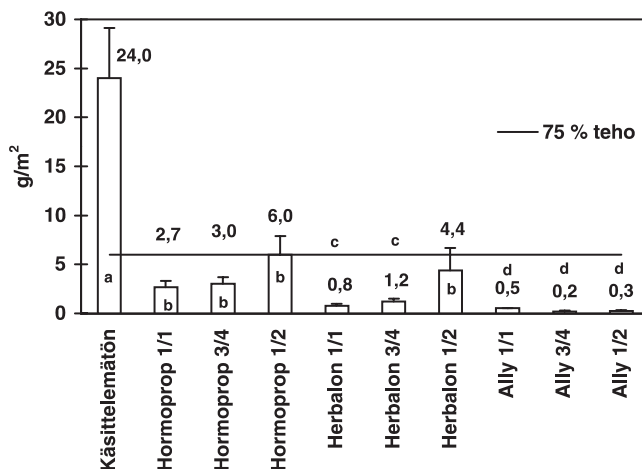
täysi Herbalon-annos olivat saunakukan kuivapainon suhteen hyvin tai erittäin merkitsevästi muita käsittelyjä tehokkaampia.

Saunakukan lukumäärä pieneni yli 75 % kaikilla Ally-käsittelyillä sekä täydellä ja 3/4-annoksella Herbalonia (Kuva 6). Allylla käsittelyjen ruutujen saunakukkatiheys oli erittäin merkitsevästi pienempi kuin Herbalonilla tai Hormopropilla käsiteltyjen ja vastaavasti Herbalonilla käsiteltyjen ruutujen tiheys erittäin merkitsevästi pienempi kuin Hormopropilla käsiteltyjen ruutujen.

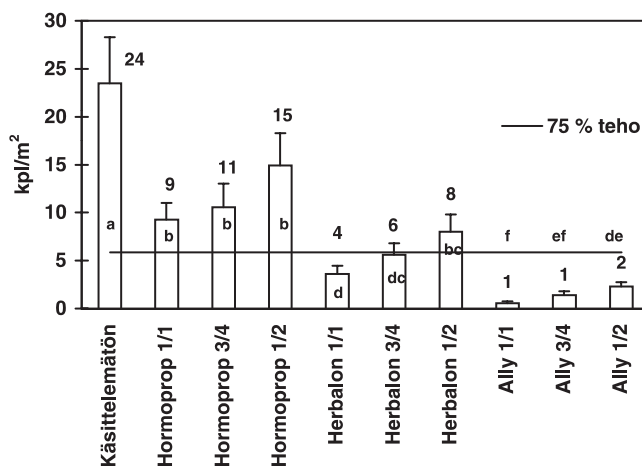
3.3.3 Käsittelyjen taloudellinen kannattavuus

Vertailun kohteena oli kunkin käsittelyn katetuotto vähennettynä käsittelemättömän koejäsenen katetuotolla. Kaikilla Ally-käsittelyillä saatiin positiivinen taloudellinen tulos, joka vaihteli täyden annoksen 30 markasta/ha puolen annoksen 120 markkaan/ha. Hormopropilla ja Herbalonilla saatiin positiivinen taloudellinen tulos vain puolittamalla käyttöohjeen pienin annos. Ally-käsittelyillä sato lisääntyi 60 kg/ha enemmän kuin muilla valmisteilla. Ero ei ole tilastollisesti merkitsevä, mutta valmisteen edullisuudesta johtuen käsittelyt olivat kannattavia (Kuva 7).

Kuva 5. Saunakukkien kuivapaino ja 75 %:n teho saunakukan kuivapainoon. Tilastollinen erojen merkitsevyys ($p < 0,05$) laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja ero esitetään pienaakkosin. Kuvan arvot muuntamattomia. Keskiarvon keskivirhe on ilmoitettu janan avulla (9 koetta).



Kuva 6. Saunakukkien lukumäärä ja 75 %:n teho. Tilastollinen erojen merkitsevyys ($p < 0,05$) laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja ero esitetään pienaakkosin. Kuvan arvot ovat muuntamattomia. Keskiarvon keskivirhe on ilmoitettu janan avulla (8 koetta).

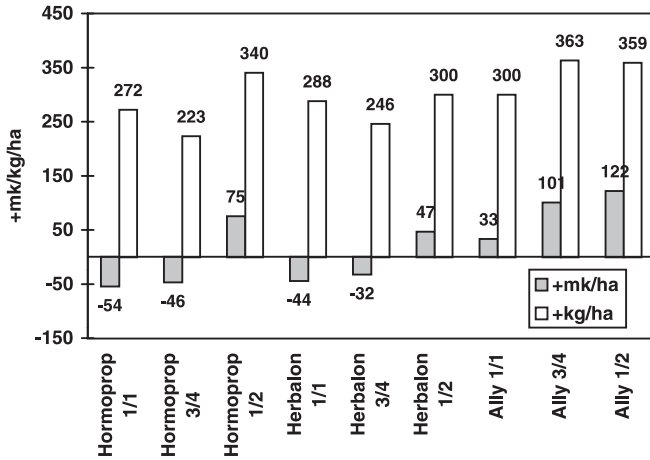


4 Tulosten tarkastelu

Näissä kokeissa keväällä arvioitu torjuntatarve osoittautui oikeaksi. Käsittelemättömissä koejäsenissä rikkakasveja oli keskimäärin 210 kpl/m² ja niiden kuivapaino oli keskimäärin 510 kg/ha. Vuosien 1972–1974 peltojen rikkakasvikartoituksessa ruispelloilla kasvoi käsittelemättömillä alueille 303 rikkakasvia/m² (Raatikainen & Raatikainen 1979). Niiden kuiva-ainesato oli lähes 800 kg/ha (Raatikainen et al. 1985) eli rikkakasvitiheys oli 90 kpl/m² suurempi ja rikkakasvien paino lähes 300 kg/ha suurempi kuin tämän koesarjan syysvehnässä.

Tämän tutkimuksen aikana Lounais-Suomen tutkimusasemalla Mietoisissa tehdyn havainnon mukaan tuoreiden rikkakasvien kuiva-ainepitoisuus oli noin 24 %. Raatikaisen et al. (1985) tutkimuksessa, jossa näytteiden kuiva-ainepitoisuudeksi tuli 94 %, rikkakasvinäytteet kuivattiin ja käsiteltiin kuten tässäkin tutkimuksessa. Arvio tämän koesarjan käsittelemättömien koejäsenten rikkakasvien tuoresadosta on 3,92 kertaa suurempi kuin ilmakuiva sato, siis noin 2000 kg/ha.

Tässä tutkimuksessa rikkakasvien lukumäärä pieneni käsittelyjen seurauksena keskimäärin 145 kpl/m² (213 ⇒ 68) ja rikka-



Kuva 7. Syysvehnän herbisidikäsitellyillä saavutettu keskimääräinen sadon lisääntyminen ja taloudellisen tuloksen muutos vuosina 1991–1993 (9 koetta).

kasvien kuivapaino $43,4 \text{ g/m}^2$ ($51,0 \Rightarrow 7,6$). Sato suureni käsittelyjen myötä keskimäärin 299 kg/ha eli $2,0 \text{ kg/rikkakasviyksilö}$ tai $6,9 \text{ kg/rikkakasvigramma}$. Sadon lisääntyminen oli samantasoista tai suurempaa kuin kevätiljoilla saadut tulokset: $1,8 \text{ kg/rikkakasviyksilö}$ (Erviö et al. 1991) tai $4,7 \text{ kg/ha}$ rikkakasvigrammaa kohden (Christensen 1993).

Syysvehnän hyvästä kilpailukyvästä huolimatta saunakukka, linnunkaali, pelto-konnauris ja pelto-orvokki pienentävät viljasatoa ja hankaloittavat korjuuta pieninäkin määrinä etenkin, jos vehnä on talvehitinut heikosti. Kokeissa saunakukan kuivapaino oli keskimäärin 240 kg/ha , kun se oli vuosina 1972–1974 peltojen rikkakasvikartoituksessa ruispelloilla 115 kg/ha (Raatikainen et al. 1985). Kaikkien valmistaiden kaikki käyttömäärät pienensivät saunakukan massaa vähintään vaadittavan 75% , mutta vain Herbalonin täysi ja $3/4$ -annos sekä kaikki Ally-annokset vähensivät myös saunakukkien lukumäärää vähintään 75% .

Tässä tutkimuksessa syysvehnän hehtaarisato suureni $245\text{--}365 \text{ kg/ha}$, mutta se ei kaikilla valmisteilla ja käyttömäärillä riittänyt korvaamaan kustannuksia. Provenin et al. (1991) mukaan herbisidikäsitellyn olisi lisättävä tapauskohtaisesti viljasatoa $300\text{--}1000 \text{ kg/ha}$, jotta käsittely olisi taloudellisesti kannattava.

Näiden kokeiden rikkakasvimäärillä

herbisidien käyttö osoittautui taloudellisesti kannattavaksi suosituksia pienemmillä käyttömäärillä, tai jos käytetty valmiste on hinnaltaan edullinen. Provenin et al. (1991) mukaan kustannustehokkain strategia on se, jossa herbisidikulut ovat pienimmät. Christensen & Rasmussen (1997) esittävät, että viljan hintojen ollessa matalalla, on taloudellisesti edullisinta käyttää normaaleja pienempiä herbisidiannoksia. Myös pitkällä aikavälillä kevätiljojen käsittely suositeltua pienemmin annoksin on osoittautunut taloudellisesti kannattavaksi (Salonen 1995, Richards et al. 1997), vaikka tulos luonnollisesti vaihtelee vuosittain (Erlund 1998). Pienennetyillä annoksilla joka vuosi tehty käsittely vähentää maan rikkakasvisiemenpankkia, kun taas käsiteltäessä vain torjuntakynnyksen ylittyessä, maan rikkakasvien siementilanne pysynee pitkällä aikavälillä ennallaan (Lawson et al. 1992).

Suurimmat keskiarvosadot saatiin fenoksiherbisidien täydellä ja puolitetulla annoksella ja pienimmät keskiarvosadot $3/4$ -annoksella. Käsiteltäessä viljakasvusto ”kaksoiskehävaiheella” $2\text{--}3$ -lehtiasteella fenoksihappovalmisteet voivat haitata tähkän kehittymistä (Peltonen 1994). Tässä tutkimuksessa kokeet käsiteltiin useimmiten pensastumisvaiheen loppupuolella, hyvin nopean kasvun vaiheessa. Tällöin tähkänmuodostuksen herkat vaiheet on jo ohitettu (Peltonen 1994). Kuitenkin on mahdollista, että fenoksihappovalmisteita käyt-

tettäessä tasapainoiltaan viljaa stressaavan vaikutuksen ja hyvän rikkakasvien torjuntatason välillä. Mukula & Köylijärvi (1965) havaitsivat rikkakasvien määrän ja herbisidillä saadun jyväsadon lisääntymisen olevan yhteydessä toisiinsa, mutta vastaavasti viljan satotason ja herbisidillä saadun jyväsadon lisäyksen välillä ei ollut yhteyttä. Tämän koesarjan kokeissa rikkakasveja oli vähemmän kuin esimerkiksi vuosina 1972–1974 ruispelloilla (Raatikainen & Raatikainen 1979).

Kone- ja työkuksannuksia voidaan mataltaa tehostamalla työmenetelmiä, kuten yhdistämällä tarpeenmukaisia kasvinsuojelukäsittelyjä tai lisäämällä tilojen välistä yhteistyötä. Kasvinsuojeluainekustannukseen vaikuttavat tuotteen hinta ja käyttömäärä. Hormoprop ja Herbalon ovat korvautuneet uusilla mekoproppi-P:tä sisältävillä valmisteilla, joiden käyttömäärä voidaan meko-

propin osalta puolittaa, mutta joiden hinta on korkeampi kuin vanhojen valmisteiden.

Mayor & Dessaint (1998) eivät suosittele herbisidien korvaamista mekaanisilla menetelmillä, koska tällöin jää helposti jäljelle siemeniä tuottavia rikkakasvi-yksilöitä tai -lajeja, jotka lisääntyvät nopeasti. He eivät myöskään usko, että ilman herbisidejä tuotetun viljan hinta tulisi olemaan tavanomaisesti tuotetun viljan hintaa korkeampi.

Rikkakasvientorjunnan hyvän taloudellisen tuloksen edellytyksenä on, että pellolla on rikkakasveja, jotka alentavat syysviljojen satoa. Siirryttäessä käyttöohjetta pienempiin käyttömääriin saatetaan joutua tinkimään torjunnan tehosta, mutta näin voidaan kuitenkin usein turvata ruiskutuksen taloudellinen tulos. Herbisidien käyttömääriä pienennettäessä torjuntatyö on tehtävä hyvissä ruiskutusoloissa rikkakasvilajistoon hyvin tehoavalla valmisteella.

Kirjallisuus

Andersson, L. 1992. Effect of MCPA on the seed production of six weed species. In: IX International Symposium on the Biology of Weeds, Dijon, France. 16-18 September 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.

Caussanel, J.-P. 1997. Growth and competition between winter wheat cultivars and *Brassica juncea*. In: 10th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Poznań, Poland, 22-26 June 1997. Poznań: European Weed Research Society. p. 72.

Champion, G.T., Froud-Williams, R.J. & Holland, J.M. 1997. The implications of reduced doses of fluroxypyr and wheat cultivar choice on the seed production, growth and development of the progeny of common field speedwell. In Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, England, 17-20 November 1997. Farnham: The British Crop Protec-

tion Council. p. 101–116.

–, **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. 1991. Perspektiver for udnyttelse af afgrødens konkurrenceevne. In 8. Danske Planteværnkference, Ukrud, 1991. Lyngby: Statens Planteavforsøg. p. 203–213.

– 1993. Weed suppression on cereal varieties. SP rapport 1. Lyngby: Statens Planteavforsøg. p. 97. Academic Dissertation.

– 1995. Weed suppression ability of spring barley varieties. *Weed Research* 35: 241–247.

– & **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.

- Cousens, R.** 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Annales of Applied Biology* 107: 239–252.
- 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 interference from *Lolium rigidum*. *Weed Research* 38: 301–307.
- Debaeke, P., Causanel, J.P., Kiniry, J.R., Kafiz, B. & Mondragon, G.** 1997. Modelling crop: weed interactions in wheat with ALMANAC. *Weed Research* 37: 325–341.
- Erlund, P.** 1998. Växtskyddets lönsamhet i spannmål. Teknisk och ekonomisk tidskrift för lantbruket 79(3): 110–112.
- Erviö, L.-R., Tanskanen, T. & Salonen, J.** 1991. Profitability of chemical weed control in spring cereals. *Annales Agriculturae Fenniae* 30: 199–206.
- Hulc, P.** 1998. Response to weed control by four spring wheat genotypes differing in competitive ability. *Canadian Journal of Plant Science* 78(1): 171–173.
- Håkansson, S.** 1983. Competition and production in short-lived crop-weed stands. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 127. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Plant Husbandry. 85 p.
- 1997. Competitive effects and competitiveness in annual plant stands. *Swedish Journal of Agricultural Research* 27: 75–94.
- Kwon, T.J., Young, D.L., Young, F.L. & Boerboom, C. M.** 1998. Palweed: wheat II: revision of a weed management decision model in response to field testing. *Weed Science* 46: 205–213.
- Köylijärvi, J.** 1985. Ruiskutusten tallautustappiot viljakasvustoissa. Koetoiminta ja käytäntö 42(28.5.1985): 32.
- Lallukka, R.** 1996. Peltokasvien kasvinsuojelu 1996. Maatalouskeskusten liiton julkaisuja no 898. Helsinki: Maatalouskeskusten Liitto ry. 64 p.
- Lawson, H.M., Wright, G.McN., Davies, D.H.K. & Whiting, A.J.** 1992. The effects of reduced herbicide strategies on the weed flora in cereals in Scotland: an interim report. IX International Symposium on the Biology of Weeds. Dijon, France, 16–18 September 1992. Paris: Association Nationale pour la protection des Plantes. p. 269–278.
- Lemerle, D., Verbeek, B. & Coombes, N.** 1995. Losses in grain yield of winter crops from *Lolium rigidum* competition depend on crop species, cultivar and season. *Weed Research* 35: 503–509.
- Maaseudun Tulevaisuus. 1998. Viljaliite. 82(17.1.1998). 4 p.
- Mayor, J. P. & Dessaint, F.** 1998. Influence of weed management strategies on soil seedbank diversity. *Weed Research* 38: 95–105.
- McCloskey, M., Firbank, L. G., Watkinson, A. R. & Webb, D. J.** 1998. Interactions between weeds of winter wheat under different fertilizer, cultivation and weed management treatments. *Weed Research* 38: 11–24.
- Mukula, J. & Köylijärvi, J.** 1965. Comparative studies with three herbicides, MCPA, MCPA plus 2,3,6-TBA and mecoprop for weed control in spring cereals. *Annales Agriculturae Fenniae* 4: 256–276.
- Pallutt, B.** 1993. Population dynamics and competition of weed depending on crop rotation and mechanical and chemical control measures in cereals. In Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, England 17–20. November 1997. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 1197–1204.
- Pedersen, J.O. & Rasmussen, I.A.** 1990. The influence of herbicides on weed seed production In 7. Danske Planteværnkonference, Ukruudt 1990. Lyngby: Statens Planteavlforseg. p. 73–83.
- Peltonen, J.** 1994. Viljojen rikkakasvien torjunta-ajankohta kaippaa lisätarkennusta. *Kasvinsuojelulehti* 27: 44–46.
- Peltonen, M.** 1992. Maatalouden työnormit: kasvintuotannon yleiset työt. TTS Työtehoseuran maataloustiedote 14/1992. Helsinki: Työtehoseura ry. 8 p.
- 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, Brighton, England, November 18–18 1991. Farnham: The British Crop protection Council. p. 1201–1208.
- Raatikainen, M. & Raatikainen, T.** 1979. Syysrukiin perustaminen, hoito ja rikkaruohojen ekologia. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 51: 432–479.
- , **Raatikainen, T. & Mukula, J.** 1985. The biomass of weeds in winter cereal fields in Finland. *Annales Agriculturae Fenniae* 24: 1–30.
- Richards, M.C., Fisher, N.M. & Drysdale, A.D.** 1997. Integrated weed management - its perform-

ance over a fivecourse combinable crop rotation. In Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, England, 17-20 November. Farnham: The British Crop protection Council. p. 967–972.

Salonen, J. 1992. Propagation, impact and management of *Elymus repens* in continuous cereal cultivation. in First International Weed Control Congress, Melbourne, Australia. p. 454–456.

– 1995. Kevätvehnän rikkakasvien säännöllinen torjunta kannattaa. Koetoiminta ja käytäntö 52(23. 5.1995): 22.

– & **Erviö, L.-R.** 1988. Efficacy of chemical weed control in spring cereals in Finland. Weed Research 28: 231–235.

Seavers, G. & Wright, K. 1997. Weed suppression characteristics of cereal species and cultivars. in 10th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Poznań, Poland 22-26 June. Poznań: European Weed Research Society. p. 70.

Sonkkila, S. 1998. Maataloustuet 1997-2000. Isännän ja emännän maatalouskalenteri. 52: 139–149.

Storkey, J., Cussans, J.P., Lutman, P.J.P. & Blair, A.M. 1997. The importance of mortality in weed populations between autumn and spring on the reability of yield loss predictions in winter wheat. In Brighton Crop Protection Conference, Brighton, England, 17-20 November 1997. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 1025–1030.

Whiting, A.J., Davies, D.H.K., Brown, H. & Whytock, G. 1991. The field use of reduced doses of broad-leaved weed herbicides in cereals. Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, England, November 18-19 1991. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 1209–1216.

Wilson, B.J., Wright, K.J., Brain, P., Clements, M. & Stephens, E. 1995. Predicting the competitive effects of weed and crop density on weed biomass, weed seed production and crop yield in wheat. Weed Research 35: 265–278.

Kasvunsäätteiden käytön kannattavuus ruisvehnällä

Heikki Jalli¹⁾, Antti Laine²⁾ ja Sanni Junnila¹⁾

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

²⁾Maatalouden tutkimuskeskus, Lounais-Suomen tutkimusasema, Saarentie 220, 23120 Mietoinen, antti.laine@mtt.fi

Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisilla ja Mietoisissa tutkittiin vuosina 1996–1997 kasvunsäätteiden tehoa ja käytön kannattavuutta ruisvehnän viljelyssä. Kokeissa oli käsittelemättömän koejäsenen lisäksi Korrensäade 5C (klormekvattikloridi 460 g/l), Terpal (mepikvattikloridi/etefoni 305/155 g/l), Moddus 250 EC (trineksapakkietyyli 250 g/l) ja Cerone (etefoni 480 g/ha). Korrensäade 5C:n käyttömäärät olivat 1,5 ja 3,3 l/ha ja käsittelyaika ruisvehnän korrenkasvun alku (Zadoks 30). Terpalin käyttömäärä oli 2,0 l/ha ruiskutettaessa 3-solmuvaiheessa (korrenkasvun puoliväli, Z 33) ja 1,0 ja 2,0 l/ha lippulehden tullessa esiin (Z 38). Moddusta käytettiin 0,5 ja Ceronea 1,25 l/ha ruisvehnän lippulehden tullessa esiin (Z 38).

Jokioisilla ruisvehnälajike oli Ulrika ja Mietoisissa Moreno. Kevätlannoitus oli 90–125 kg N/ha. Ruiskuttamattomat kasvustotkaan eivät lakoutuneet sanottavasti. Käsitteletyt lyhensivät ruisvehnän kortta keskimäärin 7–23 cm. Eniten korsi lyheni Jokioisilla vuonna 1996, jopa 38 cm. Vähiten

korsi lyheni kuivuudesta kärsivässä kasvustossa Jokioisilla vuonna 1997, vain 4–7 cm.

Käsittelemättömän koejäsenen sato oli keskimäärin 5600 kg/ha. Käsitteletyt lisäsivät satoa enimmillään 470 kg/ha, mutta keskimäärin sato oli käsitellyissä ruuduissa 60–280 kg/ha käsittelemätöntä suurempi. Taloudellisen vertailun kohteena oli käsitellyn koejäsenen katetuotto vähennettynä käsittelemättömän koejäsenen katetuotolla. Tuloslaskelmissa otettiin huomioon käytännössä syntyvät tallausvaikutukset. Laskelmissa käytettiin vuoden 1998 hintoja. Ruisvehnän kasvunsäadekäsitteletyt olivat kannattamattomia. Kumpanakin vuotena Jokioisten suurempi Korrensäade 5C -annos lisäsi taloudellista tuottoa, muuten käsitteleyistä koitui 10–354 mk/ha tappio.

Ruisvehnälajikkeet eivät lakoutuneet käytetyillä lannoitemäärillä. Etenkin vuonna 1997 kasvustot kärsivät kuivuudesta. Kasvunsäadekäsitteletyt lisäsivät satoa vähän ja käsitteletyt eivät olleet taloudellisesti kannattavia.

Avainsanat: kasvinsuojelu, kasvunsäätteet, viljakasvit, ruisvehnä, kannattavuus, etefoni, klormekvattikloridi, mepikvattikloridi, trineksapakki-etyyli

The profitability of growth regulators in triticale

Abstract

Experiments were conducted by the Institute of Plant Protection of the Agricultural Research Centre of Finland at two sites in Finland in 1996–1997. The aim was to investigate the effect of growth regulators on straw length, lodging and the yield of winter triticale. The economic return of the treatments was calculated.

Triticale was treated with Korrensäade 5C (chlormequatchloride 460 g/l), Terpal (mepiquatchloride/ethephon 305/155 g/l), Moddus 250 EC (trinexapac-ethyl 250 g/l) and Cerone (ethephon 480 g/l). Chlormequatchloride was applied at the early stem elongation stage (Zadoks 30), mepiquatchloride/ethephon at the three-node stage (Z 33) and early flag leaf stage (Z 38) and trinexapac-ethyl and ethephon at the early flag leaf stage (Z 38). The application rates were 1.5 and 3.3 l/ha of Korrensäade 5C, 1.0 and 2.0 l/ha of Terpal, 0.5 l/ha of

Moddus and 1.25 l/ha of Cerone.

The varieties used were Moreno at Jokioinen and Ulrika at Mietoinen. Spring fertilization was 90–125 N kg/ha. There was no lodging in the trials. The average culm length shortening with treatments was 7–23 cm, but as much as 38 cm with early Terpal treatment. The least culm shortening, only 4–7 cm occurred in 1997 a year of severe drought.

Untreated plots yielded 5600 kg/ha. In 1996, Korrensäade 5C increased the yield by 470 kg/ha but the average yield increase varied between 60 and 280 kg/ha. The economic return of the treatments was calculated taking into account the amount and price of the product used and all extra work, tramping, harvesting, drying and transporting costs. A profitable return was achieved only with Korrensäade applied to variety Ulrika.

Key words: plant protection, growth regulators, triticale, cereal crops, profitability, chlormequatchloride, ethephon, mepiquatchloride, trinexapac-ethyl

1 Johdanto

Ruisvehnä on ihmisen luoma viljakasvi (Petr & Hradeká 1993b). Se on syysvehnän ja syysrukiin välimuoto ja viljelylajikkeet ovat yhdistelmiä durum- eli makaronivehnästä ja rukiista (Hovinen 1995). Ruisvehnän viljely alkoi lisääntyä 1970-luvulla (Petr & Hradeká 1993b). Ruisvehneiden keväällä kylvettävien muotojen kasvuaika on Suomen oloihin liian pitkä (Hovinen 1995). Syksyllä taimettuvien ruisvehnälajikkeiden talvenkestävyyksissä on eroja (Mazurek & Mazurek 1987) ja aikaisempien ruisvehneiden talvenkestävyys ei ollut Suomeen riittävä (Hovinen 1995). Nykyiset, viljelyssä olevat lajikkeet on jalostettu takaisinristeyttämällä vehnän kanssa, jolloin talvenkestävyys on parantunut syysvehnän tasolle (Hovinen 1995) ja lajikkeilla ei ole Etelä-Suomessa talvehtimongelmia (Salo 1996). Ruisvehnän tähkät ovat suuria, mistä seuraa mahdollisuus suuriin satoihin (Hovinen 1995).

1.1 Ruisvehnän käyttö

Tähkädäntä on suurin este ruisvehnän käytölle ihmisravintona. Askel kohti tähkäidännänkestäviä lajikkeita on valita korkea ja kestäväsakolukuisia ruisvehniä (Trethowan et al. 1993). Viljelytekniisin keinoin ei ole mahdollista suuresti vaikuttaa laatuun. Kylvötiheys, typpilannoitus tai CCC-käsittely eivät vaikuta sakolukuun samoin kuin kasvukaudesta johtuva vaihtelu (Gruber & Flamme 1989).

Rehikäytössä lihasikojen koko rehtarve voidaan korvata ruisvehnällä, jonka energiasältö on ohraa suurempi, mutta valkuaisainekoostumus ei ole ohran luokkaa. Ruisvehnän taloudellisin osuus rehuntarpeesta on 25–75 prosenttia, jos hinta on ohraa korkeampi (Alaviuhkola 1998). Ruisvehnästä on erityisesti kokoviljasäilöntään hyvin soveltuvia lajikkeita (Petr & Hradeká 1990). Kokoviljan säilöntäajaksi soveltuu parhaiten ruisvehnän maitotuleentumisen loppu – taikinatuleentumisen alku. Tällöin

sato ja sen sisältämät ravinteet ovat runsaimmillaan. Muihin rehukasveihin verrattuna ruisvehnäsäilörehussa on vähän energiaa, mutta leikkuukorkeuden lisääminen ja CCC-käsittely edistävät maitohappokäymistä ja säilörehun energiapitoisuus lisääntyy ja laatu paranee (Schneider et al. 1991).

1.2 Ruisvehnän kasvu

Tshekkoslovakialaiset Petr ja Hradeká (1993a) ovat vertailleet tshekkoslovakialaisten ja puolalaisten ruisvehneiden sekä syysvehnän ja rukiin versomista. Koevuosina 1987–1989 syysviljojen versominen painottui syksyyn ja eniten versoja tuotti ruis ja vähiten syysvehnä. Ruisvehnän pensastumisen alku on, kuten rukiilla, lyhyen päivän stimuloimaa ja jatkuu matalissa 3–5 asteen lämpötiloissa. Ennen talvea ruisvehnäyksilöt saavuttivat 0,07–0,1 gramman kuivapainon ja 40 neliösenttimetrin lehtipinta-alan sekä kasvuasteen 20–25 (Petr & Hradeká 1993b). 3500 kg:n hehtaarisato saavutetaan, kun ruisvehnän kuivapaino on syksyllä 1450 g/m². 5700 kg/ha sato edellyttää syksyllä 1800 g/m²:n kuivapainon (Petr & Hradeká 1993c). Ruisvehnän sato oli suurin normaaleissa ja tiheissä kasvustoissa, optimi tähkätiheys oli 400–480 tähkää neliometrillä. Klormekvattikoridikäsittely syksyllä lisäsi versomista keväällä (Petr & Hradeká 1993a).

Ruisvehnän lehtipinta-ala on lähes yhtä suuri kuin rukiilla ja suurempi kuin syysvehnällä. Lehtipinta-ala myös säilyy pidemmän aikaa kuin syysvehnällä, lähes yhtä pitkään kuin rukiilla. Lehdistön säilyminen kukinnan jälkeen kasvattaa satoa ja tuhannen siemenen painoa (Petr & Hradeká 1990).

Ruisvehnän jyväkoko pieneni sadon suurentuessa riippumatta typpilannoituksesta tai klormekvattikäsittelystä. Jyväkoon ollessa suuri jyvien typpipitoisuus oli alhainen. Kasvin typenotto lisääntyi typpilannoituksen suurentuessa, eikä klormekvattikäsittely vaikuttanut typenottoon (Naylor & Stephen 1993).

Suomalaisissa lajikekokeissa ruisvehnät ovat olleet hyvin terveitä, mutta viljelyn laajetessa saattavat kasvitautiongelmat lisääntyä (Hovinen 1995). Kanadalaisissa tutkimuksissa tähkäfusarioosi iski ruisvehnään herkemmin kuin vehnään. Eron on arveltu johtuvan mahdollisesta perinnöllisestä herkkyydestä sekä ruisvehnän pidemmästä taudin iskeytymiselle alttiista ajasta. Ruisvehnän kehitys tähkälletulosta tuleentumisen alkuun kesti 50 vuorokautta, kun vehnällä vastaava aika oli 43,5 vuorokautta (Martin et al. 1991). Pienenkin tyvitautisaastunta haittasi saksalaisessa nelivuotisessa tutkimuksessa Lasko-ruisvehnän kasvua niin, että kasvitautientorjunta oli tarpeen ja taloudellisesti kannattavaa, kukkimisen jälkeinen fungisidiruiskutus ei enää lisännyt satoa (Miesner 1990).

1.3 Ruisvehnän laontorjunta

Ruisvehnän korrenpituus vaihtelee lajikkeesta riippuen, samoin alttius lakoontumiseen (Hovinen 1995). Kasvunsäädekäsittelyt lyhentävät kortta ja lisäävät satoa (Mazurek & Mazurek 1987, Naylor 1989, Miesner 1990).

Klormekvattikloridikäsittely lyhentää ruisvehnän ylimpiä solmuvälejä toisin kuin esimerkiksi ohralla. Korren lyheneminen on suhteellisesti suurempaa suurilla typpilannoitustasoilla. Kasvunsäädekäsittely lyhentää kortta, pienentää korsimassaa ja vähentää lakoontumista. Jyvien lukumäärä tähkissä lisääntyy, mutta jyväkoko pienenee. Sato on yhteydessä jyvien lukumäärään. Kasvunsäädekäsittelyssä ruisvehnäkasvus-

tossa lehdet pysyvät pidempään vihreinä, mikä tukee teoriaa klormekvattikloridin satopotentiaalia suurentavasta vaikutuksesta (Naylor 1989).

Saksalaisessa nelivuotisessa tutkimuksessa Lasko-syysruisvehnän kasvunsäätö klormekvattikloridilla tai mepikvattikloridi/etefonilla lyhensi kortta yli 15 cm sekä lisäsi kasvuston tasaisuutta ja satoa 550–600 kg/ha. Satotason ollessa 5500 kg/ha kasvunsäädekäsittelyt olivat myös taloudellisesti hyödyllisiä (Miesner 1990). Paras teho klormekvattikloridilla on ruisvehnän pensastumis- ja korrenkasvuvaiheessa (Mazurek & Mazurek 1987).

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan Maatalouden tutkimuskeskuksessa (MTT) toteutetun koesarjan tulosten pohjalta kasvunsäätteiden käyttöä ruisvehnän viljelyssä. Tutkimuksessa selvitetään myös kasvunsäätteiden käytön taloudellisuutta.

2 Menetelmät

2.1 Kenttäkokeet

Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisilla ja Mietoisissa tutkittiin vuosina 1996–1997 kasvunsäätteiden tehoa ja käytön kannattavuutta ruisvehnän viljelyssä. Kokeissa oli käsittelemättömän koejäsenen lisäksi Korrensäde 5C (klormekvattikloridi 460 g/l), Terpal (mepikvattikloridi/etefoni 305/155 g/l), Moddus 250 EC (trineksapakki-etyyli 250 g/l) ja Cerone (etefoni 480 g/ha). Koejäsenet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Koejäsenet ja taloudellisen laskennan perusteita.

	Koejäsenen	Käsittelyaika (Zadoks)	Annos, l/ha	Ainekustannus, mk/ha	Tallaus, %
1.	Käsittelemätön			Rikkakasvitorjunta 160	1
2.	Korrensäde 5C	Korrenkasvun alku (Z30)	1,5	Rikkakasvitorjunta 160+60	2
3.	Korrensäde 5C	Korrenkasvun alku (Z30)	3,3	Rikkakasvitorjunta 160+132	2
4.	Terpal	3-solmuaste (Z 33)	2,0	Rikkakasvitorjunta 160+200	3
5.	Terpal	Lippulehti avautunut (38)	1,0	Rikkakasvitorjunta 160+100	4
6.	Terpal	Lippulehti avautunut (38)	2,0	Rikkakasvitorjunta 160+200	4
7.	Moddus 250 EC	Lippulehti avautunut (38)	0,5	Rikkakasvitorjunta 160+170	4
8.	Cerone	Lippulehti avautunut (38)	1,3	Rikkakasvitorjunta 160+275	4

Taulukko 2. Kasvunsäädäkäsittelyjen ajoittuminen vuosina 1996 ja 1997.

Vuosi	Paikka	Käsittelyaika		
		1. Korrenkasvun alku (Z 30)	2. 3-solmuaste (Z33)	3. Lippulehti avautunut (Z 38)
1996	Jokioinen	30.5.	7.6.	16.6.
	Mietoinen	30.5.	7.6.	13.6.
1997	Jokioinen	3.6.	9.6.	15.6.
	Mietoinen	29.5.	6.6.	11.6.

Kokeet kylvettiin ja lannoitettiin syyskuun toisella viikolla, paitsi Jokioisilla vuonna 1996 vasta 22. elokuuta. Kevätlannoituksessa annettiin tyypeä 90–125 kg/ha. Rikkakasvit ruiskutettuun toukokuussa käyttäen Ariane S, Ratio tai Ally 20 DF -valmisteita. Jokioisilla ruisvehnälajike oli Ulrika ja Mietoisissa Moreno.

Etenkin Jokioisilla ruisvehnä talvehti heikosti 1996/1997 ja kasvusto oli erittäin harva vuonna 1997. Kasvunsäätteet ruiskutettiin toukokuun lopun ja kesäkuun puolenvälin välisenä aikana (Taulukko 2). Kasvuston pituusmittaukset tehtiin heinäkuun loppupuolella ja lakohavainnot juuri ennen puintia. Kokeet korjattiin elokuun lopussa tai syyskuun alussa, poikkeuksena vuonna 1997 aikainen puinti 19.8. Jokioisilla. Sadosta määritettiin tuhannen jyvän paino ja hehtolitrapaino, sakolukua ei mitattu kaikista kokeista.

2.2 Tilastollinen käsittely

Kummaltakin koepaikalta saadut tulokset kerättiin yhteen tiedostoon. Aineistosta tehtiin Excel-ohjelmalla kuvia vastemuuttujien arvoista. Lineaarissa sekamallissa käytettiin koevuotta ja -paikkaa satunnais-tekijöinä sekä kasvunsäädäkäsittelyä kiinteänä tekijänä selittämässä muutoksia vastemuuttujissa. Parittaisilla keskiarvojen estimaattien erojen testauksilla verrattiin eri käsittelyjä sekä koejäsenryhmiä käsittelemättömään ja toisiin käsittelyryhmiin. Tutkittavana olivat jatkuvat muuttujat viljasa-

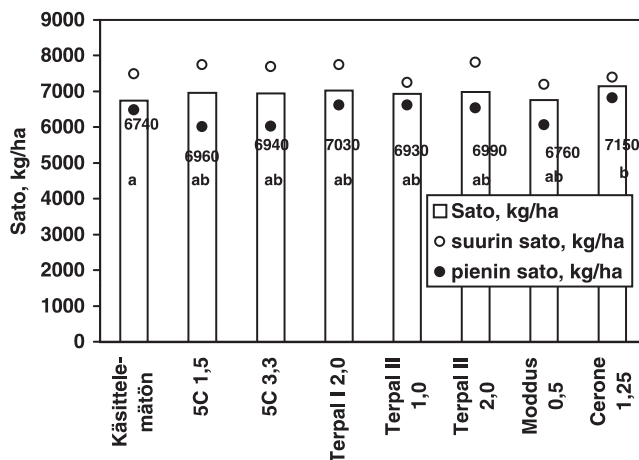
to ja korrenpituus. Tekstissä ja kuvissa esitettävät keskiarvot ovat tekijöiden mallinmukaisia estimaatteja. Tekstissä käytettyjen tilastollisten erojen rajat ovat: erittäin merkitsevä ero = 99,9 % luotettavuus, hyvin merkitsevä = 99 % ja merkitsevä ero = 90 % luotettavuus. Kuvissa ilmoitetut erot ovat merkitseviä 99,5 %:n luotettavuudella.

2.3 Käsittelyjen kannattavuus

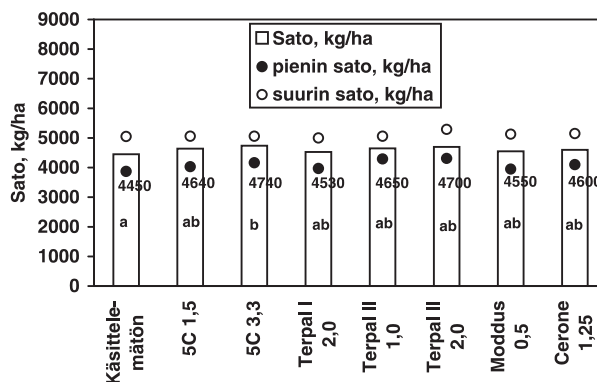
Käsittelyjen taloudellisia vaikutuksia tutkittaessa käytettiin vuoden 1998 viljan hintaa. Ympäristö- ym. tukien ja lisähintojen tasona oli samoin vuoden 1998 tilanne (Sonkkila 1998). Työkustannukset laskettiin Työtehoseuran kasvinviljelytoiden työnormien (Peltonen 1992) mukaisesti vastaamaan alaltaan noin 50 hehtaarin viljatilin koneistusta. Kemiällisen kasvinsuojelun kustannukset koostuvat kone- ja työkustannuksista sekä torjunta-aineesta (Lallukka 1999) (Taulukko 1).

Viljelytoimenpiteiden ja rikkakasvitorjunnan työkustannukset olivat samat kaikilla koejäsenillä. Käsittelyt tehtiin tallaamalla ja kaikkien koejäsenien sadosta vähennettiin 1 %:n suuruiset rikkakasvitorjunnasta johtuva tallaustappio. Kunkin kasvunsäädäruiskutuksen saaneen koejäsenen sadoista vähennettiin arvioidut käsittelystä johtuvat tallaustappiot (Köylijärvi 1985) (Taulukko 1). Viljan korjuu- ja käsittelykustannuksiin vaikutti korjattavan sadon määrä. Tuotantoon sijoitetulle liikepääomalle asetettiin 4 %:n korkovaatimus.

Kuva 1. Ruisvehnän koejäsenten pienin ja suurin sato vuonna 1996. Parittaisen vertailun erot 0,5 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosilla (2 koetta).



Kuva 2. Ruisvehnän koejäsenten pienin ja suurin sato vuonna 1997. Parittaisen vertailun erot 0,5 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosilla (2 koetta).



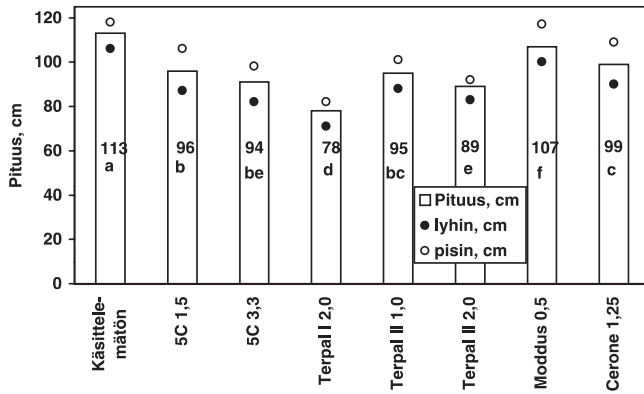
3 Tulokset

3.1 Sadon määrä ja laatu

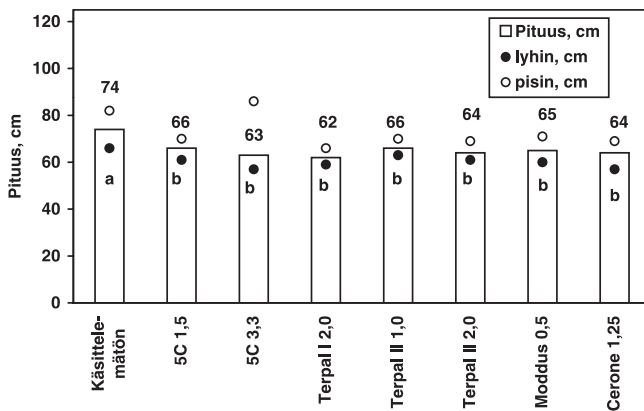
Käsittelemättömien ruutujen jyväsato vaihteli 4410–6860 kg/ha, ja se oli keskimäärin 5600 kg/ha. Eri koepaikkojen sadoissa ei ollut eroja, mutta eri vuosien sadot erosivat toisistaan. Vuonna 1996 (Kuva 1) käsiteltyjen koejäsenien sato oli lähellä 7000 kg/ha. Cerone-käsittely lisäsi satoa käsittelemättömään verrattuna 95 %:n luotettavuudella keskimäärin 410 kg/ha ja aikaisempi Terpal 290 kg/ha. Vuonna 1997

(Kuva 2) kasvustot kärsivät kuivuudesta ja sato oli 4450–4740 kg/ha. Sato lisääntyi pienemmällä Korrensäde 5C -käsittelyllä 190 kg/ha. Suuremman käsittelyn sato erosi 95 %:n luotettavuudella 290 kg/ha käsittelemättömästä. Myöhäisemmällä Terpal-käsittelyillä sato lisääntyi 200–250 kg/ha.

Jyväkoko oli suurin käsittelemättömässä koejäsenessä ja tuhannen jyvän paino vaihteli yhtä poikkeusta lukuun ottamatta 36,3–38,5 g. Kolmesolmuasteella annettu Terpal näytti pienentävän jyväkokoja, sillä tuhannen jyvän paino oli keskimäärin vain 34,7 g. Hehtolitrapaino vaihteli 68,3–69,1 kg mutta kolmesolmuasteella annetun Terpal-käsittelyn hehtolitrapaino 67,7 kg.



Kuva 3. Ruisvehnän koejäsenten pienin ja suurin korrenpituus vuonna 1996. Parittaisen vertailun erot 0,5 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakosilla (2 koetta).



Kuva 4. Ruisvehnän koejäsenten pienin ja suurin korrenpituus vuonna 1997. Parittaisen vertailun erot 0,5 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakosilla (2 koetta).

3.2 Korrenpituus ja lako

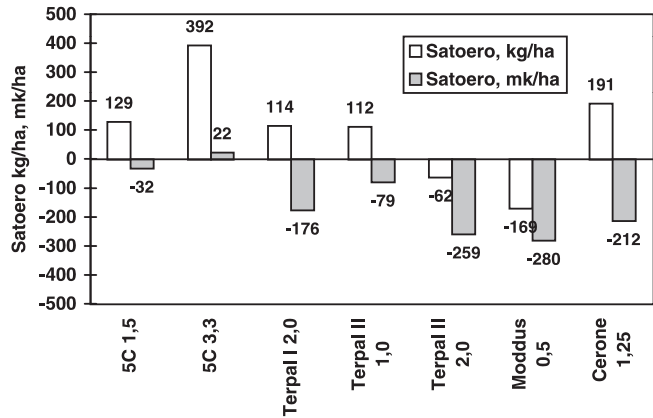
Kasvustot eivät lakoutuneet sanottavasti. Lakoprosentti oli kokeiden keskiarvona suurimmillaan (20 %) käsittelemättömissä ja Moddus-käsitellyissä ruuduissa. Vuonna 1996 käsittelemätön kasvusto oli lähes 115 cm korkea (Kuva 3), ja Moddusta lukuun ottamatta kaikki käsitellyt lyhensivät ruisvehnän korkea kättä käsittelemättömään verrattuna erittäin merkitsevästi. Vuonna 1997 käsittelemättömän ruisvehnän korkeus oli vain 75 cm (Kuva 4) ja kaikki käsitellyt lyhensivät korrenpituutta erittäin merkitsevästi.

3.3 Käsitteilyjen taloudellinen kannattavuus

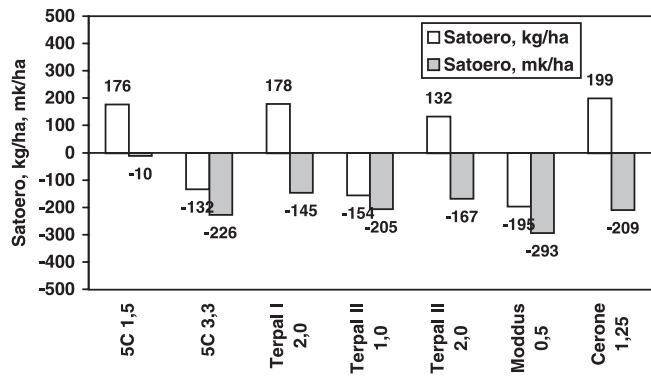
Käsitteilyjen kannattavuus laskettiin koekettain (Kuvat 5, 6, 7 ja 8). Taloudellista

tulosta laskettaessa on tallausvaikutus otettu huomioon, joten satoerot käsittelemättömään muuttuvat käsitteilyajan ja ruutusaidon mukaan.

Vain Jokioisilla 3,3 l/ha Korrensäädä 5C:tä antoi Ulrika-lajikkeella positiivisen +1–22 mk/ha tuloksen molempina koevuosina (Kuvat 5 ja 7). Pienemmällä (1,5 l/ha) Korrensäädä 5C-annoksella saatu sadon lisääntyminen oli vuosittain 130–180 kg/ha, mutta taloudellinen tulos 10–30 markkaa tappiolla. Vuonna 1996 aikainen Terpal-käsitteily näytti sopivan ruisvehnälle, vaikkakaan taloudellisesti käsitteily ei ollut kannattava. Seuraavana vuonna sato ei aikaisella Terpal -käsitteilyllä suurentunut. Jokioisilla pienempi (1,0 l/ha) lippulehtivaiheen Terpal-käsitteilyistä lisäsi satoa, mutta käsitellyt olivat tappiollisia (Kuvat 5 ja 7) ja annoksen suurentuessa myös taloudellinen tulos heikkeni. Moddus lisäsi satoa vain yhdessä kokeessa, ja tällöinkin vain vähän, jo-



Kuva 5. Kasvunsäädekäsittelyjen taloudellinen vaikutus Jojkioisilla vuonna 1996.



Kuva 6. Kasvunsäädekäsittelyjen taloudellinen vaikutus Mietoisissa vuonna 1996.

ten käsittelyt olivat tappiollisia. Cerone lisäsi satoa vuonna 1996 lähes 200 kg/ha, mutta käsittelyt eivät parantaneet taloudellista tulosta.

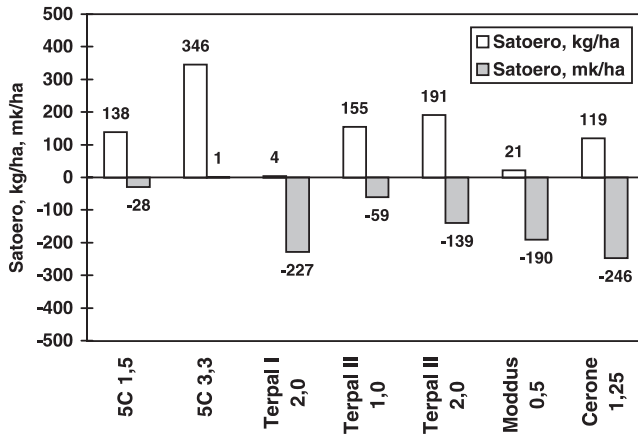
4 Tulosten tarkastelu

Ruisvehnän korrenpituus vaihtelee lajikkeesta riippuen, samoin alttius lakoontumiseen (Hovinen 1995). Vuosina 1996 ja 1997 sekä Moreno- että Ulrika-lajikkeet osoittautuivat lujakortisiksi. Ulrika on yleisesti viljeltyjä syysvehniä lujakortisempi (Salo et al. 1998). Kokeissa ei ollut lakoja 90–125 kg/ha typpilannoituksella, joten kasvunsäädekokeissa olisi ollut tarpeen runsaampi lannoitus. Maatalouden ympäristötuessa ruisvehnän 4000 kg hehtaarisadolle annetaan tarkennetuksi kevätlannoituk-

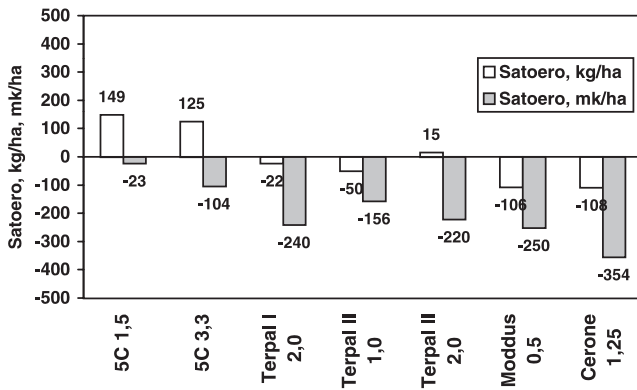
seksi savimaillo 130 kg typpeä/ha (Wallenius 1998).

Klormekvattikloridi lisäsi satoa ja sen ovat havainneet myös Mazurek & Mazurek (1987), Naylor (1989) ja Miesner (1990). Jokioisten oloissa Ulrika hyötyi suuremmasta Korrensäädä 5C-määrästä ja käsittely oli kannattava. Terpal-, Moddus- ja Cerone-käsittelyt annetaan lippulehtivaiheella ja myöhäinen ruiskutus aiheuttaa tallauskustannuksia (Köyljijärvi 1985) ja huonontaa kannattavuutta, vaikka käsittelyt suurentaisivatkin satoa.

Vuonna 1996 sääolot suosivat ruisvehnän kasvua, kuten yli 6500 kilogramman hehtaarisatokin osoittaa. Hyvästä kasvusta huolimatta kasvustot eivät lakoutuneet ja Jokioisilla käytettyä suurempaa klormekvattikloridikäsittelyä lukuun ottamatta käsittelyt olivat tappiollisia. Vuonna 1997 kasvustot olivat keväällä heikossa kunnossa



Kuva 7. Kasvunsäädekäsittelyjen taloudellinen vaikutus Jokioisilla vuonna 1997.



Kuva 8. Kasvunsäädekäsittelyjen taloudellinen vaikutus Mietoissa vuonna 1997.

ja kärsivät kasvukaudella kuivuudesta. Jokioisilla suurempi klormekvattikloridikäsitteily antoi kuivissa oloissa parhaan tuloksen, eli kasvunsäätelystä aiheutuvat kulut saatiin korvattua.

Ruisehnan korsi on vahva, eikä viljely edellytä kasvunsäätteiden käyttöä. Jos kasvunsäätteitä kuitenkin käytetään sadon turvaamiseksi, tarvitaan enemmän tietoa kasvunsäätteiden ja eri lajikkeiden yhteensopi- vuudesta.

Kirjallisuus

Alaviuhkola, T. 1998. Uusi reuhviljalaji kiinnostaa. Sika 8/1998: 6–7.

Gruber, R. & Flamme, W. 1989. Zum Einfluss ausgewählter agrotechnischer Massnahmen auf die amylolytische Aktivität und die Fallzahl von Triticale (*Triticosecale* WITTMACK). Archiv für Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde 33(12): 767–774.

Hovinen, S. 1995. Ruisvehnän mahdollisuudet. In: Kasvintuotannon mahdollisuuksia, Jokioinen, 12.12.1995. Tammela: Hämeen Ammattikorkeakoulu/Mustialan maatalousoppilaitos. p. 17–19.

Köylijärvi, J. 1985. Ruiskutusten tallaustappiot viljakasvustoissa. Koetointi ja käytäntö 42(28.5.1985): 32.

- Lallukka, R.** 1999. Peltokasvien kasvinsuojelu 1999. Maaseutukeskusten liiton julkaisuja no 943. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto ry. 56 p.
- Martin, R. A., MacLeod, A. J. & Caldwell, C.** 1991. Influences of production inputs on incidence of infection by *Fusarium* species on cereal seed. *Plant Disease* 75(8): 784–788.
- Mazurek, J. & Mazurek, J.** 1987. Effect of time of CCC application on productivity of two cultivars of triticale. *Pamiętnik-Pulawski* 90: 197–206.
- Miesner, H.** 1990. Einsatz von Fungiziden und Wachstumsreglern in Triticale 'Lasko'. *Gesunde Pflanzen* 42(5): 162–163.
- Naylor, R. E. L.** 1989. Effects of the plant growth regulator chlormequat on plant form and yield of triticale. *Annales of Applied Biology* 114: 533–544.
- & **Stephen, N. H.** 1993. Effects of nitrogen and the plant growth regulator chlormequat on grain size, nitrogen content and amino acid composition of triticale. *Journal of Agricultural Science* 120: 159–169.
- Peltonen, M.** 1992. Maatalouden työnormit: kasvin tuotannon yleiset työt. TTS Työtehoseuran maataloustiedote 14/1992. Helsinki: Työtehoseura ry. 8 p. ISSN 0782-6788
- Petr, J. & Hradeká, D.** 1990. The development and structure of the assimilation apparatus in triticale. *Rostlinna Výroba* 36 (9): 927–936.
- & **Hradeká, D.** 1993a. Formation and reduction of tillers in triticale. *Rostlinna Výroba* 39(1): 66–77.
- & **Hradeká, D.** 1993b. The formation of biological yield in triticale. *Cereal Research Communication* 21(2-3): 221–229.
- & **Hradeká, D.** 1993c. Dry matter production and distribution in triticale cultivars. *Rostlinna Výroba* 39(6): 491–498.
- Salo, Y.** 1996. Ruisvehnä on uusi viljelykasvi. *Koetoiminta ja käytäntö* 53(24.9.1996): 34.
- , **Vuorinen, M., Järvi, A. & Jauhiainen, L.** 1998. Yhteenveto lajikekokeista 1990-97. In *Peltokasvilajikkeet 1998. Tieto tuottamaan* 76. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto. p. 20–26. ISBN 951-808-057-7
- Schenider, S., Vogel, R. & Vyss, U.** 1991. Die Eignung von Triticale zur Bereitung von Ganzpflanzensilage. *Landwirtschaft Schweiz* 4(8): 407–411.
- Sonkkila, S.** 1998. Maataloustuet 1997-2000. Isännän ja emännän maatalouskalenteri 52: 139–149.
- Trethowan, R. M., Pfeiffer, W. H., Peña, R. J. & Abdalla, O. S.** 1993. Preharvest sprouting tolerance in three triticale biotypes. *Australian Journal of Agricultural Research* 44: 1789–1798.
- Wallenius, S.** 1998. Perustuki maataloilille. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. p. 32.

Julkaisija



31600 JOKIOINEN

Julkaisun sarja ja numero Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 69		
		Julkaisuaika (kk ja vuosi) Tammikuu 2000
Tekijä(t) Heikki Jalli, Antti Laine ja Sanni Junnila	Tutkimushankkeen nimi	
	Toimeksiantaja(t) Maatalouden tutkimuskeskus	
Nimike Syysvehnän rikkakasvien torjunta ja kasvunsäätet ruisvehnän viljelyssä		
Tiivistelmä Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisilla ja Mietoissa tutkittiin vuosina 1991–1993 kolmen rikkakasvihävitteen (herbisidi) tehoa ja käytön kannattavuutta syysvehnän rikkakasvien torjunnassa. Kokeissa oli käsittelemättömän koejäsenen lisäksi Hormoprop (mekopropi/MCPA, 400/200 g/l), Herbalon 620 (mekopropi/MCPA/ klopuralidi, 400/200/21,5 g/l) ja Ally 20 DF (metsulfuroni-metyyli, 200 g/kg) -valmisteet. Kustakin valmisteesta käytettiin pienintä suositeltua käyttö määrää ja siitä kolmea neljäsosaa sekä puolta annosta. Käyttömäärät olivat: Hormoprop 5,0, 3,75 ja 2,5 l/ha, Herbalon 620 3,0, 2,25 ja 1,5 l/ha sekä Ally 20 DF, 15 ja 10 g/ha + Sito 0,2 l/ha. Kokeet sijoitettiin syysvehnäpeltoille, joilla arvioitiin rikkakasvien torjunnan olevan tarpeellista. Rikkakasvitiheys oli keskimäärin 210 rikkakasvia/m ² , josta saunakukkia oli keskimäärin 24 kpl/m ² . Keväen torjuntatarpeen arvio osoittautui oikeaksi. Käsittelemättömän syysvehnän sato oli keskimäärin 4500 kg/ha ja herbisidikäsittelyillä saatu sadonlisä keskimäärin 300 kg/ha. Taloudellisen vertailun kohteena oli kunkin käsitellyn koejäsenen katetuotto vähennettynä käsittelemättömän koejäsenen katetuotolla. Tuloslaskelmissa käytettiin kevään 1998 hintoja. Ally-käsittelyillä sato lisääntyi 60 kg/ha enemmän kuin muilla valmisteilla. Vaikka satoero ei ole tilastollisesti merkitsevä, niin hinnaltaan edullisen Allyn käyttö oli kannattavaa. Kaikilla Ally-käsittelyillä saatiin taloudellisesti kannattava tulos, joka vaihteli pienimmän suositellun käyttö määrään 30 markasta/ha puolitetun annoksen 120 markkaan/ha. Hormoprop- ja Herbalon-käsittelyillä päästiin kannattavaan taloudelliseen tulokseen, 47–75 mk/ha, vain puolitetulla käyttö määrällä. Rikkakasvien torjunnan hyvän taloudellisen tuloksen edellytyksenä on, että pellolla on rikkakasveja, jotka alentavat syysviljojen satoa. Herbisidien käyttö määrää pienennettäessä torjuntatyö on tehtävä hyvissä ruiskutusoloissa pellon rikkakasvilajistoon hyvin tehoavalla valmisteella. Siirryttäessä käyttö ohjetta pienempiin annoksiin tingitään torjunnan tehosta, mutta näin voidaan kuitenkin turvata ruiskutuksen taloudellinen tulos.		
Avainsanat: kasvinsuojelu, herbisidit, viljakasvit, rikkakasvit, syysvehnä, kasvunsäätet, ruisvehnä		
Toimintayksikkö Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen		
ISSN 1238-9935	ISBN 951-729-560-X	<input type="checkbox"/> Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä
Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN Puhelin (03) 4188 2327 Telekopio (03) 4188 2339	Sivuja 27 s.	Hinta

Jyväskylän yliopistopaino 2000
ISBN 951-729-560-X
ISSN 1238-9935

Heikki Jalli, Antti Laine ja Sanni Junnila

Syysvehnän rikkakasvien torjunta ja kasvunsäätteet ruisvehnän viljelyssä

**The herbicide treatments in winter wheat and the
growth regulators in triticale**

Maatalouden tutkimuskeskus

Jalli, H.¹⁾, Laine, A.²⁾ & Junnila, S.¹⁾ 2000. Syysvehnän rikkakasvien torjunta ja kasvunsäätteet ruisvehnän viljelyssä. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 69. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 27 p. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-560-X.

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

²⁾ Maatalouden tutkimuskeskus, Lounais-Suomen tutkimusasema, Saarentie 220, 23120 Mietoinen, antti.laine@mtt.fi

Jalli, H.¹⁾, Laine, A.²⁾ & Junnila, S.¹⁾ 2000. The herbicide treatments in winter wheat and the growth regulators in triticale. Publications of Agricultural Research Centre of Finland. Serie A 69. Jokioinen: Agricultural Research Centre of Finland. 27 p. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-560-X.

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

²⁾ Agricultural Research Centre of Finland, Southwest Finland Research Station, Saarentie 220, FIN-23120 Mietoinen, Finland, antti.laine@mtt.fi

ISBN 951-729-560-X

ISSN 1238-9935

2. Korjattu painos

Copyright

Maatalouden tutkimuskeskus

Heikki Jalli, Antti Laine ja Sanni Junnila

Julkaisija

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen

Puh. (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339

Painatus

Jyväskylän yliopistopaino 2000

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.

Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Rikkakasvien tarpeenmukainen torjunta syysvehnässä

Heikki Jalli¹⁾, Antti Laine²⁾ ja Sanni Junnilla¹⁾

¹⁾Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen, heikki.jalli@mtt.fi, sanni.junnilla@mtt.fi

²⁾Maatalouden tutkimuskeskus, Lounais-Suomen tutkimusasema, Saarentie 220, 23120 Mietoinen, antti.laine@mtt.fi

Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisilla ja Mietoisissa tutkittiin vuosina 1991–1993 kolmen rikkakasvihävitteen (herbisidi) tehoa ja käytön kannattavuutta syysvehnän rikkakasvien torjunnassa. Kokeissa oli käsittelemättömän koejäsenen lisäksi Hormoprop (mekopropi/MCPA, 400/200 g/l), Herbalon 620 (mekopropi/MCPA/klopyralidi, 400/200/21,5 g/l) ja Ally 20 DF (metsulfuroni-metyyli, 200 g/kg) -valmisteet. Kustakin valmisteesta käytettiin pienintä suositeltua käyttömäärää ja siitä kolmea neljäsosaa sekä puolta annosta. Käyttömäärät olivat: Hormoprop 5,0, 3,75 ja 2,5 l/ha, Herbalon 620 3,0, 2,25 ja 1,5 l/ha sekä Ally 20 DF, 15 ja 10 g/ha + Sito 0,2 l/ha.

Kokeet sijoitettiin syysvehnäpelloille, joilla arvioitiin rikkakasvien torjunnan olevan tarpeellista. Rikkakasvitiheys oli keskimäärin 210 rikkakasvia/m², josta saunakukkia oli keskimäärin 24 kpl/ m². Keväinen torjuntatarpeen arvio osoittautui oikeaksi. Käsittelemättömän syysvehnän sato oli keskimäärin 4500 kg/ha ja herbisidikäsittelyillä saatu sadonlisä keskimäärin 300 kg/ha.

Taloudellisen vertailun kohteena oli kunkin käsitellyn koejäsenen katetuotto vähennettynä käsittelemättömän koejäsenen katetuotolla. Tuloslaskelmissa käytettiin kevään 1998 hintoja. Ally-käsittelyillä sato lisääntyi 60 kg/ha enemmän kuin muilla valmisteilla. Vaikka satoero ei ole tilastollisesti merkitsevä, niin hinnaltaan edullisen Allyn käyttö oli kannattavaa. Kaikilla Ally-käsittelyillä saatiin taloudellisesti kannattava tulos, joka vaihteli pienimmän suositellun käyttömäärän 30 markasta/ha puolitetun annoksen 120 markkaan/ha. Hormoprop- ja Herbalon-käsittelyillä päästiin kannattavaan taloudelliseen tulokseen, 47–75 mk/ha, vain puolitetulla käyttömäärällä.

Rikkakasvien torjunnan hyvän taloudellisen tuloksen edellytyksenä on, että pellolla on rikkakasveja, jotka alentavat syysviljojen satoa. Herbisidien käyttömääriä pienennettäessä torjuntatyö on tehtävä hyvissä ruiskutusoloissa pellon rikkakasvilajistoon hyvin tehoavalla valmisteella. Siirryttäessä käyttöohjetta pienempiin annoksiin tingitään torjunnan tehosta, mutta näin voidaan kuitenkin turvata ruiskutuksen taloudellinen tulos.

Avainsanat: kasvinsuojelu, herbisidit, viljakasvit, rikkakasvit, syysvehnä, kasvinsäätteet, kannattavuus, klopyralidi, MCPA, mekopropi, metsulfuroni-metyyli

The profitability of herbicide treatments in winter wheat

Abstract

The field study was conducted by the Institute of Plant Protection of the Agricultural Research Centre of Finland at two experimental sites in Finland in 1991–1993. The aim was to investigate the effect of herbicide treatments on weeds and the yield of winter wheat. The economic return of the treatments was calculated.

Winter wheat was treated with Hormoprop (mecoprop/MCPA, 400/200 g/l), Herbalon 620 (mecoprop /MCPA/clopyralid, 400/200/21.5 g/l) and Ally 20 DF (metsulfuron-methyl, 200 g/kg). Herbicides were applied at tillering or early stem elongation stage (Zadoks 24–30). The application rates were the lowest recommended or 3/4 or 1/2 of the recommended dose.

The average weed density was 210 weeds/m² and the air-dry weight 51 g/m².

The treatments lowered the weed density to 32–105 plant/m² and the weight by 75 % at least. Only the lowest Herbalon rate failed, and giving an efficacy of 73 % in weed weight. The untreated plots yielded 4500 kg/ha and the treated plots a 300 kg/ha greater yield. The economic return of the treatments was calculated taking into account the amount and price of the product used. Only the lowest amounts of the phenoxy-acid herbicides and the metsulfuron-methyl treatments gave a positive net return, that is, FIM 30–120 or € 5–20/ha.

All extra work, product price, tramping, harvesting drying and transporting costs were included in the calculations. An economically positive return was achieved only at reduced herbicide rates under relatively weedy conditions.

Key words: plant protection, herbicides, cereal crops, weeds, winter wheat, profitability, clopyralid, MCPA, mecoprop, metsulfuron-methyl

Sisällys

Rikkakasvien tarpeenmukainen torjunta syysvehnässä	3
Tiivistelmä	3
Abstract	4
1 Johdanto	7
1.1 Rikkakasvit kilpailevat viljelykasvin kanssa	7
1.2 Rikkakasvien torjuntatarpeen arviointi	7
1.3 Herbisidien käyttömäärien vähentäminen	8
2 Menetelmät	9
2.1 Kenttäkokeet	9
2.2 Tilastollinen käsittely	9
2.3 Käsittelyjen kannattavuus	10
3 Tulokset	10
3.1 Sadon määrä ja laatu	10
3.2 Rikkakasvimäärä	10
3.2.1 Käsittelyjen teho rikkakasveihin	10
3.2.2 Käsittelyjen teho saunakukkaan	11
3.3.3 Käsittelyjen taloudellinen kannattavuus	12
4 Tulosten tarkastelu	13
Kirjallisuus	15
Kasvunsäätteiden käytön kannattavuus ruisvehnällä	18
Tiivistelmä	18
Abstract	19
1 Johdanto	20
1.1 Ruisvehnän käyttö	20
1.2 Ruisvehnän kasvu	20
1.3 Ruisvehnän laontorjunta	21
2 Menetelmät	21
2.1 Kenttäkokeet	21
2.2 Tilastollinen käsittely	22
2.3 Käsittelyjen kannattavuus	22
3 Tulokset	23
3.1 Sadon määrä ja laatu	23
3.2 Korrenpituus ja lako	24
3.3 Käsittelyjen taloudellinen kannattavuus	24
4 Tulosten tarkastelu	25
Kirjallisuus	27

1 Johdanto

1.1 Rikkakasvit kilpailevat viljelykasvin kanssa

Rikkakasvit kilpailevat kasvustossa viljan kanssa ravinteista ja elintilasta ja pienentävät viljasatoa (Häkansson 1983). Tanskalaisen tutkimusten mukaan yksi gramma rikkakasvien kuivapainoa neliometrillä pienensi ohrasatoa 4,7 kg/ha (Christensen 1993), ja yksi rikkakasviyksilö pienensi Erviön et al. (1991) tutkimuksissa kevätiljasatoa 1,8 kg/ha. Vuosien 1972–1974 peltojen rikkakasvikartoituksessa ruispelloilla kasvoi käsittelemättömillä alueilla 303 rikkakasvia/m² (Raatikainen & Raatikainen 1979), joiden kuiva-ainesato oli lähes 800 kg/ha (Raatikainen et al. 1985).

Syysviljakasvustojen syysyksivuotiset rikkakasvit taimettuvat jo syksyllä ja jatkavat kasvuaan keväällä yhdessä talvehtineen viljanoraan kanssa. Syysyksivuotisista rikkakasveista tärkeimpiä ja yleisimpiä ovat pelto-orvokki, pihatähtimö, saunakukka, peltolemmikki ja linnunkaali. Keväällä itäviä kevätyksivuotisia kertarikkakasveja ovat jauhosavikka, pillikkeet, peltoukonauris sekä piha- ja kiertotatar (Raatikainen & Raatikainen 1979).

Hyvin talvehtineen syysviljan kilpailukyky rikkayrttejä vastaan on kevätiljoja parempi (Christensen 1991), mutta rikkaheiniä vastaan heikompi kuin kauran (Lemerle et al. 1995). Heinämäiset rikkakasvit hyötyvät yksipuolisesta viljanviljelystä (Salonen 1992) etenkin, jos syysvehnän viljelyssä siirrytään entistä kevyempiin muokausmenetelmiin (Pallutt 1993, McCloskey et al. 1998). McCloskey et al. (1998) järjestivät kokeen, jossa hietakattaran määrä kymmenkertaistui kolmessa vuodessa, kun maata ei muokattu vaikka herbisidejä käytettiin.

Wilsonin et al. (1995) mukaan syysvehnän kilpailukyky paranee viljan ollessa tiheäkaktuista. Koska rikkakasvien siementuotanto on verrannollinen rikkakasvien painoon, viljan tiheyden pienentyessä rikka-

kasvien siementuotantokyky paranee ja puhtaassa rikkakasvikasvustossa rikkakasvien siementuotanto on erittäin hyvä.

Rikkakasvien kilpailukyky on erilainen eri vuosina (Wilson et al. 1995, Lemerle et al. 1996) ja samoin viljakasvuston kilpailukyky vaihtelee (Lemerle et al. 1995, Cousens & Mokhtari 1998). Kilpailukykyisten viljakasvien versot kasvavat ja peittävät maanpinnan nopeasti (Seavers & Wright 1997), jolloin kasvit pystyvät tuottamaan hyvän sadon rikkakasvien kilpailusta huolimatta (Lemerle et al. 1995). Kauran kilpailukyky on hyvä lajikkeesta riippumatta, mutta vehnä-, ohra- (Seavers & Wright 1997) ja syysvehnälaajikkeiden (Causanell 1997) välillä on eroja kilpailukyvyssä. Kilpailukykyisemmällä lajikkeella, kuten pitkäkortisilla vehnillä, sadon pieneminen rikkakasvitiheyden suurentuessa on hitaampaa kuin lyhytkortisilla vehnillä (Wilson 1995 et al.). Hulc (1998) onkin arvioinut, että kilpailukykyiset vehnälaajikkeet soveltuisivat viljelyjärjestelmiin, jotka eivät tukeudu vahvasti kemialliseen rikkakasvien torjuntaan. Lajikkeen jyväsadon pieneminen ja rikkakasvien kasvu ovat hyvin yhteydessä keskenään. Rikkakasvien kanssa kilpaillessaan hyvin satoa tuottava lajike ei kuitenkaan välttämättä pysty suuriin satoihin rikkakasvittomassa kasvustossa (Christensen 1995). Toisaalta runsas tähkiminen ei ole yhteydessä hyvään kilpailukykyyn (Champion et al. 1998). Lajikkeen valinnan lisäksi olisi keskityttävä käyttämään lajikkeen kilpailukykyä parantavia viljelymenetelmiä, siemenmäärää, siemenen kokoa tai lannoitteen sijoittamista (Cousens & Mokhtari 1998).

1.2 Rikkakasvien torjuntatarpeen arviointi

Rikkakasvien aiheuttamien taloudellisten menetysten arviointi on tehtävä, kun vielä on mahdollisuus ryhtyä torjuntatoimenpiteisiin. Rikkakasvitiheyden perustuvan sätotappiomallin (Cousens 1985) käyttöön syysviljoilla liittyy ongelma havaintoajan ja

torjuntatoimenpiteiden ajoittamisesta syksyyn tai kevääseen. Storkley et al. (1997) esittivät sekä syys- että keväthavaintojen tekemistä. Jos oletetaan rikkakasvien selviytymisen talvesta vaihtelevan rikkakasvilajeittain ja paikoittain, on asiallista lykätä rikkakasvihavaintoa kevääseen. Rikkakasvien aiheuttama kilpailu alkaa kuitenkin vasta keväällä. Lukumäärähavainnot eivät ota huomioon eroja rikkakasvien taimettumisajoissa tai taimien koossa.

Provenin et al. (1991) tutkimuksissa verrattiin torjuntakynnyksen avulla määritetty rikkakasvitorjunnan ja puoleen vähennetyin annoksin tehtyjen ruiskutusten taloudellisuutta. Heidän mukaansa torjuntakynnyksien ylittymisen havainnointi oli liian työlästä viljelijöille ja neuvojille. Lisäksi menetelmällä tehtiin usein turhia käsitteilyjä. Pienennetyillä annoksilla käsittely oli taloudellisesti kannattavampaa.

Pellolla havainnointia on kehitetty auttamaan viljelijää valitsemaan oikea valmiste ja käyttömäärä. Pienennettyjen annosten käyttö vähentää herbisidien käyttöä paremmin kuin torjuntakynnyksen ei ruikutusta/ruiskutus -menetelmä (Whitting et al. 1991). Brittein saarilla viljelijät ovat siirtyneet käyttämään viljan viljelyssä alennettuja annoksia ilman huomattavia muutoksia sadoissa (Champion et al. 1997)

Christensenin & Rasmussenin (1997) mukaan viljelijöiden kiinnostusta taloudellisten torjuntakynnyksen käyttöön ovat haitanneet herbisidien edulliset hinnat sekä tiedon puute monilajisen rikkakasvuston kilpailusta, jakautumisesta ja runsaudesta pellolla. ALMANAC -tietokoneohjelma on kehitetty arvioimaan rikkakasvien torjunnan tarvetta. Se käyttää sää-, maaperä- ja viljelykasvitietoja simuloidessaan päivittäistä viljelykasvin ja rikkakasvien kasvua sekä odotettavissa olevaa jyväsatoa. Malli on todettu kohtuullisen hyvintoimivaksi arvioitaessa satovahinkokynnyksiä integroidussa rikkakasvien torjunnassa (Debeake et al. 1997), jossa käytetään tarpeenmukaisesti eri rikkakasvien torjuntamenetelmiä. Washingtonin-Idahon Palouse-alueelle sovitettu PALWEED:WHEAT -ohjelma pe-

rustuu kenttäkokeista saatuihin havaintoihin. Se pyrkii määrittämään mahdollisimman edullisen ja tehokkaan herbisidityypin ja käyttömäärän syysvehnälle (Kwon et al. 1998).

1.3 Herbisidien käyttömäärien vähentäminen

Salosen ja Erviön (1988) mukaan herbisidikäsitteilyllä saadaan yleensä noin 75 %:n teho rikkakasveihin. Herbisidien käyttömäärän voi sopeuttaa rikkakasvien kehitystasteen, lukumäärän ja lajikoostumuksen mukaan. Torjunta-aineille herkkiä rikkakasveja voi torjua pienillä määrillä valmistetta. Herbisidikäsittelyjen seurauksena rikkakasvien siementuotanto heikkenee nopeammin kuin rikkakasvien paino (Anderson 1995). 250 g/ha tehoaine MCPA:ta estää jauhosavikan siementen muodostumisen lähes kokonaan (Pedersen & Rasmussen 1990). Andersonin (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 heikkenee eniten tehtäessä käsittely ensimmäisen kasvulehden (kiertotatar) tai ruusukevaiheen (taskuruoho ja kierumatara) aikoihin (Anderson 1995).

Skotlantilaisessa tutkimuksessa ei viiden vuoden aikana syntynyt vakavia rikkakasvi-ongelmia, ja taloudellinen tulos parani käytettäessä pienennettyjä herbisidimääriä (Richards et al. 1997). Kevätvehnän rikkakasvien torjunta on ollut suomalaisissa tutkimuksissa pitkällä aikavälillä taloudellisesti kannattavaa pienennetyin annoksin (Salonen 1995). Håkanssonin (1997) mukaan rikkakasvien torjuntaa suunniteltaessa olisi pyrittävä yhä enemmän pitkän aikavälin ennusteisiin erilaisten rikkakasvien esiintymisestä ja vaikutuksesta erilaisissa viljelymenetelmissä.

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu Maatalouden tutkimuskeskuksessa (MTT) toteutetun koesarjan tulosten pohjalta her-

bisidien käyttöohjeen suosittamien pienimpien ja vielä sitä pienempien käyttömäärien biologisia ja taloudellisia vaikutuksia nykyhetken hinta- ja kustannustasolla. Tutkimuksessa selvitetään rikkakasvien torjuntaruiskutusten taloudellista tulosta.

2 Menetelmät

2.1 Kenttäkokeet

Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisilla ja Mietoisissa tehtiin vuosina 1991–1993 yhteensä yhdeksän syysvehnän rikkakasvien torjuntakoetta. Kenttäkokeissa tutkittiin eri herbisidien tehoa käyttöohjeen pienimmällä ja sitä pienemmällä annoksilla sekä tarpeenmukaisen rikkakasvitorjunnan kannattavuutta. Ennen kokeen perustamista varmistuttiin, että alueella on rikkakasveja.

Kokeissa oli käsittelemättömän koejäsenen lisäksi Hormoprop (mekopropi/MCPA, 400/200 g/l), Herbalon 620 (mekopropi/MCPA/klopyralidi, 400/200/ 21,5 g/l) ja Ally 20 DF (metsulfuroni-metyyli, 200 g/kg) -valmisteet. Kustakin valmisteesta käytettiin puolta, kolmea neljäsosaa ja käyttöohjeen pienintä käyttömäärää. Koejäsenet on esitetty taulukossa 1.

Kokeet käsiteltiin keväällä kasvun alettua toukokuun alkupuolella, 8.–15.5. Syysvehnä oli käsiteltäessä versomisvaiheessa tai juuri korren pitenemisen alussa (Zadoks

24–30, Feekes 3–4). Rikkakasvien kehitysvaihtelu vaihteli sirkkalehtiasteelta ruusukeasteelle. Rikkakasvilaskenta tehtiin 1,5–2 kuukautta käsittelystä kahdelta 0,5 m²:n alueelta/ruutu. Rikkakasvien lukumäärät ja kuivapainot mitattiin lajeittain. Kokeet puitiin elokuussa, 7.–30.8., ja sadon määrä ja hinnoitteluun vaikuttavat laatutekijät määritettiin.

2.2 Tilastollinen käsittely

Kummaltakin koepaikalta saadut tulokset kerättiin yhteen tiedostoon. Aineistosta tehtiin 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 koejäsenittäin vaihteli arvojen 1000 ja 30 000 välillä ja koejäsenet liittyivät toisiinsa. Lisäksi jakaumat olivat huipukkaita, joten logaritmimuunnos oli tarpeen (Cousens 1988) ennen tilastollisten testien suorittamista. Rikkakasvien lukumäärien varianssi koejäsenittäin vaihteli arvojen 500 ja 31 000 välillä ja se pieneni välille 5–31 neliöjuurimuunnoksella.

Lineaarissa sekamallissa käytettiin koevuotta ja -paikkaa satunnaistekijöinä sekä torjunta-ainekäsittelyä kiinteänä tekijänä selittämässä muutoksia vastemuuttujissa. Parittaisilla keskiarvojen estimaattien

Taulukko 1. Koejäsenet ja niiden ainekustannus, mk/ha.

Koejäsenet	Annos	Ainekustannus, mk/ha
1. Käsittelemätön		-
2. Hormoprop	5,0 l/ha	170
3. Hormoprop	3,75 l/ha	128
4. Hormoprop	2,5 l/ha	85
5. Herbalon 620	3,0 l/ha	171
6. Herbalon 620	2,25 l/ha	128
7. Herbalon 620	1,5 l/ha	86
8. Ally 20 DF	20 g/ha + Sito 0,2 l/ha	100
9. Ally 20 DF	15 g/ha + Sito 0,2 l/ha	75
10. Ally 20 DF	10 g/ha + Sito 0,2 l/ha	50

erojen testauksilla verrattiin eri käsittelyjä sekä koejäsenryhmiä käsittelemättömään ja toisiin käsittelyryhmiin. Tutkittavana olivat jatkuvat muuttujat: rikkakasvitiheys, rikkakasvien massa, viljasato, hehtolitrapaino, tuhannen jyvän paino ja korrenpituus. Tekstissä ja kuvissa esitettävät keskiarvot ovat tekijöiden mallinmukaisia estimaatteja. Koska käsittelemättömän koejäsenen rikkakasvitiheys ja rikkakasvien massa erosivat huomattavasti muiden käsittelyjen arvoista, tilastolliset testit tehtiin myös aineistosta, josta käsittelemätön koejäsen oli poistettu.

Tekstissä käytettyjen tilastollisten erojen rajat ovat: erittäin merkitsevä ero = 99,9 % luotettavuus, hyvin merkitsevä = 99 % ja merkitsevä ero = 90 % luotettavuus. Kuvissa ilmoitettujen erojen luotettavuus on 99,5 %.

2.3 Käsittelyjen kannattavuus

Käsittelyjen taloudellisia vaikutuksia tutkittaessa käytettiin kevään 1998 viljan hintaa (Maaseudun Tulevaisuus 1998). Ympäristö- ym. tukien ja lisähintojen tasona oli samoin vuoden 1998 tilanne (Sonkkila 1998). Työkustannukset laskettiin Työtehoseuran kasvinviljelytöiden työnormien (Peltonen 1992) mukaisesti vastaamaan alaltaan noin 50 hehtaarin viljatilän koneisuudesta. Kemiallisen kasvinsuojelun kustannukset koostuvat kone- ja työkustannuksista sekä torjunta-aineesta, joiden hintoina käytettiin viimeksi markkinoilla olleiden vastaavien tuotteiden hintoja (Lallukka 1996).

Kylvön ja kasvinsuojelun työkustannukset olivat ruiskuttamatonta koejäsentä lukuun ottamatta samat kaikilla koejäsenillä. Viljan korjuu- ja käsittelykustannuksiin vaikutti korjattavan sadon määrä. Koska koeruuduilla ruiskutukset tehtiin korjattavaa ruutua tallaamatta, vähennettiin 1 %:n suuruiset tallaustappiot kaikkien ruiskutettujen koejäsenten sadoista (Köylijärvi 1985). Tuotantoon sijoitetulle liikepääomalle asetettiin 4 %:n korkovaatimus.

3 Tulokset

3.1 Sadon määrä ja laatu

Kokeet sijoitettiin koepaikoille, joiden rikkakasvitiheys oli keskimäärin 210 rikkakasvia/m² (keskiarvon keskivirhe, S.E. = 27,0) ja joista saunakukkia oli keskimäärin 24 kpl/m². Yhdeksän kokeen keskiarvona käsittelemättömän syysvehnän sato oli 4500 kg/ha (keskiarvon keskivirhe vaihteli välillä 94–127) ja herbisidikäsitteilyillä saatu sadonlisä oli hyvin merkitsevä, keskimäärin 300 kg/ha (Kuva 1). Käsitteletyt eivät vaikuttaneet vehnän sakolukuun (keskimäärin 225), tuhannen jyvän painoon (43,5 g) tai hehtolitrapainoon (78,1 kg).

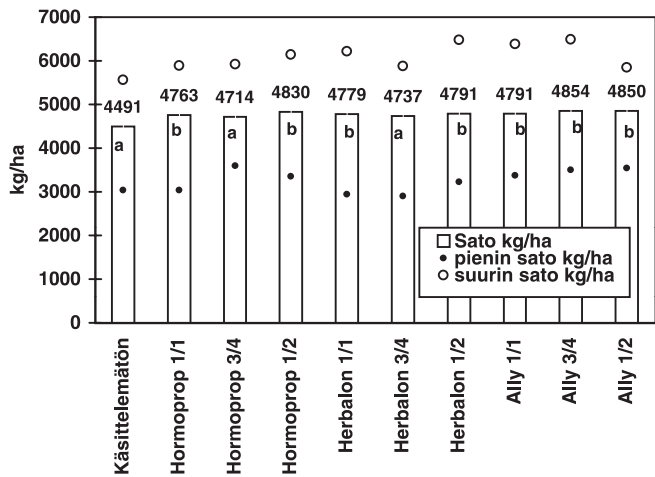
Kaikki käsitteletyt lisäsivät satoa vähintään merkitsevästi 245–365 kg/ha. Ally-käsittelyjen satojen keskiarvo oli 63 kg/ha suurempi kuin Hormoprop- tai Herbalon-käsittelyjen. Puolitetuilla herbisidiannoksilla käsiteltyjen ruutujen sato oli keskimäärin 46 kg/ha suurempi kuin täysannoksella ja 44 kg/ha suurempi kuin 3/4-annoksella käsiteltyjen ruutujen sadot (Kuva 2).

3.2 Rikkakasvimäärä

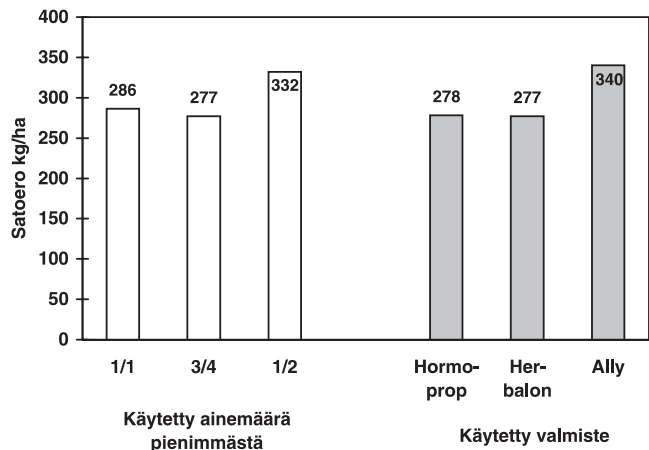
3.2.1 Käsittelyjen teho rikkakasveihin

Käsittelemättömän koejäsenen rikkakasvien kuivapaino vaihteli 5,5–142,7 g/m². Rikkakasvien kuivapainon keskiarvo pieneä käsittelemättömän 51 grammasta/m² 3,3–13,6 grammaan/m² käsittelyn mukaan (Kuva 3). Ally-käsitteilyillä koeruuduilla oli erittäin merkitsevästi muita käsittelyjä vähemmän rikkakasvimassaa. Keskimäärin (ei esitetty kuvissa) 3/4-määrällä käsitellyissä koejäsenissä ei ollut suurempaa rikkakasvimassaa kuin täydellä annoksella käsitellyillä ruuduilla (ero 0,7 g/m²), mutta 1/2-annoksella käsitellyillä ruuduilla oli erittäin merkitsevästi enemmän rikkakasveja (ero 3,1 g/m²) kuin täydellä annoksella käsitellyillä ruuduilla. 3/4-ainemäärä vähensi rikkakasvien painoa hyvin merkitsevästi

Kuva 1. Syysvehnäsato vuosina 1991–1993 ja kunkin koejäsenen pienin ja suurin sato. Parittaisen vertailun erot 5 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pionaakkosilla (9 koetta).



Kuva 2. Eri ainemäärien ja valmisteiden vaikutus satoon verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen (9 koetta).



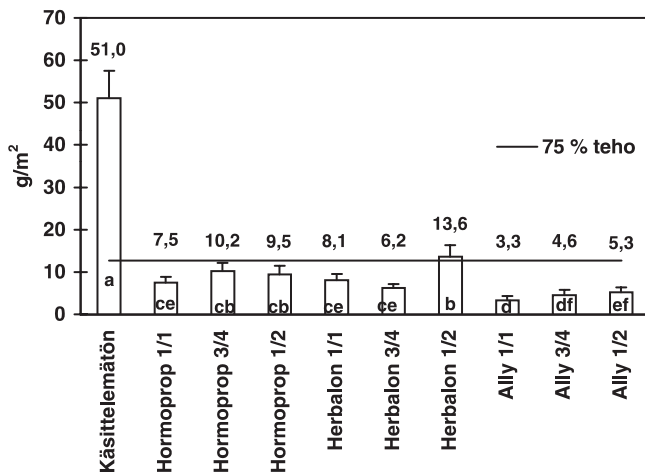
enemmän (ero 2,4 g/m²) kuin 1/2-ainemäärä.

Rikkakasvien kappalemäärä vaihteli käsittelemättömillä ruuduilla 11–793 kpl/m². Vain kaksi suurinta Ally-käsittelyä vähensivät rikkakasvien lukumäärää yli 75 % käsittelemättömästä (Kuva 4). Hormoprop-käsittelyjen keskiarvoteho ei eronnut Herbalon-käsittelyjen tehosta, mutta Ally oli kumpaakin erittäin merkittävästi tehokkaampi. Täydet torjunta-aineannokset (ei esitetty kuvissa) vähensivät rikkakasvien lukumäärää erittäin merkittävästi enemmän kuin 1/2-annokset (ero 28 kpl/m²), mutta 3/4-annoksen teho erosi täydestä ja vastavasti 1/2-annoksen teho 3/4-annoksen te-

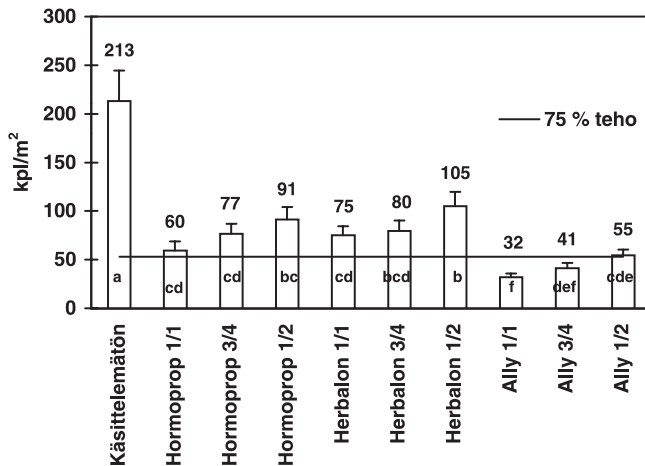
hosta vain merkittävästi (10–18 kpl/m²). Yksittäisistä käsittelyistä suurimman ja 3/4-Ally-annoksen rikkakasvimäärät olivat muita käsittelyjä hyvin tai erittäin merkittävästi pienempiä (ero 14–63 kpl/m²).

3.2.2 Käsittelyjen teho saunakukkaan

Saunakukkaa oli jokaisessa yhdeksässä koeksessa, enimmillään käsittelemättömissä ruuduissa 126 g/m² ja 105 kpl/m². Saunakukan kuivapainon keskiarvo pieneni käsittelyillä 24 grammasta/m² 0,1–6,0 grammaan/m². Kaikkien käsittelyjen tulos oli hyvä (Kuva 5). Kaikki Ally-käsittelyt ja



Kuva 3. Rikkakasvien kuivapaino ja 75 %:n teho rikkakasvien kuivapainoihin. Tilastollinen erojen merkitsevyys ($p < 0,05$) laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja ero esitetään pienaakkosin. Kuvan arvot ovat muuntamattomia. Keskiarvon keskivirhe on ilmoitettu janan avulla (9 koetta).



Kuva 4. Rikkakasvien lukumäärä ja 75 %:n teho rikkakasvien lukumäärään. Tilastollinen erojen merkitsevyys ($p < 0,05$) laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja ero esitetään pienaakkosin. Kuvan arvot ovat muuntamattomia. Keskiarvon keskivirhe on ilmoitettu janan avulla (8 koetta).

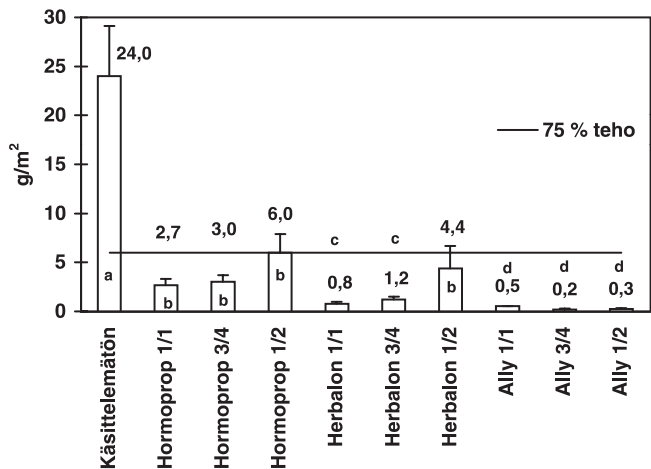
täysi Herbalon-annos olivat saunakukan kuivapainon suhteen hyvin tai erittäin merkitsevästi muita käsittelyjä tehokkaampia.

Saunakukan lukumäärä pieneni yli 75 % kaikilla Ally-käsittelyillä sekä täydellä ja 3/4-annoksella Herbalonia (Kuva 6). Allylla käsittelyjen ruutujen saunakukkatiheys oli erittäin merkitsevästi pienempi kuin Herbalonilla tai Hormopropilla käsiteltyjen ja vastaavasti Herbalonilla käsiteltyjen ruutujen tiheys erittäin merkitsevästi pienempi kuin Hormopropilla käsiteltyjen ruutujen.

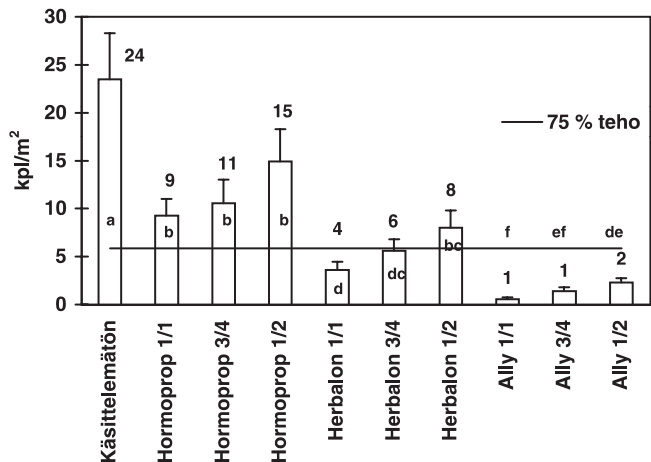
3.3.3 Käsittelyjen taloudellinen kannattavuus

Vertailun kohteena oli kunkin käsittelyn katetuotto vähennettynä käsittelemättömän koejäsenen katetuotolla. Kaikilla Ally-käsittelyillä saatiin positiivinen taloudellinen tulos, joka vaihteli täyden annoksen 30 markasta/ha puolen annoksen 120 markkaan/ha. Hormopropilla ja Herbalonilla saatiin positiivinen taloudellinen tulos vain puolittamalla käyttöohjeen pienin annos. Ally-käsittelyillä sato lisääntyi 60 kg/ha enemmän kuin muilla valmisteilla. Ero ei ole tilastollisesti merkitsevää, mutta valmisteen edullisuudesta johtuen käsittelyt olivat kannattavia (Kuva 7).

Kuva 5. Saunakukkien kuivapaino ja 75 %:n teho saunakukan kuivapainoon. Tilastollinen erojen merkitsevyys ($p < 0,05$) laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja ero esitetään pienaakkosin. Kuvan arvot muuntamattomia. Keskiarvon keskivirhe on ilmoitettu janan avulla (9 koetta).



Kuva 6. Saunakukkien lukumäärä ja 75 %:n teho. Tilastollinen erojen merkitsevyys ($p < 0,05$) laskettu käyttäen arvoista logaritimuunnosta ja ero esitetään pienaakkosin. Kuvan arvot ovat muuntamattomia. Keskiarvon keskivirhe on ilmoitettu janan avulla (8 koetta).

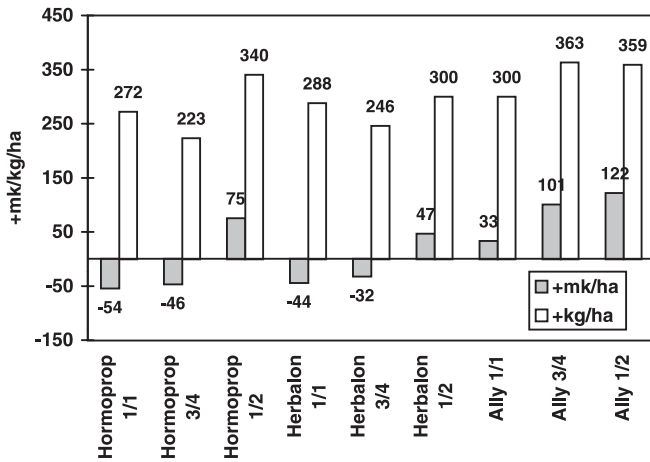


4 Tulosten tarkastelu

Näissä kokeissa keväällä arvioitu torjuntatarve osoittautui oikeaksi. Käsittelemättömissä koejäsenissä rikkakasveja oli keskimäärin 210 kpl/m² ja niiden kuivapaino oli keskimäärin 510 kg/ha. Vuosien 1972–1974 peltojen rikkakasvikartoituksessa ruispelloilla kasvoi käsittelemättömillä alueille 303 rikkakasvia/m² (Raatikainen & Raatikainen 1979). Niiden kuiva-ainesato oli lähes 800 kg/ha (Raatikainen et al. 1985) eli rikkakasvitiheys oli 90 kpl/m² suurempi ja rikkakasvien paino lähes 300 kg/ha suurempi kuin tämän koesarjan syysvehnässä.

Tämän tutkimuksen aikana Lounais-Suomen tutkimusasemalla Mietoisissa tehdyn havainnon mukaan tuoreiden rikkakasvien kuiva-ainepitoisuus oli noin 24 %. Raatikaisen et al. (1985) tutkimuksessa, jossa näytteiden kuiva-ainepitoisuudeksi tuli 94 %, rikkakasvinäytteet kuivattiin ja käsiteltiin kuten tässäkin tutkimuksessa. Arvio tämän koesarjan käsittelemättömien koejäsenten rikkakasvien tuoresadosta on 3,92 kertaa suurempi kuin ilmakuiva sato, siis noin 2000 kg/ha.

Tässä tutkimuksessa rikkakasvien lukumäärä pieneni käsittelyjen seurauksena keskimäärin 145 kpl/m² (213 ⇒ 68) ja rikka-



Kuva 7. Syysvehnän herbisidikäsitellyillä saavutettu keskimääräinen sadon lisääntyminen ja taloudellisen tuloksen muutos vuosina 1991–1993 (9 koetta).

kasvien kuivapaino $43,4 \text{ g/m}^2$ ($51,0 \Rightarrow 7,6$). Sato suureni käsittelyjen myötä keskimäärin 299 kg/ha eli $2,0 \text{ kg/rikkakasviyksilö}$ tai $6,9 \text{ kg/rikkakasvigramma}$. Sadon lisääntyminen oli samantasoista tai suurempaa kuin kevätiljoilla saadut tulokset: $1,8 \text{ kg/rikkakasviyksilö}$ (Erviö et al. 1991) tai $4,7 \text{ kg/ha}$ rikkakasvigrammaa kohden (Christensen 1993).

Syysvehnän hyvästä kilpailukyvästä huolimatta saunakukka, linnunkaali, pelto-konnauris ja pelto-orvokki pienentävät viljasatoa ja hankaloittavat korjuuta pieninäkin määrinä etenkin, jos vehnä on talvehitinut heikosti. Kokeissa saunakukan kuivapaino oli keskimäärin 240 kg/ha , kun se oli vuosina 1972–1974 peltojen rikkakasvikartoituksessa ruispelloilla 115 kg/ha (Raatikainen et al. 1985). Kaikkien valmistaiden kaikki käyttömäärät pienensivät saunakukan massaa vähintään vaadittavan 75 %, mutta vain Herbalonin täysi ja 3/4-annos sekä kaikki Ally-annokset vähensivät myös saunakukkien lukumäärää vähintään 75 %.

Tässä tutkimuksessa syysvehnän hehtaarisato suureni $245\text{--}365 \text{ kg/ha}$, mutta se ei kaikilla valmisteilla ja käyttömäärillä riittänyt korvaamaan kustannuksia. Provenin et al. (1991) mukaan herbisidikäsitellyn olisi lisättävä tapauskohtaisesti viljasatoa $300\text{--}1000 \text{ kg/ha}$, jotta käsittely olisi taloudellisesti kannattava.

Näiden kokeiden rikkakasvimäärillä

herbisidien käyttö osoittautui taloudellisesti kannattavaksi suosituksia pienemmällä käyttömäärillä, tai jos käytetty valmiste on hinnaltaan edullinen. Provenin et al. (1991) mukaan kustannustehokkain strategia on se, jossa herbisidikulut ovat pienimmät. Christensen & Rasmussen (1997) esittävät, että viljan hintojen ollessa matalalla, on taloudellisesti edullisinta käyttää normaaleja pienempiä herbisidiannoksia. Myös pitkällä aikavälillä kevätiljojen käsittely suositeltua pienemmin annoksin on osoittautunut taloudellisesti kannattavaksi (Salonen 1995, Richards et al. 1997), vaikka tulos luonnollisesti vaihtelee vuosittain (Erlund 1998). Pienennetyillä annoksilla joka vuosi tehty käsittely vähentää maan rikkakasvisiemenpankkia, kun taas käsiteltäessä vain torjuntakynnyksen ylittyessä, maan rikkakasvien siementilanne pysynee pitkällä aikavälillä ennallaan (Lawson et al. 1992).

Suurimmat keskiarvosadot saatiin fenoksiherbisidien täydellä ja puolitetulla annoksella ja pienimmät keskiarvosadot 3/4-annoksella. Käsiteltäessä viljakasvusto ”kaksoiskehävaiheella” 2–3 -lehtiasteella fenoksihappovalmisteet voivat haitata tähkän kehittymistä (Peltonen 1994). Tässä tutkimuksessa kokeet käsiteltiin useimmiten pensastumisvaiheen loppupuolella, hyvin nopean kasvun vaiheessa. Tällöin tähkänmuodostuksen herkat vaiheet on jo ohitettu (Peltonen 1994). Kuitenkin on mahdollista, että fenoksihappovalmisteita käyt-

tettäessä tasapainoiltaan viljaa stressaavan vaikutuksen ja hyvän rikkakasvien torjuntatason välillä. Mukula & Köylijärvi (1965) havaitsivat rikkakasvien määrän ja herbisidillä saadun jyväsadon lisääntymisen olevan yhteydessä toisiinsa, mutta vastaavasti viljan satotason ja herbisidillä saadun jyväsadon lisäyksen välillä ei ollut yhteyttä. Tämän koesarjan kokeissa rikkakasveja oli vähemmän kuin esimerkiksi vuosina 1972–1974 ruispelloilla (Raatikainen & Raatikainen 1979).

Kone- ja työkustannuksia voidaan mataltaa tehostamalla työmenetelmiä, kuten yhdistämällä tarpeenmukaisia kasvinsuojelukäsittelyjä tai lisäämällä tilojen välistä yhteistyötä. Kasvinsuojeluainekustannukseen vaikuttavat tuotteen hinta ja käyttömäärä. Hormoprop ja Herbalon ovat korvautuneet uusilla mekoproppi-P:tä sisältävillä valmis-teilla, joiden käyttömäärä voidaan meko-

propin osalta puolittaa, mutta joiden hinta on korkeampi kuin vanhojen valmisteiden.

Mayor & Dessaint (1998) eivät suosittele herbisidien korvaamista mekaanisilla menetelmillä, koska tällöin jää helposti jäljelle siemeniä tuottavia rikkakasvi-yksilöitä tai -lajeja, jotka lisääntyvät nopeasti. He eivät myöskään usko, että ilman herbisidejä tuotetun viljan hinta tulisi olemaan tavanomaisesti tuotetun viljan hintaa korkeampi.

Rikkakasvientorjunnan hyvän taloudellisen tuloksen edellytyksenä on, että pellolla on rikkakasveja, jotka alentavat syysviljojen satoa. Siirryttäessä käyttöohjetta pienempiin käyttömääriin saatetaan joutua tinkimään torjunnan tehosta, mutta näin voidaan kuitenkin usein turvata ruiskutuksen taloudellinen tulos. Herbisidien käyttömääriä pienennettäessä torjuntatyö on tehtävä hyvissä ruiskutusoloissa rikkakasvilajistoon hyvin tehoavalla valmisteella.

Kirjallisuus

Andersson, L. 1992. Effect of MCPA on the seed production of six weed species. In: IX International Symposium on the Biology of Weeds, Dijon, France. 16-18 September 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.

Caussanell, J.-P. 1997. Growth and competition between winter wheat cultivars and *Brassica juncea*. In: 10th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Poznań, Poland, 22-26 June 1997. Poznań: European Weed Research Society. p. 72.

Champion, G.T., Froud-Williams, R.J. & Holland, J.M. 1997. The implications of reduced doses of fluroxypyr and wheat cultivar choice on the seed production, growth and development of the progeny of common field speedwell. In Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, England, 17-20 November 1997. Farnham: The British Crop Protec-

tion Council. p. 101–116.

–, **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. 1991. Perspektiver for udnyttelse af afgrødens konkurrenceevne. In 8. Danske Planterværnkonference, Ukrud, 1991. Lyngby: Statens Planteavlforsøg. p. 203–213.

– 1993. Weed suppression on cereal varieties. SP rapport 1. Lyngby: Statens Planteavlforsøg. p. 97. Academic Dissertation.

– 1995. Weed suppression ability of spring barley varieties. *Weed Research* 35: 241–247.

– & **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.

- Cousens, R.** 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Annales of Applied Biology* 107: 239–252.
- 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 interference from *Lolium rigidum*. *Weed Research* 38: 301–307.
- Debaeke, P., Causanel, J.P., Kiniry, J.R., Kafiz, B. & Mondragon, G.** 1997. Modelling crop: weed interactions in wheat with ALMANAC. *Weed Research* 37: 325–341.
- Erlund, P.** 1998. Växtskyddets lönsamhet i spannmål. Teknisk och ekonomisk tidskrift för lantbruket 79(3): 110–112.
- Erviö, L.-R., Tanskanen, T. & Salonen, J.** 1991. Profitability of chemical weed control in spring cereals. *Annales Agriculturae Fenniae* 30: 199–206.
- Hulc, P.** 1998. Response to weed control by four spring wheat genotypes differing in competitive ability. *Canadian Journal of Plant Science* 78(1): 171–173.
- Håkansson, S.** 1983. Competition and production in short-lived crop-weed stands. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 127. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Plant Husbandry. 85 p.
- 1997. Competitive effects and competitiveness in annual plant stands. *Swedish Journal of Agricultural Research* 27: 75–94.
- Kwon, T.J., Young, D.L., Young, F.L. & Boerboom, C. M.** 1998. Palweed: wheat II: revision of a weed management decision model in response to field testing. *Weed Science* 46: 205–213.
- Köylijärvi, J.** 1985. Ruiskutusten tallaustappiot viljakasvustoissa. Koetointa ja käytäntö 42(28.5.1985): 32.
- Lallukka, R.** 1996. Peltokasvien kasvinsuojelu 1996. Maatalouskeskusten liiton julkaisuja no 898. Helsinki: Maatalouskeskusten Liitto ry. 64 p.
- Lawson, H.M., Wright, G.McN., Davies, D.H.K. & Whiting, A.J.** 1992. The effects of reduced herbicide strategies on the weed flora in cereals in Scotland: an interim report. IX International Symposium on the Biology of Weeds. Dijon, France, 16-18 September 1992. Paris: Association Nationale pour la protection des Plantes. p. 269–278.
- Lemerle, D., Verbeek, B. & Coombes, N.** 1995. Losses in grain yield of winter crops from *Lolium rigidum* competition depend on crop species, cultivar and season. *Weed Research* 35: 503–509.
- Maaseudun Tulevaisuus. 1998. Viljaliite. 82(17.1.1998). 4 p.
- Mayor, J. P. & Dessaint, F.** 1998. Influence of weed management strategies on soil seedbank diversity. *Weed Research* 38: 95–105.
- McCloskey, M., Firkbank, L. G., Watkinson, A. R. & Webb, D. J.** 1998. Interactions between weeds of winter wheat under different fertilizer, cultivation and weed management treatments. *Weed Research* 38: 11–24.
- Mukula, J. & Köylijärvi, J.** 1965. Comparative studies with three herbicides, MCPA, MCPA plus 2,3,6-TBA and mecoprop for weed control in spring cereals. *Annales Agriculturae Fenniae* 4: 256–276.
- Pallutt, B.** 1993. Population dynamics and competition of weed depending on crop rotation and mechanical and chemical control measures in cereals. In Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, England 17-20. November 1997. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 1197–1204.
- Pedersen, J.O. & Rasmussen, I.A.** 1990. The influence of herbicides on weed seed production In 7. Danske Planteværnkonference, Ukruudt 1990. Lyngby: Statens Planteavlforseg. p. 73–83.
- Peltonen, J.** 1994. Viljojen rikkakasvien torjunta-ajankohta kaippaa lisätarkennusta. *Kasvinsuojelulehti* 27: 44–46.
- Peltonen, M.** 1992. Maatalouden työnormit: kasvintuotannon yleiset työt. TTS Työtehoseuran maataloustiedote 14/1992. Helsinki: Työtehoseura ry. 8 p.
- 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, Brighton, England, November 18-18 1991. Farnham: The British Crop protection Council. p. 1201–1208.
- Raatikainen, M. & Raatikainen, T.** 1979. Syysrukiin perustaminen, hoito ja rikkaruohojen ekologia. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 51: 432–479.
- , **Raatikainen, T. & Mukula, J.** 1985. The biomass of weeds in winter cereal fields in Finland. *Annales Agriculturae Fenniae* 24: 1–30.
- Richards, M.C., Fisher, N.M. & Drysdale, A.D.** 1997. Integrated weed management - its perform-

ance over a fivecourse combinable crop rotation. In Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, England, 17-20 November. Farnham: The British Crop protection Council. p. 967–972.

Salonen, J. 1992. Propagation, impact and management of *Elymus repens* in continuous cereal cultivation. in First International Weed Control Congress, Melbourne, Australia. p. 454–456.

– 1995. Kevätvehnän rikkakasvien säännöllinen torjunta kannattaa. Koetoiminta ja käytäntö 52(23. 5.1995): 22.

– & **Erviö, L.-R.** 1988. Efficacy of chemical weed control in spring cereals in Finland. Weed Research 28: 231–235.

Seavers, G. & Wright, K. 1997. Weed suppression characteristics of cereal species and cultivars. in 10th EWRS (European Weed Research Society) Symposium, Poznań, Poland 22-26 June. Poznań: European Weed Research Society. p. 70.

Sonkkila, S. 1998. Maataloustuet 1997-2000. Isännän ja emännän maatalouskalenteri. 52: 139–149.

Storkey, J., Cussans, J.P., Lutman, P.J.P. & Blair, A.M. 1997. The importance of mortality in weed populations between autumn and spring on the reability of yield loss predictions in winter wheat. In Brighton Crop Protection Conference, Brighton, England, 17-20 November 1997. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 1025–1030.

Whiting, A.J., Davies, D.H.K., Brown, H. & Whytock, G. 1991. The field use of reduced doses of broad-leaved weed herbicides in cereals. Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, England, November 18-19 1991. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 1209–1216.

Wilson, B.J., Wright, K.J., Brain, P., Clements, M. & Stephens, E. 1995. Predicting the competitive effects of weed and crop density on weed biomass, weed seed production and crop yield in wheat. Weed Research 35: 265–278.

Kasvunsäätteiden käytön kannattavuus ruisvehnällä

Heikki Jalli¹⁾, Antti Laine²⁾ ja Sanni Junnilla¹⁾

¹⁾*Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen, heikki.jalli@mtt.fi, sanni.junnilla@mtt.fi*

²⁾*Maatalouden tutkimuskeskus, Lounais-Suomen tutkimusasema, Saarentie 220, 23120 Mietoinen, antti.laine@mtt.fi*

Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisilla ja Mietoisissa tutkittiin vuosina 1996–1997 kasvunsäätteiden tehoa ja käytön kannattavuutta ruisvehnän viljelyssä. Kokeissa oli käsittelemättömän koejäsenen lisäksi Korrensäade 5C (klormekvattikloridi 460 g/l), Terpal (mepikvattikloridi/etefoni 305/155 g/l), Moddus 250 EC (trineksapakkietyyli 250 g/l) ja Cerone (etefoni 480 g/ha). Korrensäade 5C:n käyttömäärät olivat 1,5 ja 3,3 l/ha ja käsittelyaika ruisvehnän korrenkasvun alku (Zadoks 30). Terpalin käyttömäärä oli 2,0 l/ha ruiskutettaessa 3-solmuvaiheessa (korrenkasvun puoliväli, Z 33) ja 1,0 ja 2,0 l/ha lippulehden tullessa esiin (Z 38). Moddusta käytettiin 0,5 ja Ceronea 1,25 l/ha ruisvehnän lippulehden tullessa esiin (Z 38).

Jokioisilla ruisvehnälajike oli Ulrika ja Mietoisissa Moreno. Kevätlannoitus oli 90–125 kg N/ha. Ruiskuttamattomat kasvustotkaan eivät lakoutuneet sanottavasti. Käsitteletyt lyhensivät ruisvehnän kortta keskimäärin 7–23 cm. Eniten korsi lyheni Jokioisilla vuonna 1996, jopa 38 cm. Vähiten

korsi lyheni kuivuudesta kärsivässä kasvustossa Jokioisilla vuonna 1997, vain 4–7 cm.

Käsittelemättömän koejäsenen sato oli keskimäärin 5600 kg/ha. Käsitteletyt lisäsivät satoa enimmillään 470 kg/ha, mutta keskimäärin sato oli käsitellyissä ruuduissa 60–280 kg/ha käsittelemätöntä suurempi. Taloudellisen vertailun kohteena oli käsitellyn koejäsenen katetuotto vähennettynä käsittelemättömän koejäsenen katetuotolla. Tuloslaskelmissa otettiin huomioon käytännössä syntyvät tallausvaikutukset. Laskelmissa käytettiin vuoden 1998 hintoja. Ruisvehnän kasvunsäädekäsittelyt olivat kannattamattomia. Kumpanakin vuotena Jokioisten suurempi Korrensäade 5C -annos lisäsi taloudellista tuottoa, muuten käsittelyistä koitui 10–354 mk/ha tappio.

Ruisvehnälajikkeet eivät lakoutuneet käytetyillä lannoitemäärillä. Etenkin vuonna 1997 kasvustot kärsivät kuivuudesta. Kasvunsäädekäsittelyt lisäsivät satoa vähän ja käsittelyt eivät olleet taloudellisesti kannattavia.

Avainsanat: kasvinsuojelu, kasvunsäätteet, viljakasvit, ruisvehnä, kannattavuus, etefoni, klormekvattikloridi, mepikvattikloridi, trineksapakki-etyyli

The profitability of growth regulators in triticale

Abstract

Experiments were conducted by the Institute of Plant Protection of the Agricultural Research Centre of Finland at two sites in Finland in 1996–1997. The aim was to investigate the effect of growth regulators on straw length, lodging and the yield of winter triticale. The economic return of the treatments was calculated.

Triticale was treated with Korrensäade 5C (chlormequatchloride 460 g/l), Terpal (mepiquatchloride/ethephon 305/155 g/l), Moddus 250 EC (trinexapac-ethyl 250 g/l) and Cerone (ethephon 480 g/l). Chlormequatchloride was applied at the early stem elongation stage (Zadoks 30), mepiquatchloride/ethephon at the three-node stage (Z 33) and early flag leaf stage (Z 38) and trinexapac-ethyl and ethephon at the early flag leaf stage (Z 38). The application rates were 1.5 and 3.3 l/ha of Korrensäade 5C, 1.0 and 2.0 l/ha of Terpal, 0.5 l/ha of

Moddus and 1.25 l/ha of Cerone.

The varieties used were Moreno at Jokioinen and Ulrika at Mietoinen. Spring fertilization was 90–125 N kg/ha. There was no lodging in the trials. The average culm length shortening with treatments was 7–23 cm, but as much as 38 cm with early Terpal treatment. The least culm shortening, only 4–7 cm occurred in 1997 a year of severe drought.

Untreated plots yielded 5600 kg/ha. In 1996, Korrensäade 5C increased the yield by 470 kg/ha but the average yield increase varied between 60 and 280 kg/ha. The economic return of the treatments was calculated taking into account the amount and price of the product used and all extra work, tramping, harvesting, drying and transporting costs. A profitable return was achieved only with Korrensäade applied to variety Ulrika.

Key words: plant protection, growth regulators, triticale, cereal crops, profitability, chlormequatchloride, ethephon, mepiquatchloride, trinexapac-ethyl

1 Johdanto

Ruisvehnä on ihmisen luoma viljakasvi (Petr & Hradeká 1993b). Se on syysvehnän ja syysrukiin välimuoto ja viljelylajikkeet ovat yhdistelmiä durum- eli makaronivehnästä ja rukiista (Hovinen 1995). Ruisvehnän viljely alkoi lisääntyä 1970-luvulla (Petr & Hradeká 1993b). Ruisvehnien keväällä kylvettävien muotojen kasvu-aika on Suomen oloihin liian pitkä (Hovinen 1995). Syksyllä taimettuvien ruisvehnälajikkeiden talvenkestävyyksissä on eroja (Mazurek & Mazurek 1987) ja aikaisempien ruisvehnien talvenkestävyys ei ollut Suomeen riittävä (Hovinen 1995). Nykyiset, viljelyssä olevat lajikkeet on jalostettu takaisinristeyttämällä vehnän kanssa, jolloin talvenkestävyys on parantunut syysvehnän tasolle (Hovinen 1995) ja lajikkeilla ei ole Etelä-Suomessa talvehtimongelmia (Salo 1996). Ruisvehnän tähkät ovat suuria, mistä seuraa mahdollisuus suuriin satoihin (Hovinen 1995).

1.1 Ruisvehnän käyttö

Tähkädäntä on suurin este ruisvehnän käytölle ihmisravintona. Askel kohti tähkäidännänkestäviä lajikkeita on valita korkea- ja kestäväsakolukuisia ruisvehniä (Trethowan et al. 1993). Viljelytekniisin keinoin ei ole mahdollista suuresti vaikuttaa laatuun. Kylvötiheys, typpilannoitus tai CCC-käsittely eivät vaikuta sakolukuun samoin kuin kasvukaudesta johtuva vaihtelu (Gruber & Flamme 1989).

Rehikäytössä lihasikojen koko rehtarve voidaan korvata ruisvehnällä, jonka energiasältö on ohraa suurempi, mutta valkuaisainekoostumus ei ole ohran luokkaa. Ruisvehnän taloudellisin osuus rehutarpeesta on 25–75 prosenttia, jos hinta on ohraa korkeampi (Alaviuhkola 1998). Ruisvehnästä on erityisesti kokoviljasäilöntään hyvin soveltuvia lajikkeita (Petr & Hradeká 1990). Kokoviljan säilöntäajaksi soveltuu parhaiten ruisvehnän maitotuleentumisen loppu – taikinatuleentumisen alku. Tällöin

sato ja sen sisältämät ravinteet ovat runsaimmillaan. Muihin rehukasveihin verrattuna ruisvehnäsäilörehussa on vähän energiaa, mutta leikkuukorkeuden lisääminen ja CCC-käsittely edistävät maitohappokäymistä ja säilörehun energiapitoisuus lisääntyy ja laatu paranee (Schneider et al. 1991).

1.2 Ruisvehnän kasvu

Tshekkoslovakialaiset Petr ja Hradeká (1993a) ovat vertailleet tshekkoslovakialaisten ja puolalaisten ruisvehnien sekä syysvehnän ja rukiin versomista. Koevuosina 1987–1989 syysviljojen versominen painottui syksyyn ja eniten versoja tuotti ruis ja vähiten syysvehnä. Ruisvehnän pensastumisen alku on, kuten rukiilla, lyhyen päivän stimuloimaa ja jatkuu matalissa 3–5 asteen lämpötiloissa. Ennen talvea ruisvehnäyksilöt saavuttivat 0,07–0,1 gramman kuivapainon ja 40 neliösenttimetrin lehtipinta-alan sekä kasvuasteen 20–25 (Petr & Hradeká 1993b). 3500 kg:n hehtaarisato saavutetaan, kun ruisvehnän kuivapaino on syksyllä 1450 g/m². 5700 kg/ha sato edellyttää syksyllä 1800 g/m²:n kuivapainon (Petr & Hradeká 1993c). Ruisvehnän sato oli suurin normaaleissa ja tiheissä kasvustoissa, optimi tähkäitiheys oli 400–480 tähkää neliömetrillä. Klormekvattikoridikäsittely syksyllä lisäsi versomista keväällä (Petr & Hradeká 1993a).

Ruisvehnän lehtipinta-ala on lähes yhtä suuri kuin rukiilla ja suurempi kuin syysvehnällä. Lehtipinta-ala myös säilyy pidemmän aikaa kuin syysvehnällä, lähes yhtä pitkään kuin rukiilla. Lehdistön säilyminen kukinnan jälkeen kasvattaa satoa ja tuhannen siemenen painoa (Petr & Hradeká 1990).

Ruisvehnän jyväkoko pieniä sadon suurentuessa riippumatta typpilannoituksesta tai klormekvattikäsittelystä. Jyväkoon ollessa suuri jyvien typpipitoisuus oli alhainen. Kasvin typenotto lisääntyi typpilannoituksen suurentuessa, eikä klormekvattikäsittely vaikuttanut typenottoon (Naylor & Stephen 1993).

Suomalaisissa lajikekokeissa ruisvehnät ovat olleet hyvin terveitä, mutta viljelyn laajetessa saattavat kasvitautiongelmat lisääntyä (Hovinen 1995). Kanadalaisissa tutkimuksissa tähkäfusarioosi iski ruisvehnään herkemmin kuin vehnään. Eron on arveltu johtuvan mahdollisesta perinnöllisestä herkkyydestä sekä ruisvehnän pidemmästä taudin iskeytymiselle alttiista ajasta. Ruisvehnän kehitys tähkälletulosta tuleentumisen alkuun kesti 50 vuorokautta, kun vehnällä vastaava aika oli 43,5 vuorokautta (Martin et al. 1991). Pienenkin tyvitautisaastunta haittasi saksalaisessa nelivuotisessa tutkimuksessa Lasko-ruisvehnän kasvua niin, että kasvitautientorjunta oli tarpeen ja taloudellisesti kannattavaa, kukkimisen jälkeinen fungisidiruiskutus ei enää lisännyt satoa (Miesner 1990).

1.3 Ruisvehnän laontorjunta

Ruisvehnän korrenpituus vaihtelee lajikkeesta riippuen, samoin alttius lakoontumiseen (Hovinen 1995). Kasvunsäädekäsittelyt lyhentävät kortta ja lisäävät satoa (Mazurek & Mazurek 1987, Naylor 1989, Miesner 1990).

Klormekvattikloridikäsittely lyhentää ruisvehnän ylimpiä solmuvälejä toisin kuin esimerkiksi ohralla. Korren lyheneminen on suhteellisesti suurempaa suurilla typpilannoitustasoilla. Kasvunsäädekäsittely lyhentää kortta, pienentää korsimassaa ja vähentää lakoontumista. Jyvien lukumäärä tähkissä lisääntyy, mutta jyvä koko pienenee. Sato on yhteydessä jyvien lukumäärään. Kasvunsäädekäsittelyssä ruisvehnäkasvus-

tossa lehdet pysyvät pidempään vihreinä, mikä tukee teoriaa klormekvattikloridin satopotentiaalia suurentavasta vaikutuksesta (Naylor 1989).

Saksalaisessa nelivuotisessa tutkimuksessa Lasko-syysruisvehnän kasvunsäätö klormekvattikloridilla tai mepikvattikloridi/etefonilla lyhensi kortta yli 15 cm sekä lisäsi kasvuston tasaisuutta ja satoa 550–600 kg/ha. Satotason ollessa 5500 kg/ha kasvunsäädekäsittelyt olivat myös taloudellisesti hyödyllisiä (Miesner 1990). Paras teho klormekvattikloridilla on ruisvehnän pensastumis- ja korrenkasvuvaiheessa (Mazurek & Mazurek 1987).

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan Maatalouden tutkimuskeskuksessa (MTT) toteutetun koesarjan tulosten pohjalta kasvunsäätteiden käyttöä ruisvehnän viljelyssä. Tutkimuksessa selvitetään myös kasvunsäätteiden käytön taloudellisuutta.

2 Menetelmät

2.1 Kenttäkokeet

Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisilla ja Mietoisissa tutkittiin vuosina 1996–1997 kasvunsäätteiden tehoa ja käytön kannattavuutta ruisvehnän viljelyssä. Kokeissa oli käsittelemättömän koejäsenen lisäksi Korrensäde 5C (klormekvattikloridi 460 g/l), Terpal (mepikvattikloridi/etefoni 305/155 g/l), Moddus 250 EC (trineksapakki-etyyli 250 g/l) ja Cerone (etefoni 480 g/ha). Koejäsenet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Koejäsenet ja taloudellisen laskennan perusteita.

	Koejäsenen	Käsittelyaika (Zadoks)	Annos, l/ha	Ainekustannus, mk/ha	Tallaus, %
1.	Käsittelemätön			Rikkakasvitorjunta 160	1
2.	Korrensäde 5C	Korrenkasvun alku (Z30)	1,5	Rikkakasvitorjunta 160+60	2
3.	Korrensäde 5C	Korrenkasvun alku (Z30)	3,3	Rikkakasvitorjunta 160+132	2
4.	Terpal	3-solmuaste (Z 33)	2,0	Rikkakasvitorjunta 160+200	3
5.	Terpal	Lippulehti avautunut (38)	1,0	Rikkakasvitorjunta 160+100	4
6.	Terpal	Lippulehti avautunut (38)	2,0	Rikkakasvitorjunta 160+200	4
7.	Moddus 250 EC	Lippulehti avautunut (38)	0,5	Rikkakasvitorjunta 160+170	4
8.	Cerone	Lippulehti avautunut (38)	1,3	Rikkakasvitorjunta 160+275	4

Taulukko 2. Kasvunsäädekäsittelyjen ajoittuminen vuosina 1996 ja 1997.

Vuosi	Paikka	Käsittelyaika		
		1. Korrenkasvun alku (Z 30)	2. 3-solmuaste (Z33)	3. Lippulehti avautunut (Z 38)
1996	Jokioinen	30.5.	7.6.	16.6.
	Mietoinen	30.5.	7.6.	13.6.
1997	Jokioinen	3.6.	9.6.	15.6.
	Mietoinen	29.5.	6.6.	11.6.

Kokeet kylvettiin ja lannoitettiin syyskuun toisella viikolla, paitsi Jokioisilla vuonna 1996 vasta 22. elokuuta. Kevätlannoituksessa annettiin typpeä 90–125 kg/ha. Rikkakasvit ruiskutettuun toukokuussa käyttäen Ariane S, Ratio tai Ally 20 DF -valmisteita. Jokioisilla ruisvehnäajike oli Ulrika ja Mietoisissa Moreno.

Etenkin Jokioisilla ruisvehnä talvehti heikosti 1996/1997 ja kasvusto oli erittäin harva vuonna 1997. Kasvunsäätteet ruiskutettiin toukokuun lopun ja kesäkuun puolenvälin välisenä aikana (Taulukko 2). Kasvuston pituusmittaukset tehtiin heinäkuun loppupuolella ja lakohavainnot juuri ennen puintia. Kokeet korjattiin elokuun lopussa tai syyskuun alussa, poikkeuksena vuonna 1997 aikainen puinti 19.8. Jokioisilla. Sadosta määritettiin tuhannen jyvän paino ja hehtolitrapaino, sakolukua ei mitattu kaikista kokeista.

2.2 Tilastollinen käsittely

Kummaltakin koepaikalta saadut tulokset kerättiin yhteen tiedostoon. Aineistosta tehtiin Excel-ohjelmalla kuvia vastemuuttujien arvoista. Lineaarissa sekamallissa käytettiin koevuotta ja -paikkaa satunnais-tekijöinä sekä kasvunsäädekäsittelyä kiinteänä tekijänä selittämässä muutoksia vastemuuttujissa. Parittaisilla keskiarvojen estimaattien erojen testauksilla verrattiin eri käsittelyjä sekä koejäsenryhmiä käsittelemättömään ja toisiin käsittelyryhmiin. Tutkittavana olivat jatkuvat muuttujat viljasa-

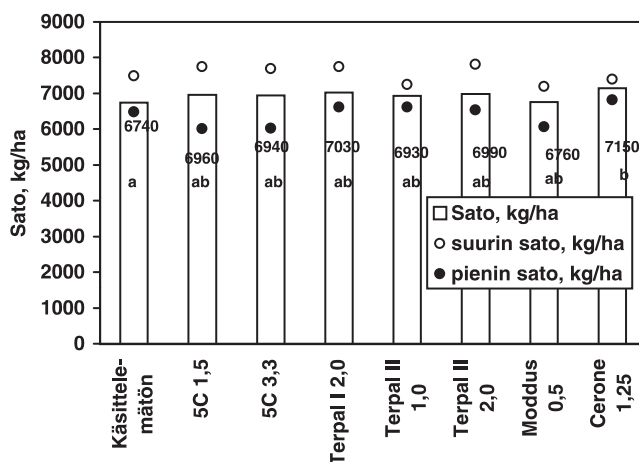
to ja korrenpituus. Tekstissä ja kuvissa esittävät keskiarvot ovat tekijöiden mallinmukaisia estimaatteja. Tekstissä käytettyjen tilastollisten erojen rajat ovat: erittäin merkitsevä ero = 99,9 % luotettavuus, hyvin merkitsevä = 99 % ja merkitsevä ero = 90 % luotettavuus. Kuvissa ilmoitetut erot ovat merkitseviä 99,5 %:n luotettavuudella.

2.3 Käsittelyjen kannattavuus

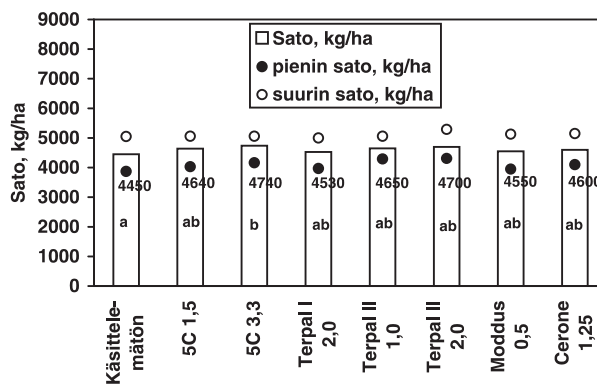
Käsittelyjen taloudellisia vaikutuksia tutkittaessa käytettiin vuoden 1998 viljan hintaa. Ympäristö- ym. tukien ja lisähintojen tasona oli samoin vuoden 1998 tilanne (Sonkkila 1998). Työkustannukset laskettiin Työtehoseuran kasvinviljelytoiden työnormien (Peltonen 1992) mukaisesti vastaamaan alaltaan noin 50 hehtaarin viljatilin koneistusta. Kemiällisen kasvinsuojelun kustannukset koostuvat kone- ja työ-kustannuksista sekä torjunta-aineesta (Lalukka 1999) (Taulukko 1).

Viljelytoimenpiteiden ja rikkakasvitorjunnan työkustannukset olivat samat kaikilla koejäsenillä. Käsittelyt tehtiin tallaamalla ja kaikkien koejäsenien sadosta vähennettiin 1 %:n suuruiset rikkakasvitorjunnasta johtuva tallaustappio. Kunkin kasvunsäädaruiskutuksen saaneen koejäsenen sadoista vähennettiin arvioidut käsitte-lystä johtuvat tallaustappiot (Köylijärvi 1985) (Taulukko 1). Viljan korjuu- ja käsittelykustannuksiin vaikutti korjattavan sadon määrä. Tuotantoon sijoitetulle liikepääomalle asetettiin 4 %:n korkovaatimus.

Kuva 1. Ruisvehnän koejäsenten pienin ja suurin sato vuonna 1996. Parittaisen vertailun erot 0,5 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosilla (2 koetta).



Kuva 2. Ruisvehnän koejäsenten pienin ja suurin sato vuonna 1997. Parittaisen vertailun erot 0,5 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakkosilla (2 koetta).



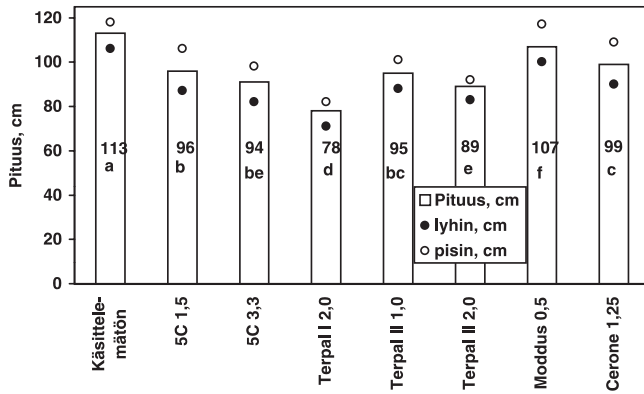
3 Tulokset

3.1 Sadon määrä ja laatu

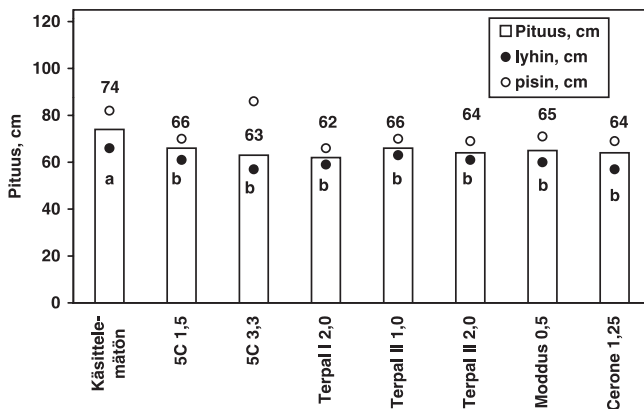
Käsittelemättömien ruutujen jyväsato vaihteli 4410–6860 kg/ha, ja se oli keskimäärin 5600 kg/ha. Eri koepaikkojen sadoissa ei ollut eroja, mutta eri vuosien sadot erosivat toisistaan. Vuonna 1996 (Kuva 1) käsiteltyjen koejäsenien sato oli lähellä 7000 kg/ha. Cerone-käsittely lisäsi satoa käsittelemättömään verrattuna 95 %:n luotettavuudella keskimäärin 410 kg/ha ja aikaisempi Terpal 290 kg/ha. Vuonna 1997

(Kuva 2) kasvustot kärsivät kuivuudesta ja sato oli 4450–4740 kg/ha. Sato lisääntyi pienemmällä Korrensäde 5C -käsittelyllä 190 kg/ha. Suuremman käsittelyn sato erosi 95 %:n luotettavuudella 290 kg/ha käsittelemättömästä. Myöhäisemmällä Terpal-käsittelyillä sato lisääntyi 200–250 kg/ha.

Jyväkoko oli suurin käsittelemättömässä koejäsenessä ja tuhannen jyvän paino vaihteli yhtä poikkeusta lukuun ottamatta 36,3–38,5 g. Kolmesolmuasteella annettu Terpal näytti pienentävän jyväkokoja, sillä tuhannen jyvän paino oli keskimäärin vain 34,7 g. Hehtolitrapaino vaihteli 68,3–69,1 kg mutta kolmesolmuasteella annetun Terpal-käsittelyn hehtolitrapaino 67,7 kg.



Kuva 3. Ruisvehnän koejäsenten pienin ja suurin korrenpituus vuonna 1996. Parittaisen vertailun erot 0,5 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakosilla (2 koetta).



Kuva 4. Ruisvehnän koejäsenten pienin ja suurin korrenpituus vuonna 1997. Parittaisen vertailun erot 0,5 %:n riskitasolla on ilmoitettu eri pienaakosilla (2 koetta).

3.2 Korrenpituus ja lako

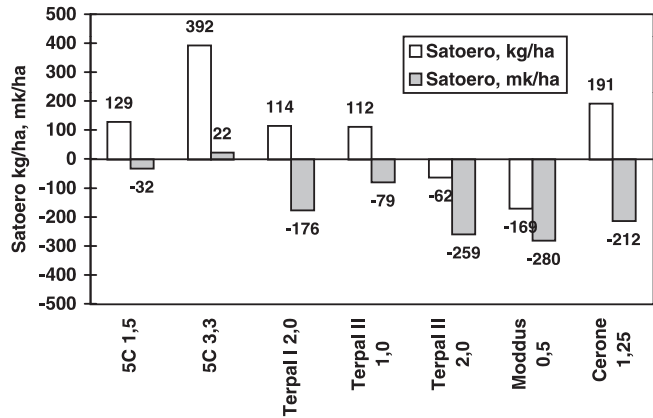
Kasvustot eivät lakoutuneet sanottavasti. Lakoprosentti oli kokeiden keskiarvona suurimmillaan (20 %) käsittelemättömissä ja Moddus-käsitellyissä ruuduissa. Vuonna 1996 käsittelemätön kasvusto oli lähes 115 cm korkea (Kuva 3), ja Moddusta lukuun ottamatta kaikki käsitellyt lyhensivät ruisvehnän korta käsittelemättömään verrattuna erittäin merkitsevästi. Vuonna 1997 käsittelemättömän ruisvehnän korkeus oli vain 75 cm (Kuva 4) ja kaikki käsitellyt lyhensivät korrenpituutta erittäin merkitsevästi.

3.3 Käsittelyjen taloudellinen kannattavuus

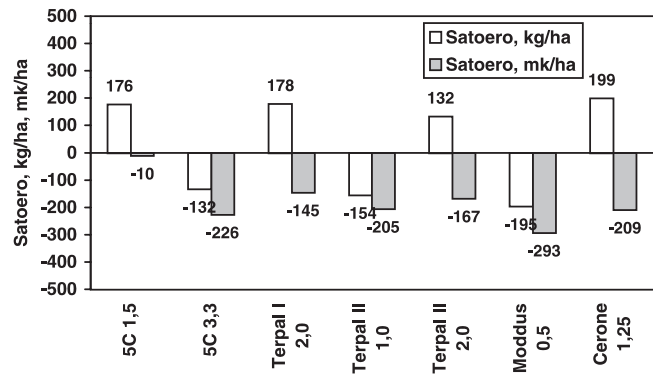
Käsittelyjen kannattavuus laskettiin kokeittain (Kuvat 5, 6, 7 ja 8). Taloudellista

tulosta laskettaessa on tallausvaikutus otettu huomioon, joten satoerot käsittelemättömään muuttuvat käsitteleyajan ja ruutusaidon mukaan.

Vain Jokioisilla 3,3 l/ha Korrensäade 5C:tä antoi Ulrika-lajikkeella positiivisen +1–22 mk/ha tuloksen molempina koevuosina (Kuvat 5 ja 7). Pienemmällä (1,5 l/ha) Korrensäade 5C-annoksella saatu sadon lisääntyminen oli vuosittain 130–180 kg/ha, mutta taloudellinen tulos 10–30 markkaa tappiolla. Vuonna 1996 aikainen Terpal-käsittely näytti sopivan ruisvehnälle, vaikkakaan taloudellisesti käsittely ei ollut kannattava. Seuraavana vuonna sato ei aikaisella Terpal -käsittelyllä suurentunut. Jokioisilla pienempi (1,0 l/ha) lippulehtivaiheen Terpal-käsittelyistä lisäsi satoa, mutta käsitellyt olivat tappiollisia (Kuvat 5 ja 7) ja annoksen suureutuessa myös taloudellinen tulos heikkeni. Moddus lisäsi satoa vain yhdessä kokeessa, ja tällöinkin vain vähän, jo-



Kuva 5. Kasvunsäädekäsittelyjen taloudellinen vaikutus Jojoisilla vuonna 1996.



Kuva 6. Kasvunsäädekäsittelyjen taloudellinen vaikutus Mietoissa vuonna 1996.

ten käsittelety olivat tappiollisia. Cerone lisäksi satoa vuonna 1996 lähes 200 kg/ha, mutta käsittelety eivät parantaneet taloudellista tulosta.

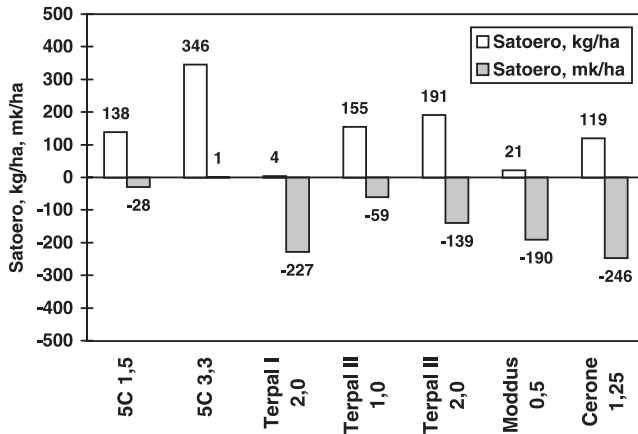
4 Tulosten tarkastelu

Ruisvehnän korrenpituus vaihtelee lajikkeesta riippuen, samoin alttius lakoontumiseen (Hovinen 1995). Vuosina 1996 ja 1997 sekä Moreno- että Ulrika-lajikkeet osoittautuivat lujakortisiksi. Ulrika on yleisesti viljeltyjä syysvehniä lujakortisempi (Salo et al. 1998). Kokeissa ei ollut lakoja 90–125 kg/ha typpilannoituksella, joten kasvunsäädekokeissa olisi ollut tarpeen runsaampi lannoitus. Maatalouden ympäristötuessa ruisvehnän 4000 kg hehtaarisadolle annetaan tarkennetuksi kevätlannoituk-

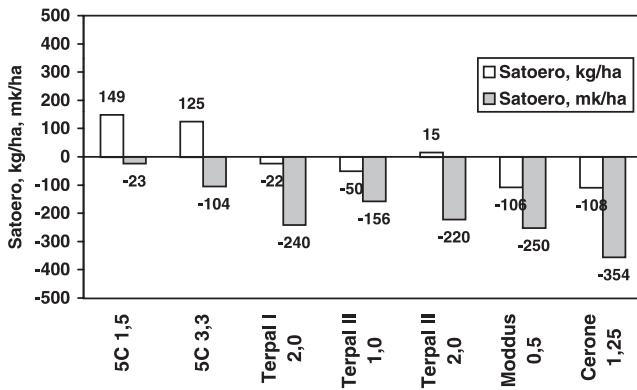
seksi savimailla 130 kg typpeä/ha (Wallenius 1998).

Klormekvattikloridi lisäsi satoa ja sen ovat havainneet myös Mazurek & Mazurek (1987), Naylor (1989) ja Miesner (1990). Jokioisten oloissa Ulrika hyötyi suuremmasta Korrensäädä 5C-määrästä ja käsittelety oli kannattava. Terpal-, Moddus- ja Cerone-käsittelety annetaan lippulehtivaiheella ja myöhäinen ruiskutus aiheuttaa tallauskustannuksia (Köyljijärvi 1985) ja huonontaa kannattavuutta, vaikka käsittelety suurentaisivatkin satoa.

Vuonna 1996 sääolot suosivat ruisvehnän kasvua, kuten yli 6500 kilogramman hehtaarisatokin osoittaa. Hyvästä kasvusta huolimatta kasvustot eivät lakoutuneet ja Jokioisilla käytettyä suurempaa klormekvattikloridikäsittelyä lukuun ottamatta käsittelety olivat tappiollisia. Vuonna 1997 kasvustot olivat keväällä heikossa kunnossa



Kuva 7. Kasvunsäädekäsittelyjen taloudellinen vaikutus Jokioisilla vuonna 1997.



Kuva 8. Kasvunsäädekäsittelyjen taloudellinen vaikutus Mietoissa vuonna 1997.

ja kärsivät kasvukaudella kuivuudesta. Jokioisilla suurempi klormekvattikloridikäsitteily antoi kuivissa oloissa parhaan tuloksen, eli kasvunsäätelystä aiheutuvat kulut saatiin korvattua.

Ruisehnan korsi on vahva, eikä viljely edellytä kasvunsäätelyä. Jos kasvunsäätelyä kuitenkin käytetään sadon turvaamiseksi, tarvitaan enemmän tietoa kasvunsäätelyiden ja eri lajikkeiden yhteensopi- vuudesta.

Kirjallisuus

Alaviuhkola, T. 1998. Uusi rehuviljalaji kiinnostaa. Sika 8/1998: 6–7.

Gruber, R. & Flamme, W. 1989. Zum Einfluss ausgewählter agrotechnischer Massnahmen auf die amylolytische Aktivität und die Fallzahl von Triticale (*Triticosecale* WITTMACK). Archiv für Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde 33(12): 767–774.

Hovinen, S. 1995. Ruisvehnän mahdollisuudet. In: Kasvintuotannon mahdollisuuksia, Jokioinen, 12.12.1995. Tammela: Hämeen Ammattikorkeakoulu/Mustialan maatalousoppilaitos. p. 17–19.

Köylijärvi, J. 1985. Ruiskutusten tallaustopitot viljakasvustoissa. Koetoiminta ja käytäntö 42(28.5.1985): 32.

- Lallukka, R.** 1999. Peltokasvien kasvinsuojelu 1999. Maaseutukeskusten liiton julkaisuja no 943. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto ry. 56 p.
- Martin, R. A., MacLeod, A. J. & Caldwell, C.** 1991. Influences of production inputs on incidence of infection by *Fusarium* species on cereal seed. *Plant Disease* 75(8): 784–788.
- Mazurek, J. & Mazurek, J.** 1987. Effect of time of CCC application on productivity of two cultivars of triticale. *Pamiętnik-Pulawski* 90: 197–206.
- Miesner, H.** 1990. Einsatz von Fungiziden und Wachstumsreglern in Triticale 'Lasko'. *Gesunde Pflanzen* 42(5): 162–163.
- Naylor, R. E. L.** 1989. Effects of the plant growth regulator chlormequat on plant form and yield of triticale. *Annales of Applied Biology* 114: 533–544.
- & **Stephen, N. H.** 1993. Effects of nitrogen and the plant growth regulator chlormequat on grain size, nitrogen content and amino acid composition of triticale. *Journal of Agricultural Science* 120: 159–169.
- Peltonen, M.** 1992. Maatalouden työnormit: kasvin tuotannon yleiset työt. TTS Työtehoseuran maataloustiedote 14/1992. Helsinki: Työtehoseura ry. 8 p. ISSN 0782-6788
- Petr, J. & Hradeká, D.** 1990. The development and structure of the assimilation apparatus in triticale. *Rostlinna Výroba* 36 (9): 927–936.
- & **Hradeká, D.** 1993a. Formation and reduction of tillers in triticale. *Rostlinna Výroba* 39(1): 66–77.
- & **Hradeká, D.** 1993b. The formation of biological yield in triticale. *Cereal Research Communication* 21(2-3): 221–229.
- & **Hradeká, D.** 1993c. Dry matter production and distribution in triticale cultivars. *Rostlinna Výroba* 39(6): 491–498.
- Salo, Y.** 1996. Ruisvehnä on uusi viljelykasvi. Koe-toiminta ja käytäntö 53(24.9.1996): 34.
- , **Vuorinen, M., Järvi, A. & Jauhiainen, L.** 1998. Yhteenveto lajikekokeista 1990-97. In *Peltokasvilajikkeet 1998. Tieto tuottamaan* 76. Helsinki: Maaseutukeskusten Liitto. p. 20–26. ISBN 951-808-057-7
- Schenider, S., Vogel, R. & Vyss, U.** 1991. Die Eignung von Triticale zur Bereitung von Ganzpflanzensilage. *Landwirtschaft Schweiz* 4(8): 407–411.
- Sonkkila, S.** 1998. Maataloustuet 1997-2000. Isännän ja emännän maatalouskalenteri 52: 139–149.
- Trethowan, R. M., Pfeiffer, W. H., Peña, R. J. & Abdalla, O. S.** 1993. Preharvest sprouting tolerance in three triticale biotypes. *Australian Journal of Agricultural Research* 44: 1789–1798.
- Wallenius, S.** 1998. Perustuki maataloilille. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. p. 32.

Julkaisija

Maatalouden
tutkimuskeskus

31600 JOKIOINEN

		Julkaisun sarja ja numero Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 69	
		Julkaisuaika (kk ja vuosi) Tammikuu 2000	
Tekijä(t) Heikki Jalli, Antti Laine ja Sanni Junnila	Tutkimushankkeen nimi		
	Toimeksiantaja(t) Maatalouden tutkimuskeskus		
Nimike Syysvehnän rikkakasvien torjunta ja kasvunsäätet ruisvehnän viljelyssä			
Tiivistelmä Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisilla ja Mietoissa tutkittiin vuosina 1991–1993 kolmen rikkakasvihävitteen (herbisidi) tehoa ja käytön kannattavuutta syysvehnän rikkakasvien torjunnassa. Kokeissa oli käsittelemättömän koejäsenen lisäksi Hormoprop (mekopropi/MCPA, 400/200 g/l), Herbalon 620 (mekopropi/MCPA/ klopuralidi, 400/200/21,5 g/l) ja Ally 20 DF (metsulfuroni-metyyli, 200 g/kg) -valmisteet. Kustakin valmisteesta käytettiin pienintä suositeltua käyttö määrää ja siitä kolmea neljäsosaa sekä puolta annosta. Käyttömäärät olivat: Hormoprop 5,0, 3,75 ja 2,5 l/ha, Herbalon 620 3,0, 2,25 ja 1,5 l/ha sekä Ally 20 DF, 15 ja 10 g/ha + Sito 0,2 l/ha. Kokeet sijoitettiin syysvehnäpeltoille, joilla arvioitiin rikkakasvien torjunnan olevan tarpeellista. Rikkakasvitiheys oli keskimäärin 210 rikkakasvia/m ² , josta saunakukkia oli keskimäärin 24 kpl/m ² . Keväinen torjuntatarpeen arvio osoittautui oikeaksi. Käsittelemättömän syysvehnän sato oli keskimäärin 4500 kg/ha ja herbisidikäsittelyillä saatu sadonlisä keskimäärin 300 kg/ha. Taloudellisen vertailun kohteena oli kunkin käsitellyn koejäsenen katetuotto vähennettynä käsittelemättömän koejäsenen katetuotolla. Tuloslaskelmissa käytettiin kevään 1998 hintoja. Ally-käsittelyillä sato lisääntyi 60 kg/ha enemmän kuin muilla valmisteilla. Vaikka satoero ei ole tilastollisesti merkitsevä, niin hinnaltaan edullisen Allyn käyttö oli kannattavaa. Kaikilla Ally-käsittelyillä saatiin taloudellisesti kannattava tulos, joka vaihteli pienimmän suositellun käyttö määrän 30 markasta/ha puolitetun annoksen 120 markkaan/ha. Hormoprop- ja Herbalon-käsittelyillä päästiin kannattavaan taloudelliseen tulokseen, 47–75 mk/ha, vain puolitetulla käyttö määrällä. Rikkakasvien torjunnan hyvän taloudellisen tuloksen edellytyksenä on, että pellolla on rikkakasveja, jotka alentavat syysviljojen satoa. Herbisidien käyttö määrää pienennettäessä torjuntatyö on tehtävä hyvissä ruiskutusoloissa pellon rikkakasvilajistoon hyvin tehoavalla valmisteella. Siirryttäessä käyttö ohjetta pienempiin annoksiin tingitään torjunnan tehosta, mutta näin voidaan kuitenkin turvata ruiskutuksen taloudellinen tulos.			
Avainsanat: kasvinsuojelu, herbisidit, viljakasvit, rikkakasvit, syysvehnä, kasvunsäätet, ruisvehnä			
Toimintayksikkö Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen			
ISSN 1238-9935	ISBN 951-729-560-X	<input type="checkbox"/> Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä	
Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN Puhelin (03) 4188 2327 Telekopio (03) 4188 2339		Sivuja 27 s.	Hinta

Jyväskylän yliopistopaino 2000
ISBN 951-729-560-X
ISSN 1238-9935