

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
**TIEDOTE**

**8/95**

**Kasvunsäätteiden käyttökelpoisuus rukiilla**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS  
TIEDOTE 8/95

## **Kasvunsäätteiden käyttökelpoisuus rukiilla**

***Summary: The effect of plant growth regulators on rye***

Maatalouden tutkimuskeskus  
Kasvinsuojelun tutkimuslaitos  
Rikkakasvien tutkimusala  
31600 JOKIOINEN  
Puh. (916) 41 881

Jokioinen 1995  
ISSN 0359-7652

# SISÄLLYS

## **Kasvunsäätteiden käyttökelpoisuus rukiilla** *The effect of plant growth regulators on rye*

LEILA-RIITTA ERVIÖ, PETRI VANHALA, MARKKU KONTTURI ja ARJO KANGAS

## **Kasvunsäätteiden käyttökelpoisuus rukiilla.** *The effect of plant growth regulators on rye*

TIIVISTELMÄ . . . . .	5
SUMMARY . . . . .	6
1 JOHDANTO . . . . .	7
1.1 Yleistä kasvunsäätteistä . . . . .	7
1.2 Kasvunsäätteet rukiin viljelyssä . . . . .	8
2 AINEISTO JA MENETELMÄT . . . . .	8
2.1 Kenttäkokeet . . . . .	8
2.2 Kasvunsäädekäsittelyt . . . . .	9
2.3 Havainnot . . . . .	9
2.4 Kasvunsäädekäsittelyjen kannattavuus . . . . .	10
2.5 Tilastollinen käsittely . . . . .	11
2.6 Sää ja kasvustojen kehitys kasvukausina 1985–89 . . . . .	11
3 TULOKSET . . . . .	12
3.1 Lakoontuminen ja kasvuston korkeus . . . . .	12
3.2 Sadon määrä ja laatu. . . . .	12
3.3 Kasvunsäädekäsittelyjen kannattavuus . . . . .	13
4 TULOSTEN TARKASTELU . . . . .	16
5 YHTEENVETO KÄSITTELYJEN KANNATTAVUUDESTA . . . . .	17
6 PÄÄTELMÄT . . . . .	18
KIITOKSET . . . . .	18
KIRJALLISUUS . . . . .	19

SANNI JUNNILA

**Moddus 250 EC rukiin kasvunsäätteenä.**

*Moddus 250 EC as a plant growth regulator in rye*

TIIVISTELMÄ . . . . .	21
<i>SUMMARY</i> . . . . .	21
1 JOHDANTO . . . . .	22
2 AINEISTO JA MENETELMÄT . . . . .	22
3 TULOKSET . . . . .	24
4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTELMÄT . . . . .	27
KIITOKSET . . . . .	27

<b>Viljojen kasvunsäätteitä käsittelevää kirjallisuutta</b>	28
<i>Litterature concerning plant growth regulators</i>	
<i>in cereals</i>	

**ERVIÖ, L-R., VANHALA, P., KONTTURI, M. ja KANGAS, A. Kasvunsäätien käyttökelpoisuus rukiilla. (Summary: The effect of plant growth regulators on rye.) Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 8/95. p. 1–19.**

Avainsanat: ruis, kasvunsäätteet, kasvunsäädeseokset, etefoni, klormekvatti, mepikvatti, korren pituus, lakoutuminen, sato, satokomponentit, taloudellisuus, kannattavuus

## TIIVISTELMÄ

Kasvunsäädekäsittelyjen käyttökelpoisuutta rukiin laon torjumiseksi sekä satokomponenttien ja sadon kehityksen säätelyä erilaisissa kasvuoloissa tutkittiin vuosina 1985–89 Maatalouden tutkimuskeskuksessa neljällä koepaikalla. Kasvunsäätteinä olivat klormekvatti ja etefoni yksinään sekä seoksina keskenään tai mepikvatin kanssa. Niillä käsiteltiin ruiskasvustot kolmena ajankohtana. Vuosina 1988–89 tutkimukseen sisältyi myös kaksi typpilannoitustasoa.

Tutkimus osoitti kasvunsäätien käytön rukiin viljelyssä välttämättömäksi. Käsitellyt olivat kannattavia silloin, kun ne vähensivät lakoa vähintään 10 % tai lisäsivät satoa lakoontumisesta huolimatta. Näitä tapauksia oli koko aineistosta 82 %. Pahimpina lakovuosina käsittelyt eivät riittäneet estämään rukiin lakoontumista ja jäivät myös tappiollisiksi.

Kun kasvunsäädekäsittelyt ehkäisivät lakoa, ne myös lisäsivät satoa ja tuottivat taloudellista voittoa. Lähinnä voitto perustui sadon määrään, sillä kasvunsäätteet eivät sanottavasti parantaneet sen laatua. Rukiin sato oli kauttaaltaan suurempi runsaalla kuin niukalla typpilannoitustasolla, mutta kasvunsäädekäsittelyjen vaikutus rukiiseen oli samansuuntainen kummallakin tutkitulla typpitasolla.

Rukiin viljelyssä on tarkoituksenmukaista valita mahdollisimman tehokas kasvunsäädekäsittely, joka varmimmin suojaa lakoontumiselta. Tämän tutkimuksen mukaan tehokkaimpia ja taloudellisesti kannattavimpia olivat käsittelyt mepikvatin ja etefonin kauppaseoksella tai pelkällä etefonilla rukiin lippulehtiasteella. CCC+etefoni, joka sinänsä olisi tehokas ja taloudellinen vaihtoehto, ei nykyisin ole käyttösuositusten mukainen CCC:n levitykselle asetetun aikarajan vuoksi. Sen sijaan CCC:n ja etefonin peräkkäiskäsittely on mahdollinen.

Kasvunsäädekäsittelyjen vaikutus rukiin satokomponentteihin ja sen kautta sadonmuodostukseen ei käynyt ilmi tässä tutkimuksessa. Varhainen CCC-käsittely ei lisännyt rukiin versoutuvuutta.

## **SUMMARY**

### ***The effect of plant growth regulators on rye***

*The study was conducted by the Institute of Plant Protection of the Agricultural Research Centre of Finland in 1985–89 to investigate the effect and benefit of plant growth regulators (PGR) on rye. Field trials were organized at four experimental sites in different parts of the country.*

*CCC+ethephon (tank mixture) and mepiquat/ethephon (commercial product) prevented lodging most effectively when applied at the flag-leaf stage (FS 10). However, neither of these could prevent the lodge under all growing conditions. Application of CCC+ethephon, ethephon and mepiquat/ethephon at the flag-leaf stage increased the yield when lodging was moderate.*

*The profitability of PGR treatments depended on grain yield. The most profitable were mepiquat/ethephon and ethephon used at the flag-leaf stage of rye. The third alternative, CCC+ethephon applied at the flag-leaf stage, cannot be used, since CCC must be applied to winter cereals at the 1-node stage and before 1 June.*

*Key words: rye, plant growth regulators, ethephon, chlormequat, mepiquat, lodging, yield, profitability*

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Yleistä kasvunsääteistä

Viljanviljelyssä käytettyjen kasvunsääteiden pää-tarkoituksena on laon torjuminen korren nivel-välejä lyhentämällä ja vahvistamalla.

Käsittelyajankohdan mukaan määräytyvät ne korren nivelvälit, joihin vaikutus kohdistuu. Kasvunsääteet ovat olleet hyödyksi oloissa, joissa viljat muutoin lakoutuisivat. Kun lakoa ei ole esiintynyt, ovat kasvunsääteet saattaneet aiheuttaa sadonalennusta tai ainakin taloudellista tappiota kattamatta jääneiden käsittelykustannusten vuoksi (BAUMER ja AIGNER 1988, GREEN ym. 1988, SIMMONS ym. 1988, ERVIÖ ym. 1995).

Laonestovaikutuksen ohella on joissakin tutkimuksissa käynyt ilmi kemiallisten kasvuaineiden merkitys viljakasvuston kehityksen ja sadonmuodotuksen säätelijänä (WÜNSCHE 1977, WOOLLEY 1981, KARPENSTEIN ja SCHEFFER 1984, JUNG ym. 1987). Tämän vaikutusmekanismin tuntemisen myötä voitaisiin viljojen satoa lisätä kohdistamalla kasvunsääteiden vaikutus tiettyihin viljan kasvun osa-alueisiin, kuten kehitys, yhteyttämisteho, tehokkaan sadontuotantoajan kesto ja yhteyttämistuotteiden jakautuminen kasvin eri osiin (BRÜCKNER ja HÖFNER 1980, SCHEFFER ym. 1983, JUNG ym. 1987). Toisaalta on tutkimuksissa todettu kasvuolojen vaikuttavan kasvunsääteiden toimintaan siinä määrin, että niiden tuottama hyöty saattaa jäädä saavuttamatta käytännön peltoviljelyssä (WOOLLEY 1981, MA ja SMITH 1991, ERVIÖ ym. 1995).

Viljan varhaisella kehitysasteella tehty kasvunsäädäkäsittely saattaa edistää juuriston kehitystä (JUNG ym. 1987) tai aiheuttaa tavanomaista runsaampaa viljan versoutumista, jolloin myös sato lisääntyy (HÖFNER ym. 1980, HÖFNER ja KÜHN 1982, SCHEFFER ym. 1983). Tätä seikkaa koskevat tulokset ovat kuitenkin ristiriitaisia, sillä esitetään myös tutkimuksia, joissa ylimääräistä versoontumista ei ole havaittu (WADDINGTON ja CARTWRIGHT 1986, STEEN ja WÜNSCHE 1990).

Viljoille tarkoitetuista kasvunsääteistä on kauimmin käytetty klormekvattia (CCC). Uudempia, joskin jo vakiintuneita tulokkaita tähän tarkoitukseen ovat etefoni ja mepikvatti.

Klormekvatti on Suomessa hyväksytty viljoilla käytettäväksi tietyin rajoituksin. Sen tavallinen levitysaika on viljan 1-solmuasteella. Koska vaarana on klormekvattijäämien kertyminen jyviin, on syysviljat ruiskutettava toukokuun ja kevätiljat kesäkuun loppuun mennessä. Klormekvatin varhaisen ruiskutuksen vaikutus viljan versoutuvuuteen jää STEENin ja WÜNSCHEN (1990) mukaan vähäiseksi pelto-oloissa.

Etefonin levitysaika on viljan korren kasvuvaiheessa. Paras tulos saavutetaan myöhäisellä käsittelyllä viljan viimeisen lehden vaiheessa, eli lippulehtiasteella ennen tähkimistä. Silloin levitetty etefoni lyhentää korren ylimpiä nivelvälejä ja ehkäisee lakoa tehokkaasti.

Mepikvatti sisältyy etefonin kanssa seoksena viljoille tarkoitettuun kauppavalmisteeseen, joka on markkinoilla myös Suomessa. Kirjallisuustietojen mukaan mepikvatti on aikaisessa kasvuvaiheessa levitettynä lisännyt ohran satoa (SCHEFFER et al. 1983, WADDINGTON ja CARTWRIGHT 1986). Sadonlisäys perustui pääversion dominanssin heikentymiseen, jolloin sivuversot saavuttivat pääversion koon ja satotason. Käsittelyaika oli silloin ennen korren kasvun alkua. Varhaisen mepikvattikäsittelyn teho vaihteli vuosittain. Viileä sää kylvön ja käsittelyn välisenä aikana saattoi heikentää tehoa.

Muita viljakasvustoissa tutkittuja kasvunsääteitä ovat ansymidoli, paklobutratsoli sekä triadimefoni ja triadimenoli (KÜHN ym. 1980, JUNG ym. 1987). Kaksi viimeksi mainittua on varsinaisesti tarkoitettu kasvitautien torjuntaan, mutta niillä on myös kasvua säätelevä vaikutus. Viimeisimpiä Suomesakin kokeissa olevia uutuuksia on trineksapakkietyyli. Sen paras käsittelyaika osuu viljan viimeisen lehden vaiheeseen (FS 8–10), kuten etefonivalmisteidenkin. Trineksapakki-etyyllillä ei ole todettu haitallista vaikutusta viljaan, vaikka lakoa ei esiintyisikään (AMREIN ym. 1989, KERBER ym. 1989).

Edellämainituista trineksapakki-etyyli on tarkoitettu viljakasvustoihin ja rapsille. Muut ovat tutkimuksen alaisena ja näyttävät soveltuvan viljakasvustoja paremmin muille viljelykasveille. Esim. ansymidolia käytetään koristekasvien kasvunsäätelyyn.

Monilla kasvunsääteillä on yhdistelminä todettu synergististä vaikutusta, joka on parantanut niiden tehoa viljakasvustossa (KÜHN ym. 1980, JUNG ym. 1987). Esim. korren lyhentymisen on tehostunut (KÜHN ym. 1977, HÖFNER ja KÜHN 1982) ja sivuversojen määrä (SCHEFFER ym. 1983) sekä tähkien lukumäärä pinta-alayksikköä kohti on kasvanut (ULMAN 1986, MA ja SMITH 1991). Synergististä vaikutusta on havaittu mm. klormekvatin ja ansymidolin seoksella, klormekvatin ja etefonin sekä mepikvatin ja etefonin seoksella (KÜHN ym. 1977, KÜHN ym. 1980, SCHEFFER ym. 1983).

## 1.2 Kasvunsäätteet rukiin viljelyssä

Lakoontumiselle alttiin rukiin viljelyssä kasvunsäätteiden pääasiallinen käyttötarkoitus on korren vahvistaminen ja lakoontumisen ehkäiseminen (KÜHN ym. 1977, KÜHN ym. 1980), joskin niiden on todettu vaikuttavan myös rukiin sato-komponentteihin ja siten sadonmuodostukseen (ULMANN 1986). Suomessa on rukiin laonestoon käytettävissä klormekvattia (CCC) useina valmisteina sekä tehoaineenaan etefonia sisältäviä valmisteita joko yksinään (Cerone) tai valmiina kaupaseoksena mepikvatin kanssa (Terpal).

CCC ei yleensä ole riittänyt ehkäisemään rukiin lakoontumista tyydyttävästi. Sen käyttömahdollisuus rajoittuu rukiin aikaiselle kehitystasolle, korren kasvun alkuun, jolloin käsittely lyhentää ja vahvistaa vain alimpia nivelvällejä. Pitkäksi kasvava rukiin korsi tarvitsee kuitenkin vahvistusta myös myöhäisessä kehitysvaiheessaan.

Tässä julkaisussa esitetyt tulokset ovat osa laajaa tutkimusta, joka käsitteli kasvunsäätteiden käyttö-

kelpoisuutta ohra- ja ruiskasvustoissa. Ohraa koskeva osa ilmestyy sarjassa Agricultural Science in Finland (ERVIÖ ym. 1995). Tutkimusta aloitettaessa etefonipohjaiset valmisteet olivat uutuuksia, jotka kiinnostivat nimenomaan myöhäisen käyttöajankohtansa vuoksi. Niillä näytti olevan merkitystä myös tankkiseoskäytössä tehostamassa CCC:n vaikutusta.

Ruista koskevan tutkimusosan tarkoituksena oli etsiä tehokasta ja taloudellista kasvunsäädäkäsittelyä rukiin korren vahvistamiseksi ja lakoontumisen ehkäisemiseksi erilaisissa kasvuoloissa. Siihen liittyen tavoitteena oli etsiä tekijöitä, joiden perusteella lakoontumisriskin ja laon torjuntatarpeen ennakoiminen olisi mahdollista. Lisäksi tavoitteena oli löytää käyttökelpoinen kasvunsäädäkäsittely sato-komponenttien ja sadon kehityksen säätelyyn. Synergistisen vaikutuksen aikaansaamiseksi tutkimukseen sisällytettiin myös kaksi tankkiseosta, joissa yhtenä aineosana oli CCC.

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Kenttäkokeet

Tutkimus tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen kasvinsuojelun tutkimuslaitoksella vuosina 1985–89. Laitoksen ohella Satakunnan (SAT) ja Etelä-Pohjanmaan (EPO) tutkimusasemat sekä Toholammin koepaikka (TKP) osallistuivat kenttäkokeiden järjestämiseen. Koepaikoilla poikkesivat kenttäkokeiden maalajit, lannoitustarve ym. kasvuolot toisistaan (Taulukko 1).

**Taulukko 1. Kenttäkokeiden sijainti eri maalajeilla, maan pH-arvo ja kokeiden kevätlannoitus. KSL=kasvinsuojelun tutkimuslaitos, SAT=Satakunnan tutkimusasema, EPO=Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, TKP=Toholammin koepaikka.**

	KSL	SAT	EPO	TKP
<b>Kokeita eri maalajeilla</b>				
karkeat kivenäismaat	0	0	3	3
savi	5	3	3	0
pH (H <sub>2</sub> O)	5,6–6,4	6,0–6,2	5,7–6,4	5,6–5,8
<b>Lannoitus kg/ha</b>				
N <sub>1</sub>	— <sup>1)</sup>	45	73–77	50
N <sub>2</sub>	80–120	75–120	98–100	100–110
P <sup>2)</sup>	45–50	40–50	21–44	30–35
K <sup>2)</sup>	81–90	60–90	39–83	60–65

<sup>1)</sup> Ei ollut kokeissa.

<sup>2)</sup> Maalajin ja lannoitustarpeen mukaan.



**Taulukko 2. Kasvunsäädäkäsittelyt rukiissa 1985–89. Käsittelyajat I=pensomisaste (FS 2), II=1-solmuaste (FS 6), III=lippulehtiaste (FS 10).**

Käsittelyt	Annos l/ha tehoainetta	Käsittelyaika	Typpitaso
1985–87			
1. Käsittelemätön	—	—	N <sub>2</sub>
2. CCC	0,4	I	N <sub>2</sub>
3. CCC	1,5	II	N <sub>2</sub>
4. CCC+mepikvatti	1,5+0,4	II	N <sub>2</sub>
5. CCC+etefoni	1,5+0,3	II	N <sub>2</sub>
6. Etefoni	0,7	II	N <sub>2</sub>
7. Mepikvatti/etefoni	0,46/0,23	II	N <sub>2</sub>
8. CCC+etefoni	1,5+0,3	III	N <sub>2</sub>
9. Etefoni	0,7	III	N <sub>2</sub>
10. Mepikvatti/etefoni	0,46/0,23	III	N <sub>2</sub>
1988–89			
1. Käsittelemätön	—	—	N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub>
2. CCC	0,4	I	N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub>
3. CCC	1,5	II	N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub>
7. Mepikvatti/etefoni	0,46/0,23	II	N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub>
9. Etefoni	0,7	III	N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub>
10. Mepikvatti/etefoni	0,46/0,23	III	N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub>

Vesimäärä 200 l/ha

Vuonna 1985–87 koejärjestelyinä käytettiin lohkotain satunnaistettujen ruutujen menetelmää. Koikeissa oli yksi typpitaso, jonka annokseksi määriteltiin ”paikkakunnalla käytännön viljelyksillä tavanomaisesti käytetty typpilannoitus” ottaen huomioon maalaji ja koealueelle edellisenä syksynä annettu lannoitus (Taulukko 1). Vuosina 1988–89 kokeissa oli kaksi typpitasoa, joista runsas typpilannoitus (N<sub>2</sub>) oli ”paikkakunnalla tavanomainen” typpimäärä hehtaaria kohti ja niukka typpilannoitus (N<sub>1</sub>) puolet siitä (Taulukko 1). Kokeet järjestettiin osaruutumenetelmällä käyttäen typpitasoja pääruutuina. Runsas typpilannoitus (N<sub>2</sub>) vaihteli koepaikoittain 75–120 kg/ha ja niukka typpilannoitus (N<sub>1</sub>) 45–77 kg/ha.

Rukiin kylvötiheys oli 500 kpl/m<sup>2</sup>. Ruislajikkeena oli tutkimusasemilla Voima. Kasvinsuojelun tutkimuslaitoksen kokeet sijaitsivat Jokioisten kartanoiden talousviljelyksillä, joten lajike vaihteli vuosittain käytettävissä olleen ruiskuvuston mukaan (Taulukko 3). Tutkituista lajikkeista Kartano (= JO 6977) on laonkestävyydeltään parempi ja Sampo heikompi kuin Voima. Käsittelemättömien kasvustojen lakoontumisasteet osoittavat, että erot laonaltiluudessa merkitsivät rukiin lakoontumisessa vähemmän kuin vuotuiset kasvuolot (Taulukko 3).

## 2.2 Kasvunsäädäkäsittelyt

Kullakin koepaikalla tutkittiin 6–10 kasvunsäädäkäsittelyä, jotka sisälsivät CCC-, etefoni- ja mepikvattivalmisteita joko yksinään tai seoksina (Taulukko 2). Käsittelyajankohtia oli kolme. Ruutukoko oli kasvinsuojelun tutkimuslaitoksen koikeissa 30 m<sup>2</sup> ja muilla koepaikoilla 20 m<sup>2</sup>. Jokainen käsittely toistettiin neljänä kerranteena.

Kasvunsäätteet ruiskutettiin propaanikaasukäyttöisellä ”van der Wej”-tyyppisellä kannettavalla kasvinsuojeluruiskulla, johon oli asennettu tuulikulkeman estävä kangassuojus. Ruiskuteliuokseen käytettiin vettä 200 l/ha. Se levitettiin ruuduille käyttäen 300 kPa:n painetta ja viuhkasuuttimia.

## 2.3 Havainnot

Keväällä ennen kasvunsäädäkäsittelyjä merkittiin jokaiselta ruudulta yhden rivimetrin pituinen näyteala, jolta laskettiin rukiin korret. Ennen puintia samalta näytealalta korjattiin rukiin maanpäällinen massa satokomponenttien tutkimista varten. Näytteestä määritettiin korsien ja tähkien lukumäärä ja paino, jyvien lukumäärä tähkää kohti, vihreiden jyvien osuus painosta ja satoindeksi, joka tarkoittaa

**Taulukko 3. Tehoisa lämpötilasumma (°C) ja sade (mm) kasvukauden alusta III- käsittelyyn sekä ruiskuvuston lakoontuminen ja lajike vuosina 1985–89. Koepaikat: KSL=kasvinsuojelun tutkimuslaitos, SAT=Satakunnan tutkimusasema, EPO= Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, TKP=Toholamin koepaikka.**

Koepaikka ja vuosi	Tehoisa lämpötilasumma/sade	Lakoontumisen alku pvm	Lako korjuuvaiheessa %		Lajike
			Käsittelemätön	Vaihtelu käsittelyjen välillä	
<b>KSL</b>					
1985	191/38	8.8.	93	95–30	Jo 6977
1986	237/63	15.7.	90	90–5	Kartano
1987	183/64	30.6.	80	80–80	Sampo
1988	184/40	15.7.	68	63–43	Sampo
1989	156/56	12.7.	98	100–53	Voima
<b>SAT</b>					
1987	161/43	13.7.	93	85–62	Voima
1989	138/44	14.7.	89	68–41	Voima
<b>EPO</b>					
1986	202/45	— <sup>1)</sup>	78	81–79	Voima
1987	135/48	17.6.	97	98–96	Voima
1988	166/54	21.6.	— <sup>1)</sup>	— <sup>1)</sup>	Voima
1989	169/30	5.6.	85	91–78	Voima
<b>TKP</b>					
1986	—	— <sup>1)</sup>	48	43–28	Voima
1989	170/54	— <sup>1)</sup>	10	10–5	Voima

<sup>1)</sup> Ei havaintoa

jyvien osuutta rukiin maanpäällisestä kuiva-ainemassasta.

Kasvuston korkeus mitattiin kukinnan jälkeen jyvien kehitysvaiheessa, joka Feekesin asteikolla (FS) ilmoitettuna vastaa kehitystasetta 10.5.4 (LARGE 1954). Viidestä kohdasta jokaiselta ruudulta mitattiin kasvuston keskimittaa edustavalta tasolta korret maanpinnasta tähkän huippuun. Lakohavainnot tehtiin ensimmäisen lakoontumisen tapahtuessa sekä ennen sadonkorjuuta. Havainnot tehtiin silmävaraisesti käyttäen asteikkoa 0–100 % (0=ei lakoa, 100=täysin laossa) ottaen huomioon korsien taipumiskulma ja lakoontuneen alan osuus ruudusta.

Rukiin kasvitautitilannetta seurattiin kasvukauden aikana, mutta kasvitauteja ei esiintynyt. Kylvösiemen oli peitattu. Rikkakasviruiskutus tehtiin, mikäli se osoittautui tarpeelliseksi.

Ruis puitiin täysin tuleentuneena (FS 11.4) ja ruutujen sato punnittiin. Sadosta määritettiin jyvien

puintikosteus, hehtolitrainpaino (kg), 1 000 jyvän paino (g), jyvien valkuaispitoisuus ja sakoluku standardimenetelmillä, joita käytetään viljakaupassa sadon hinnan määrittelyssä.

## 2.4 Kasvunsäädäkäsittelyjen kannattavuus

Kasvunsäädäkäsittelyjen kannattavuutta mitattiin kevään 1992 hintatason mukaan. Laskelman perustana käytettiin kosteudeltaan 15-prosenttiseksi kuivattua ruista, jonka hinta oli 2,90 mk/kg. Siitä vähennettiin markkinointimaksu 80 p/kg. Lisäksi sadon hintaan tehtiin hehtolitrainpainon ja sakoluvun edellyttämät korjaukset. Sadon tuotosta vähennettiin ruiskutustyökustannus 50 mk/ha (Työteho-seuran maataloustiedote 1992) ja kasvunsäätteen hinta sekä vuosina 1988–89 myös eri tyyppitasojen aiheuttamat kustannukset. Tallaustappiona vähennettiin 100 kg/ha vastaavan sadon hinta lippulehtiasteella (FS 10) tehdystä käsittelystä (KÖYLIJÄRVI 1985).

Hintaporrastuksen vuoksi kasvunsäätteiden ja lannoitteiden hinnat vaihtelevat vuoden aikana, joten ostoajankohta vaikuttaa niiden kustannuksiin. Tässä tutkimuksessa käytettiin kasvunsäätteille seuraavia hehtaarikustannuksia: CCC 0,4 l/ha 53 mk, CCC 1,5 l/ha 200 mk, CCC+mepikvatti 274 mk, CCC+etefoni 312 mk, etefoni 330 mk ja mepikvatti/etefoni 201 mk. Mepikvattia ei ole myynnissä yksittäisvalmisteena, joten sitä sisältävän tankkiseoksen hinta jouduttiin arvioimaan kaupan olevan seosvalmisteen perusteella. Niukan ( $N_1$ ) typpilannoituksen kustannuksena käytettiin 86 mk/ha ja runsaan ( $N_2$ ) 127 mk/ha.

Vertailun vuoksi laskelmat tehtiin myös kevään 1995 hinnoin. Rukiin markkinahintana käytettiin 0,95 mk/kg. Siihen lisättiin siirtymäkauden lisähinta 0,26 mk/kg. Sakoluku ei nykyisessä hinnoittelussa aiheuta korjauksia rukiin hintaan. Hehtolitrainpaino vaikuttaa hintaan, jos se on alle 70 kg. Tässä laskelmassa vaikutus olisi ollut vähäinen, joten se jätettiin huomioimatta. Ruiskutuksen työ- ja tallaus kustannus ja tallaus huomioitiin samoin kuin edellä esitetyssä laskelmassa. Kasvunsäätteiden arvonlisäverottomina hehtaarikustannuksina käytettiin seuraavia: CCC 0,4 l/ha 40 mk, CCC 1,5 l/ha 160 mk, CCC+mepikvatti 212 mk, CCC+etefoni 314 mk, etefoni 330 mk, mepikvatti/etefoni 180 mk. Kokeissa, joissa oli kaksi typpilannoitustasoa, huomioitiin voimakkaamman typpilannoituksen ( $N_2$ ) aiheuttamana lisäkustannuksena niukempaan ( $N_1$ ) nähden 102 mk/ha.

## 2.5 Tilastollinen käsittely

Aineistoa käsiteltäessä ilmeni, että kasvunsäätteiden vaikutus ei ollut yksiselitteisesti sidoksissa koepaikkaan tai -vuoteen, vaan vaihteli koekohtaisesti. Pahimpina vuosina mitkään kasvunsäädekäsittelyt eivät pystyneet ehkäisemään lakoa.

Sen vuoksi kaikkia kokeita ei kannattanut sisällyttää samaan analyysiin, vaan ne oli luokiteltava aineiston homogeenisuuden parantamiseksi. Vuosien 1985–87 ruisaineisto luokiteltiin kahteen ryhmään kasvustojen lakoontumisen perusteella. Ensimmäiseen luokkaan sisällytettiin kokeet, joissa kasvunsäädekäsittelyt eivät vähentäneet lakoontumista

käsitlemättömään verrattuna. Kaikki muut kokeet sijoituivat toiseen luokkaan, jossa kasvunsäätteet vähensivät lakoa vähintään 10 % käsitlemättömään verrattuna. Ensimmäiseen luokkaan tuli 43 % ja toiseen 57 % kokeista. Vuosina 1988–89 aineisto jakaantui kahden typpitason kesken, eikä niiden sisäistä luokitusta kannattanut tehdä aineiston liiallisen supistumisen vuoksi.

Kasvunsäädekäsittelyjen ja typpitasojen vaikutukset sekä niiden yhdysvaikutukset analysoitiin varianssianalyysillä SAS-ohjelmiston GLM-proseduurilla. Keskiarvojen välisten erojen merkitsevyys testattiin Tukeyn testillä (HSD,  $P < 0,05$ ).

Rukiin lakoontumista ennustavien tekijöiden löytämiseksi tutkittiin regressioanalyysillä useiden kasvukauden aikaisten ajankohtien tehoisan lämpötilasumman (yli +5 °C) ja sadesumman suhdetta myöhempään lakoon. Regressioanalyysi tehtiin SAS-ohjelmiston REG-proseduurilla, joka sijoitti tilastollisesti merkitsevät ( $P < 0,15$ ) muuttujat regressioyhtälöön.

## 2.6 Sää ja kasvustojen kehitys kasvukausina 1985–89

Tutkimusvuosina ruis talvehti yleensä hyvin ja kasvustot olivat keväällä tiheitä. Alkukesän sää vaihteli vuosittain ja vaikutti kasvunsäätteillä saattuihin tuloksiin. Epäsuotuisin kasvukausi oli kolea ja sateinen 1987 (Taulukko 3), jolloin kasvustot kärsivät märkydestä jo kesä-heinäkuun vaihteesta lähtien. Viileä toukokuu 1985 hidasti rukiin kehitystä. Vuosina 1986 ja 1988 kasvukausi alkoi varhain ja lämmin sää suosi kasveja. Kasvukauden 1989 alku oli viileä, mutta myöhemmin sää muuttui lämpimäksi ja kaikenkaikkiaan oli kasville suotuisa. Näinä kolmena vuonna ruis kehittyi lipulehtiasteelle varhain, joten viimeinenkin kasvunsäädekäsittely tehtiin kaikilla koepaikoilla jo toukokuun puolella tai kesäkuun alkupäivinä.

Koko tutkimuskaudelle olivat ominaisia kuuroluonteiset sateet, joiden vuoksi kasvustot saattoivat kärsiä kuivuudesta tai liiasta märkydestä paikkakunnittain koepaikan sijainnin mukaan. Niillä oli myös vaikutuksensa kasvustojen lakoontumiseen.

### 3 TULOKSET

#### 3.1 Lakoontuminen ja kasvuston korkeus

Ruisaineiston luokituksen perusteella oli selvää, että vuosina 1985–87 ei lakoontumiseroja esiintynyt käsittelyjen välillä luokassa 1. Toisessa luokassa lakoprosentti oli muita pienempi kaikilla myöhäisillä (FS 10) käsittelyillä, mutta aineiston sisäisen vaihtelun vuoksi vain klormekvatin ja etefonin tankkiseos lippulehtiasteella (FS 10) levitetynä ehkäisi lakoontumista tilastollisesti merkitsevästi (Taulukko 5). Siinä rukiin lakoprosentti oli 33, kun se käsittelemättömässä oli 81.

Vuosina 1988–89 kasvustot lakoontuivat edellisiä vuosia vähäisemmin. Runsaan typpilannoituksen (N<sub>2</sub>) saaneissa kasvustoissa vain valmis kaupaseos mepikvatti/etefoni lippulehtiasteella levitetynä vähensi rukiin lakoontumista merkitsevästi verrattuna käsittelemättömään (Taulukko 6). Tällä tavoin käsitellyn kasvuston lakoontumisprosentti oli 47 ja käsittelemättömän 69.

Kasvunsäätteiden merkitys laon estämisessä näkyi lähinnä siinä, että aikaista lakoa esiintyi yleensä vähemmän käsitellyissä kuin käsittelemättömissä kasvustoissa. Aikaisin lakoontuminen tapahtui Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemalla (EPO), jossa ruis lakoontui jo kesäkuussa kaikkina vuosina (Taulukko 3). Muilla koepaikoilla lakoa alkoi esiintyä useimmiten heinäkuun puolivälissä. Yleensä etefonipohjaiset valmisteet myöhästyttivät laon esiintymistä, vaikka eivät kokonaan pystyneet sitä estämään.

Rukiin lakoontumiselle ei löydetty ennusteen perustaksi sopivia tekijöitä. Tutkitut säätekijöiden yhdistelmät kasvukauden eri ajankohtina eivät selittäneet sitä riittävästi. Myöskään kylvösyksyn sääolot eivät osoittautuneet merkityksellisiksi.

Vuosina 1985–87 etefonia sisältävillä kauppavalmisteilla tai tankkiseoksilla tehdyt käsittelyt lyhensivät rukiin kortta jonkin verran luokassa 1, mutta vasta 10 cm:n lyhentyminen myöhäisellä (FS 10) CCC+etefoni-ruiskutuksella poikkesi tilastollisella varmuudella käsittelemättömästä (Taulukko 4). Tämäkään käsittely ei ehkäissyt kasvuston lakoontumista (lukuja ei ole esitetty). Vuosina 1988–89 käsittelyt eivät vaikuttaneet rukiin korren pituuteen.

#### 3.2 Sadon määrä ja laatu

Vuosina 1985–87 kaikki käsittelyt lisäsivät jyväsatoa toisessa lakoontumisloukassa, mutta tilastollisesti merkitsevästi poikkesivat käsittelemättömästä vain pelkkä etefoni sekä CCC+etefonin tankkiseos lippulehtiasteella käytettynä (Kuva 1).

Vuosina 1988–89 käsittelyt näyttivät lisäävän rukiin satoa käsittelemättömään verrattuna molemmilla typpitasoilla, mutta vain pelkän etefonin sekä mepikvatin ja etefonin kaupaseoksen vaikutus osoittautuivat tilastollisesti merkitseviksi (Kuva 2).

Hehtolitrainpainossa, 1 000 jyvän painossa, puintikosteudessa ja sakoluvussa ei ollut merkitseviä eroja käsittelemättömän ja kasvunsäädekäsittelyjen välillä kummassakaan luokassa (Taulukko 5) tai eri typpitasoilla (lukuja ei ole esitetty).

**Taulukko 4. Kasvunsäädekäsittelyjen vaikutus rukiin pituuteen ja sakolukuun 1985–87 luokassa 1.**

Käsittelyt	Annos l/ha tehoainetta	Pituus cm	Suhdeluku	Sakoluku
Käsittelemätön	—	146 <sup>a</sup>	100	68 <sup>ab</sup>
CCC I	0,4	146 <sup>a</sup>	100	65 <sup>ab</sup>
CCC II	1,5	144 <sup>ab</sup>	99	67 <sup>ab</sup>
CCC+mepikvatti II	1,5+0,4	142 <sup>ab</sup>	97	64 <sup>b</sup>
CCC+etefoni II	1,5+0,3	143 <sup>ab</sup>	98	72 <sup>a</sup>
Etefoni II	0,7	144 <sup>ab</sup>	99	67 <sup>ab</sup>
Mepikvatti/etefoni II	0,46/0,23	145 <sup>a</sup>	99	67 <sup>ab</sup>
CCC+etefoni III	1,5+0,3	136 <sup>b</sup>	93	68 <sup>ab</sup>
Etefoni III	0,7	140 <sup>ab</sup>	96	68 <sup>ab</sup>
Mepikvatti/etefoni III	0,46/0,23	143 <sup>ab</sup>	98	69 <sup>ab</sup>

**Taulukko 5. Kasvunsäädekäsittelyjen vaikutus rukiin lakoutumiseen ja sadon laatutekijöihin 1985–87 luokassa 2. Käsittelyajat: I=pensomisaste (FS 2), II=1-solmuaste (FS 6), III=lippulehtiaste (FS 10).**

Käsittelyt	Annos l/ha tehoainetta	Lako %	Hl-paino kg	1000 j.p. g	Puinti- kosteus %
Käsitlemätön	—	81 <sup>a</sup>	69,8 <sup>ab</sup>	26,4 <sup>ab</sup>	28,1 <sup>ab</sup>
CCC I	0,4	77 <sup>ab</sup>	69,7 <sup>ab</sup>	26,5 <sup>ab</sup>	28,0 <sup>ab</sup>
CCC II	1,5	71 <sup>ab</sup>	69,3 <sup>b</sup>	25,9 <sup>b</sup>	27,8 <sup>ab</sup>
CCC+mepikvatti II	1,5+0,4	73 <sup>ab</sup>	69,4 <sup>b</sup>	26,8 <sup>ab</sup>	27,9 <sup>ab</sup>
CCC+etefoni II	1,5+0,3	72 <sup>ab</sup>	69,6 <sup>ab</sup>	26,3 <sup>ab</sup>	28,5 <sup>a</sup>
Etefoni II	0,7	71 <sup>ab</sup>	69,6 <sup>ab</sup>	26,5 <sup>ab</sup>	28,7 <sup>a</sup>
Mepikvatti/etefoni II	0,46/0,23	78 <sup>a</sup>	69,7 <sup>ab</sup>	25,5 <sup>b</sup>	28,4 <sup>a</sup>
CCC+etefoni III	1,5/0,3	33 <sup>b</sup>	70,7 <sup>a</sup>	27,6 <sup>a</sup>	26,3 <sup>b</sup>
Etefoni III	0,7	37 <sup>ab</sup>	70,7 <sup>a</sup>	27,5 <sup>a</sup>	26,8 <sup>ab</sup>
Mepikvatti/etefoni III	0,46/0,23	46 <sup>ab</sup>	70,0 <sup>ab</sup>	26,4 <sup>ab</sup>	26,8 <sup>ab</sup>

**Taulukko 6. Kasvunsäädekäsittelyjen vaikutus rukiin lakoontumiseen N<sub>2</sub> tasolla ja jyvien valkuaispitoisuuden kummallakin typpitasolla 1988–89. Käsittelyajat: I=pensomisaste (FS 2), II=1-solmuaste (FS 6), III=lippulehtiaste (FS 10).**

Käsittelyt	Annos l/ha tehoainetta	Lako-% N <sub>2</sub>	Valkuaispitoisuus-%	
			N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
Käsitlemätön	—	69 <sup>a</sup>	11,6 <sup>a</sup>	12,3 <sup>a</sup>
CCC I	0,4	64 <sup>ab</sup>	11,4 <sup>ab</sup>	12,0 <sup>ab</sup>
CCC II	1,5	55 <sup>ab</sup>	11,5 <sup>ab</sup>	11,8 <sup>b</sup>
Mepikvatti/etefoni II	0,46/0,23	65 <sup>ab</sup>	11,4 <sup>ab</sup>	11,9 <sup>ab</sup>
Etefoni III	0,7	48 <sup>ab</sup>	11,5 <sup>ab</sup>	12,0 <sup>ab</sup>
Mepikvatti/etefoni III	0,46/0,23	47 <sup>b</sup>	11,2 <sup>b</sup>	11,8 <sup>b</sup>

Sadon valkuaispitoisuuteen vaikuttivat vain vuosina 1988–89 ruiskutukset CCC:llä rukiin 1-solmuasteella (FS 6) ja mepikvatti/etefoni-seoksella lippulehtiasteella (FS 10). Ne pienensivät sadon valkuaispitoisuutta lievästi kummallakin typpitasolla (Taulukko 6).

Kasvunsäädekäsittelyjen vaikutus satokomponentteihin ja sitä kautta sadonmuodostukseen ei käynyt ilmi tässä tutkimuksessa. Käsittelyjen väliset erot tutkituissa satokomponenteissa (vrt. s. 9) eivät osoittautuneet tilastollisesti merkitseviksi. Käsittelyt eivät myöskään vaikuttaneet rukiin korsien lukumäärään.

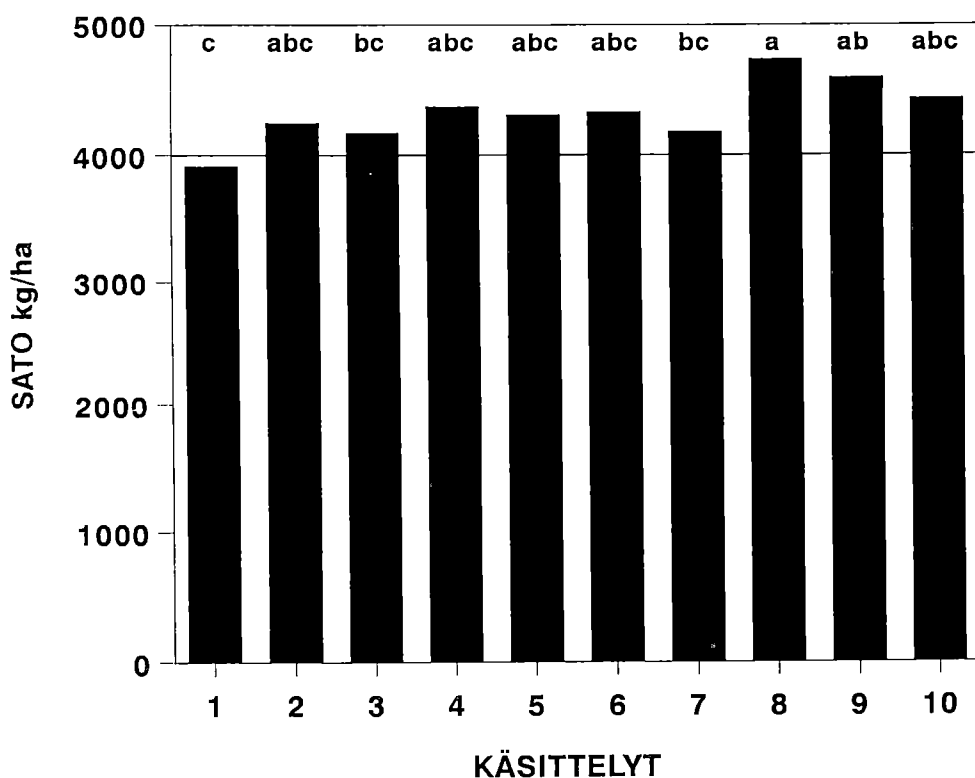
### 3.3 Kasvunsäädekäsittelyjen kannattavuus

Sadon hintaan vaikuttavista laatutekijöistä rukiin hehtolitrainpaino edellytti hintakorjauksen vain yhdessä tapauksessa koko tutkimuskautena. Sen sijaan sakoluku jäi v. 1985–87 molemmissa lakoon-

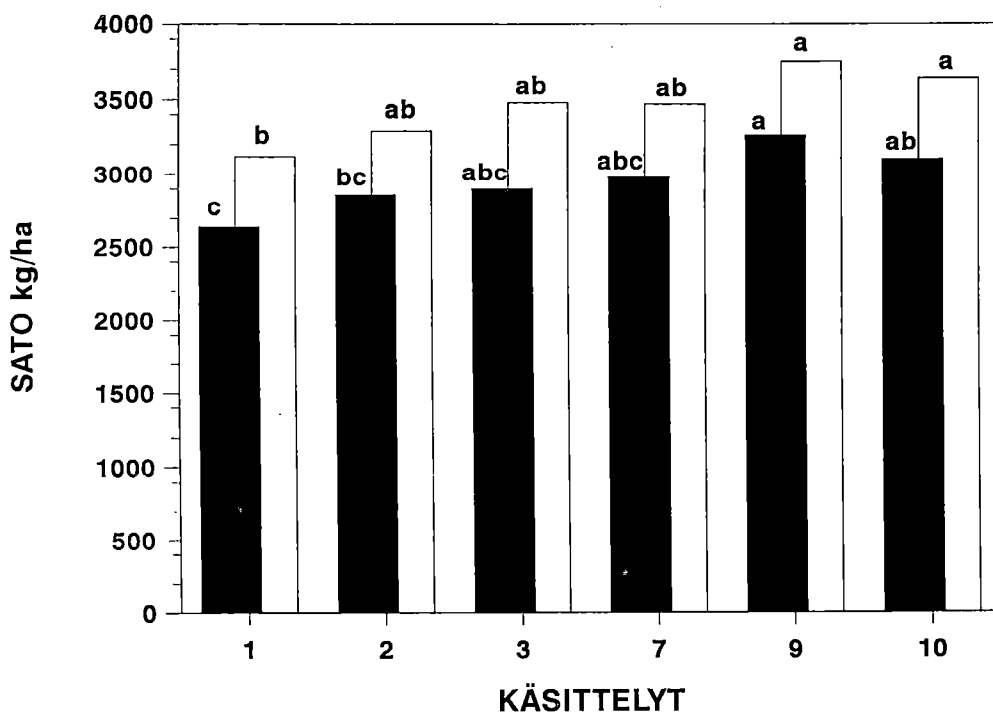
tumislukissa ja kaikissa käsittelyissä hinnan vähennystä edellyttävän rajan alapuolelle. Sakoluvun aiheuttamat hinnan alennukset vaihtelivat silloin 1 200 markasta 2 260 markkaan hehtaaria kohti.

Rukiin kasvunsäädekäsittelyt tuottivat taloudellista tappiota ensimmäisen lakoontumislukun oloissa, joissa lakoa ei saatu estetyksi (Kuva 3). Poikkeuksena oli rukiin 1-solmuasteella tehty käsittely klormekvatin ja etefonin seoksella, joka tuotti voittoa 160 mk/ha muita korkeamman sakolukunsa vuoksi.

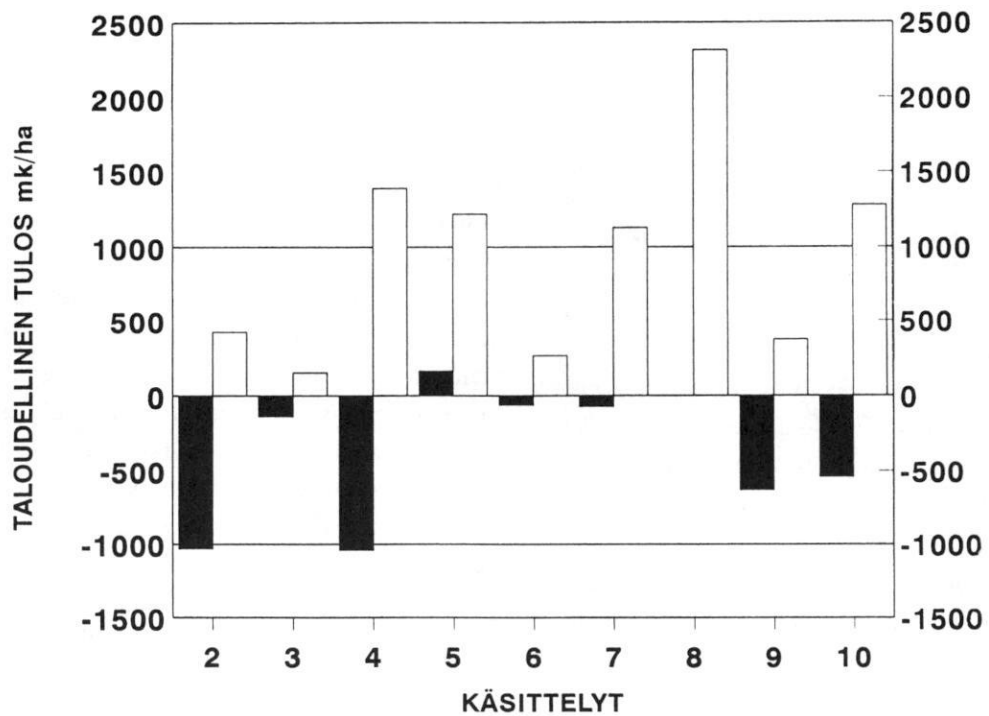
Toisessa luokassa, jossa kasvunsäätteiden käyttö ehkäisi lakoa, ne myös lisäsivät satoa, mutta eivät parantaneet sen laatua merkityksellisesti käsittelemättömään verrattuna. Sadosta saatu rahallinen tuotto perustui siten kokonaan sadon määrään. Kannattavimpia olivat käsittelyt, jotka sisälsivät CCC:tä, etefonia tai mepikvattia (Kuva 3). Niiden



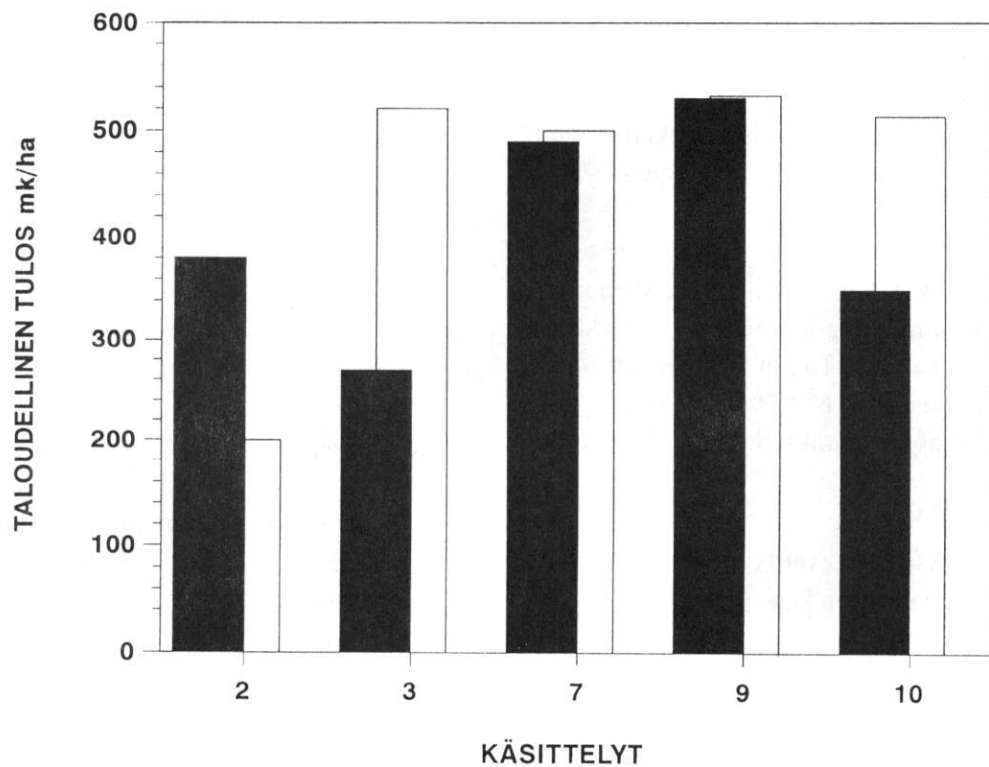
Kuva 1. Kasvunsäädekäsittelyjen vaikutus rukiin satoon 1985–87 luokassa 2. Käsittelyt: 1=käsittelemätön, 2=CCC I, 3=CCC II, 4=CCC+mepikvatti II, 5=CCC+etefoni II, 6=etefoni II, 7=mepikvatti/etefoni II, 8=CCC+etefoni III, 9=etefoni III, 10=mepikvatti/etefoni III. Pylväät, joiden yläpuolella on sama kirjain, eivät poikkea merkitsevästi ( $P < 0,05$ ) toisistaan.



Kuva 2. Kasvunsäädekäsittelyjen vaikutus rukiin satoon 1988–89. Käsittelyt: 1=käsittelemätön, 2=CCC I, 3=CCC II, 7=mepikvatti/etefoni II, 9=etefoni III, 10=mepikvatti/etefoni III. ■ N<sub>1</sub>, □ N<sub>2</sub>. Pylväät, joiden yläpuolella on sama kirjain, eivät poikkea merkitsevästi ( $P < 0,05$ ) toisistaan.



Kuva 3. Kasvunsäädekäsittelyjen tuottama taloudellinen hyöty vuosina 1985–87. Käsitte-lyt: 2=CCC I, 3=CCC II, 4=CCC+mepikvatti II, 5= CCC+etefoni II, 6=etefoni II, 7= mepikvat-ti/etefoni II, 8=CCC+etefoni III, 9=etefoni III, 10=mepikvatti/etefoni III. ■ luokka 1, □ luok-ka 2.



Kuva 4. Kasvunsäädekäsittelyjen tuottama taloudellinen hyöty vuosina 1988–89. Käsitte-lyt: 2=CCC I, 3=CCC II, 7=mepikvatti/etefoni II, 9=etefoni III, 10=mepikvatti/etefoni III. ■ N<sub>1</sub>, □ N<sub>2</sub>.

tuotto vaihteli 1 220–2 350 mk/ha. Yksinään käytettyjen etefonin tai CCC:n tuotto jäi näinä vuosina pienimmäksi.

Vuosina 1988–89 sadon laatu säilyi parempana kuin edellisinä tutkimusvuosina. Hintakorjausrajan yläpuolella pysytellyt sakoluku nosti sadon hintaa 44–207 mk/ha. Kaikki kasvunsäädekäsittelyt tuottivat voittoa molemmilla typpilannoitustasoilla (Kuva 4), mutta parhaatkin tuotot jäivät heikon sätotason vuoksi huomattavasti pienemmiksi kuin edellisten vuosien toisessa lakoontumislukassa. Niukalla typpitasolla parhaan tuoton, 530 mk/ha, antoi myöhäinen etefonikäsittely. Runsaalla typpitasolla vain aikainen CCC-käsittely jäi selvästi muita heikommaksi tuotoltaan. Muista käsittelyistä kertynyt tuotto vaihteli 510–530 mk/ha.

Vuoden 1995 hinnoin kaikki kasvunsäädekäsittelyt tuottivat taloudellista tappiota ensimmäisen lakoontumislukon oloissa vuosina 1985–87. Tappio vaihteli 37–477 mk/ha. Pienimmän tappion tuotti käsittely klormekvatin ja etefonin tankkiseoksella.

Toisessa lakoontumislukassa, jossa kasvunsäätteet ehkäisivät lakoa, kaikki käsittelyt olivat taloudellisesti kannattavia vuoden 1995 hinnoin. Ruiskutusten tuotto vaihteli 97–507 mk/ha.

Lippulehtiasteen käsittelyistä CCC+etefoni tuotti 507 mk/ha, pelkkä etefoni 322 mk/ha ja mepikvatti/etefoni 278 mk/ha. Aikaisemmista ruiskutuksista CCC+mepikvatti antoi suurimman tuoton, 295 mk/ha.

Vuosien 1988–89 kokeissa kaikki käsittelyt tuottivat voittoa molemmilla typpitasoilla myös vuoden 1995 hinnoin laskettuna. Tuotot vaihtelivat niukalla typpilannoituksella ( $N_1$ ) 105–249 mk/ha ja voimakkaalla typpilannoituksella ( $N_2$ ) 116–278 mk/ha.

Parhaimman tuloksen antoivat typpilannoituksesta riippumatta lippulehtiasteen käsittelyt.

Rukiille maksettava lisähinta poistuu asteittain vuosina 1995–2000. Vuosina 1985–87 toisen lakoontumislukon oloissa kaikki kasvunsäädekäsittelyt olivat kannattavia tai vähintään nollatuloksen antavia, jos rukiin markkinahintana käytetään 0,91 mk/ha. Lippulehtiasteen kasvunsäädekäsittelyjen

kannattavuus lakkaa vasta, kun hinta jää alle 0,70 mk/kg.

#### 4 TULOSTEN TARKASTELU

Klormekvattia on käytetty rukiin korren vahvistamiseen ja laonestoon 1960-luvulta lähtien. Se ei kuitenkaan ole estänyt lakoontumista riittävästi. Varhaisen käyttöajankohtansa vuoksi CCC on vahvistanut vain korren alimpia nivelvälilejyksi ja pitkäksi kasvava ruis painuu lakoon ennen korjuuta. Uusien, klormekvattia myöhemmin käytettävien valmisteiden myötä otaksuttiin päästävän parempiin tuloksiin. Kun etefonia sisältävät valmisteet levitetään myöhäisessä viljan kehitysvaiheessa, korren ylimmät nivelvälit vahvistuvat ja estävät latvaosaa painumasta lakoon (KARPENSTEIN ja SCHEFFER 1984). Etefonivalmisteiden etuna on myös kasvunsäädekäsittelyn tarpeen arviointimahdollisuus vielä korren kasvun loppupuolella, jolloin lakoriski on paremmin nähtävissä kasvuston tiheyden ja korkeuden perusteella.

Rukiin viljelyn tyypillinen ongelma, lakoontuminen, tuli hyvin esiin tässäkin tutkimuksessa. Korjuuvaiheessa esiintyi käsittelemättömissä kasvustoissa lakoa kaikilla koepaikoilla (Taulukko 3) ja kaikkina vuosina. Myös kasvunsääteillä käsitellyt kasvustot lakoutuivat huomattavasti, joskin käsittelyjen välillä oli vaihtelua koepaikkojen kesken. Kasvinsuojelun tutkimuslaitoksella ja Satakunnan tutkimusasemalla lakoontuminen alkoi tavallisimmin vasta heinäkuun puolivälissä. Sen sijaan Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemalla lakoa esiintyi jo kesäkuussa ja korjuuvaiheessa lakoontuminen oli voimakasta myös kasvunsäädekäsittelyn saaneissa kasvustoissa.

Kirjallisuudessa käsitellään klormekvattia uudempien kasvunsäätteiden vaikutusta rukiiseen varsin vähän. Eräiden saksalaisten tutkimusten mukaan (KÜHN ym. 1980, ULMANN 1986) CCC, mepikvatti ja etefoni lyhentävät rukiin kortta ja parantavat sen laonkestävyyttä. Erityisesti kasvunsäätteiden seokset ovat olleet tehokkaita. Sen sijaan käsittelyjen vaikutuksesta satoon esiintyy ristiriitaisia tietoja. KÜHNin ym. (1980) mukaan kasvunsäädekäsittelyt eivät ole vaikuttaneet jyväsatoon, kun taas ne ULMANNin (1986) tutkimuksissa vaikuttivat sätokomponentteihin ja lisäsivät rukiin satoa. Oman



tutkimuksemme tulokset ovat osittain yhdenmukaisia saksalaisten kanssa. Vuosina 1985–87 kasvunsäädäkäsittelyt eivät estäneet lakoa 43 %:ssa kokeita. Niissä käsittelyt eivät myöskään tuoneet merkittävää sadonlisäystä, vaan tuottivat taloudellista tappiota (Kuvat 1 ja 3). Kasvunsäädäkäsittelyt ehkäisivät lakoa 57 %:ssa tapauksista (luokka 2). Silloin ne myös lisäsivät satoa ja tuottivat taloudellista voittoa (Kuvat 1 ja 3) siitä huolimatta, että sadon laatu ei parantunut käsittelyistä. Lukuisat tutkimukset pääasiallisesti ohralla ovat osoittaneet kasvunsäätteiden tuottaman hyödyn olevan yhteydessä nimenomaan laon estämiseen (WOOLLEY 1981, BAUMER ja AIGNER 1988, SIMMONS ym. 1988, MOES 1990). Ellei lakoa esiinny, kasvunsäätteet voivat vaikuttaa satoon haitallisesti.

Vuosina 1988–89 rukiin satotaso oli n. 22 % pienempi kuin edellisenä koevuosijaksona N<sub>2</sub>-tasollakin (Kuvat 1 ja 2), joka vastasi vuosien 1985–87 lannoitusta. Myös kasvuston lakoontuminen oli yleisesti ottaen lievempää kuin 1985–87 (Taulukot 5 ja 6). Näissä oloissa mepikvatti/etefoni vähensi lakoa lippulehtiasteella käytettynä vain runsaalla typpitasolla (N<sub>2</sub>)(Taulukko 6). Taloudellisesti kannattavimmiksi osoittautuivat myöhäiset käsittelyt pelkällä etefonilla ja mepikvatti/etefoni-kaupaseoksella (Kuva 4). Erot muihin käsittelyihin N<sub>2</sub>-tasolla eivät olleet suuret, mutta sadon määrään perustuvina ainoastaan edellä mainitut poikkesivat merkittävästi käsittelemättömästä (vrt. Kuva 2). Tulos oli vastaavanlainen N<sub>1</sub>-tasolla.

Pelkkä etefoni lippulehtiasteella levitettynä antoi hyvin erilaiset taloudelliset tulokset vuosijaksoina 1985–87 ja 1988–89 (Kuvat 3 ja 4). Eräänä syynä siihen oli tämän käsittelyn sakoluku, joka 1985–87 oli vain 65, mutta vuosina 1988–89 niukalla typpitasolla 97 ja runsaalla typpitasolla 92 (lukuja ei ole esitetty). Kohonneen sakoluvun aiheuttama hinnanlisäys korvasi satotasossa tapahtuneen laskun. Kaikkiaan sakoluku vaihteli ensimmäisenä koevuosijaksona 64–72 ja jälkimmäisenä jaksossa 92–111. Vaikka sakolukujen erot eivät olleet merkittäviä kaikkien käsittelyjen välillä, ne vaikuttivat kuitenkin jokaisen sadon hinnan muodostumiseen.

Ennusteen kehittäminen rukiin lakoriskin ennakoimiseksi säätekijöiden tai kasvuston kehittymisen perusteella ei onnistunut tutkimuksemme, jossa lakoa esiintyi kaikkina vuosina. Rukiin lakoontu-

minen riski lieneekin niin yleinen kasvin ominaisuuksien vuoksi, etteivät sääolojen vaihtelut ole yhtä merkityksellisiä kuin ohrakasvustossa, jonka lakoontuminen on tietyissä rajoissa ennakoitavissa (ERVIÖ ym. 1995). Rukiin viljelyssä tilanne lieneekin se, että lakoontuminen on merkki hyvästä satotasosta. Siihen viittaa tutkimuksemme tehty vertailu lakoontumisen ja satotason keskinäisestä riippuvuudesta. Erityisesti niukalla typpitasolla, jolla sato yleisesti jäi heikoksi, suurimpia satoja vastasi korkea lakoprosentti. Aineisto oli kuitenkin liian pieni varsinaisella regressioanalyysillä tutkittavaksi. Toisaalta hyvin voimakas lakoutuminen, jota esiintyi vuosina 1985–87 luokassa 1, johtaa sato- ja laatutappioihin.

## 5 YHTEENVETO KÄSITTELYJEN KANNATTAVUUDESTA

Tutkimuksemme osoitti oikeaksi sen käytännön viljelyssä vallinneen käsityksen, että onnistunut rukiin viljely edellyttää korren vahvistamista kasvunsäätteillä. Koska ruis on aina altis lakoutumaan, kasvunsäätteiden käyttö on perusteltua, vaikka käsittely jäisikin tappiolliseksi pahimpina lakovuosina, jolloin kasvunsäätteet eivät riitä estämään kasvustojen lakoontumista. Tutkimuksemme tappiollisia tapauksia koko aineistosta vuosilta 1985–89 oli 17,6 %, joten enemmistö tuotti voittoa. Käsittelyt olivat taloudellisesti kannattavia silloin, kun niillä onnistuttiin vähentämään lakoa vähintään 10 % tai ne lakoontumisesta huolimatta lisäsivät satoa (Kuvat 3 ja 4). Lähinnä saatu tuotto perustui sadon määrään, sillä kasvunsäätteet eivät sanottavasti parantaneet sadon laatua.

Jotta kasvunsäädäkäsittelyllä päästäisiin taloudelliseen tulokseen mahdollisimman usein, on rukiin viljelyssä tarkoituksenmukaista valita tehokkain käsittely, joka vähentää lakoontumista ja varmimmin tuo voittoa myös vaikeissa lakoontumisoloissa. Tässä tutkimuksessa kasvunsäädeseokset toimivat hyvin, mikä saattaa olla osoitus niiden synergistisestä vaikutuksesta. Taloudellisesti edullisin käsittely vuosina 1985–87 oli CCC+etefonitankkiseos levitettynä lippulehtiasteella (FS 10) (Kuva 3). Se ei kuitenkaan ole nykyisten suosittelun mukainen, sillä klormekvatini käyttö ruiskasvustossa on sallittua vain 1-solmuasteella ennen kesäkuun 1. päivää.

Toiseksi taloudellisin vaihtoehto oli mepikvatti/etefoni-kauppavalmiste, joka tuotti voittoa 1-solmuasteella (FS 6) levitettynä 1 130 mk/ha ja lippulehtiasteella 1 280 mk/ha. Sen käyttö oli kannattavaa myös 1988–89.

Vuosien 1988–89 tulosten mukaan taloudellinen vaihtoehto oli myös pelkkä etefonikäsittely lippulehtiasteella tehtynä (Kuva 4). Sen ainoaksi heikkoudeksi jäi muita käsittelyjä pienempi sakoluku, joka vaikutti sadosta maksettavaan hintaan. Tuottamansa sadonlisäyksen (Kuva 2) ansiosta se kuitenkin nousi taloudellisesti kannattavimmaksi käsittelyksi molemmilla typpitasoilla. Näinä vuosina, jolloin lakoontuminen oli ”kohtalaista”, kasvunsäädäkäsittelyjen väliset erot kannattavuudessa olivat pieniä varsinkin runsaalla typpitasolla (Kuva 4). On kuitenkin otettava huomioon, että kannattavuuslaskelman perusteena oleva sato poikkesi merkittävästi käsittelemättömästä vain etefoni- ja mepikvatti/etefoni-käsittelyillä (Kuva 2), joten niiden taloudellista tulosta voidaan pitää tilastollisesti luotettavana.

Vuoden 1995 alussa tapahtuneen rukiin hinnan alenemisen vuoksi kasvunsäädäkäsittelyjen tuotto jää tutkimusajankohdan aikaista tilannetta vähäisemmäksi. Vääjäämättä tämä vähentää kiinnostusta kasvunsäätteiden käyttöön rukiin viljelyssä. Kuitenkin käsittelyt ovat edelleenkin taloudellisesti kannattavia tapauksissa, joissa lakoutumista pystytään estämään.

Rukiin markkinahintojen voidaan arvella lähiaikoina pysyttelevän selvästi interventiohintoja korkeammalla. Tutkimuksessamme suurimpia sadonlisäyksiä antaneet käsittelyt ovat kannattavia myös jonkin verran kevään 1995 markkinahintatasoa (0,90–0,95 mk/kg) pienemmällä rukiin hinnalla, vaikka lisähintaa ei otettaisikaan huomioon.

Tässä tutkimuksessa esitettyjen kasvunsäädäkäsittelyjen lisäksi näyttää CCC:n ja etefonin perättäiskäsittely varteenotettavalta vaihtoehdolta rukiin laontorjuntaan. Se on myös suositusten mukainen, koska CCC levitetään viljan 1-solmuasteella ja pelkästään etefoni lippulehtilehtiasteella. Kasvin suojelelun tutkimuslaitoksen kokeissa tämän käsittelyn laonestovaikutus on ollut tehokas ja pitkään kestävä (JUNNILA 1991).

## 6 PÄATELMÄT

Rukiin viljelyssä kasvunsäädäkäsittelyt ovat välttämättömiä laon estämiseksi. Ne ovat osoittautuneet useimmiten taloudellisesti kannattaviksi rukiin laonalittiuden vuoksi. Ainoastaan pahimpina vuosina, jolloin lakoa ei saada torjutuksi, käsittelyt jäävät tappiollisiksi.

Laon estämiseksi kannattaa valita mahdollisimman tehokas käsittely. Sen tuottama hyöty sadonlisäyksenä kattaa yleensä kustannukset. Tämän tutkimuksen mukaan varmintia ja taloudellisesti kannattavimpia olivat käsittelyt mepikvatin ja etefonin kauppaseoksella tai pelkällä etefonilla rukiin lippulehtiasteella. CCC+etefoni-seos ei tehokkuudestaan huolimatta ole käyttökelpoinen vaihtoehto CCC:n käyttöajankohtaa koskevan rajoituksen vuoksi.

## KIITOKSET

Kirjoittajien lisäksi tähän tutkimukseen ovat osallistuneet tutkimusasemien johtajat Sirkka-Liisa Hiivola, Aulis Järvi ja Heikki Talvitie antamalla käyttöömmme oman asiantuntemuksensa sekä toimintayksikköjensä voimavaroja. Esitämme siitä heille parhaat kiitoksemme.

## KIRJALLISUUS

- AMREIN, J. RUFENER, J. & QUADRANTI, M. 1989. The use of CGA 163935 as a growth regulator in cereals and oilseed rape. Proceedings, Brighton Crop Protection Conference – Weeds 1: 71–76.
- BAUMER, M. & AIGNER, A. 1988. Einfluss der Wachstumsregulatoren auf Ertrag und Ertragsstruktur der Wintergerste. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 65, 1: 69–87.
- BRÜCKNER, U. & HÖFNER, W. 1980. Increased shortening and yield increase by combined application of the growth regulators CCC and ancymidol to spring wheat. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 149: 251–257.
- ERVIÖ, L.-R., JALLI, H., KONTTURI, M., HAKKOLA, H., KANGAS, A. & SIMOJOKI, P. 1995. Benefit of using plant growth regulators in fodder barley. Agricultural Science in Finland 4. Painossa.
- GREEN, C.F., CHALMERS, I.F., PACKE-DRURY-LOVE, S.J. 1988. Enhancing the performance of ethephon with mepiquat chloride on barley (*Hordeum distichon* cv. Panda) using an adjuvant comprising acidified soyal phospholipid. Annales Applied Biology 113: 177–188.
- HÖFNER, W., FEUCHT, D. & BRÜCKNER, U. 1980. The influence of growth regulators on ear and grain development in spring wheat. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 149: 177–182.
- & KÜHN, H. 1982. Effect of growth regulator combinations on ear development assimilate translocation and yield in cereal crops. Proceedings of Eastern School in Agricultural Science 33: 375–390.
- JUNG, J., LUIB, M., SAUTER, H., ZEEH, B. & RADEMACHER, W. 1987. Growth regulation in crop plants with new types of triatsole compounds. Journal of Agronomy & Crop Science 158: 324–332.
- JUNNILA, S. 1991. Tarkkuutta kasvunsäätöiden käyttöön. Koetoiminta ja Käytäntö 48: 49.
- KARPENSTEIN, M. von & SCHEFFER, K. 1984. Die ertrags- und wachstumsbeeinflussenden Wirkungen eines Wachstumsregulators auf der Basis von Mepiquatchlorid und Ethephon auf zwei Sommergerstensorten bei differenzierter N-Düngung. Landwirtschaftliche Forschung 37: 3–4.
- KERBER, E., LEYPOLDT, G. & SEILER, A. 1989. CGA 163935, a new plant growth regulator for small grain cereals, rape and turf. Proceedings, Brighton Crop Protection Conference – Weeds 1: 83–88.
- KÜHN, H., HÖFNER, W. & SCHUSTER, W. 1980. Weitere Möglichkeiten der Halmverkürzung bei Winterroggen durch Wachstumsregulatorenmischungen (Feldversuche). Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 149: 328–334.
- , SCHUSTER, W. & LINSER, H. 1977. Starke Halmverkürzung bei Winterroggen durch kombinierte Anwendung von CCC und Ethephon im Feldversuch. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 145: 22–30.
- KÖYLJÄRVI, J. 1985. Ruiskutusten tallaustappiot viljakasvustoissa. Koetoiminta ja Käytäntö 42: 32.
- LARGE, E.C. 1954. Growth stages in cereals. Illustrations of the Feekes scale. Plant Pathology 3: 128–129.
- Ma, B. & SMITH, D. 1991. The effects of ethephon, chlormequat chloride and mixtures of ethephon and chlormequat chloride applied at beginning of stem elongation and spike-bearing shoots and other yield components of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). Journal of Agronomy & Crop Science 166: 127–135.
- MOES, J. 1990. Assimilate partitioning, tillering and yield components in barley treated with ethephon. Dissertation Abstracts International B, Sciences and Engineering 51, 3: 1049 B.
- SCHEFFER, K., DIPPEL, V., HARTUNG, E.G. & KARPENSTEIN, M. 1983. Der Einfluss eines Wachstumsregulators auf Ertrag und Ertragskomponenten bei Sommergerste unter Ausschaltung von Lager. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 152: 284–292.
- SIMMONS, S.R., OELKE, E.A., WIERSMA, J.W., LUESCHEN, W.E. & WARNES, D.D. 1988. Spring wheat and barley responses to ethephon. Agronomy Journal 80: 829–834.
- STEEN, E. & WÜNSCHE, U. 1990. Root growth dynamics of barley and wheat in field trials after CCC application. Swedish Journal of Agricultural Research 20: 57–62.
- Työtoiminta 1992. Maatalouskoneiden vuokrasuosittukset 1992. Työtoiminnan maataloustiedote 8/1992. 8 p.
- ULMANN, L. 1986. Effect of growth regulators on rye yield. Agrochimie 26, 9: 253–254.
- WADDINGTON, S.R. & CARTWRIGHT, P. 1986. Modification of yield components and stem length in spring barley by the application of growth retardants prior to main shoot stem elongation. Journal of Agricultural Science 107: 367–375.
- WOOLLEY, E.W. 1981. Performance of current growth regulators in cereals. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 7: 44–50.
- WÜNSCHE, U. 1977. Influence of growth retarding substances on cereals. 3. Field experiments with CCC, DPM and CEPA on wheat, rye, barley and oats. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 145: 238–253.

**JUNNILA, S. Moddus 250 EC rukiin kasvunsäätteenä. (Summary: Moddus 250 EC as a plant growth regulator in rye.) Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 8/95. p. 21–27.**

Avainsanat: kasvunsäätteet, ruis, trineksapakki-etyyli, etefoni, sato, lakoutuminen

## TIIVISTELMÄ

Moddus 250 EC -kasvunsäätteen (käyttömäärä 0,5 ja 0,7 l/ha) biologinen tehokkuus ja käyttökelpoisuus rukiissa oli vähintään Cerone-valmisteeseen (1,0 ja 1,5 l/ha) luokkaa. Yhteenveto perustuu 18 kenttäkokeen tuloksiin vuosilta 1991–1994. Vaikutuserot valmisteiden välillä olivat pienet. Epäedullisissa ruiskutusoloissa Moddus näytti olevan Ceronea hellävaraisempi rukiille. Kasvunsäätteen ruiskutus lyhensi rukiin kortta keskimäärin 3–10 %, vähensi lakoa 16–22-prosenttiyksikköä ja lisäsi jyväsatoa 7–8 %, eli noin 300 kg/ha. Jyväsadon määrässä ei tapahtunut yleensä muutoksia, kun ruiskutus tehtiin kuivissa ja kuumissa oloissa (8 koetta). Muissa kokeissa ruissato lisääntyi kasvunsäätteen käytön seurauksena 11–14 % eli noin 500 kg/ha, ja 1000-jyvän paino kasvoi 3–4 % eli yli 1 g.

## SUMMARY

### *Moddus 250 EC as a plant growth regulator in rye*

*According to the results of 18 rye trials conducted at the Agricultural Research Centre of Finland during 1991–1994, the biological efficacy and availability of the plant growth regulator trinexapac-ethyl (Moddus 250 EC, doses 0.5 and 0.7 l product/ha) were similar to those of ethephon (Cerone 1.0 and 1.5 l/ha).*

*There were only minor differences in efficacy between the products and doses. Under unfavourable spraying conditions, Moddus seemed to be safer for rye than Cerone. On the average, plant growth regulator treatments shortened the rye stem by 3–10%, decreased lodging by 16–22 percentage units and increased the yield by 7–8% (ca 300 kg/ha). When plants were sprayed under dry, warm conditions, differences in yield were few, but in other trials yield increases were 11–14% (ca 500 kg/ha) and the 1000-seed weights were then 3–4% higher.*

*Key words: plant growth regulators, rye, trinexapac-ethyl, ethephon, yield, lodging*

## 1 JOHDANTO

Maatalouden tutkimuskeskuksen kasvinsuojelun tutkimuslaitoksella on tutkittu Moddus 250 EC -nimisen kasvunsäätteen biologista tehokkuutta ja käyttökelpoisuutta eri viljalajeilla vuodesta 1990 lähtien. Ciba-Geigyn maahantuoma valmiste, aikaisemmin koodinimellä CGA 163935, sisältää tehoaineena trineksapakki-etyyliä 250 g/l. Se vaikuttaa yksinomaan lehtien kautta ehkäisten lakoa. Ruiskutuksen tavoitteena on myös saada kasvuston tuleentuminen mahdollisimman samanaikaiseksi. Tässä yhteenvedossa esitellään tuloksia rukiin kenttäkoesarjasta, jossa Moddusta verrattiin etefonia 480 g/l sisältävään Cerone-kasvunsäätteeseen neljänä vuonna viidellä eri koepaikalla Etelä- ja Keski-Suomessa. Aihetta käsittelevää kirjallisuutta on esitelty tämän tiedotteen ensimmäisessä artikkelissa (ERVIÖ ym. 1995).

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Kenttäkokeet aloitettiin rukiilla vuonna 1991. Neljän vuoden aikana toteutettiin Maatalouden tutkimuskeskuksessa yhteensä 18 kenttäkoetta samalla koesuunnitelmalla. Koepaikkoina olivat Kasvinsuojelun tutkimuslaitos Jokioisilla (RKA), Lounais-Suomen tutkimusasema Mietoisissa (LOU), Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema Yistarossa (EPO), Toholammin koepaikka (TKP) ja Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasema (LAU) (Taulukko 1).

**Taulukko 1. Rukiin kasvunsäädekokeiden sijainti eri vuosina.**

Koepaikka	1991	1992	1993	1994
RKA Jokioinen	x	x	x x	x
LOU Mietoinen	x	x	x	x
EPO Ylistaro	x	x	x	x
TKP Toholampi	x	x		
LAU Laukaa		x	x	x

Viisi koejäsentä sisältävä lohkokattain satunnaistettu kenttäkoe toteutettiin neljällä kerranteella. Sekä markkinoilla olevasta Cerone-valmisteesta että Moddus 250 EC -valmisteesta oli tutkittavana kaksi eri annosta. Verranteena oli kasvunsäätteellä kä-

**Taulukko 2. Rukiin kasvunsäädekokeen koejäsenet vuosina 1991–1994.**

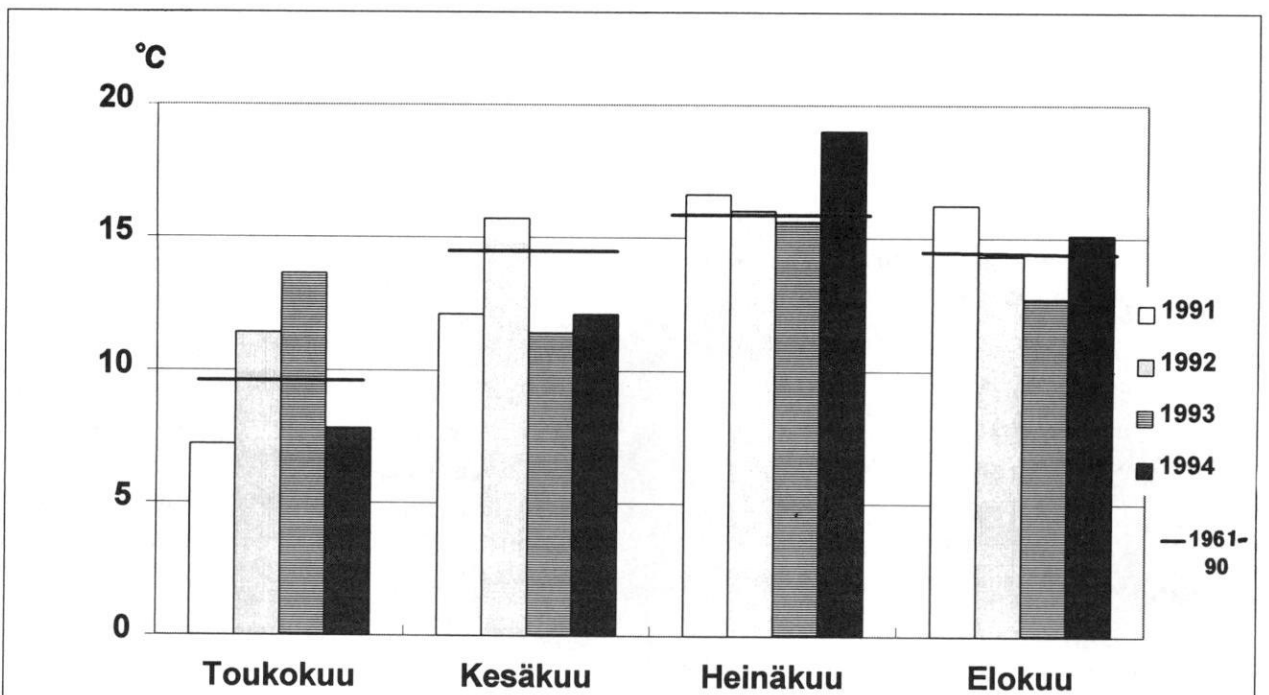
Koejäsen	l/ha	Tehoaine g/l	kg/ha
Käsittelemätön	—	—	
Cerone	1,0	Etefoni 480	0,48
Cerone	1,5	Etefoni 480	0,72
Moddus 250 EC	0,5	Trineksapakki 250	0,125
Moddus 250 EC	0,7	Trineksapakki 250	0,175

sittelemätön koejäsen (Taulukko 2). Rikkakasvit torjuttiin tarvittaessa herbisidiruiskutuksin. Rukiin lannoitus vaihteli lohko- ja maalajikohtaisesti tarpeen mukaan.

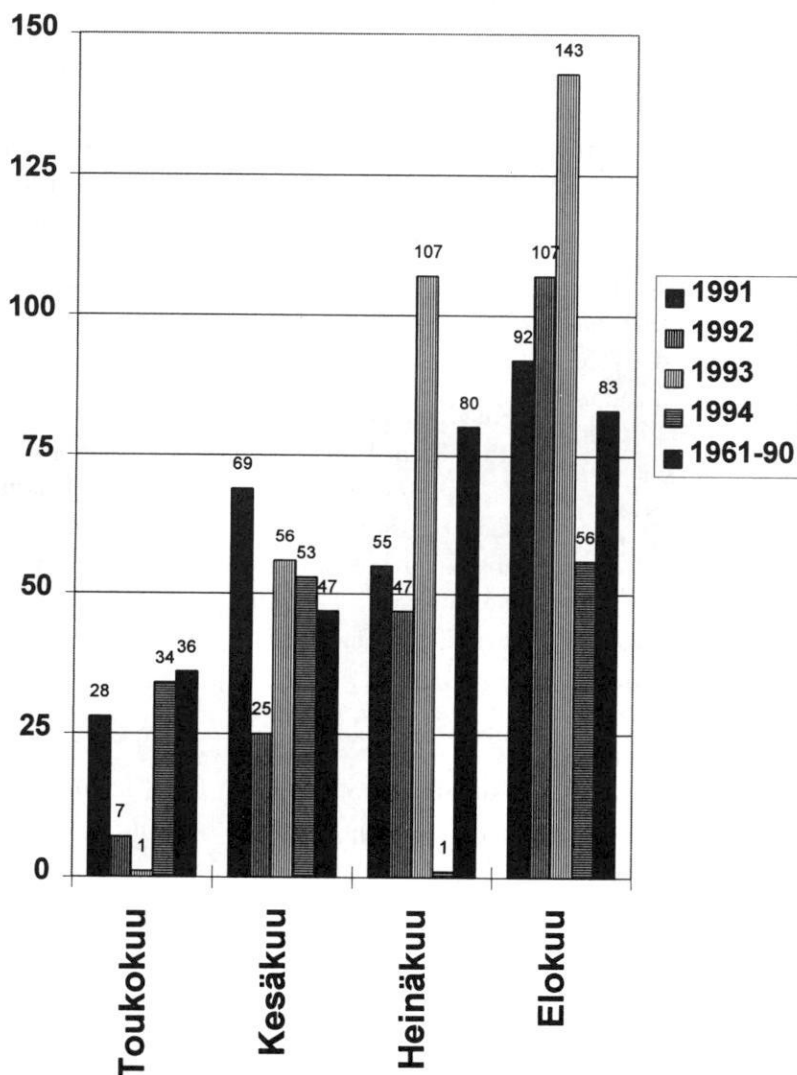
Kasvusto ruiskutettiin kasvunsäätteellä rukiin viimeisen lehden vaiheessa, kun ylin lehti oli kokonaan ulkona. Usein myös tähkä tuntui jo korressa (Feekes 9–10, Zadoks 39–45). Rukiista mitattiin korrenpituus, lako ennen puintia, puintikosteus ja sato. Sadon laatua kuvaavina suureina määritettiin sakoluku, hehtolitranspainsuhteena, tuhannen jyvän paino, valkuaispitoisuus ja itävyys. Satoerojen tilastollinen luotettavuus testattiin SAS/GLM-ohjelmalla. Tulokset on esitetty yleensä keskiarvoina koejäsentä kohden. Tulosaineisto jaettiin myös kahteen ryhmään sen perusteella, vaikuttiko kasvunsäädekäsittely kokeen satoa lisäävästi vai ei. Kymmenessä kenttäkokeessa sadonlisäykset olivat selviä, kun taas kahdeksassa kokeessa sato ei yleensä lisääntynyt.

Kuvissa 1 ja 2 on esitetty Ilmatieteen laitoksen Jokioisten Observatorion säähavainnot tutkimusjaksolta. Vaikka koepaikkojen välillä esiintyykin eroja säässä, erityisesti sademäärissä, Jokioisten säätiedot ovat kuitenkin suuntaa antavia myös muita koepaikkoja ajatellen.

Tutkimusjaksolla kasvukausien 1991 ja 1994 säätyypit olivat keskenään samankaltaiset, niin myös kasvukausien 1992 ja 1993 säät (Kuva 1 ja 2). Vuosien 1991 ja 1994 toukokuu ja kesäkuu olivat keskimääräistä viileämpiä, kun taas elokuu ja vuonna 1994 myös heinäkuu olivat noin 2 °C lämpimämpiä kuin normaalisti. Heinäkuussa vuonna 1994 ei satanut juuri lainkaan ja esimerkiksi Jokioisissa kuukauden aikana oli 20 hellepäivää. Sen sijaan vuosina 1992 ja 1993 toukokuu ja vuonna 1992 myös kesäkuu olivat erittäin kuivia ja lämpi-



Kuva 1. Kasvukausien 1991–1994 touko-elokuun kuukauden keskilämpötilat Jokioisilla verrattuna pitkän aikavälin (1961–1990) keskiarvoon (musta viiva).



Kuva 2. Kasvukausien 1991–1994 touko-elokuun kuukauden sademäärät Jokioisissa verrattuna pitkän aikavälin (1961–1990) keskiarvoon (musta pylväs).

miä. Erityisesti vuonna 1992 vuorokauden lämpötilaerot olivat toukokuussa suuret ja Jokioisilla olikin toukokuussa 10 hallayötä. Vuonna 1993 Jokioisilla toukokuun keskilämpötila oli yli 4 °C pitkään aikavälin keskiarvoa korkeampi ja maksimilämpötilojen keskiarvo oli jopa 8 °C korkeampi kuin vuonna 1991. Heinä- ja elokuu olivatkin vuonna 1993 sateisia ja viileähköjä.

### 3 TULOKSET

#### 3.1 Sato

Keskimääräinen sato oli kasvunsäateellä käsittelemättömässä koejäsenessä 3700 kg/ha, kun kaikki kokeet huomioidaan. Vaihteluväli satotasoina oli suuri, 1630 ja 5450 kg/ha. Viidessä kokeessa kasvunsäateellä käsittelemättömän rukiin sato jäi alle 3000 kg/ha (TKP -91, -92; RKA -91; LOU -92 ja LAU -93) kun taas kahdeksassa kokeessa sadon määrä oli yli 4000 kg/ha. Satotulosten yhteenvedossa kaikki kasvunsäadekäsitteletyt lisäsivät satoa merkittävästi, keskimäärin 7–8 % eli 250–310 kg/ha (Kuva 3).

Yhteensä kymmenessä ruiskokeessa jyväsato lisääntyi kasvunsäaderuiskutuksen seurauksena. Sadonlisäys oli keskimäärin 11–14 % eli 430–530 kg/ha (Kuva 4). Kolmessa kenttäkokeessa sadonlisäys oli joissakin koejäsenissä jopa yli 40 % eli noin 1200 kg/ha käsittelemättömän koejäsenen satoon verrattuna. Nuo kokeet olivat Jokioisissa ja Toholammilla 1991 sekä Etelä-Pohjanmaalla 1993.

Kahdeksassa kokeessa kahdeksastatoista kasvunsäaderuiskutukset eivät yleensä lisänneet rukiin jyväsatoa (Kuva 4). Nämä kokeet olivat pääosin vuosilta 1992 ja 1993, jolloin toukokuun sademäärä oli erittäin pieni ja lämpötila selvästi keskimääräistä korkeampi. Jotkut Cerone ja Moddus -ruiskutuksista aiheuttivat tällöin jopa 3–10 %:n sadonmenetyksen. Kolmessa kokeessa Moddus-koejäsen kuitenkin lisäsi satoa 5–10 % ja näytti olevan Ceronea turvallisempi rukiille epäedullisissa ruiskutusoloissa. Rukiin kasvunsäaderuiskutukset olivat kannattavia myös vuonna 1992 Jokioisilla ja Laukaalla sekä vuonna 1993 Ylistarossa.

#### 3.2 Lako

Yhtä koetta lukuunottamatta (TKP -91) kaikissa ruiskokeissa esiintyi lakoa. Laon määrä oli keskimäärin 61 % käsittelemättömässä koejäsenessä ennen sadonkorjuuta. Kahdeksassa kokeessa lakoisuus jäi alle 50 % ja yhdeksässä kokeessa se oli yli 50 %. Lakoa esiintyi jokaisessa niistä kahdeksasta kokeesta, joissa kasvunsäaderuiskutus ei lisännyt rukiin satoa. Laon määrä oli näiden kokeiden käsittelemättömillä ruuduilla keskimäärin 55 % ja käsitellyillä ruuduilla 33–37 % (Kuva 5). Kannattavan kasvunsäadekäsitteletyn kokeissa lakoisuus oli vastaavasti 65 % (45–49 %). Kasvunsäadekäsitteletyt vähensivät lakoa merkittävästi molemmissa kenttäkoeryhmissä käsittelemättömään koejäseneseen verrattuna.

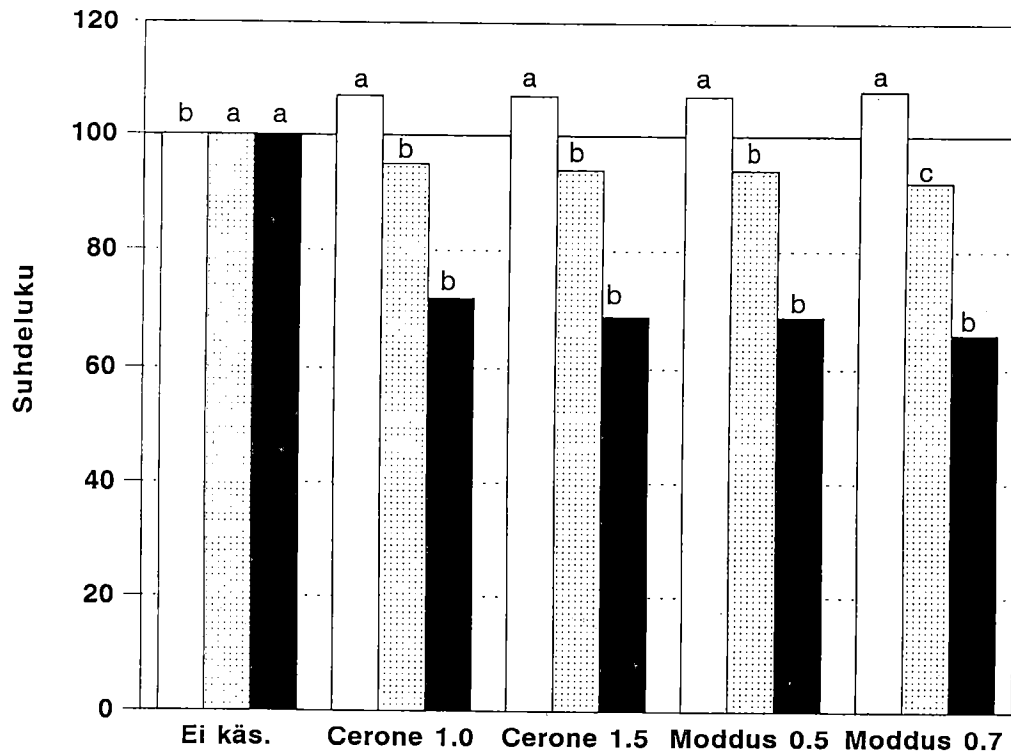
#### 3.3 Pituus

Kasvunsäateellä käsittelemättömän rukiin korren pituus oli kaikkien kokeiden keskiarvona 141 cm. Keskiarvotuloksissa kaikki kasvunsäateet lyhensivät kortta merkittävästi, keskimäärin 7–11 cm käsittelemättömään verrattuna. Suurempi annos Moddusta lyhensi kortta vielä merkittävästi enemmän kuin muut kasvunsäadekäsitteletyt, eron ollessa 3–4 cm (Kuva 3). Vain yhdessä kokeista korsi ei lainkaan lyhentynyt (RKA -94) ja lakoisuus oli sen kaikissa koejäsenissä ennen sadonkorjuuta 80–90 %. Tässäkin kokeessa kasvunsäateet lisäsivät satoa 200–600 kg/ha.

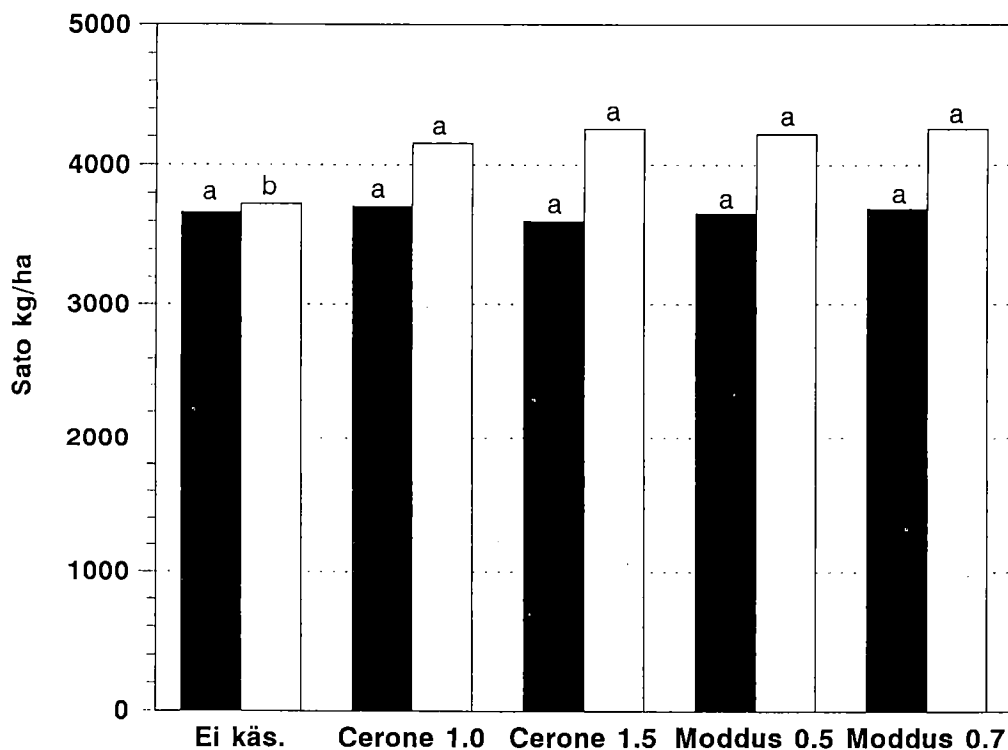
Kuudessa kokeessa rukiin korsi lyheni vähemmän kuin 8 cm kasvunsäaderuiskutuksen seurauksena. Näissä kokeissa sadonlisäys oli kuitenkin vähintään keskimääräinen. Vaikeiden kasvu- ja ruiskutusolojen kokeissa (8 koetta) rukiin korsi lyheni keskimäärin 11–14 cm, kun se muissa kokeissa lyheni keskimäärin vain 5–9 cm (Kuva 6).

#### 3.4 Sadon laatu

Rukiin hehtolitrainpaine (hlp) ja tuhannen jyvän paino (1000jp) on määritetty viidestätoista kokeesta. Kasvunsäateillä käsitellyissä ruuduissa sadon hlp oli noin 0,5 kg suurempi kuin käsittelemättömillä ruuduilla, vaikka ero ei ollutkaan merkittävä. Kannattavissa ruiskutuksissa sadon 1000jp oli 3–4 % eli noin 1g suurempi kuin käsittelemättömän sadon siemenen paino. Kokoero oli merkittävä suurella Cerone-annoksella. Kannattamattomissakin

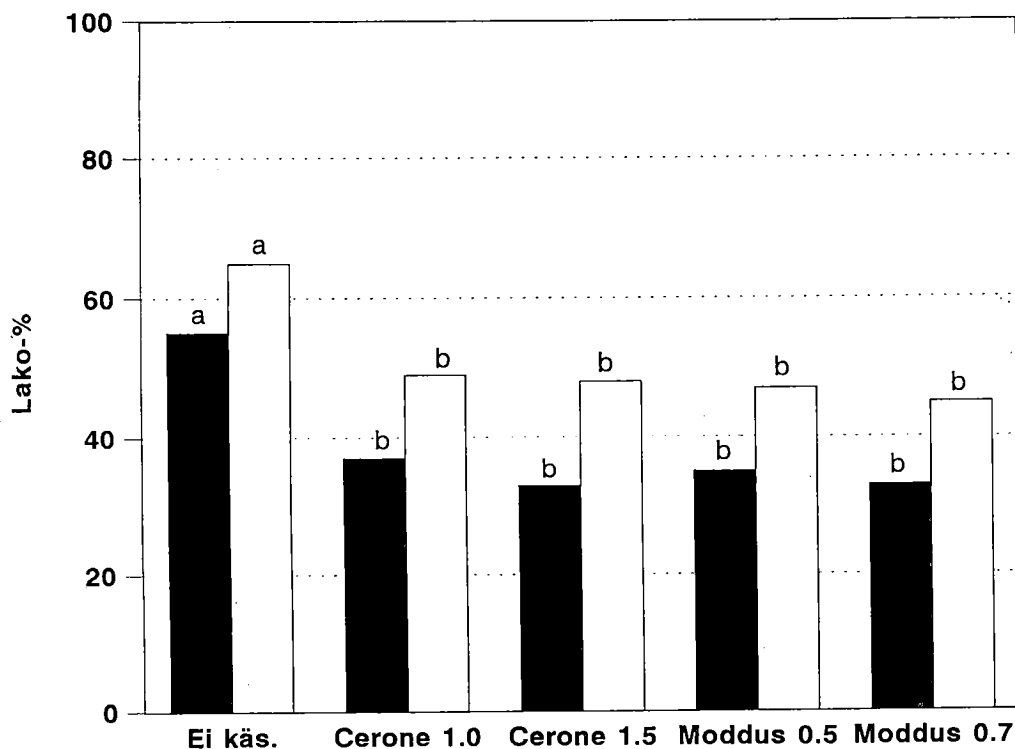


Kuva 3. Kaikkien ruiskokeiden keskiarvotuloksia vuosilta 1991–1994 suhdelukuina verrattuna käsittelemättömään (Ei käs.) koejäseneen=100. Sato 100=3700 kg/ha, pituus 100=141 cm ja lako 100 = 61 %. Pylväät, joiden yläpuolella on sama kirjain, eivät poikkea merkitsevästi ( $P<0,05$ ) toisistaan.

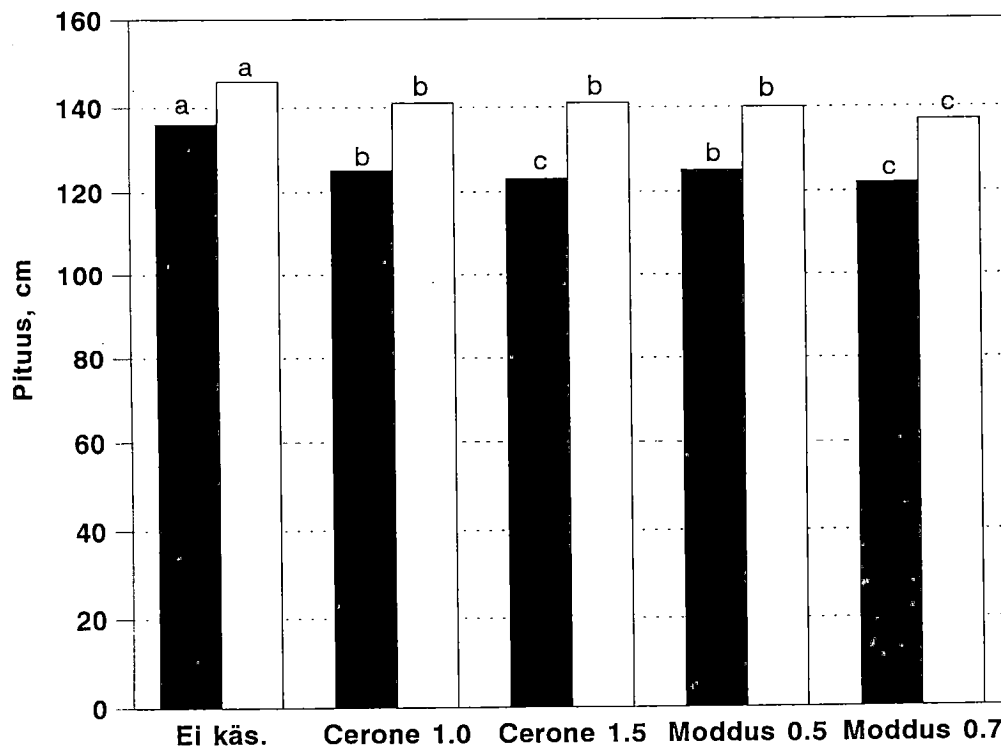


Kuva 4. Rukiin jyväsato vuosina 1991–1994. Kokeet on jaettu kahteen ryhmään kasvunsääderyskutusten vaikutuksen perusteella: ■ ei sadonlisäystä, 8 koetta ja □ satoa lisäävät ruiskutukset, 10 koetta. Pylväät joiden yläpuolella on sama kirjain, eivät poikkea merkitsevästi ( $P<0,05$ ) toisistaan.





Kuva 5. Rukiin lakoisuus vuosina 1991–1994. Kokeet on jaettu kahteen ryhmään kasvun- sääderuiskutusten vaikutuksen perusteella: ■ ei sadonlisäystä, 8 koetta ja □ satoa lisäävät ruiskutukset, 10 koetta. Pylväät joiden yläpuolella on sama kirjain, eivät poikkea merkitsevästi ( $P < 0,05$ ) toisistaan.



Kuva 6. Rukiin korrenpituus vuosina 1991–1994. Kokeet on jaettu kahteen ryhmään kasvun- sääderuiskutusten vaikutuksen perusteella: ■ ei sadonlisäystä, 8 koetta ja □ satoa lisäävät ruiskutukset, 10 koetta. Pylväät joiden yläpuolella on sama kirjain, eivät poikkea merkitsevästi ( $P < 0,05$ ) toisistaan.

ruiskutuksissa 1000jp oli noin 0,4 g korkeampi kasvunsäädäkäsittelyn seurauksena. Tuhannen jyvän paino lisääntyi 1–2 g kymmenessä kokeessa viidestätoista ainakin jollakin neljästä eri kasvunsäädäkäsittelystä käsittelemättömään verrattuna. Jyvän koon lisääntyminen näytti olevan yleensä suoraan verrannollinen sadon määrän kasvuun.

Sakoluku määritettiin yhdestätoista ruiskokeesta. Sadonkorjuun ajankohta ei määräytynyt ensisijaisesti sakolukua silmällä pitäen. Tässä tutkimuksessa kasvunsäädäkäsittelyt eivät yleensä vaikuttaneet sakolukuun, joka oli keskimäärin vain 109 ja vaihteli välillä 62 ja 191. Pienellä Moddus-annoksella käsitellyn rukiin sakoluku näytti kuitenkin olevan vähän korkeampi kuin muissa koejäsenissä eli 117.

Puintikosteus mitattiin sadonkorjuun yhteydessä kuudesta kokeesta. Jyvät näyttivät olevan noin 0,3–0,6 -prosenttiyksikköä kuivempia kasvunsäädäkäsittelyjen seurauksena. Jyvien valkuaisprosentti määritettiin vain Jokioisten ruiskokeista. Se vaihteli välillä 10,4–14,1%. Jyväsadon valkuaispitoisuus oli 0,2–0,4 -prosenttiyksikköä matalampi kasvunsääteillä käsitellyissä koejäsenissä, mutta ero ei ollut merkitsevä.

Itävyys määritettiin kahdeksasta kokeesta. Rukiin itävyys oli erinomainen ja riippumaton kasvunsäädäkäsittelyistä. Vain Etelä-Pohjanmaan kokeessa vuodelta 1993 itävyys näytti laskevan 6–11-prosenttiyksikköä kasvunsäätteen käytön seurauksena. Tässä kokeessa kasvunsäade lisäsi kuitenkin satoa 15–40 % ja tuhannenjyvän painoa jopa 6–10 % eli 1,5–3,0 g.

#### **4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTELMÄT**

Rukiin kasvunsäädekokeiden tulokset vuosilta 1991–1994 osoittavat, että uutuustuote Moddus 250 EC on biologiselta tehokkuudeltaan ja käyttökelpoisuudeltaan vähintään markkinoilla vuodesta 1987 olleen Cerone-valmisteen luokkaa. Erot valmistajien vaikutuksissa ovat erittäin pienet ja käytännössä useimmiten merkityksettömät.

Kokemukset ruiskutuksista kasvulle epäedullisissa sääoloissa osoittivat, että Moddus saattaa näissä oloissa olla viljelykasville Ceronea hellävaraisempi. Vaikka tällöin korsi usein lyheni enemmän Moddus- kuin Cerone-ruiskutuksen seurauksena, sadon määrää heikentävä vaikutus näytti silti olevan pienempi Moddus-käsittelyn jälkeen. Ainakin osassa niistä kokeista, joissa kasvunsäaderuiskutus ei ollut kannattavaa, käsittely tehtiin oloissa, joissa viljelijä ei olisi ryhtynyt ruiskutustyöhön. Käytännössä rukiin kasvunsäaderuiskutus on kuitenkin miltei poikkeuksetta perusteltua ja kannattavaa.

Ruis lakoontuu lähes aina riippumatta siitä, onko kasvunsäädettä käytetty. Kasvunsääteellä käsitelty kasvusto lakoutuu yleensä selvästi käsittelemättömmä myöhemmin, vaikka lakaisuus juuri ennen korjuuta saattaa olla suuri myös käsitellyillä ruuduilla. Eri koejäsenten väliset erot lakaisuudessa olivat erittäin vähäiset tässä koesarjassa.

Rukiilla Modduksen käyttömääräksi tullaan suosittelemaan 0,5–0,7 l/ha. Suurempaa annosta käytetään, kun viljellään heikkokortista lajiketta ja/tai lakoriski on muusta syystä suuri. Moddus-ruiskutuksen jälkeen tulisi olla sateetonta noin kuusi tuntia, jotta aine ehtisi imeytyä hyvin kasviin.

Moddus-kasvunsäätteen jäämiä on määritetty vuosina 1991 ja 1992 rukiin, syysvehnän ja ohran jyvistä sekä ohran oljista ja 1994 kauran jyvistä. Tehoainetta ei näytteistä ole löydetty lainkaan, mutta alle puolessa näytteistä löytyi metaboliittia pienin todettavissa oleva määrä.

Moddus 250 EC -kasvunsäätteen biologisesta tehokkuudesta ja käyttökelpoisuudesta viljojen lakoutumisen estämiseen on annettu puoltava lausunto myyntiluvan myöntämistä varten kesällä 1995.

#### **KIITOKSET**

Rukiin kasvunsäätteiden tarkastuskokeet on toteutettu Jokioisten lisäksi MTT:n Lounais-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemilla, Toholamin koepaikalla ja Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla. Tästä parhaat kiitokseni toimintayksikköjen osaavalle ja asiantuntevalle henkilökunnalle.

## VILJOJEN KASVUNSAÄTEITÄ KÄSITTELEVÄÄ KIRJALLISUUTTA

### *Litterature concerning plant growth regulators in cereals*

- AMREIN, J., RUFENER, J. & QUADRANTI, M. 1989. The use of CGA 163 935 as a growth regulator in cereals and oilseed rape. Proceedings, Brighton Crop Protection Conference - Weeds 1: 89–94.
- AUFHAMMER, W. 1980. Role of plant growth regulators in wheat yield. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 6: 131–140.
- & BANGERTH, F. 1982. Growth regulator effects on ear and grain development in wheat. Proceedings of Eastern School in Agricultural Science 33: 359–374.
- AUSTIN, R. B. 1981. A combined genetic and chemical approach to increasing and stabilising wheat yields. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 7: 193–203.
- BAUMER, M. & AIGNER, A. 1988. Einfluss der Wachstumsregulatoren auf Ertrag und Ertragsstruktur der Wintergerste. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 65, 1: 69–87.
- BECKER, F. A. & MEIER, B. 1983. Wintergerste sortenspezifisch mit Wachstumsreglern behandeln. Landtechnische Zeitschrift 5. Sonderdruck 3 p.
- BEHRENDT, S., SCHOTT, P. E., JUNG, J., BLEIHOLDER, H. & LANG, H. 1979. Die Verbesserung der Standfestigkeit zu Wintergerste mit Hilfe eines Wachstumsregulators. Landwirtschaftliche Forschung 35: 277–290. (Sonderdruck)
- BOOTHROYD, D. & CLARE, R. W. 1983. The role of growth regulators in winter barley. Arable farming EHF's report.
- BRUNSMAN, J. 1980. Present state and prospects of research into natural and synthetic plant growth regulating substances. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 6: 1–8.
- 1982. Plant growth regulators in field crops. Proceedings of Eastern School in Agricultural Science 33: 3–12.
- BRÜCKNER, U., HÖFNER, W. & ORLOVIUS, K. 1979. Einfluss von Wachstumsregulatoren auf Assimilation und Ertrag bei Sommerweizen. Landwirtschaftliche Forschung, Sonderheft 35: 291–299.
- & HÖFNER, W. 1980. Increased shortening and yield increase by combined application of the growth regulators CCC and ancymidol to spring wheat. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 149: 251–257.
- BUCHENEUER, H. & RÖHNER, E. 1981. Effect of triadimefon and triadimenol on growth of various plant species as well as on gibberellin content and sterol metabolism in shoots of barley seedling.
- CALDWELL, C. B., MELLISH, D. R. & NORRIE, J. 1988. A comparison of ethephon alone and in combination with CCC or DPC applied to spring barley. Canadian Journal of Plant Science 68: 941–946.
- CARTWRIGHT, P. M. & WADDINGTON, S. R. 1981. Growth regulators and grain yield on spring cereals. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 7: 61–70.
- CHAILAKHYAN, M. KH. 1982. Role of growth regulators in plant life and in agriculture. Biological Bulletin of Academic Science USSR 9,1: 1–17.
- COCHRANE, M. P. & DUFFUS, C. M. 1981. Opportunities for the regulation of grain development. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 7: 167–178.
- COOLBAUGH, R., HIRANO, S. & WEST, C. A. 1978. Studies on the specificity and site and action of alpha-cyclopropyl-alpha-(p-methoxyphenyl)-5-pyrimidine methyl alcohol (ancymidol), a plant growth regulator (Marsh macrocarpus, Sorghum bicolor, Fusarium moniliforme) Plant Physiology 62: 571–576.
- COTTRELL, J. E., DALE, J. E. & JEFFCOAT, B. 1981. Endogenous control of spikelet initiation and development in barley. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 7: 130–139.
- DAHNOUS, K., VIGUE, G. T., LAW, A. G., KONZAK, C. F. & MILLER, D. G. 1982. Height and yield response of selected wheat, barley and triticale cultivars to ethephon. Agronomy Journal 74: 580–582.
- DALE, J. E. 1984. The manipulations of assimilation in cereals - The Background, and prospects for PGR's. BPGRG, New Bulletin 6 (1984) 3: 1–8.
- DICKS, J. W. 1976. Chemical restriction of stem growth in ornamentals, cereals and tobacco. Outlook on Agriculture 9, 2: 69–75.
- ERVIO, L.-R., JALLI, H., KONTTURI, M., HAKKOLA, H., KANGAS, A. & SIMOJOKI, P. 1995. Benefit of using plant growth regulators in fodder barley. Agricultural Science in Finland 4: (in print).
- FOSTER, K. R., REID, D. M. & TAYLOR, J. S. 1991. Tillering and yield responses to ethephon in three barley cultivars. Crop Science 31: 130–134.
- FROGGATT, P. J., THOMAS, W. D. & BATCH, J. J. 1981. The value of lodging control in winter wheat as exemplified by the growth regulator PP 333. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 7: 41–87.
- FURRER, O. J. & STAUFFER, W. 1978. Influence of row spacing, seed rate and application of N and CCC on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and *Triticum spelta* L. Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung 17 (1/2): 29–36.
- GREEN, C. F., CHALMERS, I. F. & PACKE-DRURY-LOVE, S. J. 1988. Enhancing the performance of ethephon with mepiquat chloride on barley (*Hordeum distichon* cv. Panda) using an adjuvant comprising acidified soya phospholipid. Annales of Applied Biology 113: 177–188.
- HEITFUSS, R., BODENDÖRFER, H. & PAESCHKE, R. R. 1977. Single and combined effects of N-forms, N-amounts, CCC, herbicides and fungicides on weeds, diseases, lodging and yield of wheat. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 84: 641–662.
- HERBERT, C. D. 1982. Growth regulation in cereals - chance or design. Proceedings of the Eastern School in Agricultural Science, University of Nottingham. 33: 315–327.

- 1983. Interactions between nitrogen fertilizers and growth retardants in practical cereal production. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 1983, 9: 87–95.
- HEYLAND, K.-U. & THUM, R. 1983. Cholorcholinchlorid-Einfluss auf Ertragsbildung, auf Assimilatebildung und -verteilung in der Weizenpflanze unter Berücksichtigung der Wurzelaktivität. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 152: 369–380.
- , AUFHAMMER, W., SOLANZKY, S., THUM, R. & WERNER, A. 1984. Zur Beeinflussung der Speicherungsprozesse in der Getreidepflanze durch CCC. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft 97: 125–137.
- HILL, D. M., JOICE, R. & SQUIRES, N. R. W. 1982. Cerone: Its use and effect on the development of winter barley. Proceedings of Eastern School in Agricultural Science 33: 391–398.
- HOFFMAN, G., HEJTER, F. & SCHULZKE, D. 1975. Effect of the preparation "Kampoza" (based on ethylene phosphonous acid) on winter rye. Hodowla Roslin Aklimatyzacja i nasiennictwo 19: 571–573.
- HUDSON, J. P. 1976. Future roles for growth regulators. Outlook on Agriculture 9: 95–99.
- HUTLEY-BULL, P. D. & SCHWABE, W. W. 1981. Morphogenesis in the wheat apex as influenced by environment and plant growth regulators. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 7: 150–166.
- & SCHWABE, W. W. 1982. Some effects of low concentration gibberellic acid and retardant application during early growth on morphogenesis in wheat. Proceedings of Eastern School in Agricultural Science 33: 329–342.
- HÖFNER, W., FEUCHT, D. & BRÜCKNER, U. 1980. The influence of growth regulators on ear and grain development in spring wheat. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 149: 177–182.
- & KÜHN, H. 1982. Effect of growth regulator combinations on ear development assimilate translocation and yield in cereal crops. Proceedings of Eastern School in Agricultural Science 33: 375–390.
- , FEUCHT, D. & SCHMITZ, M. 1984. Beeinflussung morphologischer und physiologischer Ertragsfaktoren bei Weizen durch Stickstoffdüngung und Wachstumsregulatoren. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 97: 139–150.
- JENSEN, E. S. & ANDERSEN, A. S. 1981. Effects of the growth regulator Terpal (BAS 0900W) on morphology and yield of three spring barley varieties. Acta Agriculturae Scandinavica 31: 415–425.
- JONES, H. G. 1980. Plant growth regulators and plant water relations. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 6: 91–100.
- JUNG, J., LUIB, M., SAUTER, H., ZEEH, B. & RADEMACHER, W. 1987. Growth regulation in crop plants with new types of triazole compounds. Journal of Agronomy & Crop Science 158: 324–332.
- JUNNILA, S. 1991. Tarkkuutta kasvunsäätöiden käyttöön. Koetoiminta ja Käytäntö 48: 49.
- KANGAS, A. 1993. Kokemuksia kasvunsäätöiden käytöstä Etelä-Pohjanmaalla. Kasvinsuojeluseuran kasvinsuojelupäivät 1993: 30–33.
- KARPENSTEIN, M. von & SCHEFFER, K. 1984. Die ertags- und wachstumsbeeinflussenden Wirkungen eines Wachstumsregulators auf der Basis von Mepiquatchlorid und Etephon auf zwei Sommergerstensorten bei differenzierter N-Düngung. Landwirtschaftliche Forschung 37: 3–4.
- KAUKOVIRTA, E. 1971. Ulkoisten kasvutekijäin vaikutus kasvua hillitsevien aineiden tehoon. Helsinki, Helsingin yliopisto. 33 p. (Väitöskirja).
- KERBER, E., LEYPOLDT, G. & SEILER, A. 1989. CGA 163935, a new plant growth regulator for small grain cereals, rape and turf. Proceedings, Brighton Crop Protection Conference - Weeds 1: 83–88.
- KORANTENG, G. O. & MATTHEWS, S. 1982. Modifications on the development of spring barley by early applications of CCC and GA<sub>3</sub> and the subsequent effects on yield components and yield. Chemical Manipulation of Crop Growth and Development p. 343–357.
- KUIPER, P. J. C. 1930. Plant growth regulators and plant cell membranes. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 6: 85–90.
- KUIZENGA, J. 1975. Invloed van stikstof en Ethrel op de stevigheid en apbrengst van winterrogge. Stikstof 7: 200–204.
- KÜHN, H., SCHUSTER, W. & LINSER, H. 1977. Starke Halmverkürzung bei Winterroggen durch kombinierte Anwendung von CCC und Etephon im Feldversuch. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 145: 22–30.
- & HÖFNER, W. 1980. Halmverkürzung bei Sommergerste durch kombinierte Anwendung von CCC und Ancymidol. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 143: 250–252.
- , HÖFNER, W. & SCHUSTER, W. 1980. Weitere Möglichkeiten der Halmverkürzung bei Winterroggen durch Wachstumsregulormischungen (Feldversuche). Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 149: 328–334.
- KÖYLJÄRVI, J. 1985. Ruiskutusten tallaustappiot viljakasvustoissa. Koetoiminta ja Käytäntö 42: 32.
- LALLUKKA, U., RANTANEN, O. & MUKULA, J. 1978. The temperature sum requirements of barley varieties in Finland. Annales Agriculturae Fenniae 17: 185–191.
- LANG, H. 1979. Die Verbesserung der Standfestigkeit zu Wintergerste mit Hilfe eines Wachstumsregulators. Landwirtschaftliche Forschung. Sonderheft 35: 277–290.
- LARGE, E. C. 1954. Growth stages in cereals. Illustrations of the Feekes scale. Plant Pathology 3: 128–129.
- LARSSON, S. 1981. Försök med CCC i korn. Inverkan av olika doser och behandlingstidpunkter på avkastning och kvalitet. Rapp. Institut för Växtodling. Sveriges Lantbruksuniversitet. 97, 34 pp.
- 1982. Försök med CCC i korn. Ogräs och ogräsbekämpning. Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport 2: 244–248.
- 1983. Försök med Terpal i höstkorn. Ogräs och ogräsbekämpning. Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport 1: 196–204.

- LAWLOR, D. W. 1980. Photorespiration and its control; Is there a role for plant growth regulators? British Plant Growth Regulator Group, Monograph 6: 111–121.
- LENTON, J. R. 1984. Are plant growth substances involved in the partitioning of assimilate to developing reproductive sinks? *Plant Growth Regulator*. 2: 267–276.
- LORD, K.A. & WHEELER, A. W. 1981. Uptake and movement of  $^{14}\text{C}$ -chlormequat chloride applied to leaves of barley and wheat. *Journal of Experimental Botany* 32: 599–603.
- LÜRSSEN, K. 1982. Manipulation of crop growth by ethylene and some implications of the mode of generation. *Proceedings of Eastern School in Agricultural Science* 33: 67–78.
- MA, B. & SMITH, D. 1991a. The effects of ethephon, chlormequat chloride and mixtures of ethephon and chlormequat chloride applied at the beginning of stem elongation on spike-bearing shoots and other yield components of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Agronomy & Crop Science* 166: 127–135.
- & SMITH, D. 1991b. Apical Development of spring barley in relation to chlormequat and ethephon. *Agronomy Journal* 83: 270–274.
- , LEIBOVITCH, S., MALOBA, W. E. & SMITH, D. L. 1992. Spring barley responses to nitrogen fertilizer and ethephon in regions with short crop growing season. *Journal of Agronomy & Crop Science* 169: 151–160.
- MANSFIELD, T. A. & JARVIS, R. G. 1982. Evaluation of the possibilities for modifying stomatal movement. *Proceedings of Eastern School in Agricultural Science* 33: 19–38.
- MARSHALL, B. & BISCOE, P. V. 1981. Environmental and physiological factors affecting assimilate supply during grain growth. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 7: 179–192.
- MATTHEWS, S., KORANTENG, G. O. & THOMSON, W. J. 1981. Tillering and ear production: Opportunities for chemical regulation. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 7: 88–96.
- MENHENETT, R. & HANKS, G. R. 1983. Comparisons of a new triazole retardant PP 333 with ancymidol and other compounds on pot-grown tulips. *Plant Growth Regulator* 1(1982/83): 3: 173–181.
- MOES, J. 1990. Assimilate partitioning, tillering and yield components in barley treated with Etephon. *Dissertation Abstracts International B, Sciences and Engineering* 51, 3: 1049 B.
- & STOBBE, E. H. 1991a. Barley treated with ethephon. I. Yield components and net grain yield. *Agronomy Journal* 83: 86–90.
- & STOBBE, E. H. 1991b. III. Kernels per spike and kernel mass. *Agronomy Journal* 83: 95–98.
- MUKULA, J., TEITTINEN, P. & LAAKSONHEIMO, J. 1966. Chlorocholine chloride (CCC) for prevention of lodging of wheat in Finland. *Acta Agraria Fennica* 107: 103–124.
- NOWAK, J. & LAWSON, G. W. 1979. Plant hormones: The outlook for their application. *Outlook on Agriculture* 12: 179–184.
- OORSCHOT, J. L. P. van 1980. Effect of plant growth regulators and herbicides on photosynthesis. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 6: 101–110.
- PALMER, G. M. 1987. The management of malting barley. *Aspects of Applied Biology* 1987: 137–150.
- 1991. III. Kernels per spike and kernel mass. *Agronomy Journal* 83: 95–98.
- PATRICK, J. & WAREING, P.F. 1980. Hormonal control of assimilate movement and distribution. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 6: 65–84.
- PORTER, J. R., BRAGG, P.L., RAYNER, J. H., WEIR, A. H. & LANDSBERG, J. J. 1981. The ARC winter wheat simulation model - principles and progress.
- RADLEY, M. E. 1981. Some factors affecting grain set in wheat. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 7: 140–149.
- RIELEY, C. E. 1981. The direct and indirect use of wetting agents to reduce the rate of Terpal applied to winter barley. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 7: 51–60.
- SCHEFFER, K. & BRUDER, W. 1979. Untersuchungen über das Bestockungsvermögen und sein Einfluss auf die Ertragsbildung von Sommerweizen- und Sommergerstensorten. *Kali-Briefe* 14: 545–554.
- 1981. Einfluss eines Wachstumsregulators auf Wachstum und Ertrag verschiedener Braugerstensorten. *Kali-Briefe* 15: 449–456.
- , DIPPEL, V., HARTUNG, E. G. & KARPENSTEIN, M. 1983. Der Einfluss eines Wachstumsregulators auf Ertrag und Ertragskomponenten bei Sommergerste unter Ausschaltung von Lager. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 152: 284–292.
- SCHOTT, P. E. & RITTIG, F. R. 1982. New findings on the biological activity of mepiquat chloride. *Proceedings of Eastern School in Agricultural Science* 33: 415–424.
- SCOTT, I. M. 1982. Information theory and plant growth substance analysis. *Plant, Cell and Environment* 5(1982) 5: 339–342.
- SIMMONS, S. R., OELKE, E. A., WIERSMA, J. W., LUESCHEN, W. E. & WARNES, D. D. 1988. Spring wheat and barley responses to ethephon. *Agronomy Journal* 80: 829–834.
- SMITH, A. R., THOMAS, T. H. & GARROD, J. F. 1982. Specificity and mode of action of BTS 44584 and chlormequat chloride on wheat and soybeans. I. Some effects on growth and development. *Annals of Applied Biology* 101: 339–348.
- STEEN, E. & WÜNSCHE, U. 1990. Root growth dynamics of barley and wheat in field trials after CCC application. *Swedish Journal of Agricultural Research* 20: 57–62.
- TEITTINEN, P. 1975. Chlormequat (CCC) in growing spring wheat in Finland. *Annales Agriculturae Fenniae* 14: 1–56.
- THOMAS, T. H. (ed.) 1982. Plant growth regulator potential and practice. p. 271.
- TINDALL, T. A., PEARSON, C. H. & OLSEN, S. 1989. Etephon application to spring barley under variable nitrogen and moisture regimes. *Journal of Fertilizer Issues* 6: 77–82.

- TREHARNE, K. J. 1982. Hormonal control of photosynthesis and assimilate distribution. *Proceeding of Eastern School in Agricultural Science* 33: 55–66.
- TREWAVAS, A. 1980. What is the function of growth substances in the intact growing plant. *British Plant Growth Regulator Group, Monograph* 6: 197–208.
- Työtehooseura 1992. Maatalouskoneiden vuokrasuositukset 1992. Työtehooseuran maataloustiedote 8/1992. 8 p.
- ULMANN, L. 1986. Effect of growth regulators on rye yield. *Agrochemie* 26, 9: 253–254.
- WADDINGTON, S. R. & CARTWRIGHT, P. 1986. Modification of yield components and stem length in spring barley by the application of growth retardants prior to main shoot stem elongation. *Journal of Agricultural Science* 107: 367–375.
- & CARTWRIGHT, P. 1988. Pre-maturity gradients in shoot size and in number and size of florets for spring barley treated with mepiquat chloride. *Journal of Agricultural Science* 110: 633–639.
- WALTHER, U. 1984. Erste Erfahrungen über den Einfluss des Wachstumsregulators Etephon auf Halm-länge, die Standfestigkeit und den Ertrag von Wintergerste in Abhängigkeit der Stickstoffdüngung. *Mitteilungen für die Schweizerischen Landwirtschaft* 32: 39–46.
- WAREING, P. F. 1976. Introduction-modification of plant growth by hormones and other growth regulators. *Outlook on Agriculture* 9: 42–45.
- 1980. Plant growth regulators. *Agricultural Progress* 55: 5–16.
- 1981. "Plant growth regulators" Reference Book, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (1981) no 341.
- 1982. Plant growth substances 1982. Academic Press.
- WILKINS, R. M. 1982. The potential for the controlled delivery of plant growth regulators. *Proceedings of Eastern School in Agricultural Science* 33: 111–128.
- WILLIAMS, R. H., TURNER, J.A. & SAMPSON, M. J. 1982. New approaches to increasing the yield capacity of cereals. *Proceedings of Eastern School in Agricultural Science* 33: 399–414.
- WOODWARD, E. J. & MARCHALL, C. 1988. Effects of Plant Growth Regulators and Nutrient Supply on Tiller Bud Outgrowth in Barley (*Hordeum distichum* L.). *Annals of Botany* 61: 347–354.
- WOOLLEY, E. W. 1981. Performance of current growth regulators in cereals. *British Plant Growth Regulator Group, Monograph* 7: 44–50.
- WÜNSCHE, U. 1977. Influence of growth retarding substances on cereals. 3. Field experiments with CCC, DMC and CEPA on wheat, rye, barley and oats. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 145: 238–253.
- ZIMOVA, P. 1979. The effect of growth regulators on yield formations and quality of cereals (a review, 164 ref.). *Studijni Informance UVTIZ, Roslinna Vyroba* 1979: No 3, 76 pp

## MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

(Tiedotteet vuosilta 1983–90 on lueteltu aiempien vuosikertojen numeroissa.)

1991

2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1983–1990. 146 p. + 2 liitettä.
3. VILKKI, J. Kulta-kevätrypsi. 20 p. + 1 liite.
4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa. (Sotkamon maanparannuskoe). 22 p.
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmiöön Suomessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. 18 p.
6. HANNUKKALA, A. E. Puikulan viljelytekniikka Lapissa. 23 p.
7. URVAS, L. & HÄMÄLÄINEN, I. Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet. Kirjallisuuskatsaus. 28 p.
8. JUHANOJA, S. Freesian sadon ajoittaminen. 57 p.
9. LAURILA, L., HIIVOLA, S-L. & KARVONEN, T. Rukiin sakoluku Etelä-Pohjanmaalla. 56 p.
10. HUUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. Kirjallisuustutkimus. 36 p. + 1 liite.
11. TIIRI, J. Muokkauksen vaikutus maan toimintoihin. 82 p.
12. NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Typpilannoituksen vaikutus niittynurmikka-, nurmirölli-, puisto- ja punanatanurmikon kasvuun ja kestävyys. 38 p.
13. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Lajikkeen, lannoituksen ja leikkuun vaikutus niittynurmikka-natanurmikon menestymiseen. 33 p.
14. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Siemenmäärä nurmikon perustamisessa. 30 p.
15. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E., NISSINEN, O., AHVENNIEMI, P., LAURILA, A. & RAVANTTI, S. Lannoituksen ja leikkuukorkeuden vaikutus nata- ja niittynurmikkalajikkeiden peittävyys ja kestävyys nurmikossa. 35 p. + 1 liite.
16. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E. NISSINEN, O. & TALVITIE, H. Nurmikkosiemen-seosten menestyminen eri tavoin kunnostetulla kasvialustalla. 51 p., 5 liitettä.
17. HÄRKÖNEN, E., NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Englanninraiheinä nurmikon perustamisessa Suomessa. 26 p. + 1 liite.

18. JUNNILA, S. & ERVIÖ, L-R. Uusien herbisidien tehokkuus ja käyttökelpoisuus viljakasvustoissa. 48 p.
19. ALAVIUHKOLA, T., SUOMI, K. & FRIMAN, T. Uusimmat koetulokset sikatalouden tutkimus-  
asemalta. 77p.
20. KEMPPAINEN, E., ANISZEWSKI, T. & MIETTINEN, E. Nurmikasvilajien vertailu Pohjois-Kai-  
nuussa. 17 p.
21. **Salaatin viljely ja sadon laatu. *Cultivation of lettuce and quality of yield.***  
Yhteistutkimuksen "Salaatin viljelymenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus sa-  
laatin laatuun" loppuraportti. 179 p.  
Toimittaneet RAILI JOKINEN ja RISTO TAHVONEN.
22. AVIKAINEN, H., HARJU, P., KOPONEN, H., MANNINEN, M., MEINANDER, B. & TAHVONEN,  
R. Desinfiointiaineiden soveltuvuus pelto- ja kasvihuonetuotannossa. 52 p. + 2 liitettä.
23. JOKI-TOKOLA, E. Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien muovitustavan ja säilytyspaikan vai-  
kutukset pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen. 27 p.
24. JUHANOJA, S. & HIIRSALMI, A. Tuloksia puiden ja koristepensaiden menestymisen seuran  
nasta vuosina 1970–90. 116 p.

## 1992

1. HAKKOLA, H. & KERÄNEN, T. Rehuviljakokeiden tuloksia 1977-91 Pohjois-Pohjamaan tutki-  
musasemalta. 22 p.
2. KOSSILA, V. & MÄNTYSAARI, P. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloja Maatalouden tutkimus-  
keskuksessa v. 1973-89. 110 p. + 3 liitettä.
3. URVAS, L. Kalium-, mangaani- ja sinkkilannoituksen vaikutus timotein ravinnepitoisuuteen  
Pohjois-Suomen suonurmilla. 23 p.
4. NISSINEN, O. Yksivuotisten tuorehukasvien soveltuminen laidun- ja niittoruokintaan Poh-  
jois-Suomessa. 45 p.
5. HANNUKALA, A.E. Timoteinurmen perustaminen Pohjois-Lapissa. 15 p.
6. MÄKELÄ-KURTTO, R., SIPPOLA, J. & JOKINEN, R. Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden hyö-  
tykäyttö maataloudessa. (Loppuraportti tutkimushankkeesta "Teollisuuden jätevesilietteet ja  
niiden mahdollinen hyväksikäyttö maataloudessa".) 51 p. + 40 liitettä.
7. VANHALA, P. Rikkakasvien fyysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana. 68 p.
8. SAASTAMOINEN, M. Sohvi-herne. 41 p. + 2 liitettä.
9. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKE-  
LÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1984–1991. 109 p. + 2 liitettä.
10. GALAMBOSI, B. & RAHUNEN, I. Yrttien käyttö ja viljely. 39 p. + 1 liite.



11. SIMOJOKI, P., MEHTO-HÄMÄLÄINEN, U., LAITINEN, V. & RÄKKÖLÄINEN, M. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. 37 p.
12. **Hiehokasvatuskokeiden tuloksia.**  
 SAIRANEN, S., KOSSILA, V., ARONEN, I. & MICORDIA, A. Risteytyshiehot. P. 4–23.  
 KOSSILA, V., SAIRANEN, S., MICORDIA, A., VALMARI, A. & HAKKOLA, H. Hiehot ja hieholehmät. P. 24–40 + 9 liitettä.  
 KOSSILA, V., HEIKKILÄ, T. & SAIRANEN, S. Kaksoset ja kolmoset. P. 41–48 + 2 liitettä.  
 Toimittaneet VAPPU KOSSILA ja SILJA SAIRANEN.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Maaperäkarttaselitys. Lapinlahti. 13 p. + 2 liitettä.
14. **Pikkukasikoiden ruokintakoetuloksia 1990–91.** 57 p. + 1 liite.  
 KOSSILA, V., ARONEN, I., TOIVONEN, V. & SAIRANEN, S. Korsirehun korjuuasteen vaikutus pikkukasikoiden kasvuun ja rehunkulutukseen. P. 4–20.  
 KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & MÄNTYSAARI, P. Piimäjauhe ja maitojauhe-10 verrattuna kurrijauhejuottoon ja ohrajauhoihin lisätyn kauraproteiinin vaikutus vasikoilla. P. 21–40.  
 KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & NOUSIAINEN, J. Probioottien vaikutus pikkukasikoiden kasvuun, rehunkulutukseen ja terveyteen. Eri suoliston osiin vaikuttavien probioottien yhdysvaikutus. P. 41–57.  
 Toimittaneet VAPPU KOSSILA & SILJA SAIRANEN.
15. NISSILÄ, E. Arttu-ohra. 16 p. + 3 liitettä.
16. SALO, T. Typpi- ja kloridilannoituksen vaikutus punajuurikkaan nitraattipitoisuuteen ja satoon. *The effect of nitrogen and chloride fertilization on the nitrate content and yield of beetroot.* 37 p. + 6 liitettä.
17. GALAMBOSI, B. & PIEKKARI, S. Yrtit, mausteet ja rohdokset Suomessa. Luettelo julkaisuis- ta. 48 p.
18. MÄKELÄ-KURTTO, R., LINDSTEDT, L. & SIPPOLA, J. Laboratorioiden ja analyysimenetelmien välinen vertailututkimus viljelymaan raskasmetalleista. 61 p. + 3 liitettä.

## 1993

1. SAASTAMOINEN, M. Sisko-kaura. 24 p. + 2 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1985–1992. 108 p. + 2 liitettä.
3. KIVIJÄRVI, P., DALMAN, P. & VALO, R. Vihanneslajikkeet Etelä-Savon tutkimusasemalla vuosina 1983–91. (*Summary: Vegetable varieties tested at the South-Savo Research Station of the Agricultural Research Centre of Finland in 1983–91.*) 34 p.
4. RINNE, S-L., SIPPOLA, J. & SIMOJOKI, P. Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin. (*Summary: Effect of self-sufficient cultivation on soil properties.*) 26 p. + 12 liitettä.

5. RINNE, K., SUVITIE, M. & RINNE, S-L. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. Lehmien rehunkulutus, ravinnonsaanti, tuotokset, maidon koostumus sekä hedelmällisyys ja kestävyys 4.–6. lypsykausina. *Comparison of Finnish Ayrshire, Friesian and Finncattle on grass silage-cereal and hay-urea-cereal diets. Feed intake and nutrient supply, production and composition of milk, fertility and culling of the cows during the 4th–6th production years.* 48 p. + 1 liite.
6. VILKKI, J. Helmi-öljypellava. 8 p. + 3 liitettä.
7. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timotein fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. *Grass production on cut-away peatlands. Phosphorus fertilization for timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.* 27 p. + 2 liitettä.
8. SANKARI, H. Bioenergian tuotantoon soveltuvat peltokasvit. Kirjallisuuskatsaus. Kasvintuotannon osaraportti esitutkimukseen “Energian tuottaminen elintarviketuotannosta vapautuvalla peltoalalla.” *Suitability of cultivated plants for bioenergy production. Literary survey. The partial report of plant production to the preliminary study entitled “Energy production in the areas released from food production.”* 38 p.
9. GALAMBOSI, B., KEMPPAINEN, R., SIKKILÄ, J. & TALVITIE, H. Maustekasvien merkitys mehiläisille. (*Summary: The significance of culinary herbs to bees.*) 62 p. + 9 liitettä.
10. URONEN, K.R., TAHVONEN, R., JOKINEN, R. & BARTOSIK, M-L. Kasvualustan johtokyvyn vaikutus vaikutus turpeessa viljellyn tomaatin satoon ja sadon laatuun. (*Summary; Sammanfattning.*) 34 p. + 3 liitettä.
11. ARONEN, I., LAMPILA, M. & HEPOLA, H. Säilörehu, heinä ja olki kasvavien ayrshiresonnien ruokinnassa. (*English summary.*) 24 p.
12. SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotisen karitsoinnin merkitys lihan tuotantoon ja kannattavuuteen. *Effect of out-of-season lambing on meat production and profitability.* 52 p. + 3 liitettä.  
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotinen karitsointi ja lihan tuotanto. P. 7–43.  
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Tiheän ja normaalin karitsoinnin vertailu. P. 44–52.
13. SIMOJOKI, P. Selluloosatehtaan jätelietteen lannoitusvaikutus. (*Summary: Fertilizer effect of sludge from a sulphate and paper mill.*) 17 p. + 2 liitettä.
14. **Omavaraisen viljelyn kannattavuuslaskelmia.** 33 p. + 4 liitettä.  
MÄKINEN-HANKAMÄKI, S. Laskelmia omavaraisten viljelymenetelmien kannattavuudesta. (*Summary: Calculations on the profitability of self-sufficient cultivation methods.*) p. 7–23.  
RIEPPONEN, L. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuuden vertailu. (*Summary: Comparison of the profitability of self-sufficient and conventional cultivation methods.*) p. 25–33.
15. KEMPPAINEN, E., JAAKKOLA, A. & ELONEN, P. Peltomaiden kalkitustarve ja kalkituksen vaikutus viljan ja nurmen satoon. (*Summary: Effect of liming on yield of cereals and grass.*) 44 p. + 29 liitettä ja 7 kuvaliitettä.
16. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Sinimailasen viljelyyn vaikuttavia tekijöitä. (*Summary: Management of alfalfa.*) 17 p. + 1 liite ja 19 liitetaulukkoa.

17. VILKKI, J. Jyty-sareptansinappi. (*English summary.*) 12 p. + 8 liitettä.
18. PÄRSSINEN, P. Antti-nurminata. (*English summary.*) 10 p. + 2 liitettä.
19. LUOSTARINEN, M. & OLIN, A. Maatilojen ympäristönhoito ja -suunnittelu. Lounais-Hämeen maatilojen ympäristösuunnittelun tulokset ja maatilayhteistyön tutkimusohjelma vuosille 1993–96. (*Abstract: Environmental management and planning by farms. The results of environmental planning by farms in South-West Häme, Finland, and the research plan for farm co-operation during 1993 to 1996.*) 86 p. + 1 liite.
20. HUHTA, H. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoituksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen turvemaasta Tohmajärven huuhtoutumiskentällä v. 1983–87. 66 p. + 7 liitettä.

## 1994

1. LINNA, P. & JANSSON, H. Biotiitti nurmen kaliumlannoitteena. (*Summary: Biotite as a potassium fertilizer in grass production.*) 13 p. + 18 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., SANKARI, H., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1986–1993. 112 p. + 1 liite.
3. HAKKOLA, H. Turpeeseen sekoitetun naudanlietelannan lannoitusvaikutus ja varastoinnin aikaiset ravinnehävikit. (*Summary: The fertilization effect of peat manure and nutrient losses during storage.*) 20 p. + 1 liite.
4. EVERS, A-M. Lannoituksen vaikutus kasvien ravitsemukselliseen laatuun. Kirjallisuustutkimus. (*Summary: The effect of fertilization on the nutritional quality of vegetables. A literature review.*) 22 p.
5. KEMPPAINEN, R. Lannoitustavan vaikutus porkkana-, peruna- ja ohralajikkeiden satoon ja sadon laatuun. Komposti- ja väkilannoituksen vertailu. (*Summary: Effect of fertilization method on yield and yield quality of carrot, potato and barley. Comparison between compost and mineral fertilizer.*) 29 p. + 5 liitettä.
6. KANGAS, A., SIMOJOKI, P. & TALVITIE, H. Kevätviljojen kylvösiemenen taantuminen. (*Summary: Deterioration of the yielding capacity of cereal seed.*) 17 p.
7. VÄNNINEN, I. Kasvihuoneviljelmien tuhoeläimet ja torjunta-aineiden käyttö. Vuoden 1992 kyselytutkimuksen tulokset. (*Summary: Pests and pesticide usage on greenhouse cultivations. Results of a questionnaire survey from 1992.*) 30 p.
8. VIRKAJÄRVI, P. & KARVONEN, K. Mittalautasen soveltuvuus timoteivaltaisen laidunnurmen kuiva-ainemassan määrittämiseen. 21 p. + 1 liite.
9. RANTALA, M., UUSIVIRTA, R., ULMANEN, S. & HANNUKKALA, A. Sellutehtaan kuorijäte lietelannan, sakokaivolietteen ja jätevesien käsittelyssä. (*Summary: The barking waste from a pulp mill in the treatment of cow slurry, septic tank sludge and waste water.*) 54 p.

10. KALLIO, M. & SAIRANEN, S. Kotieläinten luonnonmukainen ruokinta. Kirjallisuuskatsaus. 20 p.
11. REGÅRDH, E. & NIEMELÄINEN, O. Luonnonvaraisten ruohovartisten kasvien siemenlisäyksen kehittäminen. Kirjallisuusselvitys. (*Summary: Developing the seed multiplication of herbaceous wild plants. A literature survey.*) 50 p. + 2 liitettä.
12. PAHKALA, K., MELA, T. & LAAMANEN, L. Agrokuidun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa. Alustavan tutkimuksen loppuraportti 1990–1992. (*Summary: Prospects for the production and use of agrofibre in Finland. Final report of the preliminary study in 1990–1992.*) 56 p. + 2 liitettä.
13. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA, H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen kaliumlannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. (*Summary: Grass production on cut-away peatlands. Potassium fertilization of timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.*) 23 p. + 10 liitettä.
14. LAITINEN, P. Allelopatia – kasvien ja muiden eliöiden biokemiallinen vuorovaikutus. Kirjallisuustutkimus. 44 p.
15. URVAS, L. Salaojavesien ravinnehuuhtoutumat karjataloilla. (*Summary: Leached nutrients in drain water on livestock farms.*) 32 p.
16. KEMPPAINEN, E. Naudan lietelannan ja ketun lannan ravinteiden huuhtoutuminen lysimetrikokeessa. (*Summary: Leaching of nutrients from cow slurry and fox manure in a lysimeter trial.*) 46 p. + 2 liitettä.
17. ALAKUKKU, L. & ELONEN, P. Syksyn kuljetusajon aiheuttama savimaan tiivistyminen. (*Summary: Compaction of a heavy clay soil by transport traffic in autumn.*) 30 p. + 13 liitettä.
18. KOIKKALAINEN, K. Luonnonmukaisen viljelyn talousseuranta. (*Summary: Economic follow-up of ecological farming.*) 23 p.
19. NISSINEN, O. & HAKKOLA, H. Korjuutavan ja kasvilajin vaikutus nurmen tuottokykyyn Pohjois-Suomessa. (*Summary: The effect of the harvesting method and plant species on the grassland productivity in North Finland.*) 48 p.

## 1995

1. LEPPÄNEN, A. & ESALA, M. Keväisen mineraalityypianalyysin käyttö lannoitustarpeen enustamisessa. Esitutkimus. (*Summary: Analysis of mineral nitrogen in soil in spring for assessing nitrogen fertilizer requirement in Finland. A preliminary study.*) 29 p. + 1 liite.
2. JÄRVI, A., KANGAS, A., MUSTONEN, L., SALO, Y., TALVITIE, H., VUORINEN, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1987–1994. 126 p.
3. AULA, S. & TALVITIE, H. Ruis- ja kevätvehnälajikkeiden soveltuvuus luonnonmukaiseen viljelyyn. (*Summary: The suitability of rye and spring wheat varieties for ecological cultivation.*) 46 p. + 6 liitettä.

4. **Lammas ja laidun.** (*Summary: Sheep production on pasture.*) (*Sammandrag: Får på betet.*) 60 p.  
 SAIRANEN, S. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Laidun lampaiden ruokinnassa. Kirjallisuuskat-  
 saus. (*Sheep grazing. Literature review.*) p. 8–40.  
 SORMUNEN-CRISTIAN, R., SAIRANEN, S. & PAASIKALLIO, A. Lampaiden ruokintatutkimuk-  
 set laitumella. (*Grazing experiments with sheep.*) p. 41–60.
5. LUOSTARINEN, M. & OLIN, A. Maiseman- ja ympäristönhoito osana maaseudun kehittämis-  
 tä. Delfoi-tutkimuksen tulokset. (*Abstract: Landscape and environmental management as a  
 part of the rural development. Results of the Delphoi study.*) 33 p. + 2 liitettä
6. JUHANOJA, S. & HEIKKILÄ, M. Hallitusti liukenevan lannoitteen käyttö alppirusujen taimi-  
 kasvatuksessa. (*Summary: Effect of three modifications of controlled-release fertilizer (Os-  
 mocote) on the growth and flowering of micropropagated plantlets of rhododendrons.*) 22 p.  
 + 4 liitettä.
7. HUOKUNA, E., DALMAN, P., NYKÄNEN-KURKI, P., GALAMBOSI, B., HÄKKINEN, S. &  
 SORMUNEN-CRISTIAN, R. Etelä-Savon tutkimusasema 75 vuotta. Tutkimusta ja koetoimintaa  
 viljelijän hyväksi vuodesta 1919. 69 p.
8. **Kasvunsäätteiden käyttökelpoisuus rukiilla.** (*Summary: The effect of plant growth regula-  
 tors on rye.*) 31 p.  
 ERVIÖ, L-R., VANHALA, P., KONTTURI, M. & KANGAS, A. Kasvunsäätteiden käyttökelpoi-  
 suus rukiilla. (*Summary: The effect of plant growth regulators on rye.*) p. 1–19.  
 JUNNILA, S. Moddus 250 EC rukiin kasvunsäätteenä. (*Summary: Moddus 250 EC as a plant  
 growth regulator in rye.*) p. 21–27.  
 Viljojen kasvunsäätteitä käsittelevää kirjallisuutta. (*Litterature concerning plant growth regu-  
 lators in cereals.*)

**JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
Kirjasto  
31600 JOKIOINEN  
puh. (916) 41881, telekopio (916) 4188 339

**HINTA: 50 mk (+ alv.)**