

KLORMEKVATIN (CCC) VAIKUTUKSESTA VILJAKASVIEN SATOON JA KASVUTAPAAN

YRJÖ PESSI, MIKKO YLÄNEN ja AUVO LESKELÄ

Rikkihappo Oy, Helsinki

Saapunut 14. 11. 1969

Klormekvatti (CCC), josta aikaisemmin on käytetty nimitystä klorkolinkloridi, on ollut viime vuosina tiiviin tutkimuksen kohteena sekä ulkomailla että Suomessa. Sen vaikutus viljakasvien kasvuun on saanut melko monipuolista valaistusta (LINSER et. al. 1961, MAYR et. al. 1962, LINSER & KÜHN 1963, MAYR & PRESOLY 1963, JUNG 1964, STURM & JUNG 1964, YLLÖ 1964, EL DAMATY et. al. 1965, MUKULA 1965, SALONEN 1965, JUNG & EL FOULY 1966, JAAKKOLA 1967, ZWATZ 1967, KOLTAY 1968, PRIMOST & RITTMAYER 1968a, 1968b, 1968c). Myös käyttötieteeseen liittyviä kysymyksiä on selvitetty, Suomessa eniten käyttömäärän osalta (MUKULA 1965, MUKULA et. al. 1966, TEITTINEN 1966, 1967, MUKULA & TEITTINEN 1967, TEITTINEN & MUKULA 1967, 1969, YLLÖ 1967).

Tutkimuskenttänä klormekvatin käyttö on hyvin laaja. Tämä johtuu erityisesti siitä, että toimenpide, jolla viljakasvien laonkestävyyttä voidaan lisätä, heijastaa vaikutuksensa myös muuhun viljelytekniikkaan. Läheisesti sen käytöstä saatavan hyödyn suuruus liittyy lannoituksen voimaperäisyyteen.

Rikkihappo Oy:n Vihdissä sijaitsevalla Kotkaniemen koetilalla on vuosina 1966—68 suoritettu joukko kokeita ja tutkimuksia, joiden avulla on pyritty selvittämään klormekvatin käytön merkitystä mm. erilaisten lannoitustapojen yhteydessä. Lisäksi on tutkittu käyttötieteeseen liittyviä kysymyksiä.

Tutkimuksiin liittyvät kenttäkokeet ovat usein poikenneet järjestelyltään tavanomaisesta menettelystä siinä, että ruutukoko on ollut tavallista suurempi. Tällä on tähdätty siihen, että eri työvaiheet on voitu toteuttaa tavanomaisilla maatilakäyttöön tarkoitetuilla koneilla. Erityisesti sellaisissa kokeissa, joissa lakoontumiserot saattavat vaikuttaa ratkaisevasti lopputulokseen ovat suurehkot ruudut tarpeellisia sen vuoksi, että korjuu voi tapahtua käytäntöä vastaavasti. Suurehkojen ruutujen haittana on pidettävä sitä, että maan epähomogeenisuus aiheuttaa enemmän hajontaa kuin pieniruutuisissa kokeissa ilmenee. Kokeiden järjestelyyn liittyvät yksityiskohtaiset tiedot esitetään kunkin kokeen tuloksia esittelevissä taulukoissa.

Ruis (taulukot 1—5)

Käsittelyaika. Taulukon 1 tuloksista käy ilmi, että sekä syksyllä että keväällä suoritettut käsittelyt ovat lyhentäneet rukiin kortta; kevätkäsittely enemmän kuin syyskäsittely. Lakaisuudessa on ollut myös eroa kevätkäsittelyn eduksi. Satoerot eivät ole muodostuneet tilastollisesti luotettaviksi käsittelemättömään verrattunakaan. Kuten myöhemmin ilmenee, on käytetty keväinen typpilannoitus ollut kuitenkin pieni verrattuna siihen, mikä myöhemmin suoritettujen kokeiden perusteella on osoittautunut taloudellisesti edullisimmaksi.

Keväällä suoritetuissa käsittelyissä on korren lyhentymisen ollut sitä voimakkaampaa, mitä myöhemmin käsittely on tehty (taulukko 2), sama ilmiö, joka on todettu myös muilla viljoilla. Tämän ei kuitenkaan tarvitse merkitä sitä, että sato myöhäisissä käsittelyissä olisi myös suurin (vrt. taulukko 10).

Lajikkeet. Taulukossa 3 on esitetty eri lajikkeilla suoritettujen kokeiden tuloksia. Näistä on ensiksikin todettavissa, että klormekvatilla suoritettut käsittelyt ovat aikaansaaneet tilastollisesti luotettavan sadonlisäyksen. Käsittelyyn ovat reagoineet sekä korren lyhenemisen, lakaisuuden vähenemisen että jyväsadon lisääntymisen suhteen kaikki lajikkeet, Ensi, Pekka, Toivo, Visa ja Voima. Kasvinviljelylaitoksella Tikkurilassa on todettu myös Sangaste-rukiin korren lyhentyneen (SALONEN 1965, YLLÖ 1967) samoin kuin Toi-

Taulukko 1. Syksyllä ja keväällä suoritettujen CCC-käsittelyjen vaikutus rukiin satoon ja kasvustoon Kotkaniemessä v. 1966. Maalaji hiesuinen hietasavi. Koekasvi Pekka-ruis. Koeruudun ala 4 × 36 m, korjattu ala 3 × 36 m. Kerranteita 4. Syyskäsittely 13. 10. 65, kevätkäsittely 6. 6. 66. Lannoitus keväällä 150 kg/ha oulunsalpietaria. CCC-ruiskutus tehty tehoainemäärää tasaisesti alentaen 6 kg:sta 1.5 kg:aan hehtaarille. Tulokset ovat koko ruudun keskiarvoja.

Table 1. Effect of CCC-treatments made in autumn and spring, on rye at Kotkaniemi in 1966. Soil type silty sandy clay. Test made with Pekka-rye. Size of test plot 4 × 36 m, harvested area 3 × 36 m. 4 replications. Autumn treatment 13. 10. 65, spring treatment 6. 6. 66. Fertilizing in spring 150 kg/ha of Nitrochalk. In CCC-spraying the amount of active ingredient was regularly reduced from 6 kg to 1.5 kg/ha. The results are mean values of the whole plot.

Käsittelyaika Treatment	Jyväsato kg/ha Grain yield kg/ha	Lako % Lodging %	Korren pituus cm Height of straw cm	Tähkän pituus cm Length of head of	HI-paino kg HI-weight kg	1 000 j.p.g. 1 000 g.w.g.
Käsittelemätön Untreated	2 291	54	140.4	8.3	76.9	28.5
Syksy Autumn	2 234	47	131.2	8.3	76.3	28.7
Syksyllä ja keväällä Autumn and spring	2 325	26	122.4	8.8	76.1	28.3
Kevät Spring	2 374	30	122.9	8.6	76.3	28.7

Koejäsenten jyväsadot, $F = 1,33$

$s_{\bar{x}} = 2,29 \%$

Tilastollisen F-arvon luotettavuudet: *

**	»	99 %
***	»	99,9 %

Reliabilities of statistical F-value:

*	Reliability	95 %
**	»	99 %
***	»	99,9 %

von, Pekan ja Voimankin (YLLÖ 1967). Tohmajärvellä on Ensi-rukiilla saatu myös huomattavat sadon lisäykset (LUOSTARINEN 1969).

Taulukko 2. CCC-käsittelyn ajankohdan vaikutus syysrukiin kasvustoon Kotkaniemessä kesällä 1967. Maalaji hiesuinen hietasavi. Koekasvi Pekka-ruis. Koeruudun ala 2 × 36 m, kerranteita 3. CCC-ruiskutus tehty tehoainemäärää tasaisesti alentaen 4.1 kg:sta 0.175 kg:aan hehtaarille.

Table 2. Effect of the date of CCC-treatment on winter rye. Test undertaken at Kotkaniemi in summer 1967. Soil type silty sandy clay. Test made with Pekka-rye. Size of test plot 2 × 36 m, 3 replications. In CCC-spraying the amount of active ingredient was regularly reduced from 4.1 kg to 0.175 kg/ha.

Käsittelyaika	Treatment	Korren pituus keskimäärin cm Average height of straw cm	Tähkän pituus cm Average length of head cm	Lako % Lodging %
Käsittelemätön	Untreated	144.1	7.6	62
2. 5. 67, kasvusto 10 cm pitkä (ennen kasvun alkua)	2. 5. 67 rye 10 cm high (before start of growth)	143.8	7.8	63
22. 5. 67, kasvusto 20 cm (rikkakasv. ruisk. aika)	22. 5. 67 rye 20 cm high (date of weed control)	136.9	7.6	61
27. 5. 67, kasvusto 35 cm	27. 5. 67 rye 35 cm high	132.8	7.5	50

Taulukko 4. CCC:n vaikutus rukiin satoon eri suuruisen typpilannoitusten yhteydessä v. 1966. Maalaji hietasavi. Lannoitus syksyllä 1965 PK-lannosta (0—17.5—17.5) 800 kg/ha ja normaali Y-lannosta (8—13—9) 300 kg/ha. Koe perustettu täyskesantoon. Koekasvi Pekka-ruis. Rikkakasvien hävitys 25. 5. 66 dinosebasettiin ja MCPA:n seoksella (Aretit ja Hormotuho-rae) 3 + 2 kg/ha. CCC:n tehoainemäärä 3 kg/ha. Keväinen typpilannoitus annettu 14. 5. 1966. Sato korjattu 9. 8. 1966. Koeruudun koko 5 × 30 m, korjattu ala 3 × 30 m. Kerranteita 2.

Table 4. Effect of CCC on grain yield of rye in connection with nitrogen fertilizings of different size. Test made in 1966. Soil type sandy clay. Fertilizing in autumn 1965 800 kg/ha of PK-fertilizer (0—17.5—17.5) and 300 kg/ha of compound fertilizer (8—13—9). Test established in fallow. Test made with Pekka-rye. Weed control with mixture of dinoseb-acetate and MCPA (Aretit + Hormotuho-rae) 3 + 2 kg/ha 25. 5. 66. Amount of active ingredient in CCC 3 kg/ha. Nitrogen fertilizing 14. 5. 1966. Harvested 9. 8. 1966. Size of test plot 5 × 30 m, size of harvested plot 3 × 30 m, 2 replications.

Oulunsalpietaria kevällä kg/ha Nitrochalk in spring kg/ha	Ilman CCC:tä Without CCC			CCC:n aikaansaama muutos Change caused by CCC								
	Jyväsato kg/ha Grain yield kg/ha	Lako-% Lodging %	HL-paino kg HL-weight kg	1000 j.p.g 1000 g.w. g	Korren pituus cm Height of straw cm	Tähkän pituus cm Length of head cm	Jyväsato kg/ha Grain yield kg/ha	Lako-% Lodging %	HL-paino kg HL-weight kg	1000 j.p.g 1000 g.w. g	Korren pituus cm Height of straw cm	Tähkän pituus cm Length of head cm
0	1854	33	74.4	28.6	135	7.9	-144	-7	-1.3	+0.7	-18	0
200	1552	48	73.2	29.3	129	8.6	+271	-15	-0.8	+0.7	-19	-0.9
400	1836	50	73.1	29.8	120	7.8	+129	-17	-0.1	+1.2	+5	0

Jyväsato: N-lann. F-arvo = 0,38, CCC:n F-arvo = 1,52, $s_x^2 = 11.50$ %

Grain yield: F-value of N-fertilizing = 0.38, F-value of CCC = 1.52, $s_x^2 = 11.50$ %.

Taulukko 3. CCC:n vaikutus eri ruislajikkeisiin kahdella eri typpilannoitustasolla Kotkaniemessä v. 1968. Maalaji hiesuinen hietasavi. Esikasvi syysvehnä. Lannoitus kylvömuokkauksen yhteydessä 600 kg/ha normaali Y-lannosta (8—13—9) ja 500 kg/ha PK-lannosta (0—17.5—17.5). Siemen kylvetty 6. 10. 1967, kylvömäärä 160 kg/ha itäviä siemeniä. Syksyllä 1967 suoritettu PCNB-käsitely. Rikkakasvien häviö suoritettu MCPP:n ja ioksiniilin seoksella (Actril C), 9 l/ha 16. 5. 1968. Sato korjattu 14. 8. 1968. Koeruudun koko 4 × 20 m. Ruutu, jolta sato korjattu, 2.1 × 20 m. CCC:tä käytetty 3 kg tehoainetta hehtaaria.

Table 3. Effect of CCC on different rye varieties the amount of nitrogen fertilizer being 400 kg and 600 kg/ha nitrochalk. Test undertaken at Kotkaniemi in 1968. Soil type silty sandy clay. Preceding crop winter wheat. Fertilizing in connection with preparation of seed-bed 600 kg/ha of compound fertilizer (8—13—9) and 500 kg/ha of PK fertilizer (0—17.5—17.5). Seeding 6. 10. 1967, 160 kg/ha of germinative seeds. PCNB-treatment in autumn 1967. Weed control with mixture of MCPP and ioxynil (Actril C), 9 l/ha 16. 5. 1968. Harvested 14. 8. 1968. Size of test plot 4 × 20 m. Size of harvested plot 2.1 × 20 m. Amount of CCC used corresponded to 3 kg/ha of active ingredient.

Oulunsaalpietaria kev. kg/ha Nitrochalk in spring kg/ha	Lajike Variety	Ilman CCC:tä Without CCC										CCC:n aikaansaama muutos Change caused by CCC									
		Korren pit. cm Height of straw cm	Tähkän pit. cm Length of head cm	1000 j.p.g 1000 g.w.g	Hil-paino kg Hil-weight kg	Sakoku Falling number	Lako-% Lodging %	Jyväsaato kg/ha Grain yield kg/ha	Korren pit. cm Height of straw cm	Tähkän pit. cm Length of head cm	1000 j.p.g 1000 g.w.g	Hil-paino kg Hil-weight kg	Sakoku Falling number	Lako-% Lodging %	Jyväsaato kg/ha Grain yield kg/ha						
400	Ensi	137.3	7.2	19.9	73.6	182	80	2 032	— 10.4	+ 2.2	+ 0.6	+ 0.7	+ 44	+ 5	+ 1 421						
600	»	133.8	8.7	20.0	72.2	200	95	2 810	— 19.2	+ 0.9	+ 1.1	+ 2.3	+ 5	+ 15	+ 901						
400	Pekka	129.4	8.1	24.6	74.9	91	80	2 270	+ 0.8	— 1.0	— 1.6	+ 1.3	+ 89	+ 8	+ 782						
600	»	147.9	8.0	21.3	74.1	122	93	2 793	— 27.2	— 0.5	+ 2.4	+ 2.6	+ 46	— 83	+ 411						
400	Toivo	146.6	7.7	22.7	74.6	122	85	1 980	— 19.2	— 0.5	— 1.5	— 1.1	+ 29	0	+ 396						
600	»	141.0	7.4	21.2	72.3	131	90	2 526	— 24.4	+ 0.4	+ 0.7	+ 1.8	+ 31	— 12	+ 50						
400	Visa	127.6	6.7	26.5	75.5	114	80	2 008	+ 9.0	+ 1.4	— 2.5	+ 0.7	+ 27	0	+ 384						
600	»	133.5	7.8	22.3	74.0	142	88	2 783	— 9.7	+ 0.9	+ 3.1	+ 1.4	+ 33	— 18	+ 372						
400	Voima	120.0	7.6	25.2	75.2	88	18	2 540	— 6.8	+ 0.5	— 0.9	— 0.7	+ 32	— 8	+ 561						
600	»	130.1	8.4	22.0	73.8	113	80	3 172	— 7.7	— 1.1	+ 3.7	+ 1.9	— 6	— 77	+ 19						
Keskimäärin On an average		134.7	7.8	22.6	74.0	131	79	2 491	— 11.5	+ 0.3	+ 0.5	+ 1.1	+ 33	— 20	+ 526						

Jyväsaato: Kokeen F-arvo = 3.20*, \bar{s}_x = 5.3 %, CCC-käsit. F-arvo = 16.37**, N-lann. F-arvo = 36.90****.
Grain yield: F-value of test = 3.20*, \bar{s}_x = 5.3 %, F-value of CCC-treatment = 16.37**, F-value of N-fertilizing = 36.90****.

Taulukko 5. CCC:n vaikutus rukiin satoon eri suuristen typpilannoitusten yhteydessä v. 1967. Maalaji hiesu-savi. Viljavuustutkimuksen tulokset v. 1967: pH 5.8, Ca 2 600, P 6.4 ja K 220 mg/l. Lannoitus syksyllä 1966: PK-lannosta (0—17.5—17.5) 600 kg/ha ja normaali Y-lannosta (8—13—9) 500 kg/ha. Esikasvi syysruis. Koe-kasvi Pekka-ruis. Rikkakasviruiskutus 9. 5. 1967 ioksiiniin ja MCPP:n seoksella (Actril C) 10 l/ha. CCC:n tehoainemäärä 3 kg/ha. Syksyllä 1966 suoritettu PCNB-käsittely. Keväinen typpilannoitus annettu 2. 5. 1967. Sato korjattu 17. 8. 1967. Koeruudun koko 6 × 12 m, korjattu ala 3,6 × 11 m. Kerranteita 2.

Table 5. Effect of CCC on grain yield of rye in connection with nitrogen fertilizings of different size. Test made in 1967. Soil type silty clay. Results of fertility test in 1967: pH 5.8, Ca 2 600, P 6.4 and K 220 mg/l. Fertilizing in autumn 1966: 600 kg/ha of PK-fertilizer (0—17.5—17.5) and 500 kg/ha of compound fertilizer (8—13—9). Preceding crop winter rye. Test made with Pekka-rye. Weed control with mixture of ioxynil and MCPP (Actril C) 10 l/ha 9. 5. 1967. Amount of active ingredient in CCC 3 kg/ha. PCNB-treatment in autumn. Nitrogen fertilizing 2. 5. 1967. Harvested 17. 8. 1967. Size of test plot 6 × 12 m, harvested plot 3.6 × 11 m. 2 replications.

	Ilman CCC:tä Without CCC						CCC:n aikaansaama muutos Change caused by CCC					
	Ouunsalpietaria keväällä kg/ha Nitrochalk in spring kg/ha	Jyväsato kg/ha Grain yield kg/ha	Lako-% Lodging %	HI-paino kg HI-weight kg	1000 j.p.g 1000 g.w.g	Korren pituus cm Height of straw cm	Tähkän pituus cm Length of head cm	Jyväsato kg/ha Grain yield kg/ha	Lako-% Lodging %	HI-paino kg HI-weight kg	1000 j.p.g 1000 g.w.g	Korren pituus cm Height of straw cm
0	3 026	65	76.8	28.2	150.0	7.4	— 98	+2.5	—1.1	+0.6	— 7.9	+0.3
100	3 180	70	77.1	28.0	146.8	7.5	— 30	+2.5	—1.2	+1.0	—10.8	0.0
200	3 641	77.5	76.5	27.1	154.0	7.6	+294	0	—0.8	+2.1	—10.0	+0.6
400	4 161	87.5	76.3	26.3	147.1	8.2	+794	—2.5	—1.1	+3.3	+2.2	+0.1
Neskiarvo Average value	3 502	75.0	76.7	27.4	149.5	7.7	+240	+0.6	—1.1	+1.8	—6.6	+0.3

Jyväsato: F-arvo CCC-käsittelyssä = 5.88, F-arvo N-lannoituksissa = 25.33**, $s_x^2 = 3.38$ %
Grain yield: F-value of CCC-treatment = 5.88, F-value of N-fertilizing = 25.33**, $s_x^2 = 3.38$ %.

Typpilannoituksen määrä. Klormekvatti-käsittelyn vaikutusta eri suuristen keväisten typpilannoitusten yhteydessä on tutkittu Kotkaniemessä kahtena kesänä (taulukot 4 ja 5). Tuloksista ilmenee, että vuonna 1966 ei käsittely ole aikaansaanut tilastollisesti luotettavia satoeroja ja että satotaso on yleensäkin jäänyt alhaiseksi runsaillakin typpilannoitemäärillä. Vuonna 1967 on typpilannoituksen suurentaminen merkinnyt sen sijaan satotason nousua ja klormekvatti-käsittely jyväsadon lisäystä runsaan typpilannoituksen yhteydessä (t-arvo lannoitustasolla 400 kg/ha 6.21*).

Yleisenä toteamuksena edellä esitettyjen koetulosten perusteella voidaan todeta, että klormekvatti-käsittely ei ole rukiilla lyhentänyt tähkää, eikä keskimäärin ottaen alentanut jyvän painoa. Hehtolitrain painossa on esiintynyt heilahteluja puoleen ja toiseen, vaikutuksen painopisteen siirtyessä ehkä kuitenkin alenevan suunnan puolelle.

Lakoontumista ei käsittely ole poistanut, joskin sitä kuitenkin vähentänyt. Kokeista tehtyjen kasvustohavaintojen perusteella on useina vuosina kuitenkin voitu todeta, että ennen heilimöintiä ei klormekvatti-käsittelyn yhteydessä ole lakoontumista esiintynyt, mutta sen sijaan käsittelemättömissä kasvustoissa on.

Syysvehnä (taulukot 6—9)

K ä s i t t e l y a i k a. Taulukon 6 tuloksista ilmenee, että myös syysvehnällä on kevät-käsittely lyhentänyt kortta enemmän kuin syyskäsittely, kuten oli laita rukiillakin. Kevät-käsittelyissä on samoin korren lyheneminen ollut sitä voimakkaampaa, mitä myöhäisemmin käsittely on suoritettu (taulukko 7). Satoerot ovat kuitenkin jääneet vähäisiksi ja ilman tilastollista luotettavuutta. Vuoden 1967 kokeessa oli havaittavissa klormekvatti-käsittelystä aiheutuvaa sadonalennusta. Vaikka satoerot eivät osoittautuneetkaan tilastollisesti varmoiksi, saattaa aleneva suunta tällöin olla kuitenkin todellinen. Tähän päätelmään oikeuttavat kasvustosta tehdyt tautisuushavainnot, joiden mukaan käsittelemättömässä koejäsenessä näytti olevan vähiten sienitauteja (mustahärmä ja ruskearuoste).

L a j i k k e e t. Taulukossa 8 on esitetty eri lajikkeilla suoritettujen kokeiden tuloksia. Kokeet ovat olleet lähinnä havaintoluontoisia ja kerranteita on ollut vain kaksi. Tästä johdettua kasvualustan epähomogeenisuus on vaikuttanut tuloksiin ja aiheuttanut heilahtelua samankin lajikkeen kohdalla. Korren pituuden muutosten ja lakoisuuserojen perusteella voitaneen kuitenkin päätellä, että kaikki mukana olleet lajikkeet ovat jossain määrin reagoineet klormekvatti-käsittelyyn. Elo-vehnän kohdalla lienee kasvualustan epähomogeenisuus ollut suurin, eikä sen osalta päätelmiä voida esittää. Elon ja Linnan korsi ei aikaisemmin julkaistujen tulosten mukaan ole lyhentynyt (MUKULA et al. 1966).

T y p p i l a n n o i t u k s e n m ä ä r ä. Taulukon 9 tuloksista ilmenee, että typpilannoituksen määrän ja klormekvatti-käsittelyn välillä ei ole syysvehnällä esiintynyt vuoro-vaikutusta. Satoero on ollut keskimäärin olematon.

Taulukko 6. Syksyllä ja keväällä suoritettujen CCC-käsittelyjen vaikutus Varma-syysvehnän satoon ja kasvustoon Kotkaniemessä v. 1966. Maalaji hietasavi. Koeruudun ala 4 × 36 m, korjattu ala 3 × 36 m. Kerranteita 4. Syyskäsittely tehty 7. 10. 1965, kevät-käsittely 2. 6. 1966. Lannoitus keväällä 300 kg/ha oulunsalpietaria ja lisäksi 300 kg/ha kalkkisalpietaria. CCC-ruiskutus tehty tehoainemäärää tasaisesti alentaen 6 kg:sta 1.5 kg:aan hehtaarille. Tulokset koko ruudun keskiarvoja.

Table 6. Effect of CCC-treatments made in autumn and spring on Varma-winter wheat at Kotkaniemi in 1966. Soil type sandy clay. Size of test plot 4 × 36 m, harvested 3 × 36 m. 4 replications. Autumn treatment 7. 10. 1965, spring treatment 2. 6. 1966. Fertilizing in spring: 300 kg/ha of Nitrochalk and 300 kg/ha of calcium nitrate. In CCC-spraying the amount of active ingredient was regularly reduced from 6 kg to 1.5 kg/ha. The results are mean values of the whole plot.

Käsittelyaika	Treatment	Jyväsato kg/ha Grain yield kg/ha	Lako % Lodging %	Korren pituus cm Height of straw cm	Tähkän pituus cm Length of head cm	Hl-paino kg Hl-weight kg	1000 j.p.g. 1000 g.w.g.
Käsitlemätön	Untreated	3 260	52	89.8	7.9	79.2	42.1
Syysy	Autumn	3 042	47	86.8	7.9	79.1	42.1
Syksyllä ja keväällä	Autumn and spring	3 232	28	83.0	7.7	79.5	43.4
Kevät	Spring	3 492	38	83.3	7.8	79.6	43.2

Jyväsadot, $F = 12.96^{**}$

$s_x = 1.57 \%$

Kevät-käsittely verrattuna syyskäsittelyyn ja syys + kevät-käsittelyyn lisännyt yli 95 %:in varmuudella satoa.

Compared with autumn treatment and autumn + spring treatment, spring treatment raised the grain yield with certainty of over 95 %.

Taulukko 7. CCC-käsittelyn ajankohdan vaikutus syysvehnän satoon ja kasvustoon Kotkaniemessä kesällä 1967 ja 68. Maalaji hiesusavi. Lajike v. 1967 Nisu ja v. 1968 Linna. Koeruudun ala 2×36 m, kerranteita v. 1967 kolme ja v. 1968 neljä. CCC-ruiskutus tehty tehoainemäärää tasaisesti alentaen 4.1 kg:sta 0.175 kg:aan hehtaarille. Vuoden 1967 satotasoa CCC:llä käsitellyissä kasvustoissa alensivat sienitaudit, ruskearuoste ja mustahärmä.

Table 7. Effect of CCC-treatments made at different times on winter wheat. Tests made at Kotkaniemi in summers 1967 and 1968. Soil type silty clay. Wheat variety Nisu in 1967 and Linna in 1968. Size of test plot 2×36 m, 3 replications in 1967 and 4 replications in 1968. In CCC-spraying the amount of active ingredient was regularly reduced from 4.1 kg to 0.175 kg/ha. The grain yield of wheat treated with CCC was in 1967 reduced by Mycosis, Puccinia triticina and Cladosporium herbarum.

Käsittelyaika	Treatment	Jyväsato kg/ha Grain yield kg/ha	Korren pituus cm Height of straw cm	Tähkän pituus cm Length of head cm	Lako % Lodging %	Hl-paino kg Hl-weight kg	1000 j.p.g 1000 g.w.g
1967							
Käsitlemätön	Untreated	4 102	85.4	7.5	36	74.6	28.8
2. 5., kasvusto 10 cm	2. 5. wheat 10 cm	3 719	82.6	7.4	39	74.2	28.5
20. 5., kasvusto 15 cm	20. 5. wheat 15 cm	3 615	77.2	7.6	16	75.0	28.1
9. 6., kasvusto 35 cm	9. 6. wheat 35 cm	3 546	71.2	7.4	4	74.9	28.1
1968							
Käsitlemätön	Untreated	2 872	83.5	7.4	0	79.3	37.2
29. 4., kasvusto 10 cm	29. 4. wheat 10 cm	2 879	81.1	7.1	0	78.8	36.7
31. 5., kasvusto 15 cm	31. 5. wheat 15 cm	2 969	77.3	7.5	0	79.4	37.2
20. 6., kasvusto 30 cm	20. 6. wheat 30 cm	2 870	74.7	7.5	0	80.7	35.8

1967 Kasvusto epätasainen sienitautien johdosta, mikä vähentää kokeen luotettavuutta. Nisuvehnä osoittautui ruosteen araksi.

1967 Wheat did not show even growth owing to rust damage which reduced the reliability of the test. Nisu-wheat proved to be sensitive to rust.

1968 F = 1.68

$s_{\bar{x}} = 4.10 \%$

Yleisenä toteamuksena tulosten perusteella on todettavissa, että klormekvatti-käsittely ei keskimäärin ottaen ole paljoa lisännyt syysvehnän satoa ja että eri vuosina tulokset ovat olleet erilaisia. Myös MUKULAN ja TEITISEN (1967) tulosten mukaan eri vuosina saadaan syysvehnällä erilaisia tuloksia. Keskimäärin on sadonlisäys ollut maassamme aikaisemmin julkaistuissa tuloksissa 4—7 % (MUKULA et al. 1966).

Kevätvehnä (taulukot 10—12)

Käsittelyajankohdan suhteen on todettavissa sama kuin syysviljoillakin, että korsi lyhenee sitä voimakkaammin, mitä myöhemmin käsittely on suoritettu (taulukko 11). Samoin on ollut laita muissakin kokeissa (MUKULA et al. 1966). Sadon määrä ei myöhäisimmässä käsittelyssä ole ollut kuitenkaan suurempi kuin sitä edellisessä. Havaitaan että sekä Svenno- että Apu-vehnä ovat reagoineet selvästi käsittelyyn (vrt. MUKULA et al. 1966).

Taulukossa 10 on esitetty tuloksia erilaisten lannoitustapojen yhteydessä. Satotuloksista havaitaan, että vuosina 1966 ja 1967 on Svenno-vehnän sato yleensä kaikkien lannoit-

Taulukko 8. CCC:n vaikutus eri syysvehnäajikkeisiin kahdella eri typpilannoitusastolla Kotkaniemessä v. 1968. Kokeen suoritus sama kuin taulukossa 3 selostettu. Korjuuaika kuitenkin poikkeava, 22. 8. 68.

Table 8. Effect of CCC-treatment on different varieties of winter wheat the amount of nitrogen fertilizer being 400 kg and 600 kg/ha. Test made at Kotkaniemi in 1968. Test carried out in the same way as the test described in Table 3. Harvested 22. 8. 68.

Oulunsalpietaria kev. kg/ha Nitrochalk in spring kg/ha	Lajike Variety	Ilman CCC:tä Without CCC										CCC:n aikaansaama muutos Change caused by CCC										
		Korren pituus cm Height of straw cm	Tähkän piti. cm Length of head cm	1000 j.p.g 1000 g.w.g	Hil-paino kg Hil-weight kg	Sakoluku Falling number	Lako-% Lodging %	Jyväsaato kg/ha Grain yield kg/ha	Korren pituus cm Height of straw cm	Tähkän piti. cm Length of head cm	1000 j.p.g 1000 g.w.g	Hil-paino kg Hil-weight kg	Sakoluku Falling number	Lako-% Lodging %	Jyväsaato kg/ha Grain yield kg/ha							
400	Elo	89.5	7.4	34.6	80.2	78	65	4 227	+	8.1	+	5.4	+	2.7	+	1.4	+	45	+	30	+	1 174
600	»	84.1	7.3	36.2	80.3	75	35	4 681	+	4.0	-	0.3	-	1.4	-	1.2	+	3	+	0	+	448
400	Jyvä	88.8	7.1	33.0	84.9	241	0	3 806	-	10.1	-	0.3	-	0.5	-	0.8	-	37	+	0	+	453
600	»	75.9	7.0	33.2	83.1	227	3	3 985	-	5.0	-	0.2	-	1.8	-	0.4	-	32	+	0	-	411
400	Linna	111.2	8.7	37.2	78.6	212	50	3 866	-	8.7	-	0.4	-	0.4	-	1.4	-	35	-	44	+	752
600	»	103.1	9.1	38.1	82.6	233	45	4 883	-	3.5	-	0.5	-	0.1	-	1.9	-	13	+	37	-	850
400	Nisu	84.7	7.1	31.9	82.4	290	0	4 005	-	4.3	-	0.4	-	0.2	-	0.3	-	18	-	0	-	70
600	»	68.0	6.2	32.8	85.1	307	3	3 981	+	9.6	+	0.4	+	0.7	-	2.7	-	1	+	0	+	370
400	Varna	91.6	7.4	35.8	81.0	183	70	3 397	+	1.4	-	0.1	-	2.5	+	0.1	+	43	+	40	+	476
600	»	96.4	7.2	36.0	80.2	165	40	3 548	-	10.9	-	0.4	-	1.7	+	2.4	+	6	+	25	+	276
Keskimäärin On an average		89.3	7.5	34.9	81.8	201	31	4 038	-	1.9	+	0.3	+	0.3	+	0.2	-	13	+	18	-	262

Jyväsaato: Kokeen F-arvo = 2.36, s_x = 6.9 %, CCC-käsitt. F-arvo = 2.01, N-lann. F-arvo = 0.98.

Grain yield: F-value of test = 2.36, s_x = 6.9 %, F-value of CCC-treatment = 2.01, F-value of N-fertilizing = 0.98.

Taulukko 11. CCC-käsittelyn ajankohdan vaikutus kevätvehnän satoon ja kasvustoon Kotkaniemessä kesällä 1967 ja 1968. Lajikkeina v. 1967 Svenno ja 1968 Apu. Maalaji hiesusavi. Lannoitus 700 kg/ha normaali super Y-lannosta (15—20—15) rivilannoituksena. Koeruudun koko 2 × 36 m, kerranteita v. 1967 kolme, v. 1968 neljä.

Table 11. Effect of CCC-treatments made at different times on spring wheat. Tests made at Kotkaniemi in summers 1967 and 1968. Wheat variety Svenno in 1967 and Apu in 1968. Soil type silty clay. Fertilizing: 700 kg/ha of compound fertilizer (15—20—15) using drilling method. Size of test plot 2 × 36 m. 3 replications in 1967 and 4 replications in 1968.

Käsittelyajankohta	Treatment	Jyväsato kg/ha Grain yield kg/ha	Lako % Lodging %	Korren pituus cm Height of straw cm	Tähkän pituus cm Length of head cm	Hl-paino kg Hl-weight kg	1000 j.p.g 1000 g.w. g
1967							
Käsitlemätön	Untreated	4 531	19	82.8	6.7	85.6	38.0
31. 5. kasvusto 5 cm	31. 5. wheat 5 cm	4 405	22	85.4	6.9	85.2	37.4
16. 6. kasvusto 12 cm	16. 6. wheat 12 cm	4 814	6	72.7	6.3	85.9	37.8
5. 7. kasvusto 35 cm	5. 7. wheat 35 cm	4 687	0	70.4	6.5	85.6	37.6
1968							
Käsitlemätön	Untreated	3 277	88	87.1	5.1	78.2	33.6
13. 6. kasvusto 5 cm	13. 6. wheat 5 cm	3 601	87	83.7	5.2	77.5	31.6
20. 6. kasvusto 15 cm	20. 6. wheat 15 cm	3 734	66	80.3	5.3	77.7	32.1
4. 7. kasvusto 30 cm	4. 7. wheat 30 cm	3 736	81	79.7	5.1	78.1	32.3

1967 F = 1.33

$s_{\bar{x}} = 2.7 \%$

1968 F = 3.140/CCC 8.63*

$s_{\bar{x}} = 3.4 \%$

tustapojen yhteydessä kohonnut klormekvatti-käsittelyn johdosta, mutta vuonna 1968 ei Apu- eikä Ruso-vehnän sadoissa vastaavaa ole todettavissa. Taulukossa 11 esitetystä kokeesta Apu-vehnä sen sijaan oli reagoinut selvästi, joten tältä osin ei lajike-ero ole synnä tähän. Selitys löytynee erittäin kuivasta alkukesästä, sillä kylvötöiden jälkeen tuli lähes viiden viikon hellekausi ja kasvustot kärsivät kuivuudesta. Tämä ilmenee melko alhaisesta

Taul. 10 — Table 10

1966 CCC-käsitt. F-arvo = 41.641 ei tilast. merkitsevyyttä, $s_{\bar{x}} = 4.9 \%$
N-lann. » = 1.151

1966 F-value of CCC-treatment 41.641 No statistical significance, $s_{\bar{x}} = 4.9 \%$
F-value of N-fertilizing = 1.151

1967 a) CCC-käsitt. on lisännyt kokeessa jyväsatoja, mutta ei tilast. merkitsevästi
b) CCC-käsitt. on saatu tilast. luotettava jyväsadonlisäys

1967 a) CCC-treatment increased grain yield but this did not have any statistical significance
b) CCC-treatment gave statistically reliable increase in grain yield

1968 Apu) CCC-käsitt. ei ole tilast. merkitsevää vaikutusta jyväsatoihin
F-arvo = 3.17, $s_{\bar{x}} = 10.1 \%$

Ruso) CCC-käsitt. ei ole tilast. merkitsevää vaikutusta jyväsatoihin
F-arvo 8.66** $s_{\bar{x}} = 9.50 \%$

1968 Apu) CCC-treatment did not have any statistically important effect on grain yield
F-value = 3.17, $s_{\bar{x}} = 10 \%$

Ruso) CCC-treatment did not have any statistically important effect on grain yield
F-value = 8.66** $s_{\bar{x}} = 9.50 \%$

Taulukko 12. CCC:n vaikutus Svenno-kevätvehnän satoon ja kasvustoon rikkaruohuruiskutuksen ja kahden erilaisen lehtilannoitustavan yhteydessä Kotkanie-
messä kesällä 1967. Maalaji hietasavi, lannoitus 600 kg/ha normaali super Y-lannosta (15—20—15). Koeruudun koko 2.5 × 25 m, korjattu ala 1.8 × 25 m.
Kerranteita 6. CCC-käsitteilyn tehoainemäärä 3 kg/ha. Rikkaviruisuus MCPA:lla, lehtilannoitus ja CCC-käsitteily suoritettu samalla kertaa.

Table 12. Effect of CCC-treatment on Svenno-spring wheat in connection with weed control and two different methods of foliar fertilizing. Test made at Kotkanie-
messä in sandy clay. Fertilizing: 600 kg/ha of compound fertilizer (15—20—15). Size of test plot 2.5 × 25 m, harvested plot 1.8 × 25 m. 6 replications. Amount of active ingredient
in CCC 3 kg/ha. Weed control with MCPA, foliar fertilizing and CCC-treatment performed at the same time.

MCPA- ruiskutuksen lisäksi	Ilman CCC:tä Without CCC					CCC:n aikaansaama muutos Change caused by CCC						
	Jyväsato kg/ha	Lako %	Korren pituus cm	Tähkän pituus cm	HI-paino kg	Jyväsato kg/ha	Lako %	Korren pituus cm	Tähkän pituus cm	HI-paino kg	Sakoluku 1000 j.-p.-g	Sakoluku 1000 j.-p.-g
<i>In addition to MCPA- spraying</i>	Grain yield kg/ha	Lodging %	Height of straw cm	Length of head cm	HI-weight kg	Grain yield kg/ha	Lodging %	Height of straw cm	Length of head cm	HI-weight kg	Falling number 1000 g.w. g	Falling number 1000 g.w. g
Ureaa	4 427	72	85.4	6.4	83.3	+ 722	- 72	- 19.1	- 0.4	+ 2.4	+ 1.6	+ 51
Diammon- fosf.	4 551	68	93.0	6.7	83.7	+ 671	- 65	- 19.4	0.0	+ 1.5	+ 0.3	+ 38
Keskim.	4 489	70	89.2	6.6	83.5	+ 697	- 69	- 19.3	- 0.2	+ 2.0	+ 1.0	+ 45
<i>On an average</i>												

F-arvo (jyväsadot, kaikki koejäsenet) = 2.57*

$s_{\bar{x}}$ % » » = 5.37 %

CCC-käsitteily on lisännyt jyväsatoja tilast. luotettavasti kummankin lehtilannoituksen yhteydessä.

F-value (grain yield, all treatments) = 2.57*

$s_{\bar{x}}$ % » » = 5.37 %

CCC-treatment increased grain yield to a statistically reliable extent in connection with both foliar fertilizings.

satotasostakin. Näyttäisi siltä, että silloin kun kasvuston kehitys on tavanomaista heikompi, klormekvatti-käsittely alentaa myös sadon hehtolitrin ja jyvän painoa (Apu-vehnä 1968, taul. 10). Taulukossa 12 esitetään vielä erään kokeen tulokset, missä ruiskutusten yhteydessä on käytetty lehtilannoitetta. Tällöinkin klormekvatti-käsittely on lisännyt huomattavasti satoa ja parantanut myös sen laatua.

Muut viljakasvit

Kesällä 1968 suoritettiin kolme koetta monitahoisella ohralla, lajikkeina Otra ja Paavo. Yhdessä kokeessa oli yhdistetty 25 erilaista lehtilannoitus- ja rikkakasvien ruiskutustapaa, missä koeruudut lisäksi puolitettiin klormekvatti-käsittelyn tutkimista varten. Käsittely (tehoainetta 3 kg/ha) lisäsi hehtaarisatoa 2 657 kg:sta 3 019 kg:aan (F-arvo 15,60***). Toisessa kokeessa (10 kerrannetta) erilaisten lannoitustapojen yhteydessä käsittely lyhensi Otra-ohran kortta 5.4 cm, mutta ei aikaansaanut sadonlisäystä. Paavo-ohralla oli sadonlisäys samassa kokeessa keskimäärin 171 kg/ha (ei tilastollisesti luotettava) ja korren lyheneminen 5.8 cm. Alustavissa kokeissa on myöhäinen käsittely (tehoainetta 3 kg/ha) lyhentänyt myös Pendek-kauran kortta 6.6 cm. Vaikutus kauraan on todettu myös TEITTISEN ja MUKULAN (1967) tutkimuksissa.

P ä ä t e l m ä t

Klormekvatti-käsittelyllä (CCC) on Kotkaniemen koetilan olosuhteissa voitu lyhentää ja vahvistaa syysviljojen, kevätvehnän, monitahoisen ohran ja kauran kortta, mikä ilmenee lakoontumisen pienenemisenä. Pyrittäessä voimaperäisellä lannoituksella korkeaan satotasoon, on tällä seikalla huomattava käytännöllinen merkitys useimmilla tutkituista lajikkeista. Aineiston vähäisyyden takia ei päätelmiä voida tehdä Ruso-vehnän ja Pendek-kauran osalta. Suurimmat sadonlisäykset on saatu kevätvehnällä, sitten ovat olleet järjestyksessä ruis ja ohra syysvehnän jäädessä viimeiseksi.

Syysviljoilla kevät käsittely on ollut tehokkaampi kuin syyskäsittely. Kaikilla viljoilla on korsi lyhentynyt sitä enemmän, mitä myöhemmin keväällä käsittely on suoritettu. Ottaen huomioon sadonlisäykset ja muut käytännön näkökohdat, on etusijalle asetettava se ajankohta, jolloin rikkakasvien ruiskutukset suoritetaan.

Yleisenä piirteenä on todettavissa, että klormekvatti-käsittely lisää satoa eniten silloin kun kasvuolosuhteet sallivat korkean satotason muodostumisen. Myös sadon laatu paranee tällöin sen ansiosta. Epäedullisissa kasvuoloissa sadonlisäykset jäävät vähäisemmiksi ja sadot saattavat jopa alentua. Tämän vuoksi lannoituksen voimaperäisyyden ja maan muun kunnon huomioonottaminen on tarpeellista klormekvattikäsittelyn yhteydessä mm. käyttömäärien kohdalla.

KIRJALLISUUTTA

- EL DAMATY, A. H., KÜHN, H. & LINSE, H. 1965. Der Wasserhaushalt von Weizenpflanzen unter dem Einfluss von 2-Chloroäthyl-trimethyl-ammonium-chlorid (CCC). *Phys. Plantarum* 18: 650—657.
- JAAKKOLA, A. 1967. Der Einfluss von chlorcholinchlorid (CCC) auf Wachstum, Ertrag und Nährstoffaufnahme von Sommerweizen in einem Feldversuch. *Maatal.tiet. Aikak.* 39: 56—65.
- JUNG, J. 1964. Über die Halmverkürzende Wirkung von Chlorcholinchlorid (CCC) bei Weizen und deren Abhängigkeit von der Bodenart. *Z. Pfl. nahrung, Düng. Bodenkunde* 107: 146—153.

- » & EL FOULY, M. M. 1966. Der Einfluss von Chlorcholinchlorid (CCC) auf den Gehalt des Weizens an Chlorophyll, Karotin sowie, N, P, K und Mg im Verlauf des Wachstums. Landw. Forsch. 19, Heft 1: 29—34.
- KOLTAY, A. 1968. Über die Wirkung von Chlorcholinchlorid (CCC) auf den Kornertrag und auf die Ertragskomponenten einiger Winterweizensorten. Bodenkultur 19, Heft 1: 23—36.
- LINSER, H. & KÜHN, H. 1963. Untersuchungen über die Wirkung von Chlorcholinchlorid (CCC) auf verschiedene Sommergetreidearten und -sorten. Z. Acker- u. Pflanzenbau 117: 129—154.
- » MAYR, H. & BODO, G. 1961. Über die Wirkung von Chlorcholinchlorid auf Sommerweizen. Bodenkultur 12: 279—280.
- LUOSTARINEN, H. 1969. PCNB ja CCC syysrukiin viljelyssä. Koetoin. ja Käyt. 26: 3—4.
- MAYR, H. H. & PRESOLY, E. 1963. Untersuchungen an mit Chlorcholinchlorid behandelten Weizenpflanzen. Anatomisch-morphologische Ergebnisse. I. Mitteilung. Z. Acker- u. Pflanzenbau 118: 109—124.
- » PRIMOST, E. & RITTMAYER, G. 1962. Untersuchungen über die Erhöhung der Standfestigkeit von Getreide. I. Feldversuche mit Chlorcholinchlorid zu Winterweizen. Bodenkultur 13: 27—45.
- MUKULA, J. 1965. Kokemuksia CCC:n käytöstä laontorjuntaan. Erip. Maamiehen Lääke n:o 2.
- » & TEITTINEN, P. 1967. Uusia kokemuksia kemiallisesta laontorjunnasta. Koetoin. ja Käyt., n:o 4—5.
- » & LAAKSONHEIMO, J. 1966. Chlorocholine chloride (CCC) for prevention of lodging of wheat in Finland. Acta Agric. Fenn. 107: 103—124.
- PRIMOST, E. & RITTMAYER, G. 1968a. Der Einfluss verschiedener Wachstumsfaktoren auf die Halmverkürzende Wirkung von Chlorcholinchlorid (CCC) bei Winterweizen im Feldversuch. Plant and Soil 29, n:o 1: 66—91.
- » & —» 1968b. Die Wirkung von Chlorcholinchlorid (CCC) auf Kornertrag und Qualität von Roggen in Feldversuchen. Bodenkultur 19, Heft 2: 112—126.
- » & —» 1968c. Veränderungen im Aufbau der Weizenhalme bei CCC-Behandlungen in Abhängigkeit von Sorte und Standort. Z. Acker- u. Pflanzenbau 128: 117—138.
- SALONEN, M. 1965. Havaintoja kloorikolinkloridin eli CCC:n vaikutuksesta rukiiseen. Koetoin. ja Käyt. 22: 18.
- STURM, H. & JUNG, J. 1964. Der Einfluss von Blattspritzungen mit Chlorcholinchlorid (CCC) auf Wachstum und Ertrag von Weizen. Z. Pflanzen- u. Ackerbau 120: 232—252.
- TEITTINEN, P. 1966. Kemiallista laontorjuntaa. Pellervo, n:o 7: 324—325.
- » & MUKULA, J. 1967. Kevätvehnän typpilannoitus laontorjuntakokeissa. Sama, n:o 10: 556—557.
- » & —» 1969. Uusinta tietoa CCC:n käytöstä. Sama, n:o 8: 508—509.
- YLLÖ, L. 1964. CCC-aineen vaikutus kevätvehnän kasvuun. Koetoin. ja Käyt. 21: 29, 32.
- » 1967. CCC:n vaikutus syysrukiin kasvuun. Sama 24: 33.
- ZWATZ, B. 1967. Der Einfluss von CCC auf den Krankheitsbefall von Getreide. Der Pflanzenarzt 20: 65—67.

SUMMARY

THE EFFECT OF CHLORMEQUAT (CCC) ON GRAIN YIELD AND GROWTH FORMS OF CEREALS

YRJÖ PESSI, MIKKO YLÄNEN and AUVO LESKELÄ

Rikkihappo Oy, Helsinki

At the Kotkaniemi Experimental Farm at Vihti it has been possible to shorten and strengthen the straw of winter cereals, spring wheat, four- and six-row barley, and oats by using Chlormequat (CCC) which has resulted in a decrease in lodging. The greatest increase in the grain yield was achieved with spring wheat, the following in order were rye, barley, and winter wheat.

The treatment did not wholly eliminate the lodging of rye but it did prevent the rye from lodging before blooming. Results achieved with treatment of winter wheat with Chlormequat varied each year.

The straw of barley and oats was also distinctly shorter and in some cases even an increase in grain yield could be noticed.

The later the spring treatment, the more the straws of cereals shortened. In practice, however, preference has to be given to the time point of weed control when attention is paid to increase in grain yield and to other viewpoints.

In favourable growth conditions and under heavy fertilization, the increase in the grain yield caused by Chlormequat treatment is at its greatest. In unfavourable conditions the increases in grain yield are small and the grain yield may even decrease.