

633.11 : 577.17

BIBLIOTHEEK
INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

SEPARAAT
nr. 25640

G. H. Arnold, Dr B. Belderok, Dr J. Bruinsma,
Dr P. F. J. v. Burg, Dr K. Diltz, Ir N. M. de Vos

OVER DE TOEPASSING VAN CCC (CHLOORCHOLINECHLORIDE) OP TARWE

over de toepassing van op tarwe

CCC

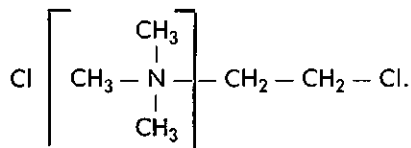
chloorcholinechloride

G. H. ARNOLD, DR B. BELDEROK, DR J. BRUINSMA, DR P. F. J. VAN BURG, DR K. DILZ en IR N. M. DE VOS

Inleiding

Er zijn in de laatste jaren verschillende stoffen gevonden, die de lengtegroei van planten kunnen beïnvloeden (BRUINSMA, 1). Van deze stoffen zijn er sommige in de handel gebracht; ze worden vooral toegepast in de sierteelt.

Eén van deze stoffen, die in de laatste tijd bijzonder de aandacht heeft getrokken, is CCC, een afkorting voor chloorcholinechloride, voluit 2-chlooraethyltrimethyl ammoniumchloride:



De eerste mededelingen over CCC verschenen in 1960 van de hand van de Amerikaan TOLBERT (13). Hoewel CCC bij zeer uiteenlopende plantensoorten de lengtegroei kan beïnvloeden, heeft dit produkt in enkele jaren een zekere vermaardheid verworven, doordat het in talrijke proeven met succes op tarwe is toegepast. In Oostenrijk zijn in de laatste jaren door LINSE, MAYR, PRIMOST en RITTMAYER (10, 11, 12, 14), in Duitsland door JUNG en medewerkers (5-9), en in Engeland door CALDICOTT en LINDLEY (3), talrijke pot- en veldproeven op granen genomen, waarbij vooral bij tarwe een belangrijke stengelverkortening werd verkregen, en in veldproeven legering kon worden tegengegaan. Op andere granen was het effect van een CCC-behandeling kleiner en meestal van voorbijgaande aard. Het feit, dat men met CCC de legering kan tegengaan of dikwijls zelfs geheel kan voorkomen, maakt, dat men vooral

in Oostenrijk en Duitsland van de toepassing van dit middel grote verwachtingen koestert.

Vele van in deze landen voorkomende tarwerassen hebben, naast de voor deze streken goede teeltkwaliteiten, het bezwaar van matig stevig stro, waardoor ze gevoelig zijn voor legering. Dit weerhoudt de boeren ervan hun tarwe voldoende met stikstof te bemesten, zodat de tarweopbrengsten in deze landen, mede hierdoor, lager liggen dan in ons land. Men verwacht echter door een CCC-behandeling de stikstofgift te kunnen verhogen, waardoor het opbrengstniveau aanzienlijk zou kunnen stijgen. Ten aanzien van de toepassingsmogelijkheden van CCC in ons land dient men zich te realiseren, dat de situatie van de tarweteelt hier nogal verschilt van die in Oostenrijk en Duitsland. Immers de stevigheid van de in Nederland geteelde tarwerassen is in de loop der jaren aanzienlijk verbeterd. Van onze granen is tarwe dan ook het minst gevoelig voor legering. Verder is de stikstofbemesting van tarwe op onze betere gronden hierdoor veel minder ver van het optimum verwijderd dan in Duitsland en Oostenrijk het geval is. Toch is het de moeite waard om na te gaan in hoeverre in ons land door toepassing van CCC het legeringsrisico en de daarmee gepaard gaande opbrengstderving kan worden verkleind en het opbrengstniveau kan worden verhoogd.

In het volgende zal worden nagegaan, welk effect CCC heeft op de ontwikkeling en de uiterlijke kenmerken, de legering en de korrelopbrengst van tarwe.

De resultaten zijn ontleend aan de volgende proeven:

proefnummer en plaats	grondsoort	gewas en ras	CCC			
			toedienings- wijze	hoeveelheid*	stadium	
PAW 998	Randwijk	rivierklei	w.tarwe, Cleo	bespoten	diverse	diverse
PAW 999	Randwijk	rivierklei	z.tarwe, Opal	bespoten	diverse	diverse
IB 818	Kloosterburen	zavel	z.tarwe, Carpo	grond	8 kg	voor het zaaien
IB 827	Kloosterburen	zavel	w. en z.tarwe, div.	bespoten	5 en 20 kg 5 kg	stadium 2 stadium 6
IB 830	Westernieland	zavel	w.tarwe, Stella	bespoten	5 kg	stadium 2

* alle CCC-hoeveelheden worden in het vervolg vermeld in kg "actief".

De oorzaak van legering

Met de toepassing van CCC wordt beoogd de legering van het graan te voorkomen. De gevoeligheid van een graangewas voor legering hangt in belangrijke mate af van de lengte en de stevigheid van de halmen. Uit het onderzoek van MULDER (13) is gebleken, dat de stevigheid van de stengel voor een belangrijk deel bepaald wordt door de lengte en dikte van de onderste halmleden. Deze worden lang en dun, dus minder stevig, o.a. bij een dichte stand van het gewas, bij een overmatige stikstofvoeding en in het algemeen bij die omstandigheden, die gunstig zijn voor een welige groei tijdens het schieten. De grotere lengte van de onderste halmleden is het gevolg van een grotere celstrekking. Deze gaat bovendien samen met een geringere verdikking en verhouding van de celwanden. Daar bij een overmatige stikstofvoeding de afmetingen en het gewicht van het bovenste deel van de halm sterk toenemen, worden de zwakkere onderste leden extra zwaar belast, waardoor er niet veel voor nodig is om het gewas te doen legeren.

De werking van CCC

De werking van CCC berust op het tegengaan van de celstrekking en mogelijk de celdeling. De stof behoort tot de z.g. anti-gibberellinen. (Gibberellinen komen in jonge plantenweefsels voor en bevorderen o.a. de celstrekking. BRUINSMA, 2).

Uit Oostenrijkse onderzoeken (PRIMOST, RITTMAYER, MAYR, 14), is inmiddels gebleken, dat de vroege toepassing van CCC niet alleen leidt tot verkorting van de halmleden, maar ook tot verdikking van de onderste halmleden en van de stengelwand van deze leden. Uit proeven van MAYR en PRESOLY (11) is gebleken, dat de stengelleden van de met CCC behandelde planten meer vaatbundels, dus meer houtvaten bevatten, terwijl ook meer sklerenchym (dikwandig weefsel) wordt gevormd.

Invloed van CCC op de ontwikkeling van het gewas

CCC kan via de grond (bv. gemengd met de stikstofmeststof) worden toegediend of rechtstreeks op het gewas worden gespoten. Op de voor- en naden hiervan, op toedieningstijdstip en hoeveelheid wordt later nader ingegaan.

De nu volgende beschrijving van de invloed van CCC op tarwe is niet de weergave van een reeks waarnemingen in één en dezelfde proef, maar is een verzameling van een aantal waarnemingen op verschillende proefvelden, met verschillende hoeveelheden en tijdstippen van CCC-toediening.

Het is de bedoeling te beschrijven hoe een met CCC behandelde tarwe zich in de achtereenvolgende ontwikkelingsstadia kan onderscheiden van een onbehandeld gewas.

Uitstoeling

Vanaf de vroege voorjaarsgroei is de invloed van de CCC-behandeling merkbaar. Bij enige zomertarwes (Opal, Gaby) in een rassenproef (IB 827) in Kloosterburen, die later met een sterke stengelverkorting op de CCC-toediening bleken te reageren, werd een platte groeiwijze waargenomen. De planten hadden het typische uiterlijk van een in het voorjaar gezaaide wintertarwe en leken dus niet gevernaliseerd. Bij de onbehandelde planten stonden de spruiten meer rechtop. In het CPO te Wageningen is bij een zomertarwe (Opal), afkomstig van de proefvelden PAW 998 en 999 te Randwijk, het verloop van de ontwikkeling van het groeipunt onderzocht. Hierbij is gevonden dat in het met CCC behandelde object de

aanleg van de aar enkele dagen later plaats kan vinden dan in het onbehandelde object. Dit wijst erop, dat CCC de ontwikkeling van het gewas enigszins vertraagt, wat, zoals we later zullen zien, tot aan het eind van de groeiperiode merkbaar blijft.

Doorschieten

Bij de verdere ontwikkeling van het gewas tijdens het doorschieten, valt in de eerste plaats op, dat de met CCC behandelde planten korter blijven, als gevolg van een kortere schijnstengel (zie foto 1). Dit komt tot uiting in een lagere productie van bovengrondse delen, zoals blijkt uit proefoogsten bij het begin en het einde van het schieten van Opal (PAW 999, tabel 1). Uit de tabel blijkt, dat het gewas sterk

Foto 1 — Het effect van CCC (3 kg CCC in stadium 5) op lengtegroei en bladstand bij Cleo wintertarwe. PAW 998. Links geen CCC, rechts met CCC.



Tabel 1. Effect van CCC op bovengrondse, vegetatieve productie van Opal (PAW 999)

kg N/ha	drooggewicht g/m ²			
	begin schieten		einde schieten	
	- CCC	+ CCC ¹⁾	- CCC	+ CCC
0	202	178	605	440
30	326	309	888	683
60	372	240(?)	867	792
90	418	342	888	861
120	475	343	990	900

¹⁾ 3 kg CCC in stadium 5

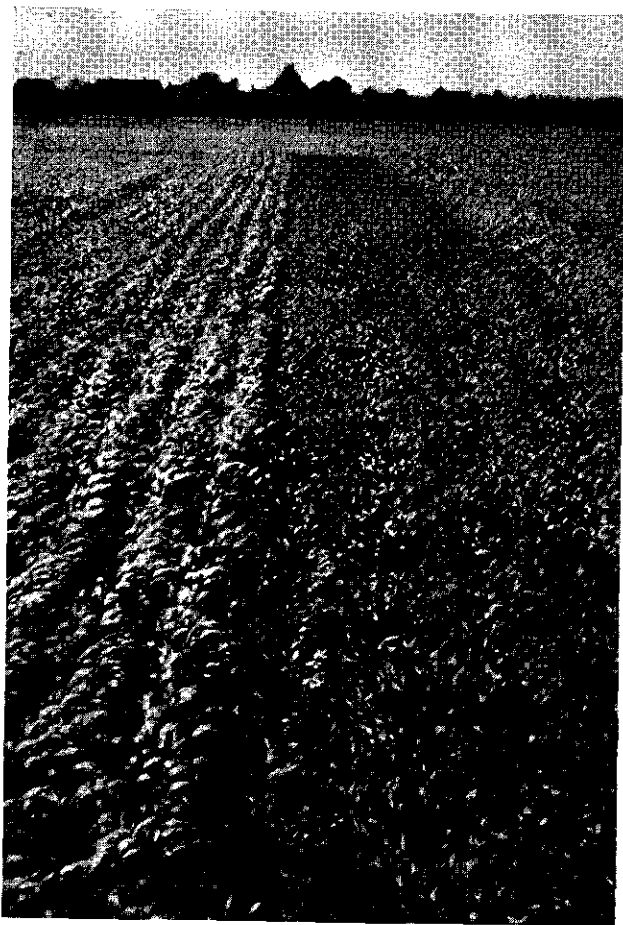


Foto 2 — Het effect van CCC (3 kg CCC in stadium 5) op de lichtabsorptie door Cleo wintertarwe. PAW 998.

Links: Onbehandelde planten, de bladeren hangen over en kaatsen veel licht terug.

Rechts: Behandelde planten, steile bladstand, de bladeren kaatsen minder licht terug.

reageert op de stikstofbemesting, terwijl door CCC de droge-stofproductie der bovengrondse delen achterblijft, wat vooral geweten moet worden aan de geringere bodembedekking (dus geringere lichtinterceptie) van de met CCC behandelde planten in een jong stadium.

Uit de beide proefoogsten blijkt, dat het verschil in droge-stofproductie tussen de behandelde en onbehandelde objecten bij de tweede proefoogst globaal niet groter was dan bij de eerste. Dit wijst erop, dat het CCC-effect op de remming van de droge-stofproductie slechts van tijdelijke aard is geweest.

Wortelstelsel

In deze proef is het wortelstelsel niet in het onderzoek betrokken, zodat niet vaststaat of de totale droge-stofproductie van de plant onder invloed van CCC geringer wordt. In Duitsland is in potproeven met tarwe door JUNG (pers. meded.) gevonden, dat door CCC het wortelstelsel vergroot wordt. Hetzelfde is in Engeland aangetoond door HUMPHRIES (4) en in Polen door SUPNIEWSKA (15.)

Bladstand

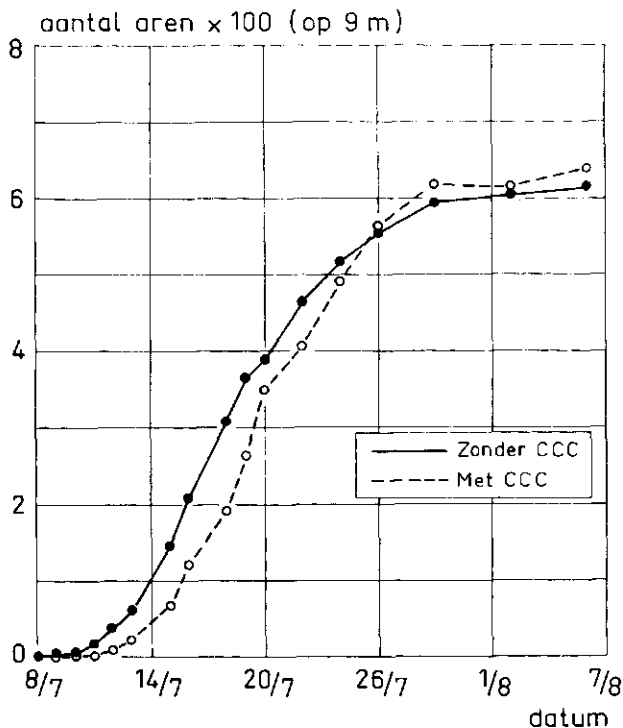
Behalve dat het gewas na behandeling met CCC korter is, valt ook op, dat de bladeren meer rechtop staan (zie ook foto 1) en korter en breder zijn (tabel

Tabel 2. Effect van CCC op lengte en breedte (relatief) van Cleo wintertarwe (PAW 998)

behandeling	laatste blad		voorlaatste blad	
	lengte	breedte	lengte	breedte
0 N - CCC	100	100	100	100
0 N + CCC*	88	111	90	107
120 N - CCC	100	100	100	100
120 N + CCC*	87	111	90	109

* 3 kg CCC in stadium 5

2). Het verschil in bladstand veroorzaakt ook een verschil in lichtweerkaatsing. Dit is duidelijk te zien op foto 2, waar naast elkaar een behandelde en onbehandelde strook van proef PAW 999 zijn afgebeeld. De geringere lichtweerkaatsing moet inhouden, dat er meer licht per eenheid van oppervlak wordt geabsorbeerd, waardoor mogelijk een hoger rendement van de opvallende lichtenergie zal kunnen worden bereikt.



Figuur 1 — Invloed van CCC-toediening op het uitkomen van de aar bij Carpo zomertarwe. 100 kg N per ha, IB 818, (1963)

Bladgroen

Verder is het een bekend verschijnsel, dat met CCC behandelde gewassen donkerder van kleur zijn dan de onbehandelde. Voor een deel kan dit verband houden met de zojuist genoemde geringere lichtweerkaatsing. Het is evenwel gebleken, dat door een CCC-behandeling het chlorophyl-gehalte wordt verhoogd. (HUMPHRIES, 4; SUPNIEWSKA, 15).

Uit een onderzoek, dat in het CPO te Wageningen werd uitgevoerd in plantenmateriaal van PAW 999, is gebleken, dat het chlorophyl-gehalte in met CCC behandelde planten 1.35 mg per gram vers gewicht bedroeg tegenover 1.29 mg in de onbehandelde objecten. Deze factoren kunnen een tegenwicht vormen tegen de aanvankelijk geringere mate van bodembedekking.

Bloei en rijping

Het in de aar komen van de tarwe wordt door de CCC-behandeling vertraagd. Dit wordt fraai gedemonstreerd in figuur 1, waarin de resultaten zijn gegeven van tellingen van het aantal zichtbare aren bij het ras Carpo op IB 818 te Kloosterburen. Bij

alle N-hoeveelheden bleek de vertraging ongeveer 2 à 3 dagen te bedragen. Dit is ongeveer dezelfde verschuiving als voor de aanleg der bloemprimordia werd gevonden (zie boven). Het uiteindelijke aantal aren werd na een CCC-behandeling groter dan in de onbehandelde objecten.

CCC en schot

In dit artikel is al enige malen vermeld, dat CCC de ontwikkeling van het gewas remt. Het leek, in de lijn van deze waarnemingen, niet onmogelijk, dat door CCC ook de kieming van het zaad zou kunnen worden vertraagd, d.w.z. de gevoeligheid voor schot zou kunnen worden verminderd.

Om deze mogelijkheid te toetsen is op het ras Carpo van het proefveld IB 933 een late bespuiting met CCC toegepast, en wel op de stadia: melkrijpheid, begin van de meelrijpheid (= deegrijpheid) en einde van de meelrijpheid. In de periode rondom de oogst werden door het IGMB regelmatig monsters korrels te kiemen gezet. Op deze wijze is het mogelijk, de duur van de kiemrustperiode na de oogst te bepalen. Het bleek echter, dat bespuiting met CCC tijdens de afrijping geen enkele invloed had op de duur van de kiemrust.

Het effect van CCC op de korrelopbrengst bij niet legerende gewassen

Om te kunnen beoordelen of CCC op zichzelf de korrelopbrengst beïnvloedt, is het nodig, dat de opbrengstvergelijking plaats vindt bij niet legerende gewassen. In de interprovinciale serie 651 (DE Vos, 17) zijn op een aantal proefvelden de onbehandelde

Tabel 3. Het effect van CCC op de opbrengst (100 kg/ha) van niet legerende tarwe (DE VOS, 17)

ras	proefveld	onbehandeld	6 kg CCC	
			stad. 4 à 5	stad. 8
Cleo	Z Ge	41.7	42.9	41.5
Flamingo	O Ge	52.3	57.0	53.2
Opal	W D	46.5	48.5	50.4
Peko	Ve	36.2	38.6	38.6

objecten niet gelegerd. In tabel 3 is een aantal gegevens, ontleend aan deze proefvelden, samengevat. Uit tabel 3 blijkt, dat bij een ruime CCC-dosering geen nadelig effect op de korrelopbrengst van niet legerende gewassen wordt gevonden. Dit is in over-

eenstemming met de tot dusver door buitenlandse onderzoekers gepubliceerde ervaringen (JUNG en STURM, 7).

Bij de behandeling van de toedieningstijd zullen we zien, dat een zeer late CCC-toediening tot depressies in de korrelopbrengst kan leiden.

Het effect van CCC op de samenstelling van de oogst

Met samenstelling van de oogst wordt bedoeld de beschrijving van de afzonderlijke bestanddelen, die tot de graanopbrengst bijdragen, te weten: het aantal halmen per ha, het aantal korrels per halm en het 1000-korrelgewicht.

In proef IB 827 werd het effect van CCC op een groot aantal soorten en rassen, vooral van zomergranen, getoetst bij enige toedieningstijden en hoeveelheden. Deze proef werd uitgevoerd bij 2 stikstofniveau's nl. 80 en 200 kg N/ha.

Tabel 4. Effect van CCC op de gemiddelde samenstelling van de oogst van 5 zomertarwerassen bij verschillende toedieningstijden en -hoeveelheden (IB 827)

behandeling	aantal aren per 2 m rijlengte		aantal korrels per aar		1000-korrel- gewicht	
	80	200	80	200	80	200
	kg N/ha		kg N/ha		kg N/ha	
– CCC	197	237	26.8	26.2	40.9	34.1
5 kg stad. 2	245	238	27.0	26.4	40.1	34.2
20 kg stad. 2	253	270	27.2	25.4	38.4	32.7
5 kg stad. 6	239	254	29.3	29.0	37.5	34.6

In tabel 4 zijn de gemiddelde resultaten van de oogstanalyse voor 5 zomertarwerassen weergegeven.

Het aantal aren wordt door een CCC-behandeling vrij sterk verhoogd, vooral bij een N-niveau van 80 kg N. Bij 200 kg N is de toeneming in het aantal aren onder invloed van CCC veel geringer. De hoge N-gift heeft op zichzelf al tot een hoger halmgetal geleid. De mate waarin het halmgetal door CCC toeneemt is sterk van het ras afhankelijk: bij Orca bijv. is de toeneming zeer sterk, maar bij Carpo vrij gering. Het effect van toedieningstijd en hoeveelheid loopt voor de rassen nogal uiteen.

Het aantal korrels per aar wordt door de stikstofhoeveelheid nauwelijks beïnvloed. Ook van een CCC-effect is in de meeste gevallen weinig te merken.

Opvallend was echter, dat na toediening in stadium 6 (begin van het schieten) het aantal korrels per aar, bij vrijwel alle 5 rassen en bij beide N-niveau's hoger was.

Het 1000-korrelgewicht was over de gehele linie bij 200 kg N duidelijk lager dan bij 80 kg N. Het effect van CCC op het 1000-korrelgewicht is afhankelijk van het N-niveau. Bij 80 kg N werkt CCC verlagend, 5 kg in stadium 6 had een sterker negatief effect dan 20 kg CCC in stadium 2. Bij 200 kg N daarentegen verhoogt 5 kg CCC in stadium 6 het 1000-korrelgewicht, terwijl 20 kg CCC in stadium 2 het 1000-korrelgewicht verlaagt.

Uit deze proef blijkt, dat CCC het aantal halmen kan beïnvloeden. Mogelijk is dit het gevolg van een sterkere uitstoeling. Het is echter ook denkbaar, dat van de aangelegde spruiten er onder invloed van de CCC-behandeling gedurende de ontwikkeling van het gewas minder afsterven dan anders het geval is. Daar er geen spruitentellingen gedaan zijn bij het einde van de uitstoeling, kan over de wijze, waarop CCC het halmgetal beïnvloedt geen uitspraak worden gedaan. Het aantal korrels per aar wordt door de CCC-behandeling niet beïnvloed, behalve na de bespuiting in stadium 6, die bij alle zomertarwes tot een hoger korrelaantal per aar leidde. Het effect van CCC op het 1000-korrelgewicht bleek sterk afhankelijk van het N-niveau. Het is de vraag of hierbij van een rechtstreeks CCC-effect sprake is. Het is mogelijk, dat de verlaging van het 1000-korrelgewicht verband houdt met het grotere halmgetal. In dit opzicht leiden CCC-behandeling en meer stikstof tot een soortgelijk resultaat. De vergroting van het aantal halmen/ha is niet algemeen. Bij proef IB 830 met Stella wintertarwe en evenmin bij proef PAW 998 met Opal zomertarwe werd een verhoging van het halmgetal gevonden. De hoeveelheid verspoten CCC in proef PAW 998 was veel kleiner dan in proef IB 827, waar Opal wel met een vergroting van het halmgetal reageerde.

In Oostenrijkse veldproeven (MAYR, PRIMOST, RITTMAYER, 12) is met een wintertarwe gevonden, dat het halmgetal en 1000-korrelgewicht, ondanks een geringere standdichtheid (3×10^6 tegen 4.5×10^6 halmen/ha in onze proeven) niet door CCC werden beïnvloed, wel echter het aantal korrels per aar. Waarschijnlijk spelen hierbij ook rasverschillen een rol.

Het effect van CCC op de stengelverkorting

De halmverkorting is het meest opvallende effect van de behandeling met CCC. De mate van verkorting blijkt verband te houden met:

- het ras
- tijdstip van toediening
- de hoeveelheid
- de teeltomstandigheden.

De afhankelijkheid van het ras

Door het RLC Schagen (DE Vos, 17) is in een rassenproef met winterarwe gespoten met 3 kg CCC/ha in stadium 5. Het effect op de halmverkorting is

Tabel 5. Het effect van een CCC-bespuiting op stengellengte (cm), gemeten tot de aar, bij winterarwe (DE VOS, 17)

ras	- CCC	+ CCC ¹⁾	% verkorting
Felix	91.1	57.6	37
Manella	94.4	61.3	35
Flevina	88.8	63.4	29
Cleo	93.8	67.9	28
Stella	97.3	73.2	25
Ibis	90.5	70.9	22
Flamingo	97.8	79.5	19
Hector	85.2	72.6	15

¹⁾ 3 kg CCC in stadium 5

weergegeven in tabel 5. Het blijkt, dat alle rassen duidelijk op de CCC-behandeling reageren, maar dat er grote verschillen tussen de rassen bestaan. Vooral Felix en Manella hebben sterk gereageerd. Aan het proefveld IB 827 te Kloosterburen ontlent we de reactie van een 5-tal zomertarwes (tabel 6).

Tabel 6. Effect van CCC op stengellengte (cm), gemeten tot de aar, bij zomertarwe (IB 827)

ras	- CCC	+ CCC ¹⁾	% verkorting
Opal	93.8	49.6	47
Gaby	85.5	53.7	37
Orca	94.2	66.7	29
Carpo	94.8	70.2	26
Peko	107.4	86.4	20

¹⁾ 5 kg CCC in stadium 6

Van het materiaal zijn de objecten vermeld waarbij 5 kg CCC/ha in stadium 6 is gespoten. Ook bij de zomertarwe is er groot verschil tussen de rassen.

Wijze, hoeveelheid en tijdstip van toediening

Het uiteindelijke resultaat van de CCC-behandeling

ten aanzien van halmlengte (en korrelopbrengst) wordt bepaald door de wijze van toediening (in de grond brengen of over het gewas spuiten), de hoeveelheid en het toedieningstijdstip.

In Nederland is het effect van toediening van CCC via de grond niet vergeleken met dat van een bespuiting over het gewas. Uit Duitse onderzoeken (JUNG, 5) is echter gebleken, dat het bespuiten van het gewas in het algemeen iets effectiever is. Dit is in de eerste plaats een gevolg van het feit, dat bij toediening via de grond, CCC vroeg (tegelijk met de bemesting) moet worden toegediend. Zoals we nog zullen zien, is het tijdstip van toediening van invloed op de stengelverkorting. Verder is uit het onderzoek van JUNG gebleken, dat bij toediening van CCC via de grond, het CCC-effect minder is, naarmate de adsorptiecapaciteit van de grond groter en de pH hoger is. Tenslotte is nog gevonden, dat CCC minder effectief is, naarmate deze stof langer voor het zaaien aan de grond is toegediend, wat door JUNG (6) aan microbiologische afbraak is toegeschreven. In zeer grote concentraties, 300 kg/ha, bleek CCC geen invloed te hebben op de bodemademhaling of de nitrificatiesnelheid.

Tabel 7. Effect van CCC-hoeveelheden op stengellengte (cm), gemeten tot de aar, van Cleo winterarwe en Opal zomertarwe (PAW 999)

hoeveelheden kg CCC/ha	0	1.5	3	6
CLEO				
halmlengten	96	82	80	77
hoeveelheden kg CCC/ha	0	1.2	2.4	4.8
OPAL				
halmlengten	85	59	53	52

Indien het gewas bespoten zal worden, rijst de vraag met welke hoeveelheid en op welk tijdstip. De invloed van de hoeveelheid CCC op de halmlengte is o.a. nagegaan op het proefveld PAW 999 te Randwijk bij een winter- en een zomertarwe (tabel 7).

Het blijkt, dat de halmverkorting bij opklimmende CCC-hoeveelheden niet sterk meer toeneemt. Verder blijkt dat deze zomertarwe gevoeliger is voor een CCC-behandeling dan de winterarwe, wat overeenstemt met de algemene ervaringen en bovendien in de tabellen 5 en 6 al tot uiting komt.

Het dient te worden vermeld, dat wel eens spuit-

schade wordt waargenomen, die zich uit in witte plekken op het blad (zie foto 3). Het optreden van deze symptomen lijkt verband te houden met de weersomstandigheden (felle zon) tijdens en vlak na het spuiten. Er zijn aanwijzingen, dat een late bespuiting (omstreeks of na het einde van het schieten) aanleiding kan geven tot opbrengstdepressies (zie figuur 2), wat waarschijnlijk te wijten is aan de beschadiging van het laatste en voorlaatste blad.

Het effect van het *bespuitingstijdstip* op de totale halmlengte wordt bijzonder fraai gedemonstreerd aan het resultaat van de proef PAW 998 te Randwijk waar niet alleen de totale halmlengte, maar ook de afzonderlijke stengelleden zijn gemeten (tabel 8).

Uit de tabel blijkt, dat een vroege CCC-toediening de totale halmlengte niet zeer sterk verkort. Bij een latere toediening is de totale verkorting van de stengel groter. De grootste halmverkortening werd in deze proef verkregen bij toediening in stadium 7 en stadium 8-9.

Uit de tabel is af te leiden, dat bij een vroege toediening van CCC, oude stengelleden *relatief* sterker worden verkort dan de jonge. Naarmate CCC later wordt gegeven zijn het juist de jongere stengelleden, die *relatief* sterker worden beïnvloed dan de oudere. Daar de stengelleden van onder naar boven steeds langer worden (tabel 8) beïnvloedt eenzelfde *relatieve* verkorting van een hoger stengellid de to-

Tabel 8. Effect van het tijdstip van bespuiting op de lengte van de gehele stengel en de relatieve lengte (in procenten) van de afzonderlijke stengelleden bij Cleo wintertarwe (PAW 998)

bespuiting ¹⁾ in stadium	stengellid (relatieve lengte) ²⁾					totale stengel-lengte (cm)
	1	2	3	4	5	
—	100 (4.5)	100 (11)	100 (17.5)	100 (25)	100 (37)	95
4	83	81	85	88	96	83
5	87	82	83	86	96	83
6	87	76	74	85	90	80
7	100	91	64	73	84	76
8-9	100	100	66	66	72	73

¹⁾ 3 kg CCC ²⁾ tussen haakjes: lengte in cm

tale halmlengte veel meer dan die van de onderste, d.w.z. de oudste stengelleden. Dit komt ook tot uiting indien men de lengtegroei van de gewassen op de proefvelden volgt. Na een vroege bespuiting ziet men aanvankelijk vrij grote groeiverschillen, die echter, naarmate het gewas zich ontwikkelt, relatief steeds kleiner worden. De verschillen "groeien er uit". Daarentegen zijn dan de groeiverschillen in later bespoten gewassen veel groter en deze blijven tot de oogst veel sterker aanwezig.

Het lijkt er op, dat CCC in een bepaald stadium toegediend, die stengelleden het sterkst beïnvloedt, die op het moment van toediening het sterkst aan celstrekking onderhevig zijn.

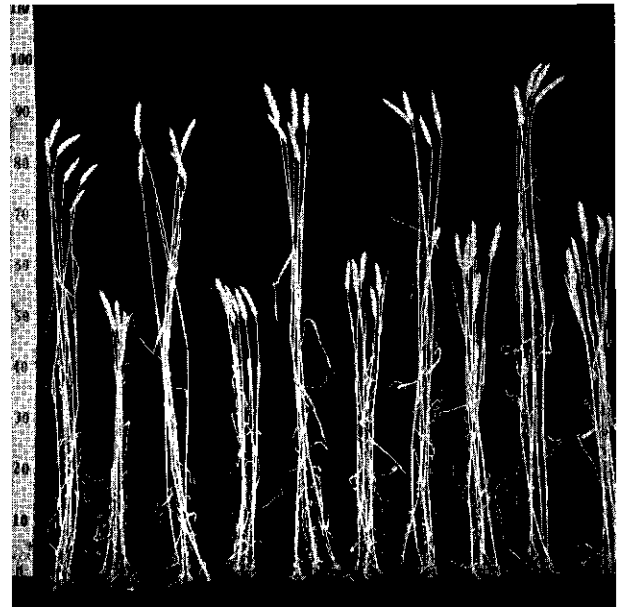
3



Foto 3 — Bladbeschadiging na CCC-bespuiting (3 kg CCC). Gefotografeerd zes dagen na de toediening op 8 mei 1964. PAW 998.

Foto 4 — Het effect van CCC (2.4 kg CCC in stadium 5) op de stengellengte van Opal zomertarwe bij opklimmende stikstofgiften. Van links naar rechts: 0, 30, 60, 90 en 120 kg N per ha. Voor elke N-gift links: geen CCC, rechts: + CCC.

4



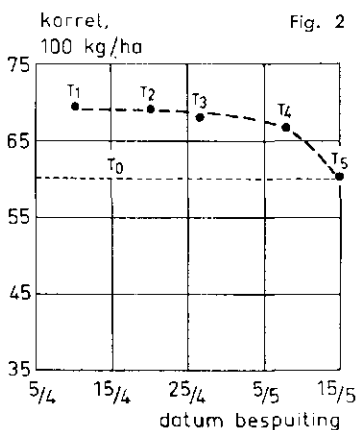


Fig. 2

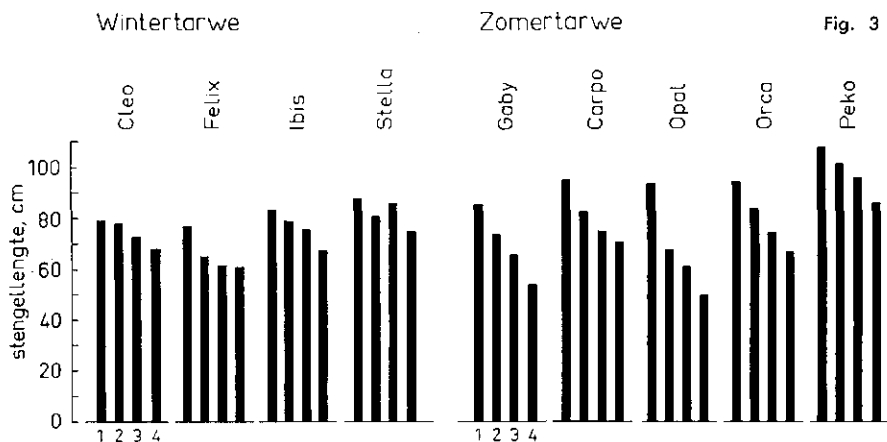


Fig. 3

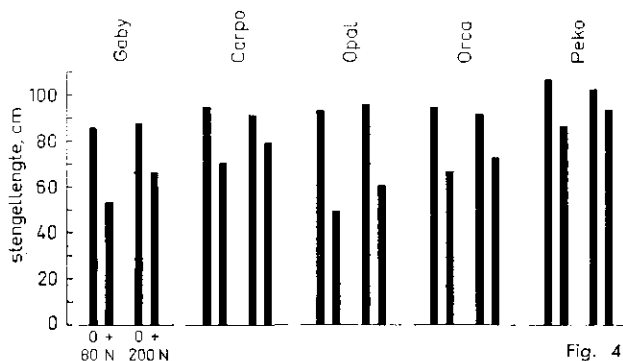


Fig. 4

Figuur 2 — Invloed van tijdstip van CCC-toediening op korrel-opbrengst (16% vocht) van Cleo wintertarwe bij 70 kg N per ha. PAW 998 (1964)

T₀ = geen CCC
 T₁ = stadium 4 (10/4)
 T₂ = stadium 5 (20/4)
 T₃ = stadium 6 (27/4)
 T₄ = stadium 7 (5/5)
 T₅ = stadium 8-9 (15/5)

Figuur 3 — Invloed van hoeveelheid CCC en tijdstip van toediening op de stengellengte van verschillende winter- en zomertarwerassen. IB 827 (1964), 80 kg N per ha.

1 = geen CCC
 2 = 5 kg CCC in stadium 2
 3 = 20 kg CCC in stadium 2
 4 = 5 kg CCC in stadium 6

Figuur 4 — Invloed van CCC-toediening (5 kg CCC in stadium 6) op de stengellengte van zomertarwe bij twee stikstofniveaus IB 827 (1964).

Tijdstip tegenover hoeveelheid

Zowel de hoeveelheid CCC als het tijdstip van toediening zijn van invloed op de mate van stengelverkorting. Welke van beide factoren het sterkste effect heeft, kan worden nagegaan aan de hand van de resultaten van het rassenproefveld te Kloosterburen IB 827. Hier kunnen namelijk drie objecten met het onbehandelde worden vergeleken:

- 5 kg CCC in 5-blad-stadium (stadium 2)
- 20 kg CCC in 5-blad-stadium (stadium 2)
- 5 kg CCC in stadium 6 (begin schieten)

De stengellengtes bij de stikstofgift van 80 kg N zijn voor 4 winter- en 5 zomertarwerassen uitgezet in figuur 3.

Uit figuur 3 blijkt, dat 20 kg CCC vroeg een sterkere halmverkorting heeft veroorzaakt dan 5 kg CCC vroeg, maar dat de stengels door 5 kg CCC laat veel sterker zijn verkort dan door 20 kg CCC vroeg. Ook dit resultaat is in overeenstemming met ervaringen in het buitenland (PRIMOST, RITTMAYER, MAYR, 14),

namelijk dat het tijdstip van toediening veel meer effect heeft dan de hoeveelheid CCC.

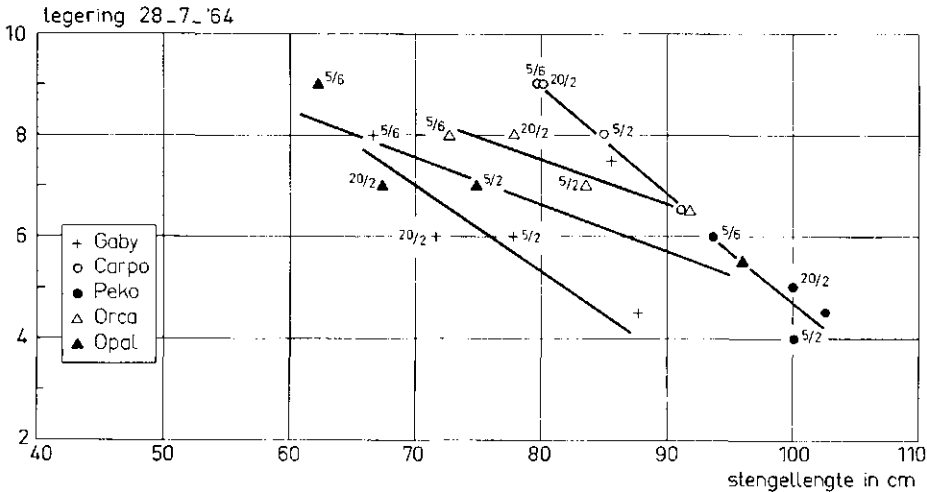
Interactie: stikstof — CCC

Het effect van CCC in afhankelijkheid van het stikstofniveau kan eveneens worden nagegaan op de rassenproef in Kloosterburen (IB 827).

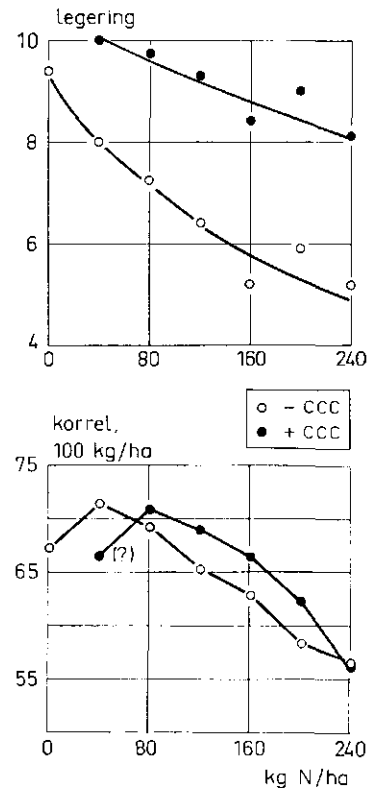
In figuur 4 is het effect van 5 kg CCC in stadium 6 vergeleken bij 5 zomertarwerassen bij 80 en 200 kg N per ha.

Uit figuur 4 kan worden afgelezen, dat de stengellengte door de stikstofgift niet noemenswaard wordt beïnvloed. Bij 200 kg N/ha is de halmverkorting door CCC duidelijk geringer dan bij 80 kg N. Ook dit resultaat correspondeert met ervaringen van andere onderzoekers (MAYR, PRIMOST, RITTMAYER, 12). De wisselwerking tussen stikstofgift en CCC wordt fraai gedemonstreerd in foto 4, waarop het CCC-effect is weergegeven bij opklimmende N-hoeveelheden.

Figuur 5 — Verband tussen stengellengte (geen CCC, 5 kg CCC in stadium 2, 20 kg CCC in stadium 2, 5 kg CCC in stadium 6) en mate van legering (10 = staand, 0 = plat) bij verschillende rassen zomertarwe. IB 827 (1964), 200 kg N per ha.



Figuur 5



Figuur 6

CCC en legering

Tot dusver is steeds het verband tussen CCC-behandeling en stengelverkorting behandeld. Het doel van CCC-behandeling is niet om een zo groot mogelijke verkorting van de stengel te verkrijgen, maar om legering te voorkomen. In hoeverre dit lukt, kan worden nagegaan aan de hand van de resultaten van IB 827, waar de legering en de stengelverkorting onder invloed van verschillende CCC-behandelingen zijn bestudeerd.

Het verband tussen stengellengte en legering bij een niveau van 200 kg N is voor 5 zomertarwerassen weergegeven in figuur 5.

Uit figuur 5 is af te leiden, dat er een duidelijk verband bestaat tussen stengellengte (c.q. stengelverkorting) en de mate van legering. Bovendien zijn er duidelijke rasverschillen. Bij de rassen Carpo en Peko wordt bij een betrekkelijk geringe stengelver-

korting een duidelijke vermindering van de legering bereikt. Bij de rassen Opal en Gaby is de vermindering in de mate van legering veel kleiner dan men op grond van de sterke stengelverkorting zou verwachten.

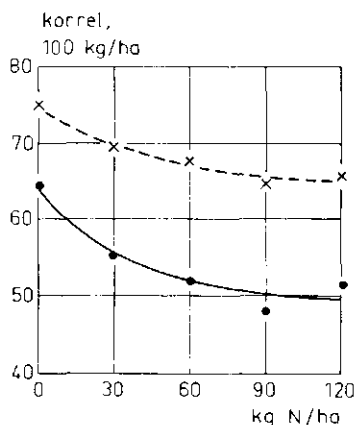
CCC, legering en korrelopbrengst

In de veldproef IB 830 te Westerland is het effect van CCC op legering en korrelopbrengst van Stella wintertarwe nagegaan bij stikstofhoeveelheden van 0-240 kg N/ha als kas, in het vroege voorjaar gegeven. De CCC werd in het 5-blad stadium (stadium 2) in een hoeveelheid van 5 kg per ha over het gewas gespoten. Het aantal aren bleek door CCC niet significant te zijn beïnvloed. De stengelverkorting door CCC was bij alle N-hoeveelheden vrijwel gelijk en bedroeg ongeveer 10 cm.

Figuur 6 — Invloed van CCC-toediening op de mate van legering (10 = staand, 0 = plat) en de korrelopbrengst (16% vocht) van Stella wintertarwe bij verschillende hoeveelheden stikstof in het voorjaar. CCC toegediend op 4 mei, stadium 2, naar 5 kg per ha. IB 830 (1964).

Het punt (?) wordt veroorzaakt door een zeer lage opbrengst van één van de vier herhalingen. Het opbrengstniveau van de drie overige lag bij 7100 kg korrel per ha.

Figuur 7 — Invloed van CCC-toediening op korrelopbrengsten (16% vocht) bij opklimmende stikstofgiften. Bovenste lijn + CCC (3 kg CCC in stadium 5) Onderste lijn — CCC PAW 998. Cleo wintertarwe, 1964.



Figuur 7

De korrelopbrengsten en de mate van legering zijn weergegeven in figuur 6.

Uit de figuur blijkt, dat de maximale korrelopbrengst van 7100 kg (16% vocht) bereikt werd bij een stikstofgift van 40 kg N, wat verband houdt met de voorvrucht poot aardappelen.

Naarmate meer stikstof dan 40 kg N/ha is gegeven, daalt de korrelopbrengst regelmatig tot 5600 kg bij een gift van 240 kg N. Met CCC is het maximale opbrengstniveau niet verhoogd. Ook met CCC daalt bij opklimmende N-hoeveelheden de opbrengst. Over een deel van de stikstof-opbrengstcurve zijn de opbrengsten van de met CCC behandelde objecten ongeveer 300 kg/ha hoger dan die van de onbehandelde objecten. Dit opbrengstverschil moet toe te schrijven zijn aan de geringere mate van legering na de CCC-behandeling. Uit figuur 6 blijkt, dat

CCC de legering van dit matig stevig ras bij de hoge N-giften niet heeft kunnen voorkomen maar wel sterk heeft verminderd.

In een proef met Cleo (PAW 998) trad bij het onbehandelde gewas reeds zeer vroeg legering op, nl. kort voor de bloei. Door bespuiting met CCC naar 3 kg per ha in stadium 5, dus kort voor het begin van het schieten kon legering tot ca 3 weken voor de oogst geheel worden voorkomen. Daarna kwam op de met stikstof bemeste velden in lichte mate legering voor en wel in de vorm van een knik in de onderste halmleden, waardoor het gewas ook wat ging hangen.

Zonder stikstof (voorvrucht poot aardappelen) gaf het gewas reeds een hoge opbrengst en alle stikstofgiften resulteerden hier in een lagere opbrengst. Niettemin werd zelfs bij de voor dit proefveld extreem hoge gift van 120 kg N, in combinatie met CCC, een redelijk stevig gewas verkregen. Dit blijkt ook wel uit het verschil in opbrengst met en zonder CCC, (zie figuur 7), dat bij de hoge stikstoftrappen ongeveer 1500 kg per ha bedroeg.

Uiteraard kunnen deze proeven geen algemene richtlijn verschaffen over de mate, waarin met CCC het opbrengstniveau kan worden verhoogd resp. opbrengstderiving door legering kan worden voorkomen. Om hiervan een indruk te krijgen, is een groter aantal proeven met allerlei rassen onder verschillende groeiomstandigheden nodig. Over dit punt wordt door Ir. de Vos elders in dit nummer geschreven.

SAMENVATTING

In 1963 en 1964 werd door verschillende instituten in Nederland onderzoek verricht over de invloed van CCC op de ontwikkeling, legering en opbrengst van tarwe.

- Gedurende de ontwikkeling van de tarwe kunnen, afhankelijk van ras, hoeveelheid CCC en tijdstip van toediening, de volgende verschijnselen worden waargenomen:

Tijdens de uitstoeeling een platte groeiwijze van de spruiten.

Met CCC behandelde planten zijn korter.

De bladstand is steiler; de bladeren zijn korter maar breder; de lichtweerskaatsing is minder, de

kleur van de planten is donkerder en het chlorophyl-gehalte is hoger dan bij onbehandelde planten. Door een CCC-behandeling kan het aantal halmen toenemen, het 1000-korrelgewicht daalt meestal, terwijl het aantal korrels per aar nauwelijks wordt beïnvloed. Een vergroting van het halmgetal wordt echter lang niet altijd waargenomen. Deze oogstcomponenten kunnen elkaar compenseren.

- Het effect van CCC op de uiteindelijke stengelverkortening is sterk afhankelijk van het ras, tijdstip en hoeveelheid van toediening.

Zomertarwes reageren gemiddeld iets sterker dan wintertarwes maar de verschillen tussen de rassen zijn zeer groot.

Sputten over het gewas is effectiever dan toediening via de grond.

Een late bespuiting heeft meer effect op de verkorting van de totale halmlengte dan een vroege toediening.

Bij een vroege bespuiting worden de korte onderste halmleden het sterkst beïnvloed, bij een late bespuiting worden de zeer lange bovenste stengelleden relatief het meest verkort.

Het tijdstip van toediening heeft een veel sterker effect op de stengelverkortening dan de hoeveelheid CCC.

Het effect van CCC is bij een matige stikstofbemesting groter dan bij een hoog stikstofniveau.

- Bij niet legerende gewassen is geen nadelig effect van CCC op de korrelopbrengst waargenomen.

De stengelverkortening, door CCC teweeggebracht, heeft vermindering van legering tengevolge. Eenzelfde vermindering in stengellengte leidt voor de verschillende rassen echter niet tot een overeenkomstige vermindering van de legering.

Uit de hier besproken proeven blijkt, dat de vermindering van legering een opbrengstderving van enige tot vele honderden kilo's graan per ha kan voorkómen.

LITERATUUR

1. BRUINSMA, J., (1962) Chemical control of crop growth and development. Neth. J. Agric. Sci. 10, 409-426.
2. BRUINSMA, J., (1964) De chemische regulatie van ontwikkeling en groei. Meded. Dir. Tuinb. 27, 310-321.
3. CALDICOTT, J. J. B. and C. D. LINDLEY, (1964) The use of CCC to prevent lodging in wheat. Proc. 7th Brit. Weed Control Conf. Brighton 1, 49-56.
4. HUMPHRIES, E. C., (1963) Effects of 2 (chloro-ethyl) trimethyl ammonium chloride on plant growth, leaf area and net assimilation rate. Ann. Bot. 27, 517-532.
5. JUNG, J., (1964) Über die halmverkürzende Wirkung von Chlorcholinchlorid (CCC) bei Weizen und deren Abhängigkeit von der Bodenart. Z. Pflanzenern. Düngg. u. Bodenkunde 107, 146-153.
6. JUNG, J., (1964) Über den Einfluss von Chlorcholinchlorid (CCC) auf biologische Vorgänge im Boden. Z. Pflanzenern. Düngg. u. Bodenkunde 107, 153-157.
7. JUNG, J. und H. STURM, (1964) Wachstumsregulierende Wirkung von Chlorcholinchlorid (CCC). Landw. Forsch. 17, 1-9.
8. LINSER, H. und H. KÜHN, (1962) Lagerungshemmende bzw. standfestigkeitsstärkende Düngemittel auf Basis von gibberellinsäure antagonistischen Stoffen der Gruppe CCC (Chlorcholinchlorid). Z. Pflanzenern. Düngg. u. Bodenkunde 96, 231-247.
9. LINSER, H. und H. KÜHN, (1963) Höhe und Zeitpunkt der Düngung von Sommerweizen mit Chlorcholinchlorid zur Verkürzung der Halmlänge. Z. Pflanzenern. Düngg. u. Bodenkunde 101, 206-210.
10. LINSER, H., H. H. MAYR und G. BODO, (1961) Über die Wirkung von Chlorcholinchlorid auf Sommerweizen. Die Bodenkultur 12, 279-280.
11. MAYR, H. H. und E. PRESOLY, (1963) Untersuchungen an mit Chlorcholinchlorid (CCC) behandelten Weizenpflanzen. Anatomisch morphologische Ergebnisse. I. Mitteilung. Z. Acker u. Pflanzenbau 118, 109-124.
12. MAYR, H. H., E. PRIMOST und G. RITTMAYER, (1962) Untersuchungen über die Erhöhung der Standfestigkeit von Getreide. I. Feldversuche mit Chlorcholinchlorid zu Winterweizen. Die Bodenkultur 13, 27-45.
13. MULDER, E. G., (1954) Effect of mineral nutrition on lodging of cereals. Plant and Soil 5, 246-306.
14. PRIMOST, E., G. RITTMAYER und H. H. MAYR, (1964) Untersuchungen über die Erhöhung der Standfestigkeit von Getreide. II. Veränderungen im Aufbau des Weizenhalmes durch CCC-Behandlung. Die Bodenkultur 15, 14-31.
15. SUPNIEWSKA, J. H., (1963) Observations on the action of trimethyl (β -chloroethyl) ammonium chloride on plants. II. Wheat, carrot, beet. Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Biol. 11, 155-159.
16. TOLBERT, N. E., (1960) (2-Chloro ethyl) tri-methyl ammonium chloride and related compounds as plant growth substances. II. Effect on growth of wheat. Plant Physiol. 35, 380-385.
17. VOS, N. M. DE, (1964) De werking van het halmverkortend middel CCC bij winter- en zomertarwe (serie 651). Proefst. Akker- en Weideb. Gestencilde Versl. Interprov. Proeven, No. 103.