

نشریه دانشکده علوم، جلد دهم، شماره ۱، بهار ۱۳۵۷

تأثیر مواد CCC, B₄ و آلا در میزان رشد، طول ریشه، مرض خوابیدگی و کاهش شدت پژمردگی ناشی از کم آبی در گیاه گندم*

دکتر صادق فرهی آشتیانی

گروه بیولوژی، دانشگاه اصفهان

در باره اثر کوتاه کنندگی مواد B₄، CCC و آلا قبلاً گزارش شده است (۱، ۱۰، ۱۴، ۱۸، ۲۵، ۲۹، ۳۰). تولبرت (۳۰، ۳۹) ضمن مصرف CCC نشان داد علاوه بر کوتاه نمودن ساقه گندم از خوابیدگی آن نیز میتوان جلوگیری نمود، همچنین لینزر و همکاران (۱۹۹۱۸) گزارش داده اند که با مصرف CCC میتوان مانع خوابیدگی گندم شد.

در باره تأثیر انواع مختلف مواد کوتاه کننده رشد در کاهش مقدار آب مورد احتیاج گیاه و احتمالاً افزایش مقاومت گیاهان در مقابل پژمردگی و کم آبی گزارشهایی موجود است (۶، ۲۱، ۲۴)، ولی مکانیسم این موضوع هنوز ناشناخته است. مانیز با محلولپاشی قند با محلول یک در هزار CCC نشان دادیم که مساحت و شکاف روزنه برگ کاهش می یابد و گیاه چغندر قند دیرتر پژمرده میشود (۸). همچنین با مصرف B₄ در جوانه لوبیا گزارش کردیم که این ماده نیز باعث کوتاه شدن گیاه میگردد، جذب و دفع آب کاهش می یابد، ضریب تعرق ثابت میماند و گیاه دیرتر پژمرده میشود. بعلاوه کلروفیل برگ دیرتر تجزیه شده و مقدار کارتنوئید محتوی گیاه کاهش می یابد و قلمه گیاه، ریشه طویلتر تولید میکند (۱۰).

نظر باینکه مکانیسم تأثیر مواد کوتاه کننده رشد در میزان رشد و افزایش مقاومت گیاه در مقابل پژمردگی و مرض خوابیدگی متفاوت و هنوز ناشناخته است، بررسی مسائل زیر ضروری تشخیص داده شد.

۱- تأثیر مواد مختلف CCC, B₄ و آلا در میزان رشد برگ اول و دوم و افزایش مقاومت گیاهک گندم در مقابل خوابیدگی.

4- chlorobenzyltriautylammonim bromide (B₄). *

2- chloroethyltrimethylammonium chloride (CCC).

Succinic acid - 2, 2 - dimethyl hydrazide (ALAR).

۲- تأثیر مواد مختلف B4 و CCC در نسبت وزن ریشه به ساقه گیاهک گندم در تبعیت از پژمردگی.

۳- تأثیر توأم B4 و CCC با اسید ژیرلیک در میزان رشد برگ اول و دوم گیاهک گندم.

مواد و طرز آزمایش

بمنظور مطالعه تأثیر مواد سه گانه B₄، CCC و آلا (ALAR).

در میزان رشد، طول ریشه، کاهش خوابیدگی و کاهش شدت پژمردگی ناشی از کم آبی چند آزمایش در گلخانه، اطاق رشد و مزرعه بشرح زیر انجام شد. در این آزمایشها از دو نوع گندم امید و روشن (Triticum, sp) که در استان اصفهان و چهارمحال بختیاری بوسعت زیاد کشت میگردد استفاده شد.

۱- آزمایش در گلخانه

این آزمایش در گلخانه دانشگاه اصفهان با درجه حرارت متوسط ۲۲+۲ درجه سانتیگراد در روز و ۱۰+۲ درجه سانتیگراد در شب انجام شد. ابتدا بذر گندم را در محلولهای مواد مؤثر در رشد (MB4) ۱-۲ و ۳-۴ درصد CCC و آلا (بمدت ۱۷ ساعت خیسانده سپس آنرا بمدت چهار ساعت خشک نمودیم و سرانجام بذرها را در ظرفهای پلاستیکی بقطر دهانه ۹ سانتیمتر در چهارصد گرم شن رودخانه کشت گردید، در ضمن بهر ظرف ۲۰ میلی لیتر محلول غذائی Hoagland [۲۶] (شروپ دیده شود) اضافه شد. پس از برداشت، طول برگ اول و دوم هر گیاهک بر حسب میلی متر و وزن خشک هر نمونه بر حسب میلی گرم تعیین شد (نمونه در حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد تا وزن ثابت خشک گردید).

۲- آزمایش در اطاق رشد

در اطاق رشد زیر نور لامپ فلئورسنت نیز دو آزمایش بر روی شن و محلول غذائی انجام شد. درجه حرارت متوسط اطاق رشد ۲۳ درجه سانتیگراد بود. در این آزمایش نیز ابتدا بذر گندم را در محلولهای با غلظت های مختلف مواد مؤثر در رشد اسید ژیرلیک B4 و CCC (جدول ۲) بمدت ۱۷ ساعت خیسانده، پس از خشک نمودن بذر بمدت چهار ساعت، آنرا در گلدانهای پلاستیکی بقطر دهانه ۱۲ سانتیمتر پرری توری نایلونی و محلول غذائی Hoagland ویا در ۱۶۰۰ گرم شن رودخانه کشت کردیم. پس از برداشت، طول برگ اول و دوم و طول ریشه هر گیاهک بر حسب میلی متر و تعداد گیاهک های خوابیده تعیین گردید.

۳- آزمایش در مزرعه

الف- با مصرف کود ازته زیاد (نظیر عمل زارعین منطقه سفید دشت چهار محال بختیاری)

گندم امید چند روز قبل از بگل رفتن در سفید دشت چهارمحال بختیاری در شرایط آب و هوای سال ۱۳۵۵، در قطعاتی بوسعت ده متر مربع در سه تکرار بطور تصادفی دوسرته (بفاصله یک هفته) با محلول یک در هزار CCC محلول پاشی گردید. در این آزمایش عملیات زراعی بشرح زیر انجام شده است. زمین را بطور عرضی و طولی شخم زده، در اواخر بهرامه معادل ۲۴ کیلوگرم بذر امید بطور

دستپاش در هر هکتار کاشته و مزرعه دوسرته در پاییز و هرده روز یکبار در بهار بصورت غرقاب آبیاری شد است. در این آزمایش مقدار ۰.۰۴ کیلوگرم فسفات آمونیم و ۰.۰۱ کیلوگرم اوره در پاییز و ۰.۰۲ کیلوگرم اوره در بهار ضمن حل نمودن در آب آبیاری بزمین داده شده است. پس از برداشت محصول، طول ساقه و خوشه و وزن خشک هزار دانه گندم تعیین شد (نمونه در درجه حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد تا وزن ثابت خشک گردید).

ب- با مصرف کود ازته متعادل (نظیر عمل کارشناس طرح غلات باغ کشاورزی

اصفهان)

گندم امید کشت شده در باغ کشاورزی دستگرد خیار شهر اصفهان در شرایط آب و هوای سال ۳۶-۲۰، چند روز قبل از بگل رفتن در قطعاتی بوسعت دوازده متر مربع در چهار تکرار بطور تصادفی دو مرتبه «(بفاصله یک هفته) با محلول یک در هزار CCG محلولپاشی شد، در ضمن به هرده لیتر محلول CCC ۰.۳ قطره سیتووت (Citowett) نیز بعنوان ماده مرطوب کننده افزوده گشت. در این آزمایش عملیات زراعی بشرح زیر انجام گردید.

زمین در بهار شخم و در پاییز دیسک زده شد، در اواخر مهرماه مقدار دویست کیلوگرم بذر گندم امید بطور دستپاش در هر هکتار کاشته شد، پس از کشت بذر، مزرعه در پاییز دوسرته (بفاصله یک هفته) و در بهار هرده روز یکمرتبه بصورت غرقاب آبیاری شد. در این آزمایش مقدار صد کیلوگرم فسفات آمونیم و ۰ کیلوگرم اوره در پاییز ۰ کیلوگرم اوره در بهار بهره‌کنار زمین داده شده. پس از برداشت محصول، طول ساقه و خوشه و وزن خشک هزار دانه گندم و عملکرد و وزن گاه تعیین شد (نمونه در درجه حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد تا وزن ثابت خشک گردید).

نتایج حاصله و بحث درباره نتایج آزمایشها

اعداد مندرج در جدول ۱ نشان میدهد که مصرف مواد مختلف B4، CCC و آلا در نور کم در میزان رشد برگ اول و دوم گیاهک گندم امید و روشن اثر متفاوت دارد. با مصرف B4 و CCC در نور کم برگ اول کوتاهتر و برگ دوم طویل تر گردید و گیاهک هاسبتر شد، در حالیکه مصرف آلا در طول برگ بی تأثیر بود. احتمال می‌رود افزایش رشد بزرگ دوم به سنتز بیشتر کلروفیل مربوط باشد، چه با مصرف CCC اغلب برگ گیاه سبتر بنظر میرسد و گزارش شده است (۱۲۰۵) که این سبزی در برگ گندم بعلت بالا بودن غلظت کلروفیل است. این موضوع نیز بر روی برگ گیاه *Lolium temulentum* (۲۸) برگ گیاه پنبه (۷) و برگ گیاه توتون (۱۱) نیز تأیید شده است. اما مواد B4 و CCC در رشد برگهای مسن تر اثر کوتاه کنندگی دارد. پژوهشگرانی مانند تولبرت (۳۰) لینزر و همکاران (۱۸) گزارش نموده‌اند که CCC ساقه غلات را کوتاه میکند و مکانیسم کوتاه شدن ساقه غلات را ناشی از تأثیر ماده در کاهش مقدار اسید ژبیرلیک و اکسین ذاتی گیاه میدانند (۱۶). اما آنچه امروز میدانیم این است که مصرف CCC سنتز اسید ژبیرلیک ذاتی را خفیف میکند (۲، ۱۳، ۲۰، ۲۷). با بالا بردن غلظت اسید ژبیرلیک محتوی گیاه معلوم شد که در اثر این عمل طول برگ اول گندم زیاد میگردد ولی طول برگ دوم تغییر نمی‌کند و مصرف B4 و CCC به تنهایی طول برگ اول و دوم جوانه‌ها را کوتاه میکند (جدول ۲). در این آزمایش مصرف توأم B4 و اسید ژبیرلیک همانند مصرف B4 به تنهایی باعث کوتاه شدن برگهای اول و دوم گیاهک گردید در حالیکه مصرف توأم CCC و اسید ژبیرلیک برخلاف مصرف CCC به تنهایی در طول برگ اول بی تأثیر بود، ولی باعث طویل شدن برگ دوم شد

جدول ۱- تأثیر مواد مختلف B4 و CCC و آلار در طول برگ اول و دوم گیاهک گندم اسید و روشن، معدل چهار تکرار، هر تکرار معال ۳ گیاه، مدت آزمایش ۱۵ روز*

تیمار	گندم اسید		گندم روشن	
	طول برگ اول سانتیمتر	طول برگ دوم سانتیمتر	طول برگ اول سانتیمتر	طول برگ دوم سانتیمتر
شاهد	۲۳۳۸۷	۲۲۵۹	۲۴۳۷۰	۱۲۹۱
5x10 ⁻⁴ -M B4	۱۵۳۷۹	۴۳۹۶	۱۹۲۱۰	۳۲۵۸
0.2% CCC	۱۴۳۷۸	۷۲۵۲	۱۷۳۴۴	۴۳۹۶
0.2% Alar	۲۴۳۴۴	۲۲۳۴	۲۴۳۰۷	۱۲۳۹
LSD 5%	۱۲۷۸	۰.۲۸۳	۱۲۱۰	۰.۲۹۶

(جدول ۲). علت اختلاف اثر B4 و CCC شاید بدان دلیل باشد که مقدار کلروفیل برگ با مصرف CCC در نور کم و هم نور کامل خورشید زیاد میشود در حالیکه با مصرف B4 بمقدار کلروفیل در نور کم اضافه شده و در نور کامل خورشید بی تغییر می ماند (از کارهای منتشر نشده نگارنده).

نتایج این آزمایش بخوبی نشان میدهد که اگر غلظت اسید ژبیرلیک محتوی گیاه بالا رود CCC قادر به کوتاه کردن طول برگ نخواهد بود در حالیکه تأثیر B4 برعکس آن است و اثر کوتاه کنندگی B4 تابع غلظت اسید ژبیرلیک مصرفی نمی باشد و این نتایج بخوبی نشان میدهد که مکانیسم تأثیر B4 و CCC در کوتاه کردن طول گیاهان متفاوت است و تأثیر B4 در کیفیت کوتاه کنندگی طول گیاه شاید بمقدار اسید ژبیرلیک محتوی گیاه ارتباط ندارد. همچنین میتوان احتمال داد که مقاوم شدن گیاه به پژمردگی ناشی از کم آبی بکوتاه شدن قد گیاه مربوط میباشد که با آهسته سنتز شدن اسید ژبیرلیک ذاتی در ارتباط است. این موضوع ضمن انجام آزمایشهای دقیق تر در شرایط کنترل شده باید روشن شود.

بمنظور مطالعه تأثیر B4 و CCC در کاهش شدت پژمردگی ناشی از کم آبی، اعداد مندرج در جدول ۳ نشان میدهد که مصرف CCC در نسبت $\frac{\text{وزن ریشه}}{\text{وزن ساقه}}$ گیاهک گندم شاهد بی تأثیر است در حالیکه در محیط کم آب این نسبت افزایش می یابد ولی مصرف B4 در هر دو محیط باعث افزایش نسبت مذکور در گیاهک گندم میگردد. همچنین تأثیر غلظت های مختلف B4 و CCC در میزان طول ریشه مطالعه شده است و از ارقام (جدول ۴ و ۵) معلوم میگردد که مصرف CCC در طولی شدن ریشه اثر مثبت دارد و تأثیر کلیه غلظتهای مصرفی باشد معنی دار است در حالیکه مصرف غلظتهای کم B4 در طولی شدن ریشه بی تأثیر است و غلظتهای

* در این آزمایش بذر بمدت ۱۷ ساعت در محلول مواد مؤثر در رشد آغشته گردید و در محیط کشت

اطاق رشد بوده و گیاهان روزانه ۸ ساعت نور با شدت ۷۵ لوکس داده شده است.

جدول ۲- تأثیر توأم مواد مختلف مؤثر در رشد در طول برگ اول و برگ دوم گیاهک امید در نور خورشید، معدل چهار تکرار، هر تکرار معدل ۲۰ گیاه، مدت آزمایش ده روز*

تیمار	طول برگ اول اول سانتیمتر	طول برگ دوم دوم سانتیمتر
شاهد	۵۲۲	۲۷۷
$10^{-3}M GA_3$	۹۴۰	۲۸۱
$5 \times 10^{-4}M B_4$	۳۰۳	۰۹۰
0.2% CCC	۳۷۹	۲۳۱
$10^{-3}M GA_3 + 4 \times 10^{-4}MB_4$	۷۹۳	۱۴۶
$10^{-3}M GA_3 + 0.2\% CCC$	۹۷۲	۳۲۹
LSD 5%	۰۷۳	۰۴۲

ppm . . . و بالاتر از آن اثر سوء دارد. افزایش طول ریشه و بالا بودن نسبت $\frac{\text{وزن ریشه}}{\text{وزن ساقه}}$ شاید یکی از علل مقاوم شدن در مقابل پژمردگی ناشی از کم آبی باشد، زیرا طویل بودن ریشه و بالا بودن این نسبت دلیل بر آنست که در مواقع پژمردگی ناشی از تعرق زیاد و کم آبی، مقداری آب از ریشه به قسمت‌های هوایی گیاه منتقل شده و در نتیجه گیاه دیرتر پژمرده میگردد. افزایش طول ریشه در اثر مصرف CCC شاید با افزایش غلظت فیتوهورمون اسید آبسسیک (ABA) مربوط باشد. از بحث درباره نتایج بدست آمده در این زمینه بعلت ناکافی بودن آزمایش‌های لازم خود داری میشود. فرهی آشتیانی و همکارانش درباره تأثیر CCC در توسعه آناتومی ریشه گیاهک آفتابگردان نیز قبلاً گزارش داده‌اند (۹).

با مشاهده اعداد مندرج در جدول ۲ استنباط میگردد که مصرف CCC و B4 بروز مرض خوابیدگی را در گندم بعقب میاندازد و یامانع میگردد در حالیکه مصرف آلا در عدم ظهور مرض خوابیدگی در گیاهک گندم بی تأثیر میباشد.

* در این آزمایش بذر بمدت ۱۷ ساعت در محلول مواد مؤثر در رشد آغشته گردیده محیط کشت

گلخانه و زمان کشت بهمن ماه بوده است.

جدول ۵- تأثیر غلظت‌های مختلف CCC در میزان طول ریشه گیاهک گندم ، معدل ۳ تکرار، هر تکرار معدل ۳ گیاه*

طول کل ریشه‌های یک گیاهک برحسب سانتیمتر	غلظت برحسب ppm
۴۰٫۴	شاهد
۵۰٫۹	۵۰۰
۵۰٫۶	۱۰۰۰
۵۱٫۳	۲۰۰۰
۵۲٫۵	۴۰۰۰
۹٫۴	LSD ۵٪

* این آزمایش در اطاق رشد و برروی توری نایلونی و سی‌طول غذائی انجام شد. به گیاهان روزانه ۸ ساعت روز با شدت ۲۱۰۰ لوکس داده شد. مدت آزمایش ۷ روز بوده است.

جدول ۶- تأثیر مواد B4 و CCC و آلار در کاهش میزان خوابیدگی گیاهک گندم ، معدل چهار تکرار**

تیمار	تعداد جوانه‌های خوابیده گندم امید		تعداد جوانه‌های خوابیده گندم روشن	
	جوانه‌های ۱۲ روزه	جوانه‌های ۱۴ روزه	جوانه‌های ۱۲ روزه	جوانه‌های ۱۴ روزه
شاهد	۲	۲۶	۲	۲۲
B4	۰	۲	۰	۱
CCC	۰	۰	۰	۱
آلار	۲	۳۰	۴	۲۸

** در این آزمایش ، بذر بمدت ۱۷ ساعت در محلول مواد مؤثر در رشد آغشته گردید و تعداد جوانه‌های خوابیده از ۳ جوانه میباشد. محیط کشت اطاق رشد بوده و گیاهان روزانه ۸ ساعت نور با شدت ۷۵ لوکس داده شده است.

تولبرت (۲۹، ۳۰) اشاره کرده است که مصرف CCC در شرایط آزمایشگاه مانع خوابیدگی گندم میشود. از آنجا که احتمال دارد خوابیدگی گندم در شرایط آزمایشگاه با خوابیدگی آن در شرایط مزرعه یکسان نباشد، مایزو همکارانش (۲۲) ضمن انجام آزمایش در شرایط مزرعه نیز متوجه شدند که با مصرف CCC میتوان بدون کاهش محصول باعث افزایش مقاومت گندم در مقابل مرض خوابیدگی شد. اینکه مواد CCC و B4 را میتوان برای مقاومت غلات در مقابل خوابیدگی بکار برد ارزش عملی فراوان دارد، زیرا قسمت زیادی از محصولات غلات ایران در اثر این بیماری ضایع میگردد. ما توانستیم با مصرف CCC علیه خوابیدگی ناشی از قارچ زدگی بروی گندم امید کشت شده در منطقه سفید دشت چهارم حال بختیاری مبارزه کنیم و با مقاومت گیاه در مقابل این مرض بیفزائیم. در این آزمایش بیش از حد لازم کود ازته مخصوصاً اوره مصرف شده و گیاه در مقابل خوابیدگی ناشی از قارچ زدگی حساس شده است و مصرف CCC مقاومت گندم امید را در مقابل مرض ذکر شده زیاد کرده است. لینزر (۱۵) گزارش کرده است که CCC مقاومت گیاهان را در مقابل امراض و عوامل ناساعد آب و هوا زیاد میکند. همچنین لینزر و نگارنده (۱۷) طی انجام آزمایشهایی گزارش کردیم که CCC دوران عمر گیاهک اتیوله گندم را زیاد میکند. بعلاوه گزارش شده است که مصرف CCC مقاومت گیاه را در مقابل خوابیدگی ناشی از قارچ زدگی افزایش میدهد و این بعلاوه آنستکه با مقاومت ساقه های مسن تر در مقابل گسترش پارازیت افزوده میگردد (۳، ۴، ۲۳).

محلولپاشی مزارع گندم قارچ زده با محلول CCC سبب گردید طول ساقه گندم کوتاه شود و در نتیجه بطول خوشه، وزن دانه یک خوشه و وزن هزار دانه گندم اضافه شود (جدول ۷). همچنین با مصرف CCC بر روی گندمهای سالم در اصفهان طول ساقه کوتاه و عملکرد وزن هزار دانه گندم اضافه شد، اما در طول خوشه تغییری حاصل نگردید (جدول ۸) و گندمهای مزارع شاهد در مقایسه با گندمهای مزارع محلولپاشی شده با CCC قدری خوابیده بود. این افزایش محصول ناشی از افزایش مقاومت گندم امید بمرض خوابیدگی شاید باین علت باشد که در گندمهای خوابیده، در انتقال و یا تبدیل مواد ممانعت بعمل میآید و در نتیجه مواد کمتری در دانه ذخیره میگردد.

REFERENCES

1. CHAMBERLAIN, V.K., CHAMBERLAIN, K. and WAIN, R.L. 1967 - Studies on Plant growth-regulating substances. XXXIX. The plant growth retarding properties of certain quaternary ammonium halides. *Ann. appl. Biol.* 82, 259-596
2. DENNIS, D.T., UPPER, C.D. and WEST, C.A. 1965 - An enzymic site of inhibition of gibberellin biosynthesis by Amo 1618 and other plant growth retardants. *Plant Physiol.* 40, 948-952.
3. DIERCKS, R. 1965 - Über die Bekämpfung der Halmbrechkrankheit des Weizens (*Cercospora herpotrichoides*) mit Chlorocholinchlorid. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz* 72, 257-271.
4. DIERCKS, R. 1965 - Süddeutsche Erfahrungen über die chemische Bekämpfung der Halmbrechkrankheit unter besonderer Berücksichtigung der CCC-Anwendung. CCC-Symposium BASF pp. 43-62.
5. EL-DAMATY, A.H., KUHN, H. and LINSER, H. 1964 - A preliminary investigation on increasing salt tolerance of plants by application of 2-chloroethyltrimethylammonium chloride. *Agrochimica.* 8, 129-138.
6. EL-DAMATY, A.H., KUHN, H. and LINSER, H. 1965 - Water relations of wheat plants under the influence of 2-chloroethyltrimethylammonium chloride (CCC). *Physiologia Plantarum*, 18, 650-657.
7. EL-FOULY, M.M. and ASHOUR, N.I. 1970 - Interaction effect of chlorocholine chloride and gibberellic acid on photosynthetic pigments content in leaves of cotton seedlings. *Biochem. Physiol. Pflanzen (BFF)*, 161, 225-230
8. FARRAHI-ASCHTIANI, S. and SHARIFIAN, S. 1976 - The effect of chlorocholinchloride (CCC) on the behaviour of the stomata of the leaves of sugar beet. *Bull. Faculty of Science, Tehran Univ.* Vol. 7, No. 4, 146-148.
9. FARRAHI-ASCHTIANI, S. und SCHARIFIAN, S. 1973 - Die Wirkung von Chlorocholinchlorid (CCC) auf die Ausbildung des Wurzelsystems von Sonnenblumen in Abhängigkeit vom Wassergehalt des Bodens. *Z. Pflanzenernähr. und Bodenkd.* 136(1), 52-56.
10. FARRAHI-ASCHTIANI, S. TAYLOR, H.F. and WAIN, R.L. 1977 - Studies on plant growth-regulating substances. XLVI. The effects of 4-chlorobenzyltributylammonium bromide (B4) on the growth of seedlings of *Phaseolus vulgaris*. *Ann. appl. Biol.* 85, 277-286.

11. HUMPHRIES, E.C. 1963 - Effect of 2-chloroethyltrimethylammonium chloride on plant growth, leaf area and net assimilation rate. *Ann. Bot. London*, 27, 517-532.
12. JUNG, J. und 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, 29-34.
13. KENDE, H., NINNEMANN, H. and LANG, A. 1963 - Inhibition of gibberellic acid biosynthesis in *Fusarium moniliforme* by Amo 1618 and CCC. *Naturwiss.* 50, 599-600.
14. KNIGHT, B.E.A., TAYLOR, H.F. and WAIN, R.L. 1969 - Studies on plant growth-regulating substances. XXIX. The plant growth-retarding properties of certain ammonium, phosphonium and sulphonium halides. *Ann. appl. Biol.* 63, 211-223.
15. LINSER, H. 1968 - Der Einfluss von CCC auf das Lagern und das Verhalten von Getreidepflanzen. *Bodenkultur*, 19, 185-212.
16. LINSER, H. und BETTNER, L. 1972 - Wachstumsretardantien. *Z. Pflanzenernähr. und Bodenkd.* 132, 105-143.
17. LINSER, H. und FARRAHI-ASCHTIANI, S. 1965 - Die Verlängerung der Lebensdauer etiolierter Pflanzen durch 2-Chloräthyltrimethylammoniumchlorid. *Naturwiss.* 52, 310-311.
18. LINSER, H., MAYR, H.H. und BODO, G. 1961 - Über die Wirkung von Chlorcholinchlorid (CCC) auf Sommerweizen. *Bodenkultur*, 12, 279-280.
19. LINSER, H. und KÜHN, H. 1962 - Lagerunghemmende bzw. standfestigkeitsstärkende Düngemittel auf Basis von gibberellinsäureantagonistischen Stoffen der Gruppe CCC (Chlorcholinchlorid). *Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd.* 96, 231-247.
20. LOCKART, J.A. 1962 - Kinetic studies of certain Anti-Gibberellins. *Plant Physiol.* 37, 759-764.
21. MARTIN, G.C. and LOPUSHINSKY, W. 1966 - Effect of N-dimethylaminosuccinamic acid (B-995) a growth retardant, on drought tolerance. *Nature, London*, 209, 216-217.
22. MAYR, H.H., PRIMOST, E. und RITTMAYER, G. 1962 - Untersuchungen über die Erhöhung der Standfestigkeit von Getreide I. Feldversuche mit Chlorcholinchlorid zu Winterweizen. *Bodenkultur*, 13, 27-45.

23. MAYR, H.H., BECK, W. and DISKUS, A. 1964 - Prevention of parasitic attack on wheat. *Agrochimica*, 9, 45-52
24. PLAUT, Z., HALEVY, A.H. and SHMUELI, E. 1964 - The effect of growth retarding chemicals on growth and transpiration of bean plants grown under various irrigation regimes. *Israel Journal of Agric. Res.* 14, 153-158.
25. RIDDEL, J.A., HAGEMAN, H.A., L'ANTHONY, C.M. and HUBBARD, W.L. 1962 - Retardation of plant growth by a new group of chemicals. *Science*, 136, 391.
26. SCHROPP, W. 1951 - *Der Vegetationsversuch: I. Die Methodik der Wasserkultur höherer Pflanzen.* Neumann Verlag Radebeul u. Berlin, pp. 131, 166.
27. SIMPSON, G.M. 1966 - The suppression by 2-chloroethyltrimethylammonium chloride of synthesis of a gibberellin-like substance by embryos of *Avena fatua*. *Cab. J. Botany*, 44, 115-116.
28. STODDART, J.L. 1964 - Chemical changes in *Lolium temulentum* L. after treatment with 2-chloroethyltrimethylammonium chloride. CCC Research Symposium, Genf.
29. TOLBERT, N.E. 1960 - 2-chloroethyltrimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. I. Chemical structure and bioassay. *J. Biol. Chem.* 235, 475-479.
30. TOLBERT, N.E. 1960 - 2-chloroethyltrimethylammonium chloride and related compounds as plant growth substances. II. Effect on growth of wheat. *Plant Physiol.* 35, 380-385.