第 五 章

北部地區主要自然災害對玉米生育之影響及改善措施試驗

范明仁　杜金池　　朱　　鈞

台灣省農業試驗所　　國立台灣大學農藝所

摘　要

於植物生長箱中以 25°C，15°C 及 10°C 下調查玉米幼苗生育情形，發現於 15°C 及 10°C 下玉米幼苗皆有冷害現象，於 10°C 下播種 46 天後之幼苗與 25°C 下播種 22 天之幼苗相較，株高、鮮重及乾重分別爲 25°C 下幼苗之 60、50 及 60 %，故於 10°C 下玉米幼苗因冷害而生育受阻，株高、鮮重及乾重之增加緩慢。另植物生長調節劑 Triacontanol（TRIA）1×10^{-6} g/ℓ 於高溫（日溫 30°C，夜溫 25°C）下，可促進玉米幼苗之生育，施用後幼苗鮮、乾重及葉綠素含量明顯增加，但於低溫下（日溫 20°C，夜溫 15°C）則無作用。生長阻礙劑 abscisic acid（ABA）1×10^{-4} M 施於玉米幼苗後，會使幼苗生育減緩，尤其於低溫時效果更爲明顯。

北部地區 10 月中旬以後常有强勁之東北季風來襲，對玉米有減產作用，空曠區玉米產量與防風林後相較，減產 16.8 %，如以二層或三層紗網遮蔽，紗網後平均風速分別爲空曠區風速之 21.8 及 18.5 %，於紗網後玉米植株葉破損率較低，故產量分別增加 15 及 20 %。生長阻礙劑益收生長素可使玉米株高明顯降低，而達減少風害之效果，於齊腰期施用一次效果最佳，可使株高降低 28 %，產量增加 3.4 %。若於齊腰期及雄穗抽出前各施用一次，則會因抑制株高達 35 %，而使產量減少 17 %，於春作因無風害之現象，施用益收生長素因會阻礙玉米之生育而使產量減少。

前　言

北部地區玉米之栽培因單位面積產量偏低且不穩定，故推廣較困難，按曾等（1984）認爲台灣西北部地區農作安全栽培期限爲每年 3 月下旬至 10 月上旬，於 3 月下旬以前低溫氣候之日子發生頻率較高，另於 10 月中旬以後則因日平均風速超過安全界限 50 %以上，均不適合作物之栽培。故本區玉米栽培之農業氣候條件上有春作播種後之低溫及秋作子粒充實期之東北季風等逆境存在，此可能爲導致本區玉米單位面積產量偏低之主要原因。

玉米對低溫相當敏感，溫度低於 10°C 時會產生明顯的傷害（Levitt, 1980），幼苗生長於 16°C 下便會產生各種不同的生理障礙，且隨苗齡增大而受害程度加大（Miedema

,1982 ）。Lynos 等（ 1979 ） 指出一般冷害可見的傷害爲植株萎凋、黃化或於葉肉組織上產生壞疽甚致導致植株死亡。故冷害預防爲玉米生產上一重要工作，Tseng 等（ 1984 ）亦指出冷害常使玉米產量嚴重減低，爲一項值得重視的災害 。而本省北部地區，玉米於春作生育初期及秋作生育後期，常因低溫爲害而影響產量（ 林， 1980），尤其春作玉米播種後常有寒流來襲，致使玉米發芽不整齊或生長勢衰弱等現象，故需瞭解低溫對玉米生育之影響，並找出改善之措施。

據中央氣象局指出新竹地區 9 月中旬至12月上旬，旬平均風速高達 3 ms^{-1} 以上，此種强勁持續之東北季風對玉蜀黍、水稻等均有不良影響。另據楊（ 1984 ） 指出本省處亞洲大陸與海洋交界之低緯度地帶，每年 9 月起至翌年 4 月間，因大陸高氣壓南下，故東北季風强烈，使沿海地區栽培之水稻、玉蜀黍作物枯萎、倒伏，而使產量嚴重受損。

玉米植株高大葉片寬長，在强勁東北季風吹襲下，葉片與葉片間會相互磨擦破裂而提早老化，亦會倒伏而嚴重減產，另玉米台農 351 號具穗頂充實不良之現象（ 王等， 1985），於北部地區秋作玉米穗頂充實不良之情形特別嚴重，可能與季節風害導致葉片破裂因而減少光合成物質之生產有關，因此本試驗乃應用一些植物生長調節劑，改變玉米株高，藉以探討外加植物生長調節劑對玉米生育及乾物質分配之影響，做爲於强勁季節風下，減輕風害損失並提高秋作玉米產量之措施。

材料與方法

一、玉米冷害調查

以玉米台農 351 號，於生長箱內以 10°C ， 15°C 及 25°C 下觀察玉米於不同溫度下生長之差異。將玉米種子催芽後播種於以硬石爲基質之塑膠盒內，行株距 4 × 4 cm，俟玉米幼芽出土後置入生長箱內施以不同溫度處理，試驗期間每隔二天施用水耕液一次，水耕液配方爲 $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 10mM， KNO_3 10 mM及 KH_2PO_4 2mM， $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 2mM。 調查幼苗地上部鮮、乾重及葉綠素含量。

二、低溫下生長調節劑對玉米幼苗生育之影響

材料及栽培方法同一，但溫度處理改爲日夜溫分別爲 20／15°C ， 25／20°C 及 30／25°C ，生長調節劑使用 Triacontanol （ TRIA ） 1×10^{-6} g／ℓ 及 abscisic acid （ ABA ） 1×10^{-4} M等二種，並以無處理爲對照，於幼芽出土後第 5 天施藥，於第 6 天起每隔二天採樣一次，共採 6 次，每次於各處理內採12株幼苗，調查鮮重（ 由根圈以上第一節採收）、乾重、葉綠素、氨基態氮、全醣含量，其調查方法係將幼苗以70％酒精於 60°C 下粹取 20 小時後，於光電比色計以 665 nm 下測吸光度做爲葉綠素含量之比較（ Arnon,1949 ），可溶性蛋白質之測定依據 Bradford （ 1976 ）方法，將上述用酒

精粹取後之葉片取出，以1 N NaOH水解後，取0.1ml 蛋白質抽出液加5ml的 Dye reagent 於光電比色計於595 nm測吸光度。

三、北部地區秋作玉米風害調查

調查東北季風對玉米產量之影響及不同防風網處理之效果，材料仍使用台農351號，於桃園縣新屋鄉進行試驗，玉米栽培管理按一般慣行法，為使風害情形較為明顯，將播種期稍微延後於8月10日播種，而於11月23日收穫，試驗中使用5種處理分別為三層紗網架高2公尺（紗網使用一般白色冷紗網，網目每公分6目），二層紗網架高2公尺及一層紗網架高2公尺，並以白千層防風林（株高4公尺）為控制區，及無處理為對照區。紗網處理於10月5日架設，以逢機完全區集設計，四重複。調查不同處理區內風速之差異，及玉米植株完整葉數、產量及產量構成因素。

四、季節風害下生長調節劑對玉米株高及乾物質生產與分配之影響

以玉米台農351號於桃園縣新屋鄉進行試驗，栽培管理按慣行法，秋作於8月10日播種，11月23日收穫。春作於2月13日播種，7月18日收穫。使用之生長調節劑分別為1.益收生長素（Ethephon；2-Chloro-ethylphosphonic acid）95％，1000ppm；2.亞拉生長素（Daminozide；Succinic acid 2,2-dimethyl hydrazide）85％，1000ppm；3.克美素（CCC；(1)2-chloro-ethyltrimethyl ammonium chloride（chlorcholin chloride）40.9％，(2)2-Hydroxyethyl trimethyl ammonium chloride（choline chloride）28.4％）69.3％，1000ppm；4.協養旺-CA（Abion-CA；cinnamic acid；3-phenylpropenoic acid 7％）1000倍，處理時期分二種，一為於齊穗期施用一次，另一為於齊穗期及雄穗抽出前一週各施用一次。處理後調查株高改變情形、葉害、莖寬、穗重、產量以及子粒充實期間，植株乾物質分配情形。

結果與討論

一、玉米冷害調查

於25°C、15°C及10°C下調查玉米幼苗於不同溫度下之生育情形，發現於25°C下玉米幼苗播種22天後產生老化現象，於10°C下則需46天才發生老化現象，二者相差24天之多（如表1），15°C下於34天產生老化現象。且10°C下不論株高或鮮乾重之增加皆非常緩慢，葉片老化時株高僅及25°C下之60％，鮮重亦僅為25°C之50％，乾重則為25°C之60％而已，顯示在10°C下玉米幼苗係處於逆境狀態下，生育緩慢，無法由所供給之營養液中吸收養分以增加乾重。另於15°C下，玉米幼苗生育速度與25°C相較仍約緩慢一倍左右，於植株老化時株高為25°C之80％，鮮、乾重分別為25°C之90及93％。顯示玉米幼苗在15°C下，可以由外加之營養液中吸收養分及生長，但生長速

度較慢。由以上結果顯示玉米幼苗在10℃下無法正常生長，於15℃可生長但生育速度緩慢。

表1　玉米幼苗於不同溫度下生長速度之差異

播日 種 後數	25℃			15℃			10℃		
	株高 (cm)	鮮重 (g)	乾重 (mg)	株高 (cm)	鮮重 (g)	乾重 (mg)	株高 (cm)	鮮重 (g)	乾重 (mg)
10	8.6	0.81	90	5.5	0.52	53	—	—	—
14	9.9	1.16	100	6.1	0.72	65	—	—	—
18	10.4	1.24	110	6.5	0.88	79	2.4	0.28	24
22	10.8	1.24	110	7.0	0.92	81	2.6	0.32	30
26				7.7	0.97	88	3.5	0.33	35
30				8.1	1.08	99	4.5	0.38	40
34				8.7	1.12	102	5.1	0.5	48
38							6.5	0.53	55
42							6.5	0.6	62
46							6.5	0.61	67

二、低溫下生長調節劑對玉米生育之影響

以生長調節劑TRIA及ABA施用後，探討對玉米幼苗生育之影響，結果生長調節劑施用後5天內，各處理間玉米幼苗之鮮乾重並無明顯的差異，但5天後處理TRIA之玉米幼苗鮮乾重明顯增加，與對照處理相差達5％顯著水準（表2），ABA處理後玉米幼苗乾重與對照處理無明顯差異，但鮮重則明顯減少。但在不同溫度下植物生長調節劑對玉米幼苗生育之影響並不一致，於30／25℃下TRIA施用5天後玉米幼苗之鮮、乾重有明顯的增加，於25／20℃下則需7天後玉米幼苗鮮、乾重才較對照處理高，但於低溫下（20／15℃）TRIA對玉米幼苗無促進作用，鮮、乾重與對照相較反有下降之趨勢，Ries等（1983）指出TRIA施用前之溫度會影響其作用效果，TRIA之效果與施用前溫度呈正相關。本試驗於不同控溫環境下探討TRIA之作用與溫度之關係，結果亦以30／25℃下處理TRIA之效果最大，於20／15℃下TRIA非但沒有效果反有抑制作用。就葉綠素含量之調查結果可以發現，於30／25℃下處理TRIA後1天起處理植株葉綠素含量明顯增加，且與對照差異達5％顯著水準。於25／20℃下處理TRIA後，植株葉綠素含量需至5天後才有顯著增加。另各處理間植株葉片內可溶性蛋白質含量並無顯著差異。故TRIA可能因增加幼苗葉綠素含量而有促進玉米幼苗生長之效果。於高溫時效果顯著而且快速，於中溫（25／20℃）時仍具效果，但需較長時間，才能使促進生長之效果表現出來，於低溫（20／15℃）下非但沒有促進生長之作用，反而有抑制生長之現象，但其原因仍不清楚。

ＡＢＡ爲一生長抑制劑通常與老化有關或爲植物處於逆境下之產物（Milborrow，1974），於30／25°C及25／20°C下可對玉米幼苗之生長產生抑制現象，但未達5％顯著，可能因幼苗內生長促進物質（promotor）仍多，故噴施ＡＢＡ並不會產生抑制生長之作用，但於20／15°C下，因玉米幼苗於此種環境下爲處於低溫逆境之狀態，故生理機能衰退，生長促進物質產生量較少，故施用ＡＢＡ後可抑制玉米幼苗之生育，並使其鮮、乾重與對照相較明顯減少。故就本試驗所施用之生長調節劑而言，皆沒有改善玉米幼苗於低溫下生長之效果。

表2　生長調節劑對玉米幼苗生育之影響

	溫　　度	30／25°C			25／20°C			20／15°C		
	施藥後日數	TRIA	ABA	CK	TRIA	ABA	CK	TRIA	ABA	CK
鮮	0	1.05	1.05	1.05	0.69	0.69	0.69	0.620	0.620	0.62
	1	1.20	1.16	1.08	0.87	0.87	1.01	0.664	0.708	0.771
重	3	1.57	1.47	1.49	1.05	1.20	1.28	1.08	0.801	1.0
（	5	1.90	1.56	1.71*	1.35	1.52	1.34	1.04	1.21	1.05
g	7	2.63	1.97	2.31*	1.57	1.80	1.37	1.15	1.16	1.30
）	9	2.68	2.29	2.52*	2.10	1.74	1.67	1.20	1.40	1.60*
乾	0	0.095	0.095	0.095	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
	1	0.097	0.096	0.095	0.088	0.094	0.079	0.079	0.080	0.092
重	3	0.157	0.134	0.143	0.108	0.091	0.12	0.101	0.096	0.110
（	5	0.193	0.163	0.172*	0.168	0.138	0.15	0.125	0.122	0.120
g	7	0.29	0.226	0.237*	0.201	0.153	0.168*	0.138	0.144	0.162
）	9	0.425	0.294	0.331*	0.307	0.247	0.211*	0.178	0.152	0.185
葉	0	0.551	0.551	0.551	0.457	0.457	0.457	0.401	0.401	0.401
綠	1	0.612	0.513	0.489*	0.452	0.454	0.421	0.412	0.414	0.409
素	3	0.739	0.548	0.541*	0.393	0.348	0.381	0.385	0.352	0.39
	5	0.591	0.525	0.494*	0.452	0.364	0.361*	0.388	0.366	0.388
A(665)	7	0.452	0.408	0.449	0.357	0.387	0.344	0.357	0.351	0.405
	9	0.344	0.291	0.281	0.332	0.371	0.315	0.335	0.321	0.378
可	0	0.301	0.301	0.301	0.379	0.379	0.379	0.385	0.385	0.385
溶	1	0.291	0.308	0.264	0.355	0.388	0.389	0.405	0.398	0.410
性	3	0.371	0.402	0.401	0.246	0.141	0.191	0.154	0.145	0.176
蛋	5	0.304	0.354	0.291	0.178	0.151	0.141	0.132	0.138	0.152
白	7	0.252	0.291	0.292	0.163	0.275	0.148	0.130	0.127	0.146
質	9	0.272	0.146	0.128	0.321	0.362	0.164	0.126	0.113	0.142
A(595)										

註：＊差異達5％顯著水準。

三、北部地區秋作玉米風害調查

本試驗係以熱電偶式手提風速計，於東北季風盛行之日至田間測量風速，經測量9天之結果，於空曠處平均風速爲6.2 ms^{-1}，最大風速可達9.5 ms^{-1}，最小風速亦在2.2 ms^{-1} 之間（如表3），可見北部地區10至11月間東北季風相當强烈。在玉米田區內，東北季風因受玉米植株遮擋後風速變小，平均風速爲3.3 ms^{-1}，爲空曠處風速之53.2%，但最大風速亦達5.3 ms^{-1}，最小風速爲1.4 ms^{-1}。在白千層防風林後所測得之風速較小，平均風速爲2.3 ms^{-1}，爲空曠處風速之37.1%，最大風速爲3.5 ms^{-1}，最小風速爲0.4 ms^{-1}。經紗網遮擋後風速亦明顯減少，在一層紗網後平均風速爲1.7 ms^{-1}，僅爲空曠處之27.4%，最大風速爲3.0 ms^{-1}，最小風速爲0.4 ms^{-1}，三層紗網後平均風速僅1.15 ms^{-1}，爲空曠處風速之18.5%，可使風速減少五分之四左右，最大風速爲2.2 ms^{-1}，最小風速爲0.05 ms^{-1}，在不同紗網處埋內，於不同高度下其遮擋風速之效果不同，於地面10cm處所測得之風速最小，而以離地面二公尺處所測得之風速最大，於地面上1公尺處所測得之風速約爲2公尺處風速之三分之二，地面10cm處之風速約爲2公尺處風速之一半（表4）。所以不同高度處風速不同，以地面處風速最小，愈高則風速愈大，玉米爲高莖作物株高通常超過2公尺以上，而水稻則較矮小株高大約在1公尺左右，故玉米所受之風速爲水稻之1.5倍。一般於田間亦可觀察到玉米在强風吹襲後，首先爲雄穗被吹斷掉落，其次爲雌穗上方之葉片破裂，因而使葉片提早枯黃老化。

於遮風處理後不同距離處測量風速，可發現距遮風處埋愈遠則遮風效果愈差（如表5），遮風處理後1公尺處之風速較遮風處理區後處風速增加16%，亦即阻風效果減少16%，於遮風處理後10公尺處，風速更大較遮風處理區後增加47%，故阻風效果已減少一半左右。

於試驗過程中除了東北季風外，於10月24至25日，有琳恩颱風來襲，並對玉米造成嚴重傷害，但此時亦更顯出遮風處埋之效果，於颱風過後，在無處理區及白千層防風林後之玉米所有葉片皆破裂，故破葉率爲100%，但不同遮風處理區內則明顯的表現出遮風之效果，在一層紗網後遮風效果較差，葉片破損率爲76.7%，在二層紗網後遮風效果明顯改進，葉破損率爲36.7%，而三層紗網後遮風效果更佳，葉破損率僅20%（表6）。但由於颱風過後，對照區內及防風林處理區內玉米植株上葉片已完全破損，無法再進行葉破損率之比較。故以颱風前所調查得到之葉破損率代表東北季節風害所引起之葉破損比率。由表6可知，對照區內東北季風所引起之葉破損率爲22.9%，而三層紗網處埋區內葉破損率僅11.4%，爲對照區之一半左右，而一層紗網及二層紗網之葉破損率相同皆爲14.3%，爲對照區之62%；白千層防風林之遮風效果不是非常良好；阻風率僅較無處埋區內減少16%（表3），故處理區內玉米植株因季節風所致葉破損率仍相當高爲20%，爲對照區之87%。

表3　不同遮風處埋對風速遮蔽效果

調查日期	處埋別*					
	空地	玉米田內	防風林後	一層紗網	二層紗網	三層紗網
	m／sec	m／sec	m／sec	m／sec	m／sec	m／sec
10月14日	4.0	2.0	1.5	1.0	0.8	0.2
10月17日	2.2	1.4	0.4	0.4	0.4	0.05
10月19日	4.0	3.0	1.5	1.3	1	0.7
10月22日	9.0	3.0	2.8	2.5	1.8	1.5
10月23日	9.5	3.7	3.0	3.0	2.5	2.2
10月27日	8.5	3.0	2.5	2.1	1.3	1.1
10月28日	6.5	4.7	2.5	1.8	1.5	1.5
11月 3日	6.0	3.8	2.9	1.6	1.5	1.4
11月 5日	6.0	5.3	3.5	2.0	1.7	1.5
平均	6.2	3.3	2.3	1.7	1.35	1.15
阻風率	100	53.2	37.1	27.4	21.8	18.5

註：*：空地：係指於試驗田區東北方向所測得之風速。

玉米田內：係指於玉米內東北方向二行玉米後所測得之風速。

防風林後：係指於白千層防風林後測得之風速。

一、二、三層紗網：係指應用一般所用白色尼龍紗網遮蔽後所測得之風速。

表4　不同遮風處理內不同高度下風速變化情形

遮風處理	風速（m／sec）			阻風比率**		
	地面	1 m	2 m*	地面	1	2
一層紗網	1.4	2.0	3.0	20.5	30.0	45.0
二層紗網	1.3	2.0	2.8	20.0	30.0	42.0
三層紗網	1.04	1.7	2.5	15.5	25.0	37.5

註：*：地面：係指離地面10 cm處所測得風速。

1 m：係指離地面1 m處所測得風速。

2 m：係指離地面2 m處所測得風速。

**：阻風比率：係以平均風速6.75 m／sec換算而得。

表5　遮風處理後不同距離風速變化情形

遮風處理	風速（m／sec）			阻風比率**		
	0m	1 m	10m*	0	1 m	10 m
一層紗網	1.8	2.5	2.5	26.7	30.0	37.3
二層紗網	1.7	2.1	2.4	25.0	31.0	36.0
三層紗網	1.4	1.6	2.3	21.2	23.4	33.6

註：*0、1、10 m係指於離紗網多遠處所測得之風速。

**阻風比率：係以平均風速6.75 m／sec換算而得。

表6　遮風處理後株高及破損葉片之差異

項目	處理別				
	一層紗網	二層紗網	三層紗網	防風林	對照
株高（cm）	187.5 a	189.3 a	189.9 a	190.2 a	183.9 b
葉數	13.1 a	13.2 a	13.3 a	13.2 a	12.9 b
颱風後破葉數*	12.2 a	12.1 a	11.8 a	14.0 b	14.0 b
颱風後葉破損率	76.7 c	36.7 b	20.0 a	100.0 d	100.0 d
季節風破葉數**	2.0 a	2.0 a	1.6 a	2.8 b	3.2 c
季節風葉破損率	14.3	14.3	11.4	20.0	22.9

註：*：颱風係指10月24、25日琳恩颱風。

**：季節風係指本區10月後之東北季風。

由於東北季風及颱風導致對照區內玉米植株葉片完全破裂，故遮風處理區與對照區間產量有明顯的差異，一層紗網處理與對照處理間產量差異不顯著，但二層紗網處理及三層紗網處理之產量與對照處理相較，差異皆達5％顯著水準（表7），分別較對照處理增產15及20％。試驗結果雖然以白千層防風林下產量最高，但防風林處理因受限於防風林種植處，並未能做逢機處理，可能由於邊際效果及地力而使產量增加，導致雖然白千層防風效果比一層紗網處理低，但產量卻最高之結果。故本試驗中防風林處理區產量僅能做爲參考用。

表7　遮風處理後農藝性狀之差異

農藝性狀	處理別				
	一層紗網	二層紗網	三層紗網	防風林	對照
穗長（cm）	17.5 a	17.7 a	19.1 a	18.0 a	16.8 b
穗重（glear）	170.6 a	180.5 a	187.5 a	186.0 a	164.0 b
每穗行數	14.4 b	15.0 a	15.1 a	14.7 a	14.1 b
每行子粒數	23.8 b	24.9 a	26.0 a	24.6 a	23.4 b
百粒重（g/100 kernel）	20.3 b	20.0 b	21.5 a	22.1 a	18.9 c
產量（kg／ha）	2640 b	2995 a	3120 a	3130 a	2605 b

四、季節風害下生長調節劑對玉米株高及乾物質生產與分配之影響

㈠秋作：

由上述之試驗得知東北季風對玉米產量影響甚鉅，另不同高度風速不同，於離地面2公尺處風速爲離地面1公尺處之1.5倍，風速雖可經由不同遮風方式減少對作物生育之影響，但所需花費皆相當高，因此乃欲借用不同的植物生長阻得劑降低玉米株高以達減少風害之目的。

以生長阻得劑降低玉米株高之處理，係於玉米齊膝期施用一次，以及於齊膝期及雄穗抽出前7天各施用一次等二種不同處理。於齊膝期施用一次所得之結果如表8，就株高而言，施用益收生長素後株高明顯的較其他處理爲低，且效果可延至成熟期，至成熟期益收生長素處理區株高爲無處理區之72％，而其他各處理對株高之抑制作用無明顯效

果。使用益收生長素不但可使玉米株高明顯下降，且產量爲各處理中最高，較無處理區增產3.4％，但未達顯著水準，於試驗中並可以發現，使用益收生長素後可將雌穗以上節位，節間長度明顯縮小，因此可減少風害。但此種現象亦會導致玉米螟較其他處理更爲嚴重，故如玉米螟防範得宜，益收生長素處理區之產量將可望更高，至於爲何施用益收生長素後玉米螟爲害率增加之原因是因株高降低風害減少，故玉米螟較喜好寄生，或因雌穗上節間縮短故玉米螟較易爲害，或因益收生長素施用後產生乙烯氣體對玉米螟具吸引力等，目前並無此方面資料可供佐證，乃有待進一步探討。亞拉生長素處理後對株高無抑制之作用（表8），但葉片上有藥斑出現，導致植株變得較爲瘦弱，施藥後35天莖寬明顯的較對照處理爲小，故產量最低，與對照區產量差異達5％顯著，所以不適於做爲抑制玉米株高之藥劑。克美素及協養旺－CA，二處理不論株高及產量與對照處理間無明顯差異，故於齊膝期施用此二種藥劑對玉米之生育無影響。

表8　於齊膝期施用生長阻碍劑對玉米農藝性狀之影響（1987，秋作）

農藝性狀	處理代號*				
	1	2	3	4	5
施藥後15天株高（cm）	101.4 b	137.6 a	140.3 a	153.0 a	142.3 a
施藥後15天莖寬（cm）	21.4 b	21.4 b	21.6 b	21.5 b	22.5 a
施藥後35天株高（cm）	111.4 c	160.5 b	168.1 a	162.9 a	160.4 b
施藥後35天莖寬（cm）	20.1 b	19.1 c	20.6 b	21.3 b	22.1 a
施藥後35天穗位高（cm）	60 b	87.1 a	85 a	82.8 a	80.4 a
成熟期株高（cm）	114.2 b	158.8 a	164.8 a	160.2	157.9 a
穗重（g/ear）	130.8 b	130.5 b	131.9 b	142.2 a	140.7 a
穗長（cm）	20.6 a	18.5 b	17.3 b	18.0 b	17.9 b
每穗行數	15.1 a	14.6 a	14.8 a	15.1 a	15.0 a
每行子粒數	27.7 b	28.4 b	26.8 c	28.9 b	31.8 a
百粒重（g／100 kernel）	16.0 a	15.8 a	14.6 b	14.7 b	14.5 b
產量（kg／ha）	3970 a	3643 b	3800 a	3830 a	3840 a
順位	1	5	4	3	2
鮮草重（ton／ha）	7.18 a	6.48 a	5.88 b	6.18 b	6.18 b

註：*：處理別 1. Ethrel　：1000 ppm
2. Alar　：1000 ppm
3. CCC　：1000 ppm
4. Abion-C：1000倍m
5. 無處理（CK）

英文字母不同者代表平均值經Duncan's Multiple Range Test後差異達5％顯著水準。

於齊膝期及雌穗抽出前7天各施用一次生長阻碍劑所得之結果如表9，益收生長素處理後玉米株高明顯的受到抑制，僅及對照處理之64%，而且施用後莖寬明顯減少，植株呈瘦弱狀，及出現無雌穗植株，再加上玉米螟為害程度較其他處理區高，故產量明顯減少，僅為對照處理之62%，可能由於施藥二次導致劑量過高，植株產生藥害，呈虛弱狀並產生部份不孕穗，故產量明顯減少，亞拉生長素處理區株高沒有受到抑制，但莖寬明顯減少，故產量僅及對照處理之83%，差異達極顯著。另克美素及畝養旺—CA處理雖施用二次，但對玉米株高及生育皆無影響，產量亦與對照處理無顯著差異。

表9：於齊膝期及其後7天各施用生長阻碍劑一次對玉米農藝性狀之影響（1987，秋作）

農藝性狀	處理代號*				
	1	2	3	4	5
施藥後 8 天株高（cm）	84.4 c	122.8 b	139.8 a	131.7 a	135.4 a
施藥後 8 天莖寬（cm）	19.9 a	20.3 a	21.8 a	21.5 a	20.6 a
施藥後28 天株高（cm）	90.0 c	142.5 b	161.1 a	159.3 a	143.3 b
施藥後28 天莖寬（cm）	18.5 b	17.9 b	20.7 a	19.8 ab	20.4 a
施藥後28 天穗位高（cm）	56.1 b	74.8 a	79.4 a	79.1 a	71.6 a
成熟期株高（cm）	90.5 b	140.4 a	159.2 a	158.1 a	141.4 a
穗重（g／ear）	115.2 b	132.9 a	130.0 a	125.7 b	121.5 b
穗長（cm）	13.5 b	18.9 a	17.0 a	18.3 a	17.0 a
每穗行數	14.8 a	14.0 a	14.4 a	14.6 a	15.1 a
每行子粒數	18.7 c	29.4 a	30.3 a	28.4 a	27.9 b
百粒重（g／100 kernel）	18.6 a	16.5 b	14.1 c	14.9 c	14.9 c
產量（kg／ha）	2290 c	3035	3750 a	3715 a	3685 a
順位	5	4	1	2	3
鮮草重（kg／ha）	7.18 a	7.43 a	6.38 b	5.88 c	5.70 c

註：*：處理代號之說明同表8。

(二)春作：

於齊膝期施用生長阻碍劑益收生長素可明顯降低玉米株高（如表10.），據調查結果施藥3天後，株高即明顯的較其他處理爲低，至成熟期益收生長素處理區株高148.8cm僅爲對照處理之84.4％，且可減少植株之倒伏性，經調查植株與地面垂直線之角度（表11.），得知僅有益收生長素處理區之植株至成熟期仍保持直立，植株基部無彎曲現象，而其他各處理植株基部皆有彎曲現象，與地面呈大約30°，雖然未完全倒伏，但已呈傾斜狀態，使植株葉片間有遮蔽之現象，減少陽光之接受面。但施用益收生長素者無上述之現象。各處理產量調查結果如表10，以益收生長素處理產量最低，僅爲對照處理

表10　於齊膝期施用生長阻碍劑對玉米農藝性狀之影響
（1988，春作）

農藝性狀	處理代號*				
	1	2	3	4	5
施藥後 3 天株高（cm）	55.8 c	71.5 a	74.2 a	67.0 b	70.5 a
施藥後 7 天株高（cm）	63.3 b	91.8 a	95.6 a	92.3 a	102.8 a
施藥後 15 天株高（cm）	89.5 b	128.3 a	135.5 a	127.3 a	128.5 a
施藥後 23 天株高（cm）	128.8 b	172.5 a	165.8 a	175.0 a	172.5 a
施藥後 31 天株高（cm）	127.5 b	178.8 a	169.5 a	168.8 a	167.5 a
施藥後 48 天株高（cm）	145.0 b	178.0 a	170.2 a	167.5 a	168.8 a
施藥後 58 天株高（cm）	148.8 b	176.3 a	183.8 a	173.7 a	176.2 a
穗重（g／ear）	185.5 c	196.0 b	201.0 ab	201.0 ab	213.0 a
穗長（cm）	14.4 c	15.3 ab	14.9 b	15.3 ab	15.9 a
百粒重（g／100 kernel）	25.2 a	22.7 c	22.4 c	23.4 b	23.9 a
每穗行數	14.8 a	15.5 a	15.8 a	15.3 a	15.5 a
每行子粒數	32.5 b	36.8 a	34.8 ab	36.5 a	36.8 a
產量（kg／ha）	4680 c	4940 b	5140 a	5180 a	5320 a
順位	5	4	3	2	1

註：*：同表8。

表 11　於齊膝期施用生長阻碍劑對玉米植株倒伏性之影響（ 1988，春作）

施藥後天數	處理代號[1]				
	1	2	3	4	5
23	0[2]	31.4	28.5	21.6	27.6
31	0	26.6	18.4	41.9	28.2
48	0	31.5	26.0	26.0	31.1
58	1.5	33.8	21.8	34.2	32.3
平均	0.4	30.8	23.7	30.9	29.8

註：1. 同表 8 。

2. 表內數字爲植株傾斜角度，係指植株基部與地面垂直線所呈之角度；如此角度爲 0 時，則表示植株直立；如爲 90° 時表示植株倒伏於地面。

表 12　於齊膝期及雄穗抽出前 7 天各施用生長阻碍劑一次對玉米農藝性狀之影響（ 1988 ，春作）

農藝性狀	處理代號*				
	1	2	3	4	5
施藥後 16 天株高（ cm ）	120.0 c	168.7 a	170.0 a	170.0 a	156.3 b
施藥後 24 天株高（ cm ）	112.5 b	168.8 a	170.0 a	172.0 a	161.3 a
施藥後 41 天株高（ cm ）	113.0 c	168.3 b	167.5 b	186.0 a	163.8 b
施藥後 51 天株高（ cm ）	132.5 c	168.8 b	172.5 b	186.0 a	173.7 b
穗　重（ g／ear ）	165.0 b	192.5 a	201.0 a	193.0 a	190.5 a
穗　長（ cm ）	15.3 a	15.8 a	15.8 a	15.3 a	15.5 a
百粒重（ g／100 kernel）	24.6 a	23.5 ab	23.4 ab	23.2 b	23.1 b
每穗行數	15.3 a	15.8 a	15.8 a	15.3 a	15.5 a
每行子粒數	33.0 b	37.0 a	37.0 a	35.5 a	36.8 a
產　量（ kg／ha ）	4300 b	4900 a	4900 a	4920 a	5120 a
順位	4	3	3	2	1

註：* ：同表 8 。

之88％；益收生長素處理後雖然百粒重最高，但因穗頂充實不良之現象特別明顯，每穗行數明顯減少，此爲其減產之主要原因。百粒重較大的原因可能係因每穗子粒數偏低原因所致，每穗粒數減少之原因可能係因益收生長素施用後明顯的減少雌穗以上節位節間，導致雌穗上葉片對花絲有遮蔽之作用，因而受粉不良故每穗粒數減少。亞拉生長素施用後如同秋作，會於葉片上形成藥斑，故產量亦較對照處理減產7.1％，達5％顯著水準，其減產之原因爲百粒重最低，可能係因亞拉生長素施用後莖寬明顯減少，導致子粒充實期因莖部貯藏之碳水化合物供源不足，故百粒重最低。另克美素及協養旺－ＣＡ處理如同秋作，對玉米株高及生育影響不大，產量與對照處理相較亦無明顯差異。

於齊膝期及雄穗抽出前7天各施藥一次之結果如表12。益收生長素處理者株高明顯下降，成熟期株高僅132.5 cm，僅爲對照處理之76.3％，產量調查結果益收生長素處理者亦明顯爲低，僅4300 kg／ha，爲對照處理產量之84％，差異達極顯著；益收生長素施用二次之結果，如同施用一次皆會使玉米穗頂充實不良現象特別明顯，每行子粒數明顯減少爲減產之主因。另亞拉生長素、克美素及協養旺－ＣＡ處理之產量皆低於對照處理，且比僅施用一次生長調節劑各處理爲低，雖未達顯著水準，但這些生長調節劑於玉米生產上並無利用之價值。

益收生長素施用後由於酸鹼度的變化而可持續穩定的釋放出乙烯（Warner和Leopold，1969）因而產生調節作物生長的作用，尤其是園藝作物施用益收生長素對果實促熟及脫落作用特別有效（de Wilde，1971）。另外對多種作物皆具有抑制株高之作用（Sach和Hackett，1972）；於禾穀類作物益收生長素因可減少倒伏而使產量增加（Dahnous等，1982）。於玉米亦有一些報告指出有抑制株高之效果（Earley和Slife，1969；Langan與Oplinger，1987），但對增產之作用不穩定或反有減產之現象。一般而言，玉米施用益收生長素有降低株高、穗位高，減少葉面積，使雄穗變小，不孕雌穗增加，增加支持根數以及減產等現象（Earley和Slife，1969），於本試驗中亦發現如於生育期中施用二次益收生長素亦會導致上述等現象，但施用一次則於春作有上述之現象，但秋作因株高降低可減少風害故反而增產。另據Langan與Oplinger（1987）指出於雄穗抽出前一週施用可降低株高10％左右。但本試驗於雄穗抽出前二週施用，對株高降低之效果已非常明顯，於秋作減少43 cm，於春作減少28 cm，分別減少18及16％（表8，10），故益收生長素降低株高之作用與施用時期有關，Langan與Oplinger（1987）亦認爲不同生育時期施用益收生長素其作用情形不同。愈早施用作用愈大，但此點仍有待繼續探討。

五、生長阻碍劑施用後對玉米乾物質生成與分配之影響

生長阻碍劑施用一次後玉米乾物質生成與分配之結果如表13，於施用後23天調查可以發現益收生長素使玉米生育明顯受阻，處理後葉、稈及地上部總乾重明顯的較對照處理爲低，總乾重僅爲對照處理之56.5％；但於生育後期總乾重與對照處理間之差異較少，至成熟期總乾重爲對照處理之89.5％雖然益收生長素處理後分配比較高，但由於總

乾物質生成量較少，故產量仍比對照處理低。亞拉生長素處理後分配比反而降低，故產量亦比對照處理低。克美素及畝養旺－ＣＡ處理乾物質生成量及分配比與對照處理相似。

於齊膝期及雄穗抽出前７天各施用生長阻礙劑一次後玉米乾物質生成與分配之調查結果如表14。其結果與施用一次者之結果相仿，施用益收生長素後玉米生育受阻，乾物質之生成明顯受阻，至成熟期此種現象仍然存在，總乾物重僅爲對照處理之75.1％，雖然益收生長素處理分配比較高，但因乾物質生成量較少，故產量仍然最低。

表13　於齊膝期施用生長阻礙劑對玉米乾物質分配之影響（ 1988 ,春作）

施藥後天數	調查項目	處理代號[1]				
		1	2	3	4	5
23	葉（g）	21.6	36.5	33.3	34.2	31.4
	稈（g）	90.0	140.0	168.8	131.3	166.3
	總重（g）	111.6	176.5	202.1	165.5	197.7
31	葉（g）	35.8	36.7	34.8	33.5	31.9
	稈（g）	177.5	165.8	195.0	187.0	220.0
	總重（g）	213.3	202.5	229.8	220.5	251.9
48	葉（g）	26.0	36.4	39.5	37.1	42.9
	稈（g）	93.8	138.8	111.3	110.0	140.0
	穗（g）	131.3	140.0	156.3	176.3	123.8
	總重（g）	251.1	315.2	307.1	323.4	306.7
58	葉（g）	28.7	44.1	44.4	35.8	40.8
	稈（g）	97.6	128.8	137.5	126.3	127.5
	穗（g）	180.0	172.5	183.8	173.8	173.8
	總重（g）	306.3	345.4	365.7	335.9	342.1
	分配比％[2]	58.8	49.9	50.3	51.7	50.8

註：1.同表８。

註　2.分配比＝穗重／總重

表 14　於齊膝期及雄穗抽出前 7 天各施用生長阻碍劑一次對玉米乾物質分配之影響（ 1988 ，春作）

施藥後天數	調查項目	處理代號[1]				
		1	2	3	4	5
16	葉（g）	20.8	33.7	35.2	27.4	27.6
	稈（g）	97.5	146.3	161.3	165.0	138.7
	總重（g）	118.3	180.0	196.5	192.4	165.3
24	葉（g）	37.3	29.2	27.9	34.9	33.3
	稈（g）	153.8	190.0	172.6	182.5	158.8
	總重（g）	191.1	219.2	200.5	227.4	192.1
41	葉（g）	32.1	36.8	39.4	36.3	40.5
	稈（g）	73.8	165.0	137.6	122.6	85.1
	穗（g）	105.0	108.8	107.5	147.5	192.5
	總重（g）	210.9	310.6	284.5	306.4	318.1
51	葉（g）	18.8	26.0	35.5	27.4	36.5
	稈（g）	72.6	115.1	102.5	98.8	121.3
	穗（g）	168.8	197.5	161.3	183.8	188.8
	總重（g）	260.2	338.6	299.3	310.0	346.6
	分配比 %[2]	64.9	58.3	53.4	59.3	54.5

註：1 、2 之說明同表 13 。

由上述結果得知，於本試驗所使用之藥劑中益收生長素有抑制玉米株高之作用，並使植株直立而不會倒伏，於秋作因株高降低風害減少而有增產之效果，於春作，因無風害之情形，但施用益收生長素會致使植株生育受阻，乾物質生成量減少以及受粉不良等因素而導致產量減少，尤以施用二次者最爲明顯，故以於齊膝期施用一次較爲適宜，同時施用濃度則仍有待進一步探討。

參考文獻

1. 王强生、曹紹徽、劉大江， 1985 ，玉米台農 351 穗頂不充實原因之探討。中華農業研究，34(3)： 226 － 278 。

2. 林安秋，1980，氣候及生長季節與台灣雜糧增產。科學農業 28：13－14。
3. 曾文柄、楊之遠，1984，台灣地區農業氣候資源應用之研究。中央氣象局編印。
4. 楊之遠，1984，風對水稻生長及生理特性之影響。國立台灣大學農藝研究所博士論文。
5. Arnon, D. I. 1949. Cooper enzymes in isoluted chloroplast polyphenoloxidiase in beta Volgaris. Plant Pysiol. 24: 1-15.
6. Bradford, M.M. 1976. A repid and senstive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. Biochem. 72: 248-252.
7. Dahnous, K., G. T. Virgus, A.G. Law, C.F. Konzak, and D.G. Miller. 1982. Height and yield response of selected wheat, barley, and tritical cultivars to ethephone. Agron. J. 74: 580-582.
8. deWilde, R.C. 1971. Practical applications of (2-chloroethyl)-phosphonic acid in agricultural production. HortSci. 6(4): 12-18.
9. Earley, E.B., and F.W. Slife. 1969. Effect of ethrel on growth and yield of corn. Agron. J. 61: 821-823.
10. Jackson, M.B., M.C. Drew, and S.C. Giffard. 1981. Effects of applying ethylene to the root system of Zea mays on growth and nutrient concentration in relation to flooding tolerance. Physiol. Plant. 53:23-28.
11. Langan, T.D., and E.S. Oplinger. 1987 Growth and yield of ethephon treated maize. Agron. J. 79: 130-140.
12. Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stress. Vol: 1, Chilling, freezing, and high temperature stress (2nd Ed.), Academic Press, New York.
13. Lyons, J.M. 1973. Chilling injure in plants.Ann. Rev. Plant Physiol. 24: 455-466.
14. Meidema, N.M. 1983. The effect of low temperature on Zea mays. Adverance in Agronomy 35: 93-124.
15. Milborrow, B.V. 1974. The chemistry and physiology of abscisic acid. Ann. Rev. Plant Physiol. 25: 259-307.
16. Ries, S.K., and R. Houtz. 1983. Triacontanol as a plant growth regulator. HortSci. 18(15): 654-662.
17. Sachs, R.M., and W.P. Hackett. 1972. Chemical inhibition of plant height. HortSci. 7(5): 440-447.
18. Tseng, M.J., and P.H. Li. 1984. Mefluidide protection of severly chilled crop plants. Plant Physiol. 75: 249-250.
19. Warner, H.C., and A.C. Leopold. 1969. Ethylene evolution from 2-choloroethyphosphonic acid. Plant Physiol. 44: 156-158.

THE EFFECT OF ENVIRONMENT STRESS ON THE GROWTH OF MAIZE IN THE NORTHERN AREA OF TAIWAN

Ming Jen Fan, Chin Chyu Tu
Taiwan Agricultural Research Institute

and

Chun Chu
National Taiwan University

ABSTRACT

Corn seedlings were planted in different temperature such as 25°C, 15°C and 10°C to investigate the effect of chilling stress on the growth of maize. The seedlings grow at 15°C and 10°C showed the chilling stress response. The plant height, fresh weight and dry weight of the 46 day-old seedlings at 10°C were 60%, 50% and 60%, respectively, compared with the 22 days old seedlings at 25°C. It showed that the growth of corn seedling at 10°C was retarded owning to cold stress.

Growth regulator triacontanol (TRIA) 1×10^{-6} g/l or abscisic acid (ABA) 1×10^{-4} M was applied on 7 day-old seedlings. Based on the result of 5 to 7 days after treatment, TRIA showed in promotion of dry and fresh weight of seedlings in compared to untreated ones. Temperature will influence the result of the application of TRIA. TRIA treatment was more effective at higher (day temperature 30°C, night temperature 25°C) than at lower temperature (day temperature 20°C, night temperature 15°C). ABA treatment gave lower dry and fresh weight at 7 to 9 days after treatment. ABA showed more inhibition on the growth of corn seedlings at lower temperature.

There have strong monsoon in northern area of Taiwan from October till March, which will reduce the productivity of corn. The yield of maize which was planted in area without protection was reduced 16.8% compared with those was planted behind trees as fence to protect from the wind damage. Two or three layers of plastic net could also reduced wind speed 78.2% and 84.5%, respectively, compared with the wind speed of open field. And thus, yields of those maize were higher than those without protected. Four kinds of plant growth retardent, Ethrel, Alar, C.C.C. and Abion-CA were used to compare there effects on the plant height and yield of corn. The results indicated that distinguished effect on the plant height was obtained when Ethrel was applied to 50cm high corn plants. Plant height was reduced about 28% and yield was increased by 3.4% in autumn crop. Plants treated with Ethrel standed errect, while others will slope about 30 degree in field at the harvest time.