

不同根域溫度及鈣濃度處理對胡瓜‘夏笛’ 植株鉀、鈣及鎂含量之影響

蓋玉恬¹⁾

關鍵字：胡瓜、根域環境、鈣濃度

摘要：本研究利用銀黑色 PE 布覆蓋介質及冷氣控制根溫配合養液鈣濃度 70 ppm 及 140 ppm 栽培胡瓜‘夏笛’以探討不同根溫及鈣濃度處理對胡瓜植株鈣含量之影響。各根域環境處理之上位葉及下位葉鈣含量，均以鈣濃度 140 ppm 處理高於鈣濃度 70 ppm 處理。處理 42 天後，覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理之上位葉鈣含量為 2.8%，顯著高於其他處理，而無覆蓋及鈣濃度 70 ppm 處理之上位葉鈣含量 1.3% 則為各處理間最低者，控制根溫處理將養液鈣濃度降低為 70 ppm。比較各處理滲出液中鈣含量的差異發現，覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理之滲出液鈣含量於三次調查中均顯著高於其他處理。處理 42 天後，無覆蓋及鈣濃度 70 ppm 處理組之滲出液中鈣濃度較以鈣濃度 140 ppm 處理組減少 44 ppm，較根溫控制處理亦減少 15 ppm。顯示控制根溫處理及覆蓋處理，似乎可增加根系對鈣的吸收，並有利於鈣的運移使胡瓜上位葉之鈣含量增加。

前 言

胡瓜(*Cucumis sativus* L.)屬於葫蘆科胡瓜屬，為一年生蔓性草本植物，原產於印度喜馬拉雅山南麓，為台灣重要果菜之一。台灣地區利用簡易塑膠溫室配合無土介質養液栽培技術生產胡瓜，可避免夏季多雨環境病蟲害大量發生，及土壤含水過高等不利因素導致之產量及品質下降，但夏季塑膠遮雨棚內溫度較高，夜溫的下降亦較露地緩慢，導致蒸發量增大。養液栽培如管理不善，容易發生作物營養失調之生理障礙，尤其在配製培養液時，使含磷或高鈣成分之肥料產生沈澱，影響養液成分與濃度，造成元素不平衡，進而影響栽培之作物發育等(王，1988)。由於栽培者大多給予較高濃度之養液，高溫下出現的元素缺乏症狀並非起因於供應量不足，而是各元素間造成之拮抗作用(王，2004；王與吳，2000)。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生，通訊作者。

高溫環境下栽培胡瓜，常遇到植株生長停滯，以及植株養分失調，使胡瓜之產量及品質受損，導致農民收益減少(繆等，2000；孟等，2004；張，2004；繆等，2005；梁等，2006)。本試驗利用山崎養液胡瓜配方為基礎(control)，在不同鈣濃度處理下探討不同根域溫度及養液中鈣濃度對於胡瓜‘夏笛’植株鈣離子吸收與運移以及生理功能之影響，期能提供夏季胡瓜養液栽培管理之參考。

材料與方法

一、育苗與定植

(一) 育苗

本試驗以胡瓜‘夏笛’作為植物材料，種子以 50 °C 溫湯浸種並添加免賴得(億力)2000 倍浸泡 15 分鐘，之後置於 30 °C 黑暗之恆溫生長箱催芽，待胚根凸出種皮後於 2006 年 6 月 2 日播種於裝填 Florafleur 001H 介質之 128 格穴盤育苗。

(二) 定植

胡瓜幼苗於 6 月 12 日定植於寬 30 公分深 15 公分之栽植槽，槽內填充以泥炭：椰纖：木屑：稻殼=2：1：2：1(v/v)充份混合之介質，泥炭苔為芬蘭凱吉拉(Kekkilä)公司所生產，酸鹼度經調整為 7.0；稻殼取材自台中縣大里市農會，為 92 年第一期稻作；椰纖購買自帛鑫國際有限公司，商品名為根呼吸(Coifibre)，其 pH 值在 5.8~6.4 之間，EC 值 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，纖維長度為 0.1 至 2 cm，纖維寬度約 0.16 cm，通氣性 12.8%，保水率 67.2%，包裝前經發酵與殺菌處理；木屑取自台中縣霧峰鄉戴養菌場，為未經栽培但經濕潤堆置 4 個月之闊葉樹木屑。胡瓜幼苗定植後給予 1/2 強度之完全的山崎氏養液，自 6 月 18 日(約為本葉五片完全展開)開始給予不同肥料及溫度處理。滴灌頻率初期為每天 15 次，每次 3 分鐘，每一滴管流量約 45 ml/min，並隨植株生育所需調整灌溉頻率與灌溉時間。植株採單幹整枝，不留子蔓，以尼龍繩供其攀附，生長至 25 節摘心。

二、根域溫度及肥料處理

(一) 根域溫度

1. 介質無覆蓋處理：栽植槽無覆蓋。
2. 介質覆蓋處理：栽植槽表面及兩側以銀黑色 PE 布覆蓋。
3. 根溫控制處理：栽植槽置於厚度為 4 cm 之保麗龍箱中，保麗龍箱加蓋並切開一 4cm² 之方型開口，使植株地上部順利生長，底部切割做為養液滲漏之用。箱內以冷氣控制溫度在 26 °C，冷氣開機時間為每日之 6 點，關機時間設定為 18 點，出風口位於保麗龍箱之兩側。利用 Datalogger SK-L200TH(SATO KEIRYOKI MGF. CO., Ltd, Japan)溫度記錄器紀錄氣溫及冷氣處理之介質溫度，自溫度處理開始至調查結束，每 30 分鐘記錄一次。

(二) 養液鈣濃度處理

1. 全量鈣肥處理：採用山崎氏胡瓜養液配方作為養液成分為每 10000 L 含 610 g 硝酸鉀、830 g 硝酸鈣、500 g 硝酸鎂、120 g 第一磷酸銨、20 g EDTA-Fe、2 g H_3BO_3 、2 g $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ 、0.22 g $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 、0.05 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 和 0.02 g $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ 。換算養液中鈣濃度為 140 ppm。
2. 半量鈣肥處理：本處理將硝酸鈣添加量減半為 415 g，使實際鈣濃度減為 70 ppm 外，其他原素含量均與處理 1 相同。惟另外添加硝酸銨 200 g 以補足因降低硝酸鈣添加量而減少之總氮量。

三、調查項目與分析方法

溫度及養液鈣濃度處理後 14 天、28 天及 42 天進行破壞性調查。將葉片和莖(含葉柄)分開，以最下位之三節為一組作為下位，頂芽以下之三節作為上位，分開洗滌後烘乾、秤重並磨粉做為營養分析之材料。

(一) 樣品採集與準備

葉片與莖：先以自來水洗去塵土，再以 1 %HCl 涮洗，然後以去離子水沖洗三次，瀝乾水分後裝入牛皮紙帶，置於烘箱中，先以 100 °C 1 小時殺菁，再以 70 °C 至少持續 48 小時，直到樣品重量不再減少為止。分析前先將樣品磨粉，精稱 0.5 g 樣品置於坩堝中，置入灰化爐，以 200 °C 加溫 2 小時，繼以 400 °C 加溫 1 小時，最後 550 °C 加溫 2 小時使完全灰化。樣品冷卻後，加入 5 ml 2N HCl(Merk)以去離子水將坩堝樣品洗下，經 Wateman NO.42 濾紙於漏斗上過濾並定量至 25 ml，裝入塑膠瓶中保存備用。

(二) 植株營養元素之測定方法

1. 鈣：取 0.1 ml 濾液，加 3.9 ml 去離子水及 1 ml 5%氧化鏷(Lanthanum oxide)，混合均勻後，以原子吸收光譜儀(Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定之。
2. 鉀、鎂：取 0.1 ml 濾液，加 3.9 ml 去離子水稀釋 40 倍後，混合均勻後，以原子吸收光譜儀(Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定鎂的濃度。以同型儀器改用原子發散光譜(Atomic emission spectrum)測定鉀濃度。
3. 水溶性鈣含量測定：取磨粉後之樣品 0.2 g，置於 50 ml 離心管中加入去離子水 10 ml 充份混合後震盪 1 小時，以 12000 xg 離心 5 分鐘，取濾液 0.1 ml，加 3.9 ml 去離子水及 1 ml 5%氧化鏷(Lanthanum oxide)，混合均勻後，以原子吸收光譜儀(Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定鈣濃度。

四、滲出液之收集與元素分析

自子葉下方切除地上部，利用塑膠軟管收集滲出液，並以石蠟膜密封連結處避免滲漏，收集 3 小時；取滲出液 0.1 ml，加 3.9 ml 去離子水及 1 ml 5%氧化鏷(Lanthanum oxide)，混合均勻後，以原子吸收光譜儀(Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定鈣濃度，單位為 ppm。

五、試驗設計與數據分析方法

試驗採完全逢機設計(Completely Randomized Design, CRD)。每處理五重複。調查所得數據以 ANOVA 進行變方分析(analysis of variance)($\alpha=0.05$)，以 Fisher's LSD 進行各處理間平均值之比較。

結 果

一、植株元素分析

為了解不同根域溫度及鈣濃度處理對植株不同部位鉀、鈣及鎂含量之影響，將不同部位分別灰化分析其元素含量。處理 14 天後，覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理之下位葉鉀含量 3.89% 顯著高於其他處理；根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之下位葉鈣含量為 6.50%，為各處理最高(表 1)。上位葉中的鉀含量以根溫控制及鈣濃度 70 ppm 處理組之 2.76% 顯著低於其他處理；上位葉中鈣含量以根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 2.31% 顯著高於其他處理；上位葉中鎂含量以根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理 0.86% 顯著高於其他處理(表 1)。處理 28 天後，下位葉中的鉀濃度以無覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理之 4.68% 和根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 4.61% 顯著高於其他處理；下位葉鈣濃度含量以覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理和根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 7.14% 及 7.46%，顯著高於其他處理；下位葉中鎂含量以根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 2.05%，顯著高於其他處理；上位葉鈣含量以根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 2.50% 最高；上位葉中的鎂含量則以根溫控制鈣濃度 140 ppm 處理之 0.86% 最高，而覆蓋及鈣濃度 70 ppm 處理和根溫控制及鈣濃度 70 ppm 處理則為各處理間顯著較低者(表 1)。

處理 42 天後，下位葉鈣含量以覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理之 5.5% 和根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 5.2% 顯著高於其他處理，無覆蓋及鈣濃度 70 ppm 處理之 2.7% 則為各處理間最低者；下位葉中的鎂含量以覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理 1.3% 最高；上位葉鈣含量以覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理 2.8% 最高，根溫控制鈣濃度 70 ppm 處理 1.3% 最低，上位葉中鎂含量以根溫控制及鈣濃度 70 ppm 處理 0.6% 顯著低於其他處理(表 1)。下位葉中鉀鈣比值隨處理天數增加而增加，鈣濃度 70 ppm 處理之鉀/鈣比值略高於 140 ppm 處理；比較鈣濃度 70 ppm 處理之 K/Ca 值，處理初期，根溫控制 70 ppm 處理之上位葉及上位莖中 K/Ca 值顯著低於其他 70 ppm 處理(表 2)。

表 1. 不同根域環境及鈣濃度處理對胡瓜‘夏笛’上位葉及下位葉中鉀、鈣及鎂含量之影響。
 Table 1. Effects of different root temperature and Ca concentration treatments on K, Ca, and Mg contents in upper and lower leaf of cucumber ‘Hsia Di’ in soilless culture.

根域環境及鈣濃度		下位葉			上位葉		
		鉀 (%)	鈣 (%)	鎂 (%)	鉀 (%)	鈣 (%)	鎂 (%)
14 天							
無覆蓋	140 ppm	3.3	5.8	1.3	4.5	1.8	0.6
	70 ppm	2.7	5.3	1.5	3.9	1.3	0.5
覆蓋	140 ppm	3.9	6.1	1.4	4.8	2.0	0.5
	70 ppm	3.1	5.2	1.3	3.9	1.6	0.6
根溫控制	140pm	3.3	6.5	1.6	4.3	2.3	0.9
	70 ppm	2.6	5.2	1.5	2.8	1.2	0.5
LSD _{0.05}		0.5	0.8	0.3	0.6	0.4	0.2
28 天							
無覆蓋	140 ppm	4.7	6.0	1.4	3.9	2.1	0.7
	70 ppm	3.1	5.8	1.6	3.5	1.7	0.8
覆蓋	140 ppm	4.0	7.1	1.8	4.2	2.1	0.7
	70 ppm	3.4	5.7	1.6	3.2	1.6	0.7
根溫控制	140pm	4.6	7.5	2.1	4.2	2.5	0.9
	70 ppm	3.5	5.1	1.4	2.5	1.8	0.7
LSD _{0.05}		0.8	1.0	0.4	1.0	0.5	0.1
42 天							
無覆蓋	140 ppm	5.4	4.9	1.3	3.9	2.0	0.8
	70 ppm	4.2	3.7	1.1	2.9	1.3	0.8
覆蓋	140 ppm	5.9	5.5	1.3	4.4	2.8	0.9
	70 ppm	4.5	4.1	1.1	3.6	2.1	0.9
根溫控制	140pm	5.8	5.2	1.2	4.7	2.4	0.9
	70 ppm	4.6	2.7	0.7	3.2	1.9	0.6
LSD _{0.05}		1.4	0.8	0.2	1.0	0.7	0.2

表 2. 不同根域環境及鈣濃度處理對胡瓜‘夏笛’上位葉及下位葉中鉀/鈣比值之影響。
Table 2. Effect of different root temperature and Ca concentration treatments on K/Ca ratio of upper and lower leaves of cucumber ‘Hsia Di’ in soilless culture.

根域環境及鈣濃度		處理 14 天		處理 28 天		處理 42 天	
		下位葉	上位葉	下位葉	上位葉	下位葉	上位葉
		Lower leaf	Upper leaf	Lower leaf	Upper leaf	Lower leaf	Upper leaf
		K/Ca	K/Ca	K/Ca	K/Ca	K/Ca	K/Ca
無覆蓋	140 ppm	0.57	2.59	0.79	2.25	1.12	1.97
	70 ppm	0.51	3.06	0.54	1.72	1.15	1.57
覆蓋	140 ppm	0.38	2.40	0.55	2.12	1.10	1.68
	70 ppm	0.60	2.47	0.62	2.03	1.12	1.77
根溫控制	140 ppm	0.51	1.86	0.62	1.69	1.11	2.08
	70 ppm	0.50	2.32	0.71	1.42	1.69	2.47
LSD _{0.05}		0.12	0.69	0.21	0.58	0.44	0.73

二、滲出液中鈣含量分析

滲出液中元素含量可以顯示根系對此元素吸收之能力，處理 14、28 及 42 天後，滲出液中的鈣含量均以覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理最高，處理 28 及 42 天後，無覆蓋及鈣濃度 70 ppm 處理之滲出液中的鈣含量均為最低。處理 14 天後，無覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理下位葉中水溶性鈣含量為 1.50%，顯著高於根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 0.92%。處理 28 天後，無覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理之下位葉中水溶性鈣含量 1.28% 為各處理中最低；處理 42 天後，下位葉可溶性鈣含量以根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 1.81% 為最高，根溫控制及鈣濃度 70 ppm 處理之 0.84% 最低(表 3)。

三、水溶性鈣含量分析

處理 14 天後，根溫控制鈣濃度 140 ppm 處理上位葉中水溶性鈣含量 0.83%，為各處理間最高，處理 28 天後，覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理與根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之上位葉水溶性鈣含量分別為 0.97% 及 0.96%，顯著高於其他處理；處理 42 天後，根溫控制及鈣濃度 70 ppm 處理之上位葉水溶性鈣含量為 0.54% 顯著低於其他處理(圖 1)。

表 3. 不同根域環境及鈣濃度處理對胡瓜‘夏笛’木質部滲出液中鈣含量之影響

Table 3. Effect of different root temperature and Ca concentration treatments on Ca concentration in xylem exudates of cucumber ‘Hsia Di’ in soilless culture.

根域環境及鈣濃度		處理 14 天	處理 28 天	處理 42 天
		Ca (ppm)		
無覆蓋	140ppm	369.3	342.8	172.5
	70ppm	335.7	260.3	128.5
覆蓋	140ppm	441.7	379.7	299.2
	70ppm	305.2	308.8	210.0
根溫控制	140ppm	373.8	325.5	249.8
	70ppm	276.2	311.8	235.3
LSD _{0.05}		105.9	108.7	70.2

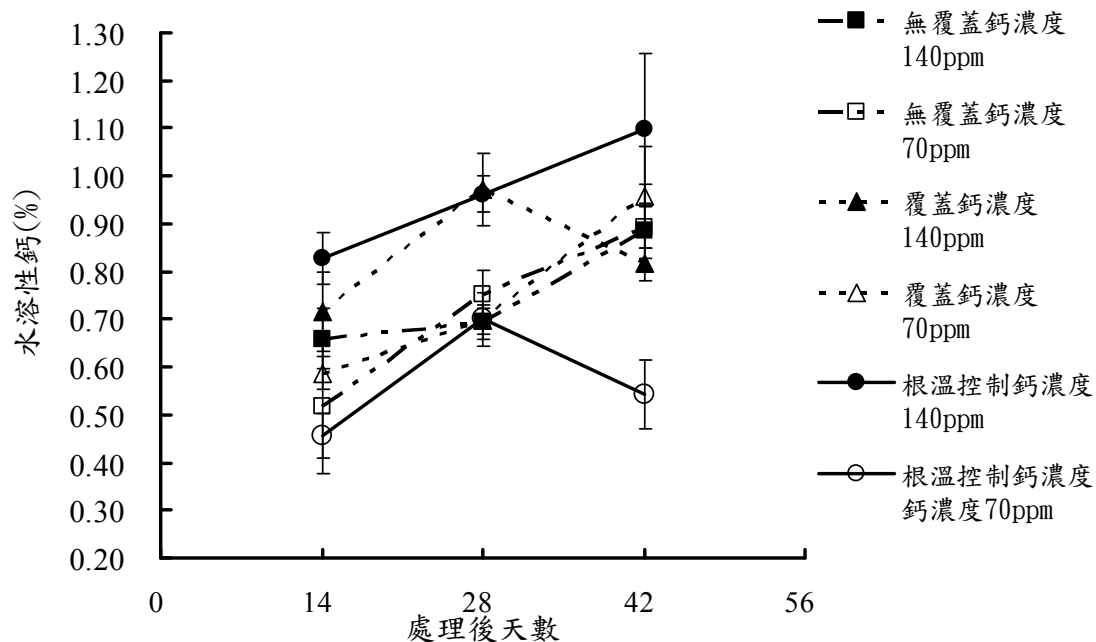


圖 1. 不同根域環境及鈣濃度處理對胡瓜‘夏笛’對上位葉水溶性鈣之影響

Fig 1. Effect of different root temperature and Ca concentration treatments on water soluble Ca contents in upper leaves of cucumber ‘Hsia Di’ in soilless culture.

討 論

Wang 和 Tachibana(1996)研究指出氣/根溫組合為 37/26 °C 時上位葉鈣含量顯著高於 37/37、26/37 及 26/26 °C 處理。對照本試驗，隨栽培時間之增加，上位葉中鈣含量以覆蓋處理及根溫控制處理較高，顯示此根域環境對於高溫下胡瓜植株離子運移似乎較為有利(表 1); Nakaya 等(1995)對番茄的研究發現養液中 K/Ca 值影響番茄鈣吸收，當養液中 K/Ca 比值升高至 2.0 時番茄尻腐病發生率增加，且鈣離子吸收顯著減少，本試驗鈣濃度 70 ppm 處理養液中 K/Ca 比值的增加，似乎亦為造成此處理胡瓜根系鈣離子吸收減少的原因之一。Forster 和 Mengel(1969)研究大麥的缺鉀處理，發現其根系與地上部鈣、鎂、鈉含量均較對照組高；游(2003)研究“七星”絲瓜在缺鈣狀態下鉀/鈣、鎂/鈣比值均高於鈣充足時；本試驗養液中鉀含量不變，比較各處理間鈣濃度 70 ppm 處理之鉀/鈣比值，處理初期，根溫控制 70 ppm 處理之上位葉及上位莖中鉀/鈣比值顯著低於其他 70 ppm 處理，然而處理 42 天後其上位葉中鉀/鈣比值卻較高，也就是生育後期植株對於鈣離子的吸收比例減少，或並未運移至上位葉中，使鉀離子吸收比例增加，以平衡植株內正負電荷差異(表 2)。木質液中的鈣濃度受根圈外鈣濃度影響甚鉅，木質液中鈣濃度介於 300 μM 至 16.5 mM(De Silva *et al.*, 1998, White and Broadley, 2003); Tachibana(1989)研究發現，胡瓜滲出液中鈣濃度和土壤中鈣含量成正相關。本試驗鈣濃度 140 ppm 處理之滲出液中 Ca^{2+} 含量確實高於 70 ppm 處理，進而影響地上部鈣含量；處理 42 天無覆蓋及鈣濃度 70 ppm 處理之滲出液中 Ca^{2+} 含量顯著較低，且其上位葉中鈣含量亦低於其他處理，可發現根系對鈣離子的吸收能力減弱，或鈣離子運移的能力下降；鈣濃度 70 ppm 處理均顯著影響各處理間滲出液中的鈣含量，但根溫控制處理即使降低養液中的鈣濃度至 70 ppm，滲出液中鈣含量並未顯著減少，較低的根溫似乎可增加根系對鈣離子的吸收及運移(表 3)。學者研究番茄不同部位不同形式鈣之含量，果膠酸鈣之溶媒為 NaCl，植株中鈣和果膠酸結合，可強化細胞壁但並不移動，果實肥大期間生理作用旺盛，為促進鈣的移動，番茄植株內水可溶性鈣及鹽酸可溶性鈣相對增加(陳，1978)。因此，測量各部位之水溶性鈣含量可了解在不同處理下胡瓜植株內鈣的移動能力。根據表 1，處理 42 天上位葉的鈣含量以覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理與根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理兩組顯著較高，這兩個處理之下位葉水溶性鈣含量亦顯著高於其它處理，顯示此二處理鈣離子運移的能力似乎較佳(圖 1)，對照 Matsumoto 和 Teraoka (1980)對胡瓜的觀察也發現，缺鈣處理之胡瓜新葉水溶性鈣含量較低；Hohjo 等(1995)觀察改變養液之氮型態及鈣含量對番茄的影響發現，當總氮含量不變 $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ 從 10:0 變成 8:2 時，尻腐病發生率提高，葉片中鈣含量則降低，Shear(1975)對番茄的研究亦發現礦物元素種類影響鈣的吸收，影響程度為 $\text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$ ；本試驗為維持養液中總氮量相同，70 ppm 處理中加入硝酸銨，可能因此影響胡瓜對鈣離子的吸收能力。

參 考 文 獻

- 王銀波。1988。養液栽培之肥料與管理。沈再發，許淼淼主編。養液栽培技術講習會專刊第一輯。行政院農業委員會。pp.59-69。
- 王銀波、吳正宗。2000。肥料過量施用引發之環境問題。農業世界。202：12-18。
- 孟令波、李淑敏。2003。高溫脅迫對黃瓜生理、生化過程的影響。哈爾濱學院學報。24(10)：121-125。
- 陳文孝。1978。番茄開花結時期間鈣營養之生理特性。中國園。24(4)：157-167。
- 梁肇均、林毓娥、黃河勛。2006。黃瓜的高溫傷害及耐熱性研究進展。廣東農業科學報。01：21-23。
- 游雯蓉。2003。瓜類植株鈣之吸收與運移。國立中興大學園藝學系碩士論文。
- 繆旻珉、張玉華、蔣業華、薛林寶。2005。黃瓜耐熱性與其葉片根系和花粉性狀關係的研究。揚州大學學報(農業與生命科學版)。26(2): 83-85。
- DeSilva, D. L. R., A. M. Hetherington, and T. A. Mansfield. 1998. The regulation of apoplastic calcium in relation to intracellular signaling in stomatal guard cells. *Z. Pflanzenernahr. Bodenkd.* 161:533-539.
- Forster, H. and K. Mengel. 1969. The effect of a short term interruption in the K supply during the early stage on yield formation, mineral content and soluble amino acid content. *Z. Acker-u. Pflanzenbau.* 130:203-213.
- Hohjo, M., C. Kuwata, K. Yoshikawa, and T. Ito. 1995. Effect of nitrogen form, nutrient concentration and Ca concentration on the growth, yield and fruit quality in NFT-tomato plant. *Acta. Hort.* 396:145-1522.
- Matsumoto, I. and K. Teraoka. 1980. Cumulation of sugars in cucumber leaves during calcium starvation. *Plant Cell Physiol.* 21(8): 1505-1513.
- Nakaya, A., K. Goto, and H. Jang. 1995. Effect of K/Ca ratio in the nutrient solution on incidence of blossom-end rot and gold specks of tomato fruit grow in rockwool. *Acta Hort.* 396:123-130.
- Shear, C. B. 1975. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. *HortSci.* 10(4):361-365.
- Tachibana, S. 1989. Respiratory response of detached roots to lower temperature in cucumber and figleaf gourd grown at 20°C root temperature. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58(2):333-337.
- Wang, Y. H. and S. Tachibana. 1995. Growth and mineral nutrition of cucumber seedling as affected by elevated air and root-zone temperatures. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64(4):845-852.
- White, P. J. and M. R. Broadley. 2003. Calcium in plants. *Ann. Bot.* 92:487-511.

附 錄

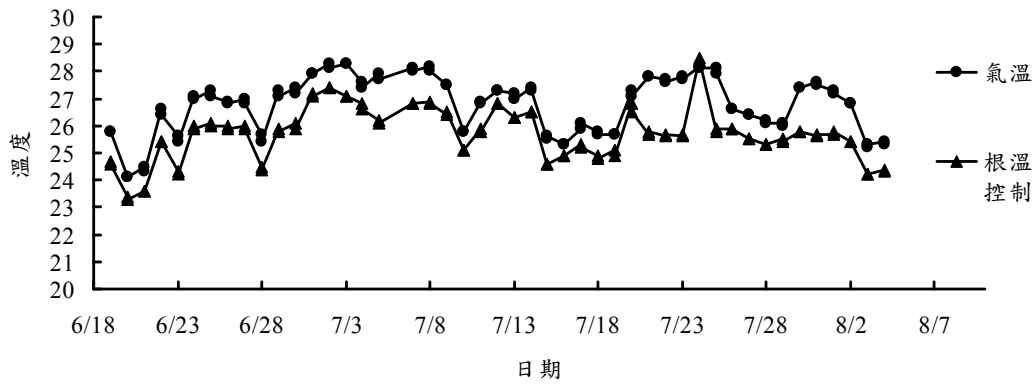


圖 2. 冷氣控制根溫處理組於栽培期間每日午夜 0:00 之根溫及氣溫變化紀錄

Fig 2. The daily record of root and air temperature of air conditioner controlled treatments during the midnight at 0:00.

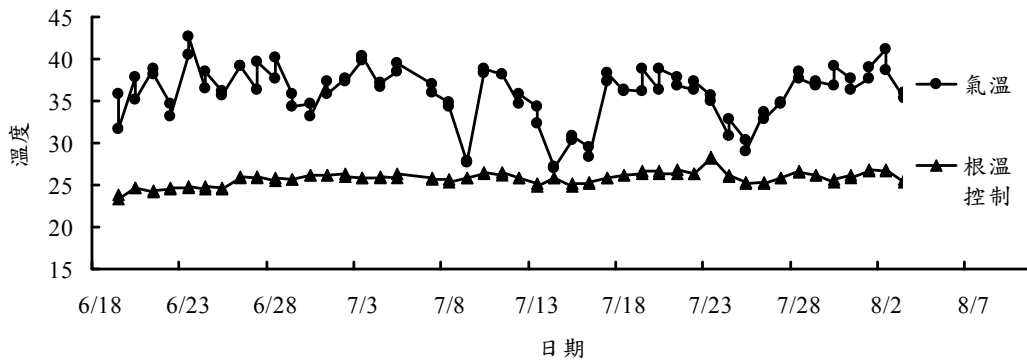


圖 3. 冷氣控制根溫處理組於栽培期間每日午間 12:00 之根溫及氣溫變化紀錄

Fig 3. The daily record of root and air temperature of air conditioner controlled treatments during the noon time at 12:00.

Effect of Temperature and Calcium Concentration Treatments on Element Absorption of Cucumber 'Hsia Di' in Soilless Culture.

Yu-Tien Ko ¹⁾

Key words: cucumber, root environment, calcium contents

Summary

Experiments were conducted to study the effects of medium mulching with PE film and root temperature control at 26 °C by air conditioner and different calcium concentration at 140 and 70 ppm in Yamasaki's nutrition formulation on growth and physiological response of cucumber 'Hsia Di' (*Cucumis sativus* L.) grown in soilless culture. The calcium contents of upper and lower leaves of Ca concentration 140 ppm treatment were higher than 70 ppm treatment in every root temperature treatments. The Ca contents of upper leaves of mulching with Ca concentration 140 ppm treatment was 2.8% significant higher than other treatment after 42 days. Under root temperature control at 26 °C, the Ca contents in xylem exudates were little affected by lowering the Ca concentration from 140 ppm to 70 ppm after 42 days treatment. However, those of plants in un-mulched and mulched media decreased 44 ppm and 89 ppm, respectively, when the Ca concentration supply were decreased from 140 ppm to 70 ppm. It is postulated that the control of root temperature at 26 °C and mulching of media enhanced the calcium absorption by roots and the translocation of Ca to upper parts than non-mulching treatments.

1) Graduate student in MS. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.

