

不同鉀、鈣濃度對養液栽培胡瓜果實發育之影響¹

蔡正宏²、李文汕³

摘 要

本試驗以山崎胡瓜養液配方為基礎，進行胡瓜之栽培試驗藉以探討養液中鉀與鈣濃度對胡瓜果實之影響，並觀察鉀鈣之間的相互作用。分析結果顯示，將養液鉀濃度由235 mg/L提高至270 mg/L (T1)與350 mg/L (T2)可以顯著使水分與乾物質迅速轉移果實，不僅增加果徑、果實鮮重與乾物重，果實中之可溶性固形物、維生素C與澱粉累積也都有明顯的提升。果實內陽離子間有拮抗現象產生，並未產生果實生理病害。依貯藏試驗中測得之葉綠素螢光參數，明顯發現9°C與3°C的環境下，T1與T2處理之果實耐寒能力較對照組強，可以使細胞膜的完整性保持在較佳的狀態。而鉀350 mg/L與鈣205 mg/L (T3)之處理EC值較高，果實較小且水分含量少，乾物質與內容物多，果實硬度高，櫥架壽命有較佳的表現。因此4種處理中以T2處理(鉀350 mg/L)所得結果最佳，且顯著優於對照組，T1處理(鉀270 mg/L)在許多測定項目中也有顯著提升，但表現結果不如T2處理顯著，T3處理中產生較明顯的陽離子競爭現象，使植體中鉀與鎂含量降低，並使介質EC值提升，植株生育及果實重量、品質都不如T1與T2處理。因此，本試驗鉀濃度提高至270 mg/L及350 mg/L，可達促進植體生長，並增加果實產量與品質之目的。

關鍵字：拮抗、葉綠素螢光、可溶性固形物、山崎養液、鉀、鈣、貯藏。

前 言

胡瓜(*Cucumis sativus* L.)原產於印度喜馬拉雅山南麓，屬葫蘆科(Cucurbitaceae)一年生蔓性草本植物，為臺灣夏季重要蔬菜作物之一⁽¹⁵⁾。胡瓜屬於根敏感型作物，對養分的需求較為嚴格，通常氮與鉀是控制作物產量與品質的兩個關鍵，儘管氮肥和鉀肥均能提升作物產量，但合適的K/N才能發揮兩種養分最大的增產潛力，因為氮和鉀在植物生理代謝過程中會有明顯的交互作用，當鉀的使用量提高，氮肥施用量的彈性空間較為廣泛^(12,28)。鉀為植物體內普遍存在的陽離子，對植物的光合作用與生長發育皆有明顯的影響，但鉀並非植物結構物質，其主要功能分別是：(1)維持細胞膨壓，(2)促進酶的活化，(3)促進光合作用與同化產物的輸送、脂肪合成、氮的吸收與蛋白質合成，(4)提高植物的抗逆性^(4,5)。根據前人研究，當提高養液中鉀肥比例時，確實可以顯著提升作物的營養生長與果實品質，並且有效的使氮肥利用效率提

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第0816號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

³國立中興大學園藝系副教授。

升，因此鉀的比例調控或許可以成為解決氮肥濫用與改善生產品質的關鍵之一^(14,24,26)。但是在提升鉀的使用濃度時，容易產生陽離子的吸收問題，尤其以鉀鈣間的拮抗最常發生，在不同鈣鉀比的施用時，對於番茄尻腐病發生率都有明顯的影響，隨著鉀的濃度升高，尻腐病發生率呈現增加的情況⁽²⁷⁾，因此在鉀與鈣間的調配又是另一項值得探討的重點。本試驗以養液滴灌栽培胡瓜，分別調整養液中鉀與鈣的濃度，使其鉀氮比、鉀鈣比分別有不同變化，觀察其對於胡瓜果實品質的影響，以做為未來鉀有效利用之初步研究。

材料與方法

試驗材料

本試驗採用`夏笛`胡瓜為植物材料，`夏笛`為可單偽結果之小胡瓜品種，早期產量多，耐熱性及耐病性強，主枝及側枝雌花在高溫長日條件下著生率達100%。試驗栽培於Bio-Mix Potting substrate 002C，袋內所含介質成分及特性如下：有機質約85%、白泥炭苔約20%、黑泥炭約80%、pH值約5.5~6.0、EC值約1.0 mS/cm。

試驗方法

(一)養液處理

1. 對照組(Control)：採用山崎氏胡瓜養液配方作為養液，其中氮濃度為200 mg/L、鉀235 mg/L、鈣140 mg/L，K/Ca約1.68，K/N約1.18，N/Ca約1.43⁽¹⁾。
2. 處理組(T1、T2、T3)：
 - (1) K/N比試驗：對照組養液配方K/N比為1.2而養液處理組T1與 T2分別以添加K₂SO₄之方式，將K/N比調整為1.35與1.75，(T1鉀270 mg/L，T2鉀350 mg/L)微量元素同於對照組。
 - (2) K/Ca比試驗：K/Ca比在對照組時為1.68，處理組T1為1.93，T2為2.50，T3以添加Ca(NO₃)₂之方式，將K/Ca比調回成1.7，(T3氮濃度為245.5 mg/L，鉀濃度為350 mg/L，鈣濃度為208.3 mg/L)，K/N比1.43，微量元素同於對照組。

(二)栽培與採收方式

1. 試驗栽培期間為2006年8月20日至10月31日止。
2. 植株採單幹整枝，不留子蔓，以尼龍繩供其攀附，植株第4節以下的花全數去除，生長至第23節摘心。
3. 採收前期為胡瓜定植後35、36天採收之果實，中期則為定植後45、46天，末期是定植後55與56天。

(三)果實測定

1. 全可溶性糖之測定：將採收後果實烘乾後磨粉，精稱乾燥磨粉的樣品0.1 g，置於30 mL 離心管中，加入10 mL蒸餾水，以30°C恆溫水浴振盪3小時，隨後以4,000 rpm在室溫下，離心10分鐘。取上層液5 mL，加1 mL 6N HCl，放入70°C水浴振盪15分鐘，取出後迅

- 3h9665dj94速冷卻。取0.2 mL溶液加入去離子水4.8 mL振盪均勻，由稀釋液中取出2 mL混合液加入0.1 mL liquid phenol及6 mL濃硫酸，振盪均勻後，靜置30分鐘，以分光光度計(UV-1201, Shimadzu)測定490 nm波長之吸光值。
- 澱粉之測定：將上述離心後之殘渣烘乾，置於30 mL離心管中，加入2 mL去離子水，於沸水中煮15分鐘，取出後迅速冷卻。加入2 mL 9.2 N HClO₄振盪15分鐘，且其間不停攪拌。加水至10 mL，以10,000 rpm在室溫下離心10分鐘，取離心後之上層液0.1 mL，加入4.9 mL去離子水稀釋，振盪均勻，取2 mL稀釋液加入0.1 mL liquid phenol及6 mL濃硫酸，振盪均勻後，靜置30分鐘，以分光光度計測定490 nm波長之吸光值。
 - 果實水分潛勢測定：以露點水分潛勢測定儀(WP4 Dewpoint Potential Meter, Decagon Devices, Inc.)測量。取果實果肉部份，用1.5 cm打孔器取厚度0.2 cm果肉薄片，每測定盒放入5片，並以石蠟磨封蓋，避免水分散失。
 - 果實葉綠素螢光測定：胡瓜果實採收後連續測試7天之葉綠素螢光，分為常溫25°C、9°C及3°C。測定前先將果實做暗馴化(dark-adapted)處理，每果於赤道部位及頭尾兩端取三點測定，以攜帶式葉綠素螢光分析儀(Protale Chlorophyll Fluorometer, MiNi-PAM Walz Germany)測定。所連接的探針利用特殊光纖(Special Fiberoptic 2010-F)瞬間提供測定光與飽合脈衝光，並由下列公式計算而得PSII活性。Fo為最小螢光釋放量，Fm為螢光釋放最大值，Fv=Fm-Fo，以Fv/Fm表示。
 - 果實硬度測定：胡瓜於赤道部位及頭尾兩端，以探針為0.38 cm²之物性測定儀(Sun Rheo Meter, Model: COMPAC-100)測定單位面積內穿刺5 mm所需之最大力量，每果測3點，單位以牛頓(N)表示。
 - 果實維生素C含量測定：依據Terada (1987)之測定方法加以修改，取剛採收之胡瓜新鮮果肉2 g，加入15 ml 6%偏磷酸抽取液(Metaphosphoric acid in 2 N Acetic acid)，以均質機攪拌均勻萃取，將打碎隻均質液倒入離心管中，以1,000 g離心10分鐘，以Reflectoquant, 1.16981. Ascorbic acid Test試紙條沾取樣品液，經15秒反應時間後，置入小型光譜儀RQ flex plus (Merck)進行測定。單位：ppm。
 - 果實糖度：以手持曲折計(Hand refractometer; Atago model N1)測定採收後胡瓜果肉果汁的可溶性固形物，單位為°Brix。

結果與討論

依據試驗結果，表一中果實平均鮮重以T1或T2處理顯著高於對照組，當養液中鉀濃度提升，果實鮮重增加，推測是因為鉀影響了植株的滲透潛勢，促進水分吸收，細胞的膨壓增加，細胞與組織也跟著脹大，水分含量高，且鉀能促進植物光合作用及核酸和蛋白質的合成、轉化和運輸，加速光合產物迅速向貯藏器官運輸等，因此促進果實膨大^(11,26)。試驗中亦發現，鉀含量和果實直徑成正相關，其原因同上述，因此在果實平均鮮重與最大果徑亦都是以T1或T2處理顯著高於對照組，而T3處理因同時調整鉀與鈣濃度，導致栽培過程EC值偏高，果實鮮

重較低而乾物質比率較高。胡瓜被歸類為敏感型作物，介質EC需小於4 mS/cm時才能正常生長，T3處理之EC在3~4 mS/cm之間，持續高於其他3種處理，且在第40天時，達到3.94 mS/cm (圖一)，已接近鹽害的臨界值⁽¹³⁾。果實乾重部份，在採收前期與中期仍以T1與T2處理顯著的高於對照組，到後期乾物質含量下降，且4種處理間無顯著差異(表一)。乾物重代表了植株同化產物的累積量，果實能在生長期中快速累積乾重，是因為鉀調控了碳水化合物之代謝，也幫助了光合作用產物的轉移^(8,26,33)。果實硬度對果實品質及儲架壽命也是相當重要的因素之一，本試驗所測得之果實硬度，在果肩部份硬度以T3處理果實較高，果實中段與果頂則是T1、T2與T3處理明顯的高於對照組(表二)。前人研究顯示，在鉀濃度較高的處理中，甜瓜果實硬度越高，但是此硬度的提升，也有學者持不同的看法，因為增加元素使用量時，亦增加了介質中EC值，因此可能是鹽份的影響，使得果實硬度與內容物增加^(24,28)，鹽份逆境所造成之生長限制，降低細胞壁的延展性(extensibility)，進而使細胞壁硬化(stiffening)的結果，所以當EC值提升時，番茄的可溶性固型物、維生素C、葡萄糖及果實硬度等都會隨之上升，且葉面積、枝條鮮重與果實鮮重及產量等，都會因為EC值的上升而減少^(25,29,30)。T3處理在果實硬度方面，確實有較對照組佳，但是在果實產量、鮮重、果徑與水分潛勢上，卻又與T1及T2處理相異，其中果實的縮小與水分含量的減少，與施用高鹽的結果有相似的狀況(圖一、表一)⁽²⁰⁾。

根據學者指出，鉀肥除了提高氮肥使用效率，當鉀肥到達一定濃度時，更可以節省氮肥的施用量，增加養液中鉀濃度不僅會明顯的增進植株的生育，也促進氮與磷的吸收，進而促進生長。因為增加鉀濃度能夠提升植株根系活力，促進植株對氮、磷的吸收和累積，葉片中鉀與磷含量也隨之增加^(2,23,26)。增加鉀肥濃度之後，不管在任何季節，甜椒吸收磷的情況會有所提升，因為鉀離子作為伴隨陽離子時，可促進和加強植物對氮和磷的吸收與運輸^(22,32)。在本試驗中，T1與T2果實在採收前期與中期氮含量較高，但與對照並無顯著差異，T3則顯著低

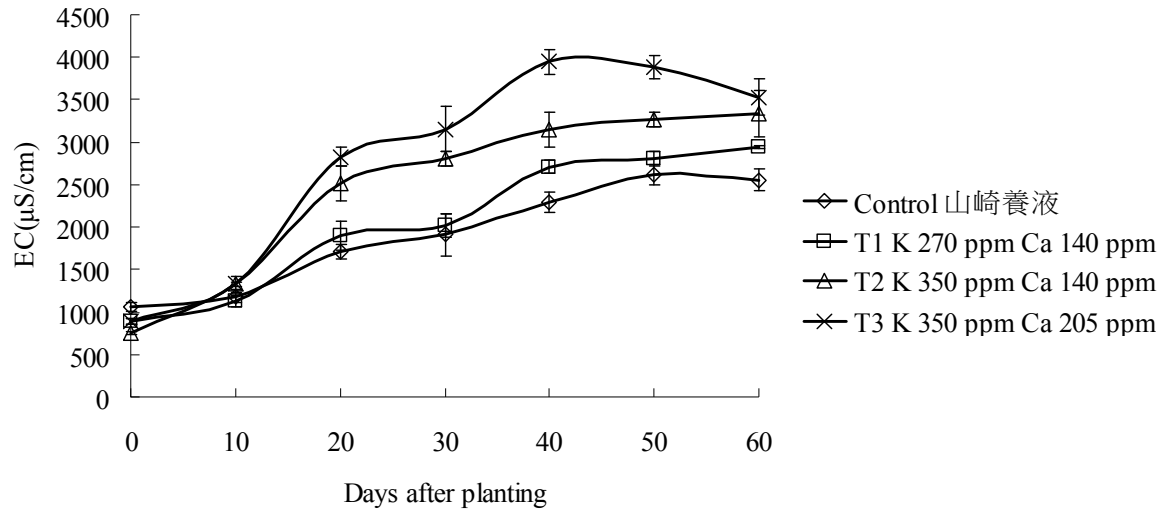
表一、養液中不同鉀、鈣濃度對胡瓜果實乾重、鮮重及乾鮮重比例之影響

Table 1. Effect of difference concentration of potassium to calcium in soilless cultural nutrition on dry weight, fresh weight and ratio of dry to fresh weight of cucumber fruits

Treatment ²	35~36 days after planting			45~46 days after planting			55~56 days after planting		
	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Dry weight ratio (%)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Dry weight ratio (%)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Dry weight ratio (%)
T1	121.2ab ¹	4.75ab	4.5ab	153.5a	6.02a	4.7a	116.9a	4.08a	4.4a
T2	133.7a	5.89a	5.1a	140.5ab	5.72ab	4.5ab	97.0ab	5.01a	4.4a
T3	103.6b	5.19ab	4.9ab	125.4b	5.74a	5.0a	94.0b	4.26a	4.7a
Control	105.7b	4.37b	4.1a	116.7b	5.04b	4.2b	88.5b	4.19a	4.3a

¹ Means within each column followed by the same letter (s) are not significantly different at $P < 0.05$ level by Fisher's protected LSD test.

² Nutrient solution treatments: control treatment K 235 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N= 1.18, K/Ca = 1.68. T1 treatment K 270 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.35, K/Ca=1.93. T2 treatment K 350 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.75, K/Ca = 2.50. T3 treatment 350 mg/L, Ca 205 mg/L, K/N = 1.43, K/Ca=1.68.



圖一、養液中不同鉀、鈣濃度對介質 EC 的影響。

Fig. 1. Effect of difference concentration of potassium to calcium in soilless cultural nutrition on media EC.

表二、養液中不同鉀、鈣濃度對胡瓜果徑與果實硬度之影響

Table 2. Effect of difference concentration of potassium and calcium nutrition in soilless culture fruit diameter and firmness of cucumber fruits

Treatment ²	Fruit diameter (mm)			Fruit firmness (N)		
	Maximum fruit diameter	Fruit shoulder	Fruit top	Fruit shoulder	Middle	Fruit top
T1	31.61ab ¹	30.82a	23.04ab	16.81b	14.85ab	12.78ab
T2	32.65a	30.46a	23.52a	16.89ab	15.97a	13.23a
T3	28.62b	28.95a	23.90a	18.24a	16.68a	14.76a
Control	30.03ab	30.13a	21.30b	16.60b	12.60b	10.77b

¹ Means within each column followed by the same letter (s) are not significantly different at $P < 0.05$ level by Fisher's protected LSD test.

² Nutrient solution treatments: control treatment K 235 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N= 1.18, K/Ca = 1.68. T1 treatment K 270 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.35, K/Ca=1.93. T2 treatment K 350 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.75, K/Ca =2.50. T3 treatment 350 mg/L, Ca 205 mg/L, K/N =1.43, K/Ca=1.68.

於其他處理。T3處理增加鉀與鈣的濃度後，果實鈣含量較高，鉀含量反而下降(表三)。由以上數據可以看出，鈣與鉀在吸收上有拮抗產生，將鈣提升至205 mg/l之T3處理，鉀含量明顯較少；而添加較多鉀的T2處理，則在鈣含量顯著較低。前人研究中提到鉀與鈣兩個陽離子在吸收上表現為拮抗作用，所以鉀不存在時會有利於鈣的吸收，有鉀的情況下，當鉀離子進入細胞多時，則阻礙了鈣離子的吸收，且鈣離子又會與鉀離子競爭質膜上的吸收部位⁽⁸⁾。

表四中果實內容物維生素C在4種處理皆在10至13 mg/100 g Fw.，T1、T2與T3處理組之間無顯著差異，而對照組顯著低於處理組。可溶性固形物方面，T2處理3.93 °Brix高於T1與T3

處理，對照組低於T1與T3處理，處理組和對照組間有顯著差異。此結果與前人研究在胡瓜試驗中所得結果相似，增加鉀肥濃度時，胡瓜果實中維生素C含量增加，因為供鉀良好的條件下形成的高能物質可促進二次代謝，進而促進維生素C及可溶性固形物的合成^(8,11,17,18,19)。果實水分潛勢方面，T1與T2處理較高，當水分潛勢越接近1表示其水分含量越高，而T3處理與對照組果實內水分含量較低。鉀可以透過改變植物體內的滲透勢，在植體內形成連續的水勢梯度，促進水分的吸收和水分在植體內的運轉，因此本試驗中果實水分潛勢可以發現，當養液中鉀濃度提升，果實的水分含量也上升，可能是因為鉀影響了植株的滲透潛勢，促進水分吸收，細胞的膨壓增加，細胞與組織脹大，水分含量提高^(11,26)。

表五為胡瓜中澱粉與全可溶性糖含量，鉀與澱粉合成有高度的關係，澱粉的合成中鉀是影響最大的陽離子，它可以促進澱粉合成酶的活性，並催化單糖分子聚合成澱粉^(4,26)。本試驗中，果實澱粉含量隨著鉀濃度的提升而增加，在採收前期與中期T2處理澱粉含量都顯著的高於對照組，但是在全可溶性糖的含量，卻沒有任何顯著性差異產生。前人指出，增加鉀用量使得胡瓜果實可溶性糖降低，可能是因為鉀充足時，活化了澱粉合成酵素，促使單糖向合成澱粉的方向進行，從而降低了可溶性糖的含量，另有試驗發現，鉀提高水稻葉片中澱粉還有總碳水化合物的含量，卻使水溶性糖含量減少，是因為合成澱粉過程加強所導致^(4,8)。

表三、養液中不同鉀、鈣濃度對胡瓜果實大量元素含量之影響

Table 3. Effect of difference concentration of potassium to calcium in soilless cultural nutrition on macro element concentration of cucumber fruits

Treatment ²	N	P	K	Ca	Mg
----- (%) -----					
35~36 days after planting					
T1	4.37a ¹	0.55a	5.38ab	0.57ab	0.24b
T2	4.10ab	0.56a	5.51a	0.46b	0.24b
T3	3.53b	0.56a	4.74b	0.62a	0.23b
Control	3.72ab	0.58a	4.74b	0.57ab	0.27a
45~46 days after planting					
T1	4.56a	0.44a	4.49b	0.52a	0.25a
T2	4.02ab	0.47a	5.50a	0.53a	0.24b
T3	3.75bc	0.41a	3.85c	0.69a	0.22b
Control	3.34c	0.45a	3.99c	0.53a	0.27a
55~56 days after planting					
T1	4.24a	0.48a	5.91a	0.67a	0.26b
T2	4.02a	0.48a	5.11b	0.72a	0.25b
T3	3.98a	0.41a	4.58b	0.71a	0.24b
Control	4.12a	0.46a	4.78b	0.88a	0.31a

¹ Means within each column followed by the same letter (s) are not significantly different at $P < 0.05$ level by Fisher's protected LSD test.

² Nutrient solution treatments: control treatment K 235 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N= 1.18, K/Ca = 1.68. T1 treatment K 270 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.35, K/Ca=1.93. T2 treatment K 350 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.75, K/Ca =2.50. T3 treatment 350 mg/L, Ca 205 mg/L, K/N =1.43, K/Ca=1.68.

表四、養液中不同鉀、鈣濃度對胡瓜果實維生素 C、可溶性固形物與水分潛勢之影響

Table 4. Effect of difference concentration of potassium to calcium in soilless cultural nutrition on Ascorbic acid, soluble solids and water potential of cucumber fruits

Treatment ²	Ascorbic acid (mg/100 g Fw.)	Soluble solids (°Brix)	Water potential (MPa)
T1	12.40a ¹	3.82b	-0.702b
T2	12.72a	3.93a	-0.645a
T3	13.04a	3.83ab	-0.823b
Control	10.20b	3.59c	-0.870c

¹ Means within each column followed by the same letter (s) are not significantly different at $P < 0.05$ level by Fisher's protected LSD test.

² Nutrient solution treatments: control treatment K 235 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N= 1.18, K/Ca = 1.68. T1 treatment K 270 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.35, K/Ca=1.93. T2 treatment K 350 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.75, K/Ca =2.50. T3 treatment 350 mg/L, Ca 205 mg/L, K/N =1.43, K/Ca=1.68.

表五、養液中不同鉀、鈣濃度對胡瓜果實碳水化合物之影響

Table 5. Effect of difference concentration of potassium and calcium nutrition in soilless culture on carbohydrate content of cucumber fruits

Treatment ²	Starch (%)			Total soluble sugars (%)		
	35~36 days after planting	45~46 days after planting	55~56 days after planting	35~36 days after planting	45~46 days after planting	55~56 days after planting
T1 ^Z	3.17ab ¹	4.25bc	3.62a	13.64a	27.45a	10.69a
T2	3.22a	4.97a	3.47a	14.78a	28.02a	11.59a
T3	3.19ab	5.01a	3.49a	14.84a	28.96a	11.58a
Control	3.04b	4.04c	3.45a	13.55a	26.46a	11.25a

¹ Means within each column followed by the same letter (s) are not significantly different at $P < 0.05$ level by Fisher's protected LSD test.

² Nutrient solution treatments: control treatment K 235 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N= 1.18, K/Ca = 1.68. T1 treatment K 270 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.35, K/Ca=1.93. T2 treatment K 350 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.75, K/Ca =2.50. T3 treatment 350 mg/L, Ca 205 mg/L, K/N =1.43, K/Ca=1.68.

胡瓜果實對寒害溫度很敏感，研究顯示一般商業成熟胡瓜果實適合貯藏於13°C低溫中，養液中氮與鉀的濃度，對於胡瓜果實貯藏期間寒害有高度的相關性，當養液中鉀肥增加時，胡瓜果實寒害程度呈現明顯的下降趨勢⁽¹⁷⁾。根據本試驗結果，胡瓜果實在常溫25°C下貯藏7天，果實螢光參數Fv/Fm值下降的非常緩慢，雖在第2天開始4種處理間有差異，但是第5天又恢復無差異的狀況。表示4種養液處理在常溫下貯藏之能力沒有明顯的差異性，且在外觀上無明顯病徵產生。在9°C貯藏，第4天時，4種處理間開始有顯著的差異，一直到第7天為止都使以T2與T3處理所得螢光參數Fv/Fm較高；9°C貯藏至第5天時，果實外觀開始有較明顯的失水與軟化現象，尤其以對照組較為明顯，到第7天在果實中段與果頂有輕微凹陷產生。3°C貯藏之果實，在第2天就已經有明顯變化，對照組之螢光參數Fv/Fm明顯下降較其他處理快，且持續到第7天結束。貯藏至第3天時，果實就已有失水現象，至第4天時，對照組果實開始有軟化

現象並且有凹陷產生，至第7天，果實已經顯著的軟化，果實中段凹陷明顯，與9°C及25°C果實差異明顯(表六)。Fv/Fm下降，主因是較高的Fo值，表示光補獲蛋白質(light-harvesting complex)及反應中心(reaction center)的能量傳遞效率下降所引起的，因此葉綠素螢光反應(Fv/Fm)可作為對寒害敏感之果實及蔬菜的寒害發生指標，可在嚴重的外表寒害症狀尚未出現前早期得知^(21,31)。本試驗在3°C低溫下，胡瓜會遭受明顯的寒害，較高濃度鉀之果實，可以使寒害症狀減輕並且緩和膜體的崩解，原因可能是處理組之養分調控影響了胡瓜果實貯藏時失重比例，鉀具有提升植物體中碳水化合物、可溶性固形物及保持水分的能力，當遭受低溫時，植物細胞膜的透性增加，代謝活性下降，低鉀植株細胞中的水分及養分外滲，易失去膨壓並發生萎縮；而充足的鉀增強滲透調節能力，有助於抵禦水分脅迫，因此在低溫環境下鉀在植株的水分調節中可能發揮重要的作用，減少胡瓜果實失重率^(14,17)。

表六、養液中不同鉀、鈣濃度對胡瓜果實貯藏於25°C、9°C與3°C 7天葉綠素螢光的變化

Table 6. Effect of difference concentration of potassium to calcium in soilless cultural nutrition on chlorophyll fluorescence parameter (Fv/Fm) of cucumber 'Hsia Di' after being stored at 25°C, 9°C and 3°C for 7 days

Treatment ²	Storage days							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Storage Temperature 25°C								
T1	0.753a ¹	0.756a	0.742a	0.721b	0.716bc	0.712a	0.714a	0.709a
T2	0.765a	0.757a	0.753a	0.733ab	0.712c	0.714a	0.706a	0.707a
T3	0.767a	0.758a	0.757a	0.748a	0.742a	0.736a	0.725a	0.718a
Control	0.761a	0.755a	0.751a	0.739ab	0.727ab	0.732a	0.729a	0.719a
Storage Temperature 9°C								
T1	0.764a	0.768a	0.760a	0.743a	0.736b	0.736b	0.715b	0.719a
T2	0.760a	0.769a	0.766a	0.752a	0.756a	0.756a	0.742ab	0.740a
T3	0.764a	0.764a	0.766a	0.753a	0.761a	0.759a	0.760a	0.750a
Control	0.769a	0.773a	0.772a	0.751a	0.721b	0.715c	0.720ab	0.703a
Storage Temperature 3°C								
T1	0.756a	0.745a	0.736a	0.699a	0.666a	0.596ab	0.556ab	0.549a
T2	0.756a	0.725a	0.730a	0.710a	0.688a	0.601ab	0.578a	0.562a
T3	0.754a	0.741a	0.714a	0.686a	0.666a	0.630a	0.550ab	0.560a
Control	0.753a	0.672a	0.664b	0.618b	0.598b	0.574b	0.524b	0.507b

¹ Means within each column followed by the same letter (s) are not significantly different at $P < 0.05$ level by Fisher's protected LSD test.

² Nutrient solution treatments: control treatment K 235 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.18, K/Ca = 1.68. T1 treatment K 270 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.35, K/Ca = 1.93. T2 treatment K 350 mg/L, Ca 140 mg/L, K/N = 1.75, K/Ca = 2.50. T3 treatment 350 mg/L, Ca 205 mg/L, K/N = 1.43, K/Ca = 1.68.

參考文獻

1. 山崎肯哉 1982 養液栽培全篇 博友社 東京，日本。
2. 于振文、梁曉芳、李延奇、王雪 2007 施鉀量和施鉀時期對小麥氮素和鉀吸收利用的影響 應用生態學報 18(1): 69-74。
3. 王銀波、吳正宗 1990 培養液之理論與實際 p.14-26 養液栽培技術講習會專刊第三輯 沈再發、許淼淼主編 行政院農業委員會。
4. 何念祖、孟賜福 1987 植物營養原理 上海科學技術出版社 434p.。
5. 李文汕 1999 蔬菜無土介質容器栽培 p.1-17 蔬菜容器栽培技術研討會專集 國立中興大學編印。
6. 李金龍、侯鳳舞 1989 養液栽培之發展方向與展望 p.1-3 養液栽培技術講習會專刊第二輯 沈再發、許淼淼、徐森彥主編 行政院農業委員會。
7. 李冬梅、魏珉、張海森、孔祥波、王秀峰 2005 氮磷鉀不同用量及配比對日光溫室黃瓜產量和品質的影響 中國農學通報 21(7): 262-265。
8. 李冬梅、魏珉、張海森、王秀峰 2006 氮、磷、鉀用量和配比對溫室黃瓜葉片相關代謝酶活性的影响 植物營養與肥料學報 12(3): 382-387。
9. 李娟 2007 植物鉀、鈣、鎂素營養的研究進展 福建稻麥科技 25(1): 39-43。
10. 林永鴻、洪崑煌 2000 土壤中鉀的行為對作物吸收鉀的影響 科學農業 48(1-2): 36-41。
11. 孫騫、楊軍、張紹陽、張鳳琪、丁士林 2006 鉀營養與果樹光合生理及果實品質關係研究進展 廣東農業科學 12: 126-129。
12. 張竹青、魯劍巍、孫向陽 2007 氮鉀配合施用對桑樹生長和桑葉產量的影響 貴州農業科學 35(2): 65-66。
13. 陳仁炫 1991 土壤管理手冊 p.199-251 國立中興大學土壤調查試驗中心。
14. 黃裕銘、陳建中、吳正宗 2003 養液鉀氮比及夜間停止養液供應對小白菜生長及養分吸收之影響 農林學報 52(2): 61-67。
15. 楊偉正、蕭吉雄 1995 胡瓜 p.395-398 臺灣農家要覽 農作篇(二)。
16. 鄒國元、楊志福、李曉林 1999 低溫下鉀在植物水份調整中的作用 中國農業大學學報 4(1): 21-25。
17. Altunlu, H., A. Gul and A. Tunc. 1999. Effect of nitrogen and potassium nutrition on plant growth, yield and fruit quality of cucumbers grown in perlite. Acta Hort. 486: 377-381.
18. Anac, D. 1981. Azot ve potasyumun domates bitkisinin mineral madde kapsami ve bazi kalite ozellikleri uzerine etkileri. PhD. Thesis. Ege Univ. Dept. of Plant Nutrition, Izmir.
19. Colakoglu, H. 1989 Farkli dozlarda potasyum uygulamasinin hiyar bitkisinin sagligina etkileri. ULuslararası gubre semineri. Ankara. p. 234-238.
20. Demiral, M. A. and A. T. Koseoglu. 2005. Effect of potassium on yield, fruit quality, and chemical composition of greenhouse-grown Galia melon. J. Plant Nutr. 28: 93-100.

21. Genty, B., J. M. Briantais and N. R. Baker. 1989. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochem. Biophys. Acta* 990: 87-92.
22. Guo, X. S., S. Y. Ye and W. J. Wang. 2004. Effect of different K sources and rates on the yield and quality of cucumber. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*. 10(3): 292-297.
23. Hammett, L. K., C. H. Miller, W. H. Swallow and C. Harden. 1984. Influence of N source, N rate, and K rate on the yield and mineral concentration of sweet potato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109: 294-298.
24. Lester. G. E., J. L. Jifon and G. Rogers. 2005. Supplemental foliar potassium applications during muskmelon fruit development can improve fruit quality, ascorbic acid, and beta-carotene contents. *J. Amer. Soc. Sci.* 130: 649-653.
25. Lovelli, S., A. R. Rivelli, I. Nardiello, M. perniola and E. Tarantino. 2000. Growth, leaf ion concentration, stomatal behaviour and photosynthesis of bean irrigated with saline water. *Acta Hort.* 537: 679-686.
26. Moinuddin, K. S., S. K. Bansal and N. S. Pasricha. 2004. Influence of graded levels of potassium fertilizer on growth, yield, and economic parameters of potato. *J. Plant Nutr.* 27: 239-259.
27. Nukaya, A., K. Goto, H. Jang, A. Kano and K. Ohkawa. 1995. Effect of K/Ca ratio in the nutrient solution on incidence of blossom-end rot and gold specks of tomato fruit grown in rockwool. *Acta Horticulturae* 396: 123-130.
28. Papadopoulos, A. P. and S. Khosla. 1993. Limitations of the K:N ration in the nutrient feed of drip-irrigated greenhouse tomatoes as a crop-management tool. *Can. J. Plant Sci.* 73: 289-296.
29. Pascale, S. D., Maggio, A., Fogliano, V., Ambrosino, P. and Ritieni, A. 2001. Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 7: 447-453.
30. Rengel, Z. 1992. The role of calcium in salt toxicity. *Plant, Cell and Environment* 15: 625-632.
31. Van-Kooten, O., M. G. J. Mensink, E. C. Otma, A. C. R. van Schaik and S. P. Schouten. 1992. Chilling damage of dark stored cucumber (*Cucumis sativus* L.) affects the maximum quantum yield of photosystem II. p. 161-164. In: Murata, N. (eds.), *Progress in photosynthesis research*, Vol. IV Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands.
32. Xu, G., S. Wolf and U. Kafkafi. 2002. Ammonium on potassium interaction in sweet pepper. *J. Plant Nutr.* 25: 719-734.
33. Yu, S. F., X. B. Gao and L. P. Lu. 2000. The study on nutrient absorption of cucumber in chinese lean to solar greenhouse. *China Vegetables*. 2000(5): 10-11.

Effect of P:K Ratio on Fruit Development of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) in Nutrient Culture¹

Jeng-Hong Tsai² and Wen-Shann Lee³

ABSTRACT

The study is to evaluate the effects of different concentration of potassium/ calcium on fruit quality of cucumber grown in nutrient medium. Results indicated that the potassium concentration was supplied with 270 mg/L (T1) and 350 mg/L (T2) in Shan-Chi solution had significant effects on increasing nutrient content, water content, fruit diameter, fruit dry and fresh weight in cucumber. It also significantly improved fruit soluble solids, vitamin C and starch accumulation. The antagonistic effect among cation ion found in this test, but caused no effects on fruit physiological disorders. Based on the chlorophyll fluorescence parameters measured in the cold storage experiment, both of T1 and T2 treatments found to be better cold resistance capacity than control one. It is postulated that the osmosis adjustment of cells by the potassium supplement treatment may lead to the increase of water retention capability, and subsequently to the decrease of membrane disruption which caused by chilling injury. The electrical conductivity of T3 treatment (350 mg/l potassium and 205 mg/l calcium) was higher than that had better performance in the storage experiment but the fruit was smaller and less water content. In conclusion, the potassium application at 270 mg/l (T1) or 350 mg/l (T2) in the nutrition solution had dramatic effects not only on the increase of nitrogen and potassium contents in cucumber but also on the quality of fruit. Especially at the highest content of 350 mg/l (T2) of potassium in nutrition solution.

Key words: antagonistic, chlorophyll fluorescence, soluble solids, Shan-Chi solution, potassium, calcium, storage.

¹ Contribution No. 0816 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher of Taichung DARES, Changhua, Taiwan, ROC.

³ Associate Professor of Horticulture, National Chung Hsing University.