

國立中興大學園藝系  
Department of Horticulture  
National Chung Hsing University

碩士論文  
Master Thesis

指導教授：李文汕 博士

Advisor: Dr. Wen-Shann Lee

胡瓜‘夏笛’有機養液栽培之研究

Studies on The Organic Hydroponic of  
Cucumber ‘Sia Di’(Cucumis sativus L.)

研究生：呂彥誠 撰

Graduate Student: Yen-Cheng Lu

中華民國九十七年七月

July, 2008

國立中興大學園藝學研究所  
碩士學位論文

題目：胡瓜‘夏笛’有機養液栽培之研究

姓名：呂彥誠

學號：79532121

經 口 試 通 過 特 此 證 明

論文指導教授：國立中興大學園藝學系教授

李文汕 博士 李文汕

論文考試委員：國立嘉義大學生物農業科技學系教授

顏永福 博士 顏永福

國立中興大學園藝學系教授

李文汕 博士 李文汕

國立中興大學園藝學系教授

林慧玲 博士 林慧玲

行政院農委會農業試驗所研究員

向為民 博士 向為民

中華民國 97 年 7 月 30 日

## 致謝

本論文承蒙指導教授 李文汕博士試驗及研究所學業上之指導與協助，更於撰稿期間百忙之中悉心斧正，使本論文得以順利完成。文稿初成，復蒙 顏永福博士、林慧玲博士及 向為民博士撥冗審閱，謹致卷首以示謝忱。

感謝詹詹、小蓋、主恩、秋雁、津聚、驊倫等學長姐於試驗及學業上提供寶貴經驗，研究所同學彥宇、士寬、小育等在生活上的相互勉勵及試驗中的友情支持，及蔬菜室歐董、小不等學弟妹及助理小淵、純芳之關心與協助。更感謝研究所求學生涯中曾給我指導鼓勵及協助的人，使本論文能夠順利完成，再此一併致謝。

最後，感謝父母親、弟弟的支持與鼓勵，及在研究所求學過程中一直陪伴我的宥存，謹以此論文獻給我最親愛的家人、尊敬的師長及所有關愛我的朋友。



## 摘 要

本研究為探討以有機液體養液栽培胡瓜之可行性，乃以泥炭土：稻殼：椰土：木屑=35：15：15：35 之有機材料為介質，分別添加僅添加以 1.4 mm 過篩之 0.5、1、2 與 4 g/L 苦土石灰含量分析介質中其有效性鈣及鎂之元素含量。介質培育試驗結果顯示，所有處理之介質 pH 值在 14 至 21 天間可達到穩定平衡的狀態，其中添加苦土石灰 2 g/L 之處理，其 pH 值在 60 天之培育期間內可維持在 5.8 至 6.0 之間，且 EC 值並無超過 4 ms/cm，介質適合胡瓜生長範圍。因此介質中添加以 1.4 mm 過篩之苦土石灰 2 g/L 作為鈣、鎂源及維持介質 pH 值之穩定具可行性。

試驗二以試驗一經添加苦土石灰調整之有機介質，同時添加肉骨粉 0.5 g/L 及磷礦砂 0.5 g/L 作為磷肥來源，再以僅含有氮濃度為 200 ppm 及鉀濃度為 225 ppm 之化學簡化養液及以胺基酸及腐植酸配成相同氮鉀濃度之養液分別進行胡瓜夏笛之栽培比較試驗。經栽培 60 天後調查結果顯示，在營養生長方面，各處理之單株葉片數在 23.4 至 28.1 片之間；葉面積為 8615 至 9631 cm<sup>2</sup> 之間；乾物重為 51.4 至 57.7 g/株之間，處理間皆無顯著差異且植株生育正常。進一步分析葉片元素含量顯示，不論化學養液或有機養液處理之植株其氮、磷、鈣元素之含量均在 Mills 和 Jones(1996)建議合理含量範圍內，有機養液處理植株之鎂含量在 1.26 至 1.47% 之間，雖然顯著低於化學完全養液之 1.73%，但仍屬於胡瓜正常生長之適當含量範圍。不過有機養液處理之植株的鉀含量隨著栽培時間之延長逐漸下降，至第 45 天以後，分別只有 1.42 至 2.33% 之間，不但明顯低於化學養液栽培之含量，同時也遠低於前人建議之適當含量範圍為 3.50 至 5.50% 之間。至於果實品質與產量方面，有機養液栽培之單果重、果長與周徑等品質性狀與化學完全養液及簡化養液處理間並無顯著差異，但單株結果數及產量皆顯著高於以化學完全養液栽培之植株。

試驗三將試驗二之有機介質進行重複栽培使用，經種植 60 天後調查結果顯示，pH 值維持在 5.01 至 5.21 之間，介質雖略有酸化但對生長勢並無不利影響。各處理之單株葉片數在 22.6 至 28.8 片之間；葉面積為 8929 至 11703 cm<sup>2</sup> 之間；乾物重為 48.7 至 66.4 g/株之間，處理間均無顯著差異，且植株生育正常。在元素分析方面，栽培至 45 天，以

有機養液處理之植體磷含量皆在 0.40% 以上，均高於建議合理範圍之下限值 0.25%。但至第 60 天，則下降至只有 0.21% 顯示後期生育出現磷元素含量不足之現象。栽培 45 天以後，介質中鉀及磷元素含量明顯偏低，顯示重複使用介質種植胡瓜雖仍可提供足夠之鈣及鎂元素，但磷之供應已經明顯不足，須重新補充緩效性磷肥。至於植株開花與著果方面，可能由於大量果實在同時期發育，同化產物競爭激烈，全部處理植株之平均開花數分別為 41.2 至 42.2，但著果率僅有 15.8% 至 23.1% 之間。不過有機養液栽培之單株結果數及產量仍顯著高於以化學完全養液栽培之植株。

綜合以上試驗結果證明，有機介質添加 2 g/L 苦土石灰可充份提供兩作胡瓜生長發育所需之鈣與鎂元素，且可維持介質 pH 之穩定。因此在現有之有機介質中預混鈣、鎂及磷等緩效性有機資材提供相關元素，另以有機養液提供氮、鉀源以進行有機養液栽培之模式具有相當大之可行性，值得進一步開發研究。



## Abstract

This research studied the feasibility of cultivating cucumbers in soilless medium with liquid organic nutrition. To analyze available calcium and magnesium contain, four sets of organic medium (composed of peat moss: rice hull: coconut fiber: wood= 35: 15: 15: 35) were added 0.5, 1.0, 2.0, and 4.0 g/L of dolomite accordingly. The result showed that within 14 to 21 days, the pH of the medium was steady and balanced. In addition, within the sixty-day cultivation period, the pH of the medium containing 2 g/L dolomite maintained between 5.8 and 6.0, and the EC did not exceed 4 ms/cm, which is considered an appropriate environment for cucumbers to grow. As a result, the medium with additional 2 g/L of 1.4-mm dolomite could provide cucumbers the proper pH and stable sources of calcium and magnesium for development.

Based on Experiment One's organic medium, which contained additional dolomite, Experiment Two added bone meal 0.5 g/L and phosphate 0.5 g/L as the sources of phosphate and compared the cucumber development of simplified chemical nutrition (with 200 ppm of nitrogen and 225 of ppm potassium) to that of organic substance consisted with amino acid and potassium humic acid with the same concentrations of nitrogen and potassium. After 60 days, the observation showed that the leaf number per plant was between 23.4 and 28.1 leaves in both sets with the leaf areas between 8615 and 9631 cm<sup>2</sup>. Moreover, the dry weight of each plant ranged from 51.4 to 57.7 grams per plant. Cucumber developments were both normal with no significant difference. Furthermore, leaf analysis showed that the amounts of nitrogen, phosphorus, and calcium were all within Harry's suggested range. Although the magnesium content in leaves of plants cultivated with the organic liquid was between 1.26 and 1.47%, much lower than that of the chemical nutrition (1.73%), the condition was still suitable for cultivating cucumbers. However, in the organic mixture, potassium concentration gradually decreased, and by the forty-fifth day, there was only 1.42 to 2.33% left, which was not only less than that of the cucumbers in chemical nutrition but also lower than the suggested level at 3.50 to 5.50%. As to the quality and the yield of fruit production, there were no distinctive differences between the fruit weights, fruit lengths, and fruit diameters of the treatments, but the plants in organic nutrition had higher fruiting number and so as to had higher yields per plant.

Experiment Three reused the medium of Experiment Two, and after 60 days, the pH decreased to between 5.01 and 5.21; although the medium turned slightly acidic, it had no harmful effects on cucumber growth. The leaf number per plant was between 22.6 and 28.8, the leaf area was between 8929 and 11703 cm<sup>2</sup>, and the dry weight per

plant was between 48.7 and 66.4 grams. The plants normally grew, and the results showed no evident variation. As to the element contents, until the forty-fifth day, the plants cultivated with the liquid organic nutrition contained 0.40% of phosphorus, which was higher than the recommended lower limit of 0.25%. However, after sixty days, the content decreased to 0.21%, indicating the lack of phosphorus during the later growth period. In addition, after 45 days, the phosphorus and potassium contents in the media dropped significantly. The result showed that the reused medium could only provide enough calcium and magnesium for cucumbers growth but could not supply them sufficient phosphorus; therefore, slow-released fertilizer could improve the situation. Since a great number of fruits develop at the same time, they competed for photosynthate. As a result, although the averaged flowering number of each plant was between 41.2 and 42.2, the fruit set percentage per plant was only between 15.8 to 23.1%, which was relatively low. Nevertheless, the plants irrigated with organic fertilizer evidently had the higher fruit set percentage per plant than the plants irrigated with chemical nutrition.

In conclusion, the organic medium with additional 2g/L dolomite could provide enough calcium and magnesium for two crops of cucumbers growth while maintaining the suitable pH range of the medium. It is postulated that the organic medium mixed with slow-released fertilizers (containing calcium, magnesium, and phosphorus) with organic liquid nutrition providing nitrogen and potassium sources was most feasible in organic hydroponic production of cucumbers.

## 目 次

壹、前言.....	1
貳、前人研究.....	2
一、胡瓜生理特性.....	2
二、養液栽培.....	2
三、有機資材在養液栽培之運用.....	4
四、土壤有機氮之分解.....	8
五、胡瓜生理性病害.....	10
六、影響胡瓜著果之因素.....	12
參、材料與方法.....	13
試驗一、不同苦土石灰添加量對有機介質 pH 值及 EC 值之影響.....	13
試驗二、不同養液栽培對胡瓜‘夏笛’植株生長發育、果實品質 及果實儲藏品質之影響.....	15
試驗三、利用不同養液栽培之胡瓜‘夏笛’經留側芽整枝後對植株發育、果 實品質、產量及貯藏品質之影響.....	22
肆、試驗結果.....	27
一、介質添加不同苦土石灰含量對介質 pH 值及 EC 值之影響.....	27
二、有機養液栽培對胡瓜‘夏笛’植株生長發育、果實品質 及果實儲藏品質之影響.....	30
三、利用不同養液栽培之胡瓜‘夏笛’經留側芽整枝後對植株發育、果 實品質、產量及貯藏品質之影響.....	46
伍、討論.....	67
一、有機混合介質添加不同含量之苦土石灰對介質化學性之影響.....	67
二、不同養液栽培對胡瓜‘夏笛’植株生長發育、果實品質 及果實儲藏品質之影響.....	67
陸、結論.....	76
柒、參考文獻.....	78
捌、附錄.....	85



## 表目錄

表一、試驗處理所使用養液內含大量元素之濃度.....	16
表二、試驗處理中所使用養液、介質處理及接種菌種.....	17
表三、試驗處理中所使用養液、介質處理及接種菌種.....	22
表四、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 15、30、45 及 60 天後 對植株株高及葉片數變化之影響.....	33
表五、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 30、45 及 60 天後 對植株鮮重、乾重及葉面積變化之影響.....	34
表六、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 15、30、45 及 60 天後 對植株葉片氮、磷、鉀、鈣及鎂含量變化之影響.....	38
表七、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 15、30、45 及 60 天後 對葉片微量元素含量之影響.....	40
表八、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培處理後對果實果長、果重、周徑 、結果數、可售果率及總產量之影響.....	42
表九、以不同養液栽培處理之胡瓜‘夏笛’果實經儲藏 4、8、14 及 28 天後 對失重率、糖度及硬度變化之影響.....	45
表十、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 30、45 及 60 天後 對植株株高、葉片數、鮮重、乾重及葉面積之影響.....	49
表十一、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 30、45 及 60 天後 對植株株高、葉片數、鮮重、乾重及葉面積變化之影響.....	50
表十二、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 30、45 及 60 天後 對植株內含可溶性糖及澱粉變化之影響.....	52
表十三、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培處理經 30、45 及 60 天後對植株細胞間 二氧化碳濃度、蒸散速率、氣孔導度及光合作用速率變化之影響.....	53
表十四、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 30、45 及 60 天後 對植株葉片氮、磷及鉀含量變化之影響.....	55
表十五、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 0、15、30、45 及 60 天對 介質有效性氮、磷、鉀、鈣及鎂含量變化之影響.....	59
表十六、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培處理後對果實果重、果長、周徑、 結果數、著果率、可售果率及單株產量之影響.....	62
表十七、以不同養液栽培處理之胡瓜‘夏笛’果實經儲藏 0、5、10、15、 20 及 25 天後其硬度之變化.....	65

表十八、以不同養液栽培處理之胡瓜‘夏笛’果實經儲藏 0、5、10、15、  
20 及 25 天後其失重率、糖度及維生素 C 含量變化之影響.....66



## 圖目錄

圖 1、介質添加不同苦土石灰含量對有機介質之影響(A) pH 值 (B) EC 值.....	29
圖 2、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培處理後對介質之影響(A) pH 值 (B) EC 值.	32
圖 3、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培處理後對產量分佈之影響.....	43
圖 4、胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培處理後對介質之影響(A) pH 值 (B) EC 值.	47
圖 5、不同整枝方式對胡瓜‘夏笛’產量分佈之影響.....	63



## 壹、前言

有機農業之定義為遵守自然資源循環永續利用原則，不允許使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡之管理系統，並達到生產自然安全農產品目標之農業。由於台灣氣候炎熱多濕，沒有足夠低溫的冬天，蟲害病害綿續不絕，不易防治。加上土地承載負荷太大，平均每公頃要負擔 24 個人口，所以沒有足夠、多餘的土地輪作種植。此外，國內土壤有機質含量普遍偏低，全國超過 65% 耕地土壤有機質含量在 2% 以下。且有機栽培之生產方式亦與慣行農法有別，亟待建立適用之雜草控制、肥培管理、病蟲害防治方法及適用資材等生產技術。若能利用溫室養液栽培之技術加以改良能減少許多栽培上的困難，目前嘗試以有機資材替代養液栽培中所需養液及介質等，來增加有機養液栽培之可行性。

胡瓜(*Cucumis sativus* L.)原產於印度喜馬拉雅山南麓(楊和蕭，1995)，屬於葫蘆科胡瓜屬，為一年生蔓性草本植物。為台灣夏季重要果菜之一。根據行政院農業委員會農糧署資料指出 2006 年台灣胡瓜栽培總面積為 2785.37 公頃，而總產量達 52945.988 公噸，最大產區為屏東縣，其次為高雄縣等地。胡瓜適合於微酸性至中性之土壤栽培，其 PH 值約為 5.5 至 7.2 之間，本試驗採用胡瓜‘夏笛’品種，夏笛為全雌性品種，其植株生長勢強健，莖粗壯，葉片肥厚呈深綠色，主蔓及側蔓著生雌花近 100%，單偽結果性強，產量高。採收適期之果實其果長約為 21 至 22 公分，果重約 100g，果色濃綠，果條順直(謝，2001)。

本試驗探討於有機混合介質中添加苦土石灰、磷礦砂及肉骨粉等緩效性肥料，藉以提供作物生長所需之養分，並嘗試利用胺基酸及腐植酸鉀等有機物質進行養液之配製，並以此養液進行胡瓜‘夏笛’栽培試驗，試驗中測定介質 pH 值、EC 及有效性元素含量之變化，植株方面測定其生長勢、葉片元素含量、果實產量及果實貯藏品質之變化，藉此探討如何增加有機養液栽培之可行性。

## 貳、前人研究

### 一、 胡瓜生理特性

胡瓜(*Cucumis sativus* L.)為葫蘆科胡瓜屬，一年生蔓性草本植物，原產地為印度喜馬拉雅山南麓至尼泊爾等地，其根系淺且分布廣，主要根系分布在 30 公分內的土壤中，根部易木栓化，斷根後難以再次發育新根。而蔓之節間長，具無限生長特性，葉為互生其表面覆有刺毛，因葉片大易受風害，葉腋著生花芽或捲鬚，捲鬚由側枝或葉變形而來。一般植株為雌雄同株異花，亦有少數為雄花和兩性花同株或全雌性株。花為黃色，具五瓣深裂，為蟲媒花，自然雜交率為 53% ~ 70%。溫度低於 15°C，則花藥開裂不良進而影響授粉，易導致畸形果的產生。花性方面，植株在長日照或高溫下植株多生成雄花。植株發育中側蔓較主蔓易著生雌花，高節位較基部位易生雌花。在結果方面，全雌或多雌花之品種由於著果過多，導致光合產物競爭激烈時，中後期之花易生成流產果，特別是在溫室栽培之植株。胡瓜生長適溫為 20 ~ 30°C，當溫度在 12°C 以下時，種子不發芽且地上部生長停止。35°C 以上時，花粉活力減弱，影響果實發育且植株易老化；屬強日照作物，光飽和點為 56000 ~ 60000 lux。適當光照強度為 21000 ~ 60000 lux。光合作用效率以清晨至中午最為旺盛，約占全部光合產物之 60 ~ 70%，因此利用溫室栽培胡瓜須注意上午之光照強度；適合微酸性之土壤，低於 pH4.5 則植株葉片易黃化枯死。栽培初期為了減少植株負擔，維持生長勢旺盛，較低節位之雌花及側芽須摘除。採收方面，小胡瓜採收適期為果長約 18 ~ 22 公分、果重約 70 ~ 100 公克。大胡瓜則依品種特性，於果長約 30 ~ 35 公分，果皮尚未轉色前採收。

### 二、 養液栽培

台灣的蔬菜無土栽培發展，以水耕蔬菜開始較早，1969 年首先由龍潭農校開始礫耕栽培，而後農業試驗所、中興大學亦開始進行無土栽培試驗。在 1983 至 1985 年之間，鳳山園藝試驗分所與台中區農改場開始進行水耕栽培試驗與實用化之研究。此後陸續有業者進行生產，至 1991 年前後達到最盛期，面積約在 30 公頃(李和候，1989；高，1989)。

無土栽培(soiless culture)，意指任何不利用土壤為植物生長介質之栽培方式，無土栽培藉由栽培過程中使用不同介質而有水液栽培(Water culture)及介質栽培(Substrate culture)之區別。而介質栽培包括天然有機介質(Nature organic substrates)及不活性介質(Inert substrates)，不過養液在不活性介質中之變化及養液對作物根系之影響與純水栽培類似，故將此兩者合稱為水耕(Hydroponics)(李，1999)。

養液栽培(nutriculture)為不使用土壤而用人工調配之營養液提供作物生長的栽培方式。又因栽培介質有固體及非固體之區別而有不同之栽培方式。固體介質栽培方式包括砂耕、泥炭耕、岩棉栽培等；非固體介質栽培則包括水耕、水氣耕及噴霧耕等(李和傅 1988)。與土耕栽培相比，養液栽培之優點為：

(一) 減少土壤傳播性病蟲害及連作障礙，可維持作物穩度的高度生產。(二) 節省勞力，可擴大經營規模，養液栽培過程中，播種、定植、除草及收穫等工作可簡化而節省勞力，施肥、灌溉管理科學化可擴大經營規模。(三) 具週年生產性，養液栽培 N、 $P_2O_5$  及  $K_2O$  的肥料使用效率相較與土耕栽培高出許多(養液栽培之肥效可達 90%，土耕栽培 N、 $K_2O$  約為 40-60%， $P_2O_5$  約為 10-30%)，且養液吸收平衡，作物生長迅速，並能有效控制養分水分之利用。(四) 果實較耐貯運，因養液無缺肥之虞，果實較堅硬，貯藏期長。(五) 產量不易受到天候地形影響，不因下雨或風災而影響收穫，產量穩定，品質均一，且無須特定土地，畸零地亦可栽培(李和傅，1988；李和林，1989)。

養液栽培之作物其根系生長的環境緩衝能力較一般土耕栽培為低，容易受到養液濃度、液溫及 pH 值之影響。因此進行養液栽培須注意以下幾點。(一) 導電度(Electric Conductivity, EC 值)之管理：EC 值必須依照作物種類之不同進行調整，如胡瓜、西瓜及洋香瓜等為好鈣蔬菜，而番茄、茄子、甜椒及萵苣為好鉀蔬菜，季節不同下，如高日照下作物較低日照需提高養液氮量，以供生長所需；不同氣候下，如胡瓜栽培中夏季高溫則使用低 EC 值 1.9-2.3 ms/cm 之養液，而冬季則提供較高 EC 值 2.6-3.2 ms/cm 養液。(二) 穩定 pH 值：pH 值之高低對作物吸收營養有很大關係，pH 低於 5.5 時，鈣、鎂、鋁、硫與磷等元素較難被植物根部吸收，若 pH 值高於 6.5 時，鐵、錳、硼、銅與鋅則不易吸收。作物根部吸收正負離子之多寡亦會造成環境 pH 之變化，如硝酸態氮與銨態氮共存下，就胡瓜與萵苣而言，為優先吸收銨態氮之

作物，銨態氮優先吸收，pH 值就下降，反之如白菜、菠菜等優先吸收硝酸態氮者則會導致環境 pH 值之上升(吳，1989；王和吳 1990)。(三)溶氧量的控制：當養液溫度愈高，溶氧量愈低。作物在養液溶氧量 5 ppm 以上時不會有根腐問題，若溶氧量低於 2 ppm 以下則根之生理機能不良，導致磷、鉀與錳之吸收量急劇下降。(四)養液之配製及保存技術：高濃度之養液原液混合通常會有沈澱物之生成。沈澱物多為溶解度低之鹽類產生，如鈣肥不宜與硫酸鹽混合配製，所形成之硫酸鈣溶解度極低之故，EDTA-Fe 亦只能與鈣混合，若與其它元素混合時，則 EDTA-Fe 本身之棕色會消失，亦有沈澱生成(王，1989)。

### 三、 有機資材在養液栽培上之運用

#### (一)有機養液及有機液肥之使用

Mackowiak 等(1996)利用馬鈴薯殘餘物進行養液之萃取，並以此養液進行水耕栽培。馬鈴薯浸出液及萃取液其營養元素回收率可達 50%，但磷、鈣及鎂則明顯低於對照組(Mackowiak et al. 1996)。浸出液與對照組比較，其可食用部分在馬鈴薯方面減少 28%、在小麥方面則是 42%，浸出液因含有大量水溶性有機質故對於作物生長有不利之影響，萃取液處理其生物量與對照組相比僅有 10%的差距。而在水分利用及氮利用效率方面，浸出液皆為最低數值，而萃取液跟對照組則差異不大(Mackowiak et al. 1996)。浸出液其氧氣消耗速率約為其它處理的兩倍，而脫氮作用則為十倍以上，而脫氮作用旺盛亦表示作物能利用之有效氮含量愈少。學者推測為浸出液處理組由於大量有機質進入養液，微生物分解而消耗氧氣，養液中低濃度氧氣可能促使脫氮作用進行(Mackowiak et al. 1996)。

Mackowiak 等(1997)發現利用浸出液進行養液栽培之可行性較低而萃取液較高，故利用不同細菌在無氧情況下從作物殘餘物中萃取養液，分別為 ISYB 處理組(酵母菌萃取)及 ISNB 處理組(硝化細菌萃取)。對照組及 ISYB 乾重皆大於其它處理，ISYB 與對照組之生長勢則相近(Mackowiak et al. 1997)。在酸使用效率方面為 ISYB 處理較高，其它如生物量、收穫指數及水份使用效率皆相近，在養液中所含微生物量方面，雖然 ISYB 處理皆比對照組較高，但在試驗中並未對植株造成不利影響，故其利用於養液栽培之可行性較高(Mackowiak et al. 1997)。

Atkin 和 Nichols(2004)利用有機液肥(魚精及海藻精)進行萵苣養液

栽培，由於使用魚精及海藻精導致養液中鈉離子及氯離子過多進而影響植株之發育，結果顯示有機養液處理組生長勢遠低於對照組 (Atkin and Nichols 2004)。試驗中處理組在 2~3 週時，植株鮮重便開始下降，原因為養液中藻類生長及過多有機質分解造成有效性氧含量之降低導致作物根部的死亡。對照組的相對生長速率平均僅高於處理組 10%，而處理組在生長中期，生長勢便受到抑制未能正常生長，導致最後的鮮重極低(Atkin and Nichols 2004)。

## (二)有機介質之應用

良好的栽培介質在物理性須注意：1.有機物之穩定性，介質中含甘蔗渣等易分解之有機物，可能導致介質體積下降，故最好採用分解較慢者，如泥炭苔等。2.體積比重，過輕之介質不易提供植株足夠的支撐，作物易倒伏；過重之介質則不利機械操作及搬運，適宜之比重在浸水後約 640 至 1200 g/dm<sup>3</sup>(李，1989)。3.保水力和通氣性，一般無土栽培介質體積約佔 20 至 30%，充氣孔隙度佔 10 至 30%，有效水則約佔 10 至 25%，殘留水為 15 至 45%(De Boodt and Verdonck,1972)。4.介質粒徑與粗細分佈，較粗之粒徑提供開放空間，充滿空氣，細之粒徑則充滿孔隙，增加保水力，減少充氣孔隙度(Handreck,1983)。在化學性方面則為 1.pH 值，無土介質 pH 值之最佳範圍為 5.5 至 6.5 之間(Jenkins,1989)，植株在此範圍內之 pH 值可均勻獲得生長所需之營養元素。2.EC 值，果菜類之栽培介質中 EC 值適宜範圍為 1.0 至 4.0 ms/cm 之間(Norrie *et al.*, 1994)。

目前使用之無土栽培介質可為無機介質、有機介質及混合介質。無機介質如岩棉、珍珠石及蛭石等其營養元素含量極低；有機介質則為天然或合成之有機材料如泥炭、稻殼、木屑及樹皮等，含有一定量之養份，而混合介質可利用無機介質及有機介質兩者搭配製成(黃，2004)。以下對部分有機介質進行介紹。

泥炭苔(Peatmoss)具高孔隙度、高保水力、高緩衝能力及高陽離子交換能力(Cation exchange capacity, CEC)之特性(Kell *et al.*,1997.；Hendreck and Black,1986)。泥炭苔為一酸性有機物質，酸鹼度約為 pH3.2 至 3.8，使用前須添加石灰調整酸鹼度，泥炭苔可單獨使用或與珍珠石、細砂及其它物理性較差之介質依適當比例混合後用於介質栽培(李，1999)。



椰子殼纖維(Coconut fiber)及椰子殼屑(Coconut dust)兩者皆有良好之通氣性及保水力與泥炭苔類似(Kell *et al.*,1997.)。pH 值為 5.0 至 5.5，EC 值在 0.5ds/cm 以下(Argo and Biernbaum,1996)。

木屑(Sawdust)在盛產木材之加拿大與南非，是一種豐富而良好之介質，而樹皮(Barks)在美國及東歐則運用較多。木屑顆料較細且均一，故保水力較樹皮佳(Adamson and Mass,1976；Baudoin,1990)，兩者經堆積後皆可提升陽離子交換能力，樹皮為木材廢棄物之一，價錢低廉，盆栽介質中常用粒徑為 1cm 以下之樹皮，並有抑制線蟲生長之功效(李，1989)。

稻殼(Rice hulls)之優點為價格便宜、質輕、排水性與通氣性佳，不影響介質之酸鹼度，可溶性鹽類及肥份低，不易分解(李，1989)。

### (三)緩效性肥料之使用

Nielsen 和 Thorup(2004)在介質中拌入緩效性肥料補充養液不足之元素成份，試驗初期+fert 處理之氮鉀含量較-fert 處理及對照組高出許多，試驗後期+fert 處理由於含有過多的氮及鈉導致 EC 值過高(Nielsen & Thorup 2004)。全部處理的番茄乾重在試驗中皆是呈現增加的情況，而它的果實品質也可被接受。-fert 組之乾重減少約 25%，原因為元素缺乏導致植株生長不良；+fert 組則減少約 50%，原因為過多的鉀、鈉、氮含量及高 EC 值所導致(Nielsen & Thorup 2004)。最理想之堆肥須提供作物生長期間足夠的氮，堆肥養分有效性之變動是由於催化作用的持續進行，故須選用較穩定之物質或已完熟的堆肥來使用。

1. 磷肥：有機態磷肥主要為動植物中所含之磷，經分解為無機態磷酸，植物始可利用。土壤中磷含量約為 0.02 至 0.15%，可分為無機磷與有機磷，無機磷在土壤溶液中濃度極低，約佔 0.1 至 10 $\mu$ M (Ozanne,1980；Mengel and Kirkby,1987；Raghothama,1999；Frossard *et al.*,2000)。土壤中大部分磷元素皆與有機質如黃酸(fulvic acids)、腐植酸(humic acids)合成有機磷。有機磷約佔總磷含量之 20 至 50%。磷與其他大量元素如氮、鉀比較，磷元素依靠擴散作用之移動性較差(林，2001)而不易被植物吸收利用，磷肥施入土壤後，其中有效磷在石灰質土壤會很快轉變為磷酸鈣，在酸性土壤則易轉變為磷酸鋁及磷酸鐵等，皆不易被作物吸收利用，故一般栽培中缺磷常是限制植物生成之主因(林，2001；郭，1990)，磷元素移動性之原因為由於一般陰離子如 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、

$\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{BO}_3^{3-}$ 及 $\text{MnO}_4^{2-}$ 等不易被粘粒或腐植質吸附，但磷酸根離子卻會被粘粒所吸附。而其它磷元素存在於磷灰石、電器石及黃鐵礦等礦物晶體中，其內部元素不易被溶解出而被植物利用，因此土壤有機質為營養元素陰離子之主要儲藏處所，經微生物分解及氧化可釋放出陰離子可被植物利用(郭，1990)，植物根部吸收養份是藉由根毛密切接觸各種水溶性離子，或吸收膠體、腐植質表面上吸附之離子。

2. 鉀肥：鉀在土壤中的型態會影響植物所能吸收的鉀，在土壤中存在的鉀可分為礦物性鉀、層狀矽酸鹽礦物(黏土礦物)之層間存在的鉀、交換性鉀及土壤溶液中屬於離子態的鉀，前兩者供應植體鉀的速率較慢，需長時間才能釋出，幾乎可視為無效性，後兩者為供應植物主要的鉀型態。交換性鉀之釋放，基本上是以離子交換反應，故受到其它陽離子的競爭作用，在一般微酸到中性耕土之鹽基飽和度於 90% 以上，其中鈣是交換性離子中最主要之離子，其次則為鎂、鉀及鈉，故主要與鉀競爭交換位置的陽離子為鈣及鎂。

鉀為植物生長必需元素之一，在植物生理方面，鉀的重要性不僅是呈現在它的濃度比例上，鉀的生理及生化功能對植物來講亦極為重要。相對於其它元素，植體對鉀的吸收效率及運移能力皆較佳，鉀經由根部吸收後迅速利用細胞膜上的攜帶體運送至其它部位藉以適應不同鉀濃度的環境(Maathius and Sanders 1997)。植物利用許多不同的吸收模式來提高鉀的吸收速度，目前在根部細胞膜上可辨別的鉀運移系統主要有兩種，分別為高親和性及低親和性之運移系統，前者特徵為具有較高的選擇性及較低的 KM 值以  $\text{mmol}/\text{m}^3$  為單位(吸收速率為最大吸收速率一半時之基質濃度，KM 值愈小表示達到最高速率之一半時所需的濃度愈低，亦即表示離子和攜帶體基座之親和力愈強)，而後者則是選擇性較低但其 KM 值約為  $1\text{mol}/\text{m}^3$ (Fox and Guerinot 1998)。兩者之吸收機制不盡相同，在高親和性系統中，鉀離子跟氫離子藉由共同運輸(symport)穿過細胞膜到達細胞液(Schachtman and Schroeder 1994, Rubio et al. 1995, Schachtman et al. 1991)。

由 Fernando 等(1992)、Schachtman 及 Schroeder(1994)之研究指出高親和性吸收系統可增加植體在低鉀濃度的情況下鉀的吸收量以維持植株正常生長，由於鉀離子及氫離子共同運輸會影響電荷梯度，故鉀攜帶體同時亦會影響細胞膜上氫離子幫浦之活性以維持電荷梯度之正常；而低親和性系統之鉀則是藉由電荷潛勢經由通道蛋白進行運移，

陽離子如鉀、鈣及鈉皆經由電荷通道(Voltage-gated channel)運移，故受到細胞膜上氫離子幫浦之影響(Catterall 1995)，由於陽離子皆可經由此通道進入細胞故彼此之間會產生拮抗作用。

2. 鈣肥：胡瓜為偏好石灰質之作物，由於鈣之移動性較差，運移此至葉片後，會隨時間而逐漸累積在老葉，但葉片仍對缺鈣極為敏感(Ingstad, 1973)。鈣在土壤中利用擴散作用，以被動吸收之方式藉由根部附近水份運移穿過根圈進入植體，故水份多寡將影響植體對鈣之吸收，此外亦受土壤溶液中鈣濃度與根部細胞之吸收機制影響(Kazda and Weilgony, 1988)。一般栽培常使用石灰來調整強酸性土壤之 pH 值、改良土壤物理結構及殺菌等，石灰包括消石灰、苦土石灰及生石灰等，其顆粒愈細中和酸性之效果愈好，而生石灰及消石灰之顆粒較苦土石灰細，提升土壤 pH 值快，但因生石灰吸水後會產生高溫會妨礙植株生長以致施用不便。而大多數之石灰肥料均含有鎂元素，其含量約 10% 以上者稱為苦土石灰，主成份則為鈣及鎂之碳酸鹽(吳，2001)，因此在介質中拌入苦土石灰不僅可調整 pH 值亦可提供植株鈣及鎂元素；降低交換性鋁、錳濃度而減輕其因過量造成之毒害；促進礦化作用而增加土壤中氮、磷、硫等元素有效性；減少磷被土壤固定，增進磷之有效性以供作物利用(Tisdale *et al.*, 1985)。

詹(2006)在介質中拌入苦土石灰、肉骨粉、磷礦砂及海鳥磷肥補充鈣、鎂及磷等元素，並以此介質栽培胡瓜‘夏笛’試驗結果顯示使用緩效性肥料(苦土石灰 0.5g/L、肉骨粉 0.5g/L 及磷礦砂 0.5g/L)拌入介質進行栽培，其生長勢及單株產量皆與對照組相近，試驗後期介質 pH 值及 EC 值皆逐漸下降不利作物生長。

因此有機介質中拌入緩效性肥料藉以提供養液不足養份是可行的。在有機養液及有機液肥的利用方面，由於循環式養液栽培的緩衝能力較低於介質栽培，因此作物受到養液直接影響較大，胡可利用介質栽培提高有機養液及有機液肥的適用範圍。

#### 四、 土壤中有機氮之分解

##### (一) 氮素對植物之重要性

氮素為植物生長之必需元素，其為植物體內許多重要的有機化合物之組成份，如蛋白質、核酸、各種酶等。植體乾重所含的氮量約為 1~5%(Buchanan *et al.*, 2000)；氮佔整個蛋白質約 16~18%，而蛋白質為

細胞質之基礎物質，故植物整生育過程皆需要有蛋白質之參與，而酶類本身就是蛋白質之一種，其為植物體內許多生化作用及代謝過程之催化劑，故氮素通常經由酶來間接影響植株生育。一般來說植物主要吸收之無機態氮分為硝酸態氮及銨態氮兩種(Taize and Zeiger, 2002)，然而植物也有吸收有機態氮之能力，主要為小分子之胺基酸(特別在氮素缺乏之環境下)，目前知道對麩酸鹽(glutamate)、離胺酸(lysine)及甘胺酸(glycine)等吸收較佳(Jones et al., 2005)。

## (二)氮素循環

大部分生物無法直接利用空氣中的氮氣，須經由閃電作用轉變為硝酸態氮溶於雨水後進入土壤，在生物固氮作用方面則靠少數固氮細菌如根瘤菌、固氮桿菌及部分藍綠藻將氮氣轉為氨。而動植物所產生之有機質經土壤微生物氨化作用轉為氨後，部分釋放回大氣中而部分則經由硝化作用轉為硝酸態氮提供植物吸收利用。土壤缺氧時，硝酸態鹽會經由細菌脫氮作用還原為氮氣回到大氣中繼續進行下一次的循環(莊和譚，1983)。

## (三)土壤中有機氮之成份及來源

土壤中有機氮主要之組成分為胺基酸(Amino acid)、多肽類(Polypeptides)及蛋白質(Protein)等，其來源為動植物殘體如植物根部之替換或動物排泄物等。植物主要吸收之有機氮為小分子之胺基酸如麩胺酸(Glutamate)、甘胺酸(Glycine)及離胺酸(Lysine)等。在土壤中胺基酸部分聚合為較大之有機質，須經由土壤微生物(包括菌根)所分泌的蛋白酶類將其分解；部分胺基酸則游離在土壤溶液中，已水解之有機物佔全部有機質約 30%~50%，為植物吸收有機氮主要來源(Jones and Hodge, 1999)。

## (四)植物對有機氮之吸收模式

植物根部吸收有機態氮是藉由 H<sup>+</sup>-ATPase 主動運輸將氫離子向外移而產生化學梯度，小分子之胺基酸再利用跟氫離子的共同運輸(cotranspot)進入植物體內，當胺基酸進入根部細胞後可以用於製造新細胞或是經由脫氮作用(deamination)產生酮酸(keto acid)而進入 TCA 循環(Jones et al., 2005)。但實際上並非如此順利，這是因為有土壤微生物之

競爭作用存在，此外植物也會因為根泌作用而釋出部分胺基酸，被土壤微生物吸收後轉變為銨態氮並放出二氧化碳(Jones et al., 2005)。

#### (五)影響植物吸收有機氮速率之因子

##### 1.土壤中各種氮素之相對比例：

土壤中氮素包含無機氮素及有機氮素，兩者的擴散速率及土壤吸附性即是影響植物吸收能力的關鍵之一。在水中兩者擴散速率並無太大差異(仍為無機氮較高)，但在土壤中，明顯可以發現硝酸態氮的擴散速率高於其它氮素，這是土壤吸附性所導致，由於硝酸態氮之吸附性遠低於其它氮素，因此硝酸態氮在 24 小時後可擴散至 1 cm 處，但是其它氮素如銨態氮或甘胺酸至多為擴散至 1 mm 處(Owen and Jones, 2001)，故植物對於甲胺的吸收遠高於胺基酸，甲胺為一種化學氮肥，其溶於水中可分解成甲醇及氨，故植物對於無機氮素的吸收能力遠高於有機氮素(Falkengren-Grerup et al., 2000)。

##### 2.植物根部跟土壤微生物之競爭作用：

Owen 和 Jones(2001) 提供經過同位素標定後之胺基酸供小麥及土壤微生物吸收，胺基酸經微生物吸收分解會釋出二氧化碳，藉由測定釋出的二氧化碳便可了解土壤微生物對於胺基酸之吸收量(Owen and Jones, 2001)。離胺酸隨著濃度的提高也導致吸收速率下降，原因可能為：1.離胺酸相較於其它胺基酸，其土壤吸附性較高因而導致擴散速率較慢。2.細胞內離胺酸儲存池濃度足夠，產生反饋訊息使得吸收速率下降(Owen and Jones, 2001)。

在初期濃度較低時，微生物吸收速率的提升明顯較後期濃度較高時為快，微生物對於胺基酸的吸收機制有兩種，當胺基酸濃度較低時(0.1~10 $\mu$ M)，高親和性的機制啟動，此時由於胺基酸含量較少為了維持固定的吸收量因此需要較高之親和性；而在濃度較高時(1~10mM)如根部細胞破裂其內含物質流出的短暫期間，低親和性的機制便會啟動，持續提升微生物的吸收量(Jones and Hodge, 1999)。胺基酸濃度在超過 1mM 之後，植物之吸收量也隨之提高，且胺基酸的半衰期亦可獲得延長，學者假設由於微生物的吸收達飽和，故多餘的胺基酸便可被植物吸收利用且其半衰期也較長(Jones et al., 2005)。土壤微生物對於胺基酸的吸收速率極快，在 12 小時內二氧化碳的釋放量增加很高，但在

24 小時後釋放量便逐漸減緩甚至接近無，此時土壤所含胺基酸濃度亦低於起始濃度的 0.5%，在 48 小時後約 25% 胺基酸被分解成銨態氮及二氧化碳(Jones et al., 2005)。小麥對於胺基酸的吸收量遠低於土壤微生物，甚至低於殘留在土壤中胺基酸含量。

## 五、 胡瓜生理性病害

### (一)生理病害之分類

根據養分在植物體的移動情形，可將缺乏症分成三類：第一類作物缺乏症發生在老葉，這是由於這類元素在植體內非常容易移動，當新葉產生缺乏情況時，元素可自老葉轉運至幼葉。此類元素存在液胞中含量非常多，並非新陳代謝必須物質組成之一部分，如鉀。第二類作物缺乏症狀出現於上部幼嫩葉片，由於這類元素在植體內並不易移動，並為新陳代謝沒有密切關係之有機體組成物，如鈣與硼等。而微量元素如鐵、錳、鋅及銅等在植體內亦屬不易移動之元素，故症狀常出現於上位葉及幼嫩枝條。第三類症狀在新葉與老葉均可發生，一般以老葉較為嚴重，此類情況發生在與新陳代謝有密切關係之元素，如氮、磷與硫等；當為儲存態時可進行轉運，當被轉變成細胞組成時，則不能被運移(李和林，1989)

National Chung Hsing University

### (二)胡瓜之生理性障礙病徵

1.瓜蔓過度茂盛：在氮素過量、多量灌水及日照不足之情況下，導致植株營養生長過度，葉片異常變大，葉色較淡，側枝發生較早，將其摘除後立即產生新蔓，株勢強盛但收穫量卻無提高。

2.急性萎凋症：溫室栽培中，由於植株蒸散量過大，造成地上部與地下部之平衡失調，導管堵塞或水份無法充份供給時所發生，在中午時段葉片突然萎凋而在傍晚時段回復，反覆數日後則造成永久性萎凋不再恢復而枯死。

3.果實異常發育：常見病徵為彎曲果、尾端肥大果、尾端細小果、短形果及流產果等，其原因為授精不完全、植株營養失調及葉片同化機能降低等，此外尚有裂果(果實經過低溫及乾燥之雙重狀態後急劇吸水導致果實縱向裂開)及粉衣果(高夜溫、高地溫、持續日照不足或根部老化之情況下導致果實為抑制呼吸消耗量而在果皮生成的蠟狀物質(蔡等，1997)。

### (三)胡瓜營養元素缺乏病徵

1.缺氮：由下位葉向上位葉順次淡化或黃化，葉片變小而硬，黃化現象遍及全株，但以下位葉有較嚴重之趨勢。

2.缺磷：輕微缺磷導致植株矮化，但葉片無病徵呈現。嚴重缺磷時，植株矮化，幼葉變小、硬化並直立(stiff)且轉為暗綠色，生育停滯，葉脈及葉柄呈紅紫色。末期則葉片產生大型斑點而導致枯死。

3.缺鉀：植株生育初期缺鉀導致葉緣黃化，葉緣形狀明顯。中後期由於葉緣枯死，葉片隨著發育而向外側捲曲。葉片產生硬化及深綠色之病徵。

4.缺鈣：生長快速之植株由於蒸散作用不足，鈣無法平均運送至植體各部分。缺鈣導致生長點變暗色及扭曲，新葉變小易呈杯口狀，而下位葉緣則向下彎曲。幼果可能皺縮(shrivel)、變色或果頂敗腐(blossom-end rot)。鉀含量過高可能會限制鈣之吸收。

5.缺鎂：中、下位葉脈間黃化，嚴重時白化，僅葉脈附近及葉緣仍為綠色(李和林，1989；葉等，1997；Latin,1996)。

## 六、 影響胡瓜著果之因素

瓜類蔬菜具有單偽結果能力，且一般認為胡瓜單偽結果能力較強，栽培中胡瓜常發生落花及果實敗育之問題，不同品種間亦具一定差異，而單偽結果品系在不授粉的情況下果實發育接近於授粉果(孟等，2004)，在短期內全雌性及多雌性品種之胡瓜相較於單雌性品系須支撐近乎兩倍之雌花數量(，由於有大量的果實在同時期發育，故同化產物競爭在果實之間非常激烈造成晚期之果實發育受到限制導致落花或果實敗育(Hikosaka and Sugiyama,2004)。雌花數多寡及著果是否成功將直接影響到胡瓜栽培之產量(P.P. Subedi and M.D. Sharma. 2005)。胡瓜通常栽培於春夏期間，然而熱帶地區在秋冬期間種植雜交之雌雄同株品種以增加產量，適合的光周期、提升光度、低夜溫皆能增加雌花數目(Filgueira, 2000)。秋冬栽培時期產量流失之主因為落花，而春夏栽培產量流失之主因為果實敗育。在春夏時期累積產量損失為 76.25%，在秋冬則為 59.15%，故春夏時期之產量為總估計值的 23.75%而秋冬則為 40.85%，故胡瓜主要產量流失為落花及果實敗育(L. Bacci et al. 2006)。



## 參、材料與方法

### 試驗一、不同苦土石灰添加量對有機介質 pH 值及 EC 值之影響

#### 一、試驗材料

##### (一)介質材料

1. 泥炭苔：為芬蘭凱吉拉(Kekkilä) 公司所生產，未經調整酸鹼度之泥炭苔，其 pH 值為 4.0。
2. 椰土：購買自帛鑫國際有限公司，商品名為根呼吸(Coirfibre)，其 pH 值為 5.8~6.4 之間，EC 值為 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%，經過發酵及殺菌處理。
3. 木屑：取自己堆積 4 個月但新鮮未經使用過之闊葉樹木屑。
4. 稻殼：使用未腐熟之稻殼。

##### (二)肥料

1. 苦土石灰：即白雲石粉，購自台中縣大里市三大豐石礦化工有限公司。含 CaO 30%及 MgO 10%，以孔徑 1.4 mm 之濾網過篩，其粒徑分佈為：0.3 mm 以下 32%、0.3 至 0.5 mm 之間為 65%、0.5 mm 以上為 3%。

#### 二、試驗方法

##### (一)肥料處理

介質拌入以孔徑 1.4mm 之濾網過濾雜質之苦土石灰，每公升介質分別拌入 0.5、1.0、2.0 及 4.0g 之苦土石灰作為處理組，以不添加肥料的介質作為對照組。

##### (二)介質配製與裝填

將泥炭土、稻殼、椰土與木屑以體積比 35：15：15：35 之比率利用滾筒式介質攪拌機均勻混合。介質混合過程中，加入上述不同含量之苦土石灰，均勻混合 5 分鐘，每次攪拌過程中供水 12L 於總體積約為 200L 之混合介質。介質混合均勻後分裝於 8 吋黑色軟盆體積約為 8 公升，每處理 10 重覆，每盆每日供水 2L 以維持介質溼潤。盆面不加



任何覆蓋物，於溫度約 25°C 之精密溫室進行培育。

### 三、調查項目與方法

介質採樣時間為培育至第 0、2、4、6、8、12、16、24、32、40、60 天，每盆取樣 200ml，保存於 PE 塑膠袋中進行 EC 值及 pH 值之測定。取介質 36ml 置入 250ml 之三角瓶中，加入去離子水 72ml(水土比 V/V=2:1)，以 150 rpm 震盪 1 小時，經靜置半小時待介質沈澱後，利用 EC meter 與 pH meter 進行測定(張和陳，1995)。

### 四、統計分析

數據統計採用完全隨機設計，調查所得數據以 SAS 套裝軟體(SAS. Institue, Cary NC)中之 ANOVA(Analysis of Variance)進行變方分析 (analysis of variance) ( $\alpha=0.05$ )，以 Fisher's LSD 進行試驗間各處理平均值的比較。



## 試驗二、有機養液栽培對胡瓜‘夏笛’植株生長發育、果實品質及果實貯藏品質之影響

### 一、試驗材料

#### (一)介質材料

1. 泥炭苔：為芬蘭凱吉拉(Kekkilä) 公司所生產，未經調整酸鹼度之泥炭苔，其 pH 值為 4.0。
2. 椰土：購買自帛鑫國際有限公司，商品名為根呼吸(Coifibre)，其 pH 值為 5.8~6.4 之間，EC 值為 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%，經過發酵及殺菌處理。
3. 木屑：取自己堆積 4 個月但新鮮未經使用過之闊葉樹木屑。
4. 稻殼：使用未腐熟之稻殼。

#### (二)緩效性肥料

1. 苦土石灰：購自台中縣大里市三大豐石礦化工有限公司。含 CaO 30%及 MgO 10%。
2. 磷礦砂：購自福壽實業有限公司。含  $\text{P}_2\text{O}_5$  32%。
3. 肉骨粉：購自福壽實業有限公司。含  $\text{P}_2\text{O}_5$ 、N 7%及有機質 80%。

#### (三)有機養液材料

1. 胺基酸：含 N 11%。
2. 腐植酸鉀：含 K 8.5%。

### 二、試驗方法

#### (一)介質配製

將泥炭土、稻殼、椰土與木屑以體積比 35：15：15：35 之比率利用滾筒式介質攪拌機均勻混合。介質混合過程中，加入苦土石灰 2g/L、肉骨粉 0.5 g/L、磷礦砂 0.5 g/L，均勻混合 5 分鐘，每次攪拌過程中供水 12L 於總體積約為 200L 之混合介質，混合結束後維持介質處於溼潤情況下放置 14 天之後進行栽培試驗。

(二)養液配方，

本胡瓜栽培試驗採用三種不同養液配方，各配方之營養元素說明如下：

- 1.完全化學養液：採用山崎氏胡瓜養液配方作為養液，養液成份為每1000L 含 610g 硝酸鉀、830g 硝酸鈣、500g 硫酸鎂、120g 第一磷酸銨、20g EDTA-Fe、2g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>、2g MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O、0.22 ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O、0.05g CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O、0.02g Na<sub>2</sub>MoSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O (王和吳，1990)。
- 2.簡化化學養液：參考山崎氏胡瓜養液配方之氮鉀含量，大量元素僅供給氮及鉀，氮為 200 ppm，鉀為 225 ppm 養液成分為每 1000L 含 610g 硝酸鉀、896g 硝酸銨，而微量元素部分則與 1 相同。
- 3.有機養液：參考山崎氏胡瓜養液配方之氮鉀濃度，大量元素僅供給氮及鉀，養液成分為每 1000L 含 1800g 胺基酸及 2635g 腐植酸鉀，養液氮含量約為 200 ppm，鉀含量約為 225 ppm。

表 1. 不同養液配方中大量元素之濃度

Table 1. Macronutrient solution of chemical nutrition, chemical simplified nutrition and organic nutrition.

處理	元素	濃度 ppm/1000L
化學完全養液	N	200
	P	32.3
	K	225
	Ca	140.7
	Mg	50
	S	90.8
化學簡化養液	N	200
	K	225
有機養液	N	200
	K	225

### (三)栽培管理

1.胡瓜‘夏笛’種子經催芽後於2007年9月4日播種於72格穴盤中進行育苗，育苗介質拌入菌根菌3g/L其孢子數為50個/g，於9月18日定植於中興大學園藝試驗場蔬菜溫室。

2.試驗分為四處理，為表2.所列：

表2. 試驗所使用養液及配合不同養液配方所使用之介質處理說明

Table 2. The amendments of organic media for different nutrient formulations.

處理代號	使用養液	使用介質	接種菌種
T1	化學完全養液	僅使用苦土石灰調整pH值之混合介質	菌根菌
T2	化學簡化養液	有拌入緩效性肥料之混合介質	菌根菌
T3	有機養液	有拌入緩效性肥料之混合介質	菌根菌
T4	有機養液	有拌入緩效性肥料之混合介質	菌根菌、溶磷菌 <sup>z</sup>

z.於定植前7天及定植當天澆灌含孢子數 $4 \times 10^6$  cfu/ml之接種液於介質，每棵植株500ml。

3. 本試驗種植於中興大學蔬菜溫室內，利用槽植方式栽培，每長槽寬35 cm、高15 cm。長槽底部鋪黑色雜草抑制蓆，使用上述混合介質進行裝填。每處理三角種植40株，每行株距30cm，每處理兩重複。
4. 植株採單幹整枝，留子蔓，架設尼龍繩供其攀爬，所有處理第一週皆以半量養液進行灌溉，第8日後改為全量養液，每日提供養液4次，中後期則下午增加1次，每次約提供200 ml養液，待植株生長至第二十五節摘心，定植後於第15、30、45、60天，每重複取4株進行非破壞性及破壞性調查。

### 三、調查項目與方法

#### (一) 植株地上部性狀調查

1. 株高：由植片子葉至頂芽間之高度，單位為公分(cm)。
2. 植株鮮重：測量採樣植株全株葉片及莖(含葉柄)之鮮重總和，單位為公克(g)。
3. 植株乾重：將採樣植株之莖和葉裝入牛皮紙袋，以 100°C 殺青 1 小時，再以 70°C 烘乾至重量不再變化為止，所得重量為乾物重，單位為公克(g)。
4. 葉面積：利用 CIAS 2.0 影像分析軟體分析。將影像校正卡與胡瓜葉片依序擺設於保麗龍板上，利用數位相機將影像拍下後利用 CIAS 2.0 影像分析軟體計算全株之葉面積(影像校正卡為 6 cm×8 cm，4 cm×6 cm，3 cm×4 cm)，單位為平方公分( $\text{cm}^2$ )

#### (二) 葉片與莖之元素含量分析

試驗於第 15、30、45 及 60 天取最年輕之完全展開葉及向下數第一及第二片葉共三片葉，經洗滌、烘乾、稱重並磨粉保存於乾燥箱中，作為營養分析之樣品。

##### 1. 洗滌與烘乾

先以自來水洗去塵土，再以 1% HCl 水溶液清洗，然後以去離子水沖洗三次，瀝乾水分後裝入牛皮紙帶中，置於烘箱中，先以 100°C 烘一小時殺菁，再以 70°C 持續 48 小時，直到樣品烘乾為止。

##### 2. 分析用樣品以乾灰化法準備，其步驟如下：

- (1) 將磨成粉的樣品置入 70°C 烘箱中烘乾 12 小時。
- (2) 精稱 0.5 g 樣品置於坩堝中，放入灰化爐中。
- (3) 先以 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。
- (4) 樣品冷卻後，加入 5 mL 2N HCl(Merk)。
- (5) 以去離子水將坩堝樣品洗下，經 Whatman 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。

### 3. 植株分析項目磷、鉀、鈣、鎂之測定方法

#### (1) 磷

磷之測定採用鉬黃法(Horwitz, 1970.)，取 1 mL 乾灰化液加 3 mL 去離子水，以及加入 1 mL 鉬黃試劑【1000 mL 試劑中含 22.5 g  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ，1.25 g  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ (Ammonium vanadate) 及 250 mL conc.  $\text{HNO}_3$ 】，混合震盪均勻後，靜置 10 分鐘，以分光光度計(UV-1201, Shimadze)測量 470 nm 波長下之吸光值。以  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  配置標準液，每處理三重複，每重複取樣三次。

#### (2) 鈣

取 0.1 mL 濾液，加 3.9 mL 去離子水及 1 mL 5% 氧化釷(Lanthanum oxide)，混合均勻後，以原子吸收光譜儀(Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定之。單位：%。每處理三重複，每重複取樣三次。

#### (3) 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。單位：%。每處理三重複，每重複取樣三次。

### 4. 微量元素測定

取上述乾灰化之濾液，不需經稀釋，直接以原子吸收光譜儀(Atomic emission spectrum)測定鐵、錳、鋅、銅的濃度，單位：ppm。每處理三重複，每重複取樣三次。

### 5. 氮之測定：採用 micro-Kjeldahl 法(Washington, 1980.)

(1) 磨碎之樣品於 70°C 烘乾過夜

(2) 精稱 0.2 g 樣品包於 Waterman NO.1 濾紙，置於分解管內。

(3) 加入 1 g 催化劑( $\text{K}_2\text{SO}_4$  :  $\text{CuSO}_4$  :  $\text{Se}$  = 100 : 10 : 1, W/V)。

(4) 加入 4.5 mL 之濃硫酸，放置分解爐中以 410°C 加熱分解 2 小時。

- (5)至管中液體呈現清綠色後，繼續加熱直到沒有白煙冒出。
- (6)取出冷卻 10 分鐘後加入 15 mL 蒸餾水。
- (7)完全分解樣品移於 micro-Kjeldahl 裝置，加入 20 mL 之 12N NaOH，通蒸氣使氮化，並用含指示劑 Bromocresol green 及 Methyl red 之 2% Boric Acid 20 mL (pH 5.0) 接收氮氣及氨水，至總體積達 50 mL 時為止。
- (8)以 1/14N 之 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 滴定，並換算 N 之百分比。

### (三) 果實產量調查

於各處理挑選 10 株植株調查其單株產量、果數、果長及果徑。

1. 單株產量：調查該單株收穫果實總重量，單位為公克(g)。
2. 單株果數：調查該單株收穫果實總數目。
3. 果長：由果實果梗端至果頂端的長度，單位為公分(cm)。
4. 果徑：將距離果梗 5 cm 之果徑作為果徑。

### (四) 果實貯藏品質調查

果實利用 10 號之夾鏈袋保存(邊緣利用打孔器打 6-8 小洞，直徑約 0.5 cm)，袋內利用紙巾噴灑 DI 水以保持溼潤，放置於 13°C 之冷藏庫中。於第 3、7、14、28 天調查，每重覆採三個果實進行調查。

(零點果實鮮重 - 儲藏後果實鮮重)

1. 失重率：  $\frac{\text{零點果實鮮重} - \text{儲藏後果實鮮重}}{\text{零點果實鮮重}}$  單位為%

零點果實鮮重

2. 硬度：以固性測定儀進行測定，測量果實赤道三點部位之硬度，單位為公斤(kg)

3. 糖度：以糖度計測定果實內含之糖分濃度，單位為 Brix。

### (五) 介質化學性質分析：

於定植後第 0、15、30、45、60 天，每重覆取 3 處介質，樣品約為 200ml，保存於 PE 塑膠袋中進行 EC 值及 pH 分析，方法同試驗一。

#### 四、統計分析

數據統計採用完全逢機設計，調查所得數據以 SAS 套裝軟體(SAS. Institue, Cary NC)中之 ANOVA(Analysis of Variance)進行變方分析 (analysis of variance) ( $\alpha=0.05$ )，以 Fisher's LSD 進行試驗間各處理平均值的比較。





### 試驗三、利用不同養液栽培之胡瓜‘夏笛’經留側芽整枝後對植株發育、果實品質、產量及貯藏品質之影響

#### 一、試驗材料

介質配方與製作方法同於試驗二。肥料如苦土石灰、磷礦砂及肉骨粉等來源亦同。

#### 二、試驗方法

##### (一)肥料處理

取與試驗二相同之介質配方，拌入肥料苦土石灰 2g/L、肉骨粉 0.5 g/L、磷礦砂 0.5 g/L，混合均勻後進行胡瓜“夏笛”之栽培試驗

##### (二)養液配方：

- 1.化學完全養液：採用山崎氏胡瓜養液配方作為養液。
- 2.化學簡化養液：同於試驗二。
- 3.有機養液：同於試驗二。

##### (三)栽培管理：

1. 胡瓜‘夏笛’種子催芽後播種於 72 格穴盤中進行育苗，育苗介質拌入菌根菌 3g/L 其孢子數為 50 個/g，並於 2 月 3 日定植於中興大學園藝試驗場蔬菜溫室。
- 2.試驗分為四處理，為表 3 所列：

表 3. 試驗所使用養液及配合不同養液配方所使用之介質處理說明

Table 3. The amendments of organic media for different nutrient formulations.

處理代號	使用養液	使用介質	接種菌種
T1	化學完全養液	僅使用苦土石灰調整 pH 值之混合介質	菌根菌
T2	化學簡化養液	有拌入緩效性肥料之混合介質	菌根菌
T3	有機養液	有拌入緩效性肥料之混合介質	菌根菌
T4	有機養液	有拌入緩效性肥料之混合介質	菌根菌、溶磷菌 <sup>z</sup>

z：於定植前 7 天及定植當天澆灌含孢子數  $4 \times 10^6$  cfu/ml 之接種液於介質，每棵植植 500ml。

3. 本試驗種植於中興大學蔬菜溫室內，利用槽植方式栽培，每長槽寬 35 cm、高 15 cm。長槽底部鋪黑色雜草抑制蓆，使用上述混合質進行裝填。每處理以三角種植 30 株，每行株距 40cm，每處理兩重複。
4. 植株採單幹整枝，留子蔓，植株 1~6 節之側芽及雌花摘除以提升生長勢，而其它側芽生長 1~2 葉後摘心，架設尼龍網供其攀爬，所有處理第一週皆以半量養液進行灌溉，第 8 日後改為全量養液，每日提供養液 4 次，中後期則下午增加 1 次，每次約提供 200 ml 養液，待植株生長至第二十二節摘心，定植後於第 30、45、60 天，每重複取 4 株進行非破壞性及破壞性調查。

### 三、調查項目與方法

#### (一) 植株地上部性狀調查

株高、植株鮮重、植株乾重、葉面積、葉片元素如氮、磷、鉀、鈣及鎂之分析方法同試驗二，並增加以下項目之植株生理狀況調查：

1. 始花節位：植株第 1 朵完全開放雌花之節位，植株 1~6 節之雌花摘除以提升生長勢。
2. 開花數：植株總開花數。
3. 著果率：單株結果數 / 單株總開花數。
4. 葉片光合作用速率、氣孔導度、蒸散速率及細肥間隙  $\text{CO}_2$  濃度之測定  
本試驗以 Lic Portable Photosynthesis System(ADC BioScientific Ltd) 之光合作用儀測量葉片之光合作用速率(PN,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )、氣孔導度(Gs,  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )、蒸散速率(Tr,  $\text{m mol}^{-2} \text{s}^{-1}$ )及氣孔間隙  $\text{CO}_2$  濃度。植株於全量養液灌溉處理後 30、45 天及 60 天調查，測量之葉片為最上端完全展開葉下第 4、5 片葉，每個樣品均夾取兩分鐘，當日調查時間為 13:00。測量時附加裝置 PAR1270 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  之人工光源，以穩定光源，使測量時不受外在光源而影響測量結果，每處理三重複，每重複取兩株，每株取兩片葉檢測。

## 5. 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 4000 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(Yoshida et al., 1976)。

## 6. 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 9.2N HClO<sub>4</sub> 振盪 15 分鐘，且其間不停攪拌。加水至 10 mL，以 10000 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(Yoshida et al., 1976)。

National Chung Hsing University

### (二) 果實產量調查

於各處理挑選 6 株植株調查其單株產量、果數、果長及果徑。

1. 單株產量：調查該單株收穫果實總重量，單位為公克(g)。
2. 單株果數：調查該單株收穫果實總數目。
3. 果長：由果實果梗端至果頂端的長度，單位為公分(cm)。
4. 果徑：將距離果梗 5 cm 之果徑作為果徑。

### (三) 果實貯藏品質調查

果實利用 10 號之夾鏈袋保存(邊緣利用打孔器打 6-8 小洞，直徑約 0.5 cm)，袋內利用紙巾噴灑 DI 水以保持溼潤，放置於 13°C 之冷藏庫中。於第 0、5、10、15、20 及 25 天調查，每重覆採三果實進行調查。

(零點果實鮮重 - 儲藏後果實鮮重)

1.失水率：  $\frac{\text{零點果實鮮重} - \text{儲藏後果實鮮重}}{\text{零點果實鮮重}}$  單位為%

2.硬度：以固性測定儀進行測定，測量果實果肩、赤道及果頂各三點部位之硬度，單位為公斤(kg)

3.糖度：以糖度計測定果實內含之糖分濃度，單位為 Brix。

4.維生素 C：依據 Terada(1987)之測定方法加以修改，取剛採收之胡瓜新鮮果肉 0.5g，加入 6ml 6% 偏磷酸抽取液 (Metaphosphoric acid in 2N Acetic acid)，以均質機攪拌均勻萃取，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。

#### (四) 介質元素含量、pH 值及 EC 值分析

##### 1. pH 值及 EC 值測定

取介質 36 ml 置於 250 ml 之三角瓶內，加入 DI 水 72 ml(水土比 V/V=2:1)，震盪 1 小時後經 30 分鐘沈澱，分別利用 EC meter 及 pH meter 測定。

##### 2. 介質中有效性磷、鉀、鎂及鈣之測定

參考孟立克氏法 (Mehlich's, 1976) 萃取，稱取 2.5g 風乾介質於 125 ml 三角瓶中，加入 35 ml 之抽取液 (0.05N HCl+ 0.0025N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 後震盪 5 分鐘，隨即以 Waterman NO.1 濾紙過濾，取其澄清濾液依下述方法進行元素分析。

###### (1) 鈣 (Ca)

取 0.1 ml 濾液，加入 3.9 ml 去離子水及 1 ml 5% 氧化釧 (Lanthanum oxide)，混合均勻後，以原子吸收光譜儀 (Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer) 測定其濃度。

###### (2) 鎂 (Mg) 與 鉀 (K)

取 0.1 ml 濾液加入 19.9 ml 去離子水，混合均勻後，以原子吸收光譜儀 (Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer) 測定鎂濃度，並以同型儀器改用原子發散光譜 (atomic emission

spectrum)測定鉀濃度。

### (3)磷 (P)

採用鉬黃法(Vanadate-Molybdate Yellow Method)測定磷濃度，取 1 ml 濾液加 3 ml 去離子水及 1 ml 鉬黃試劑【1000 ml 試劑中含 22.5g  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、1.25g  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ (Ammonium vanadate)及 250 ml conc.  $\text{HNO}_3$ 】，混合均勻後，靜置 30 分鐘，以分光光度計(UV-1302，Shimadze)測定波長 470 nm 之吸光值。

- 3.介質中交換性氮之測定：稱取 2.5g 風乾介質於 125ml 三角瓶中，加入 35ml 的萃取液(2M KCl)，置於振盪機以 150 rpm 振盪 1 小時後，靜置 30 分鐘，隨即以 Whatman NO.42 濾紙過濾，濾紙即為供試樣品，須放置冰箱冷藏，取 10ml 樣品移於 micro-Kjeldahl 裝置，經蒸餾分析，換算其氮含量。

## 四、統計分析

數據統計採用完全隨機設計，調查所得數據以 SAS 套裝軟體(SAS. Institute, Cary NC)中之 ANOVA(Analysis of Variance)進行變方分析(analysis of variance) ( $\alpha=0.05$ )，以 Fisher's LSD 進行試驗間各處理平均值的比較。

National Chung Hsing University

## 肆、試驗結果

### 試驗一、不同苦土石灰添加量對有機介質 pH 值及 EC 值之影響

#### (一) 介質 pH 值

本試驗中，於泥炭土：稻殼：椰土：木屑=35：15：15：35 有機介質中添加事先以 1.4 mm 過篩後之苦土石灰 0.5、1、2 與 4 g/L 經培育 0、2、4、6、8、12、16、24、32、40 及 60 天後分別採樣調查 pH 值變化之情形，其說明如圖 1A。第 0 天介質 pH 值隨石灰添加量之增加而上升，其值分別為 4.79、5.08、5.11 與 5.54，至培育第 2 天，各處理之介質 pH 值分別為 4.94、5.13、5.31 及 5.67。培育至第四天，添加 1、2 與 4 g/L 苦土石灰之介質 pH 值較添加 0.5 g/L 之介質 pH 值 5.00 提升 0.22、0.3 與 0.69 個單位。培育 4 至 16 天，添加 0.5 g/L 之介質維持在 4.89 至 5.00 之間，添加 1 g/L 者則是在 5.02 至 5.22 之間，添加 2 g/L 者為 5.46 至 5.53 之間，各處理介質之 pH 值除添加 4 g/L 苦土者外皆變化不大，而添加 4 g/L 苦土石灰之介質 pH 值在培育第 4 到 16 天皆有持續提升的現象。培育至第 24 天時，添加 0.5、1、2 與 4 g/L 苦土石灰之 pH 值較培育 0 天已分別提升 0.76、0.35、0.91 及 1.08 個單位，及至第 32 天時，其 pH 值分別為 5.58、5.68、6.00 與 6.62，各處理 pH 值皆已漸趨穩定。至培育 60 天則添加 0.5 及 1 g/L 苦土石灰之介質 pH 值相較培育第 40 天之 pH 值則有下降 0.28 及 0.43 個單位之情形，而添加 2 及 4 g/L 者，其 pH 值相較培育第 40 天時則是處於穩定的情況，試驗過程中，以添加 2 g/L 苦土石灰者維持在 5.8 至 6.0 之間，屬於較適合胡瓜養液栽培。

#### (二) 介質 EC 值

在無土有機介質中添加 0.5、1、2 與 4 g/L 苦土石灰經培育 0、2、4、6、8、12、16、24、32、40 及 60 天後對 EC 值之變化，其說明如圖 1B 所示，介質分別添加 0.5、1、2 與 4 g/L 苦土石灰均勻混合後，其初始值分別為 313、272、283 及 321  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，培育第 2 天時則全部處理除添加 1 g/L 苦土石灰者之外其餘皆是有下降的情況依序為 251、259 及 305  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 。培育第 4 至 8 天時，添加 0.5 與 2 g/L 苦土石灰其介質

EC 值並無明顯變化，添加 0.5 g/L 者維持在 262 至 265 $\mu\text{s}/\text{cm}$  之間，而添加 2 g/L 者則是在 258 至 267 之間，而添加 1 及 4 g/L 者則是分別緩慢提升至 275 及 319  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 。至培育第 12 天時，則全部處理皆有下滑之情況，其 EC 值依序為 196、226、229 與 319  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 。添加 0.5 及 1 g/L 苦土石之介質在培育第 16 至 60 天之間，其 EC 值變化不顯著且分別維持在 146 至 128  $\mu\text{s}/\text{cm}$  及 204 至 175  $\mu\text{s}/\text{cm}$  之間。而添加 2 g/L 者則是至培育第 32 天後才維持在 190 至 170  $\mu\text{s}/\text{cm}$  之間，添加 4 g/L 苦土石灰培育第 24 天至培育第 60 天時，其 EC 值由 233 提升至 262  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 。在培育第 40 至 60 天添加 0.5、1 及 2 g/L 苦土石灰其介質 EC 值較無明顯變化，由上述得知添加 2 g/L 苦土石灰之介質 pH 值較為適當，且 EC 值在後期穩定。故在胡瓜“夏笛”有機養液栽培試驗中有機介質利用添加 2 g/L 苦土石灰來調整 pH 值並作為胡瓜“夏笛”生長發育之鈣鎂源。



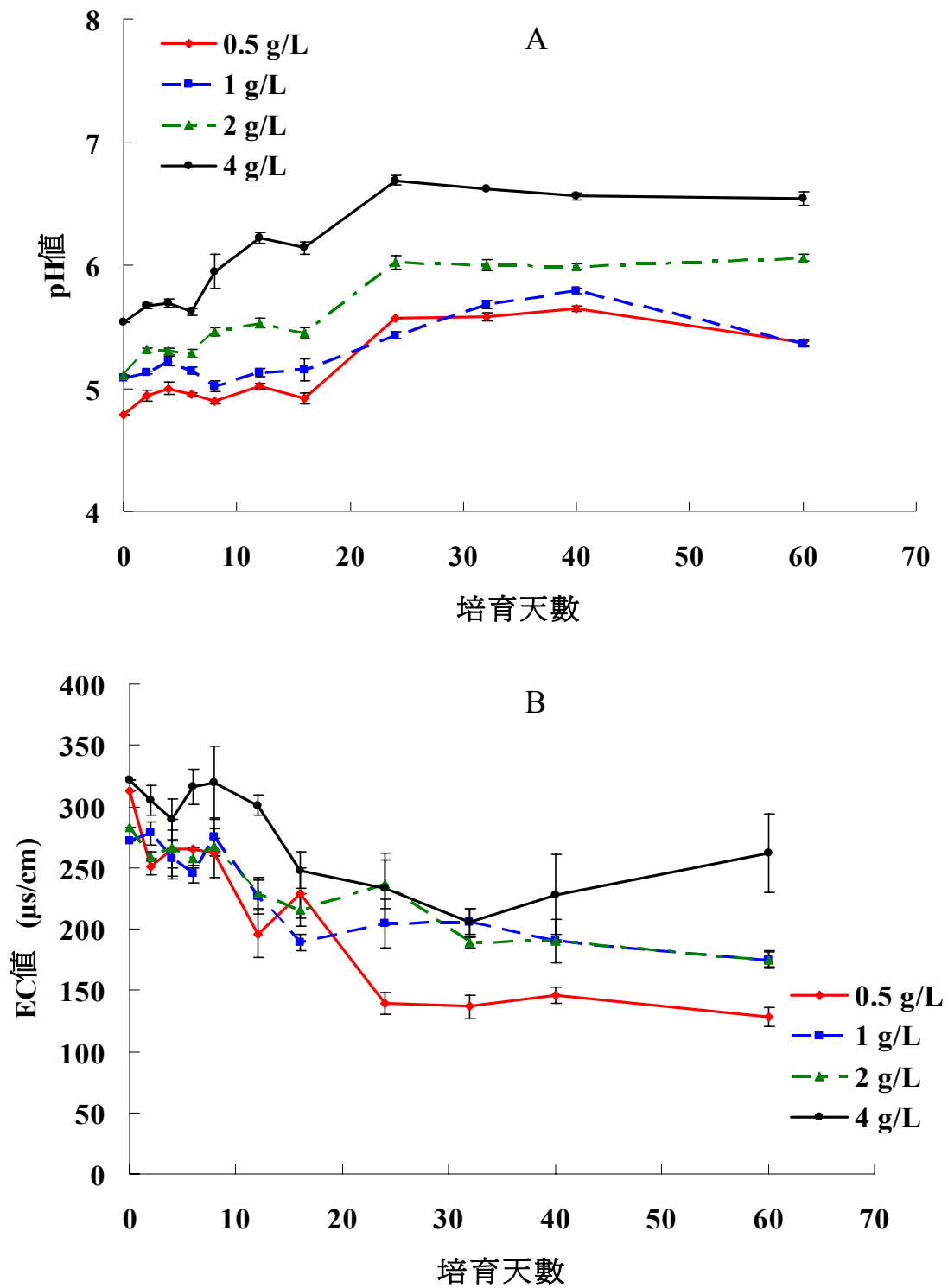


圖 1. 不同苦土石灰添加量對有機混合介質 pH 值(A) 及 EC 值(B) 之影響。

Fig. 1. The changes of pH and EC value in organic mediaum as affected by different application levels of dolomite.



## 試驗二、不同養液栽培對胡瓜‘夏笛’植株生長發育、果實品質及果實、貯藏品質之影響

### (一) 胡瓜‘夏笛’不同養液栽培期間介質 pH 值與 EC 值之變化

胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培，採單幹整枝，經 60 天栽培，其過程中介質之 pH 值變化結果於圖 2A 所示。以下敘述化學完全養液以 T1 表示；化學簡化養液以 T2 表示；有機養液以 T3 表示；有機養液+溶磷菌以 T4 表示。試驗中 T2、T3 及 T4 處理之介質事先添加 2 g/L 苦土石灰，除作為 pH 值之調整外，並作為緩效性肥料之來源。而 T1 處理之介質僅拌入相同添加量之苦土石灰來調整 pH 值。栽培第 0 天時，其 pH 值分別為 5.64、5.56 及 5.64 與對照組 T1 處理 pH 值 5.50 比較並無明顯差異。經栽培胡瓜“夏笛”30 天後，各處理介質之 pH 值分別上升至 6.11、6.14、5.81 及 5.69，顯示化學養液處理組之 pH 皆高於有機養液處理組。但 T2、T3 及 T4 處理之介質 pH 值於第 31 天開始下降至第 45 天，其 pH 值依序為 5.94、5.39 及 5.84，至栽培第 60 天 T2 及 T3 處理 pH 值則無明顯變化，T4 處理 pH 值則是持續下降至 5.30。T1 處理之 pH 值在栽培第 15 至 45 天則是持續上升至 6.27，至栽培第 60 天才下降至 6.05。試驗中利用有機養液處理之介質至栽培 60 天時，其 pH 值分別下降至 5.30 及 5.40 略低於適合胡瓜生長之 pH 值範圍，而簡化養液處理之 pH 值則可維持在 5.95。

胡瓜‘夏笛’經 60 天栽培的過程中，介質之 EC 值變化結果說明如圖 2B 所示。T2、T3 及 T4 處理之介質添加 2 g/L 苦土石灰及拌入緩效性肥料均勻混合後其 EC 值依序為 0.79、0.59 及 0.73 ms/cm，較 T1 之 1.12 ms/cm 為低。栽培第 15 天各處理 EC 值分別為 1.83、0.96、1.14 及 0.98 ms/cm，皆是持續上升的情況，其中以 T1 處理之上升量最高。T1 處理在栽培第 15 天至第 60 天，其 EC 值皆穩定維持在 1.83 至 2.09 ms/cm 之間，而 T2、T3 及 T4 處理則在栽培第 45 天急速上升至 1.6、2.04 及 1.74 ms/cm，至第 60 天栽培結束時，則分別降至 0.73、1.30 及 1.49 ms/cm。栽培過程中全部處理之 EC 值皆低於 4 ms/cm 無鹽害之情況，但 EC 值低於 1.5 ms/cm 以下則屬於偏低之情況，有肥料不足之慮。

### (二) 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培對植株生育性狀之影響

利用不同養液對胡瓜‘夏笛’提供生長所需元素，在 60 天栽培過

程中植體鮮重與乾重變化結果說明如表 5 所示，栽培開始至 45 天之間，植株鮮重增加迅速，T1、T2 及 T3 處理分別為 307.7、336.8、363.1 g，處理間並無明顯差異，但 T4 處理僅 241.5 g，顯著偏低。至栽培第 60 天則全部處理之鮮重增加迅速，處理間並無顯著差異。至栽培第 60 天全部處理鮮重亦為緩慢增加，其鮮重分別為 510.0、506.5、479.0 及 507.5 g 處理間並無顯著差異。至於在乾重方面亦獲得類似結果，各處理間並無顯著差異。

胡瓜‘夏笛’栽培 15 天時，以 T2 有最高之株高達 137.1cm，其次依序為 T1 處理之 134.4cm 與 T4 處理之 127.1cm，最低者為 T3 處理之 119.1cm(表 4)。至栽培第 30 天，則以 T3 處理之株高 292.4cm 為最高，接下來依序為 T2、T1 及 T4 處理，分別為 281.6、275 及 272.4cm，處理間並無明顯差異。植株約於栽培第 40 天後在第 25 節打頂，於第 45 天調查時，以 T1 處理株高 368.5cm 為最高，而以 T3 處理 306.4cm 為最低。於栽培第 60 天時測量植株子葉至第 25 片葉節位處之株高，以 T1 處理之 322.3cm 為最高，次之為 T2 處理之 315.8cm，最低為 T3 及 T4 處理，最低者分別為 308.5 及 308.4cm。葉面積方面，全部處理自栽培初期到栽培第 60 天之間，葉面積增加迅速，大小為 9631 至 8614 cm<sup>2</sup> 之間，各處理間並無顯著差異。

National Chung Hsing University

### (三)不同養液栽培對胡瓜‘夏笛’葉片營養元素含量變化之影響

#### 1. 大量元素

胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培，並於栽培後第 15、30、45 及 60 天採樣調查，葉片各營養元素含量分析說明如表 6 所示。葉片氮含量於栽培第 15 天時 T1、T2 及 T3 處理分別為 6.15、6.25 及 6.37%，處理間無顯著差異，最低者為 T4 處理僅有 5.60%。至栽培第 30 天時，T1、T2 及 T3 處理氮含量下降至 4.22、6.04 及 6.00%，以 T1 處理下滑最多，而 T4 處理則有些許上升至 5.72%。至栽培第 45 天時，T1、T2、T3 及 T4 處理之葉片氮含量分別為 4.78、4.72、4.41 及 4.33%，處理間並無顯著差。另外胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中之適當氮濃度為 4.0 至 6.0%之間(Mills and ones,1996)，至栽培第 60 天 T1、T2 及 T3 處理之氮濃度分別下降至 3.59、3.54 及 3.97%，已低於適當氮濃度之範圍，而 T3 處理之氮濃度亦下降至 4.19%，但仍維持在適當氮濃度範圍。

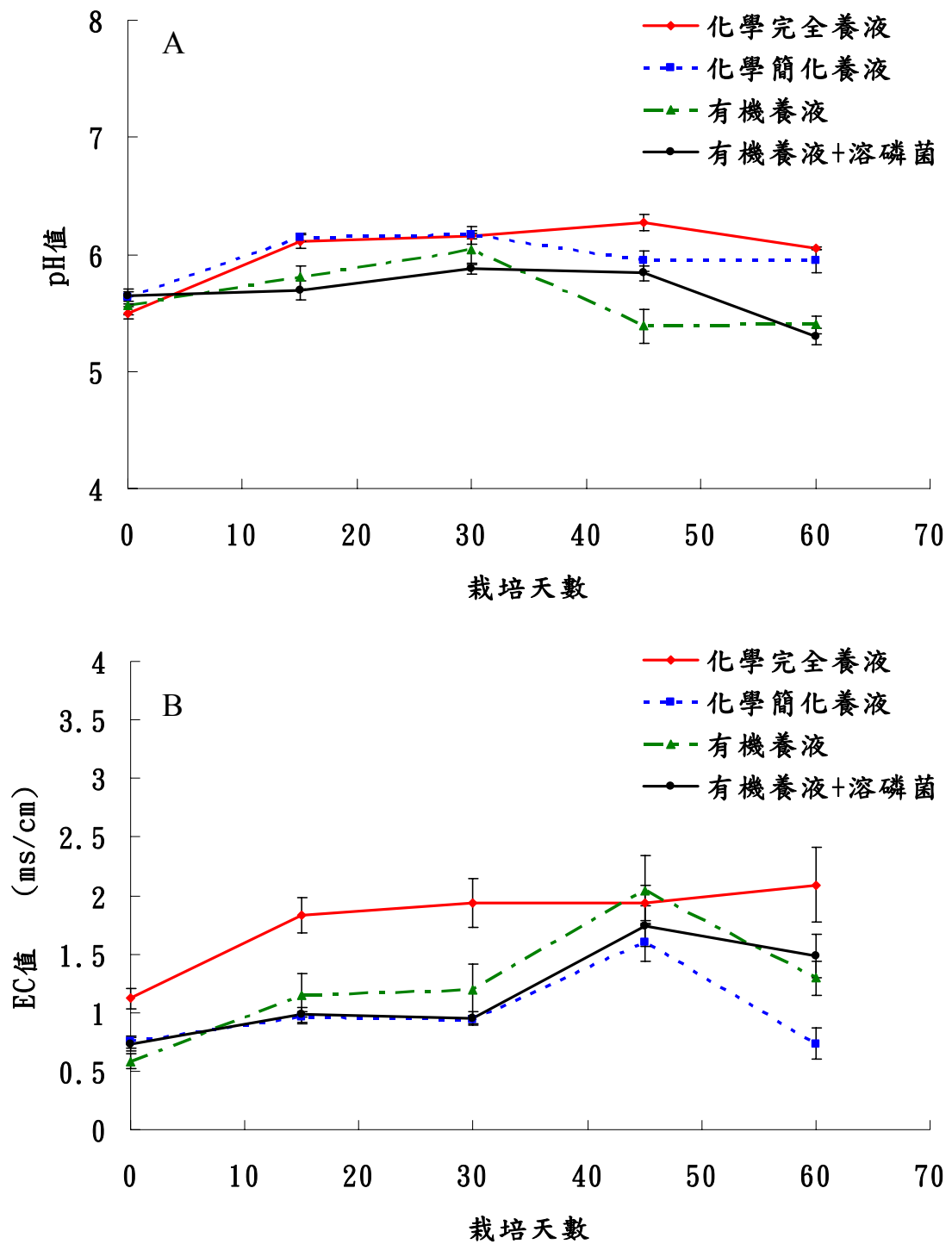


圖 2. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培處理後對介質 pH 值(A)及 EC 值(B)之影響

Fig. 2. The changes of media pH (A) and EC value (B) affected by different nutrition management.

表 4. 胡瓜 ‘夏笛’ 以不同養液栽培經 15、30、45 及 60 天後對植株株高及葉片數變化之影響  
 Table 4. Effect of different nutrition management on plant height and leaf number of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 15, 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	株高(cm)				葉片數			
	15 <sup>z</sup>	30	45	60	15	30	45	60
化學完全養液	134.4	275.0	368.5	322.3	13.5	23.5	28.4	26.8
化學簡化養液	137.1	281.6	336.4	315.8	14.0	23.0	27.3	28.1
有機養液	119.1	292.4	306.4	308.5	11.6	25.4	25.9	24.5
有機養液+溶磷菌	127.1	272.4	343.0	308.4	13.3	20.3	28.0	23.4
LSD <sub>0.05</sub>	22.7	26.5	55.9	38.6	1.8	3.9	4.8	5.8

z：定植後天數，定植日期為 2007 年 9 月 4 日

y：養液與肥料處理說明同於表 1

表 5. 胡瓜 ‘夏笛’ 以不同養液栽培經 30、45 及 60 天後對植株鮮重、乾重及葉面積變化之影響  
 Table 4. Effect of different nutrition management on dry weight, fresh weight and leaf area of  
 cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 15, 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	鮮重 (g)			乾重(g)			葉面積		
	30 <sup>z</sup>	45	60	30	45	60	30	45	60
化學完全 養液	89.9	307.7	510.0	7.5	28.0	57.7	2136.9	5375.6	8614.4
化學簡化 養液	102.7	336.8	506.5	8.1	30.0	51.4	2460.6	5935.3	9410.1
有機養液	84.0	363.1	479.0	6.3	33.5	54.8	2138.3	5585.0	9031.7
有機養液+ 溶磷菌	82.0	241.5	507.5	6.7	25.9	54.6	2197.8	5914.2	9630.7
LSD <sub>0.05</sub>	25.6	66.4	112.7	2.1	5.3	12.7	643.0	982.4	1907.9

z：定植後天數，定植日期為 2007 年 9 月 4 日

y：養液與肥料處理說明同於表 1

胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培，並於栽培後第 15、30、45 及 60 天採樣調查，葉片中磷含量變化結果如表 6 所示。植株經栽培 15 天後，各處理葉片磷含量分別為 0.89、0.84、0.80 及 0.81%，至栽培第 30 天，T2、T3 及 T4 處理磷含量分別下降至 0.78、0.73 及 0.72%，最低者為 T1 處理 0.65%。栽培第 45 天時所有處理之葉片磷含量是呈現持續下降的趨勢，磷含量約為 0.48 至 0.55 之間，處理間並無顯著差異。栽培至 60 天時，全部處理之磷含量分別降至 0.44、0.47、0.45 及 0.49%，處理間並無顯著差異(表 6)。在胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中磷之適當濃度為 0.34 至 1.25%(Mills and Jones,1996)。所有處理植株葉片中磷濃度在栽培期間是適量的。

在鉀濃度變化方面，栽培第 15 天時，化學完全養液處理(T1)、化學簡化養液處理(T2)及有機養液+溶磷菌處理(T4)葉片中鉀濃度分別為 3.95、3.99 及 3.90%，最低者為有機養液處理(T3)之 3.49%。至栽培第 30 天時，T1 及 T2 處理之鉀濃度分別增加為 5.09 及 4.51%顯著高於 T3 及 T4 處理之鉀濃度 3.42 及 3.87%。至栽培第 45 天時，全部處理皆呈現下降之趨勢，最高者為 T1 處理之 3.66%，其次分別為 T2、T3 及 T4 處理，其鉀濃度為 3.12、2.33 及 1.73%。至第 60 天栽培結束時，鉀含量最高者為 T1 處理之 3.39%，其次為 T2 處理之 2.64%，最低者為 T3 及 T4 處理，其濃度分別為 1.49 及 1.42%。在胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中鉀的適當濃度為 3.50 至 5.50%(Mills and Jones,1996)，T3 及 T4 處理在栽培第 45 天時其鉀濃度已低於適當濃度。

經栽培 15 天後，T1、T2 及 T4 處理之葉片鈣濃度分別為 1.35、1.24 及 1.29%(表 6)，處理間並無顯著差異，最低者為 T3 處理 0.91%。至栽培第 30 天時，全部處理之鈣濃度皆為上升的情況，最高者為 T1 處理之 3.17%，其次為 T3 及 T4 處理 2.18 及 2.16%，以 T2 處理之鈣濃度之 1.81%為最低值。第 45 天時，最高者為 T1 處理之 3.77%，以 T3 處理鈣濃度之上升趨勢最大，T2 跟 T4 處理亦呈現上升趨勢。於栽培結束時，各處理已分別提高至 4.77、4.53、4.55 及 4.89%，處理間並無顯著差異。胡瓜於花後最低鈣濃度之範圍為 1.5 至 5.5%(Mills and Jones,1996)，栽培過程中僅有初期植株之鈣濃度略低於適當範圍，其它時間葉片鈣濃度則維持在正常範圍內。

利用不同養液對胡瓜‘夏笛’提供生長所需元素，栽培期間葉片

鎂濃度分析結果如表 6 所示，栽培第 15 天時，葉片鎂濃度最高者為 T1 處理之 0.74%，其次為 T4 及 T2 處理其值為 0.60 及 0.56%，最低者為 T3 處理之 0.45%。至栽培 15 天時，全部處理之鎂濃度皆有上升情況，以 T1 處理之 1.34% 上升最多，而 T2、T3 及 T4 處理分別上升至 0.73、0.75 及 0.77%，處理間並無顯著差異。於栽培 45 天後，T1 處理鎂濃度為 1.38% 無明顯增加，而 T2、T3 及 T4 處理則有小幅度的上升至 0.90、0.98 及 0.86%。調查栽培第 60 天之葉片鎂濃度則仍是 T1 處理為最高者 1.73% 顯著高於 T4 處理 1.47%，最低鎂濃度為 T2 及 T3 處理 1.16 及 1.26%。胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中鎂之最適濃度為 0.3 至 1.2%(Mills and Jones,1996)，栽培過程中 T1 處理中後期葉片之鎂濃度略高，而其它處理皆處於適當範圍內。

## 2. 微量元素

試驗中，胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培，採單幹整枝，經 60 天栽培，並於栽培後第 15、30、45 及 60 天採樣調查。胡瓜栽培期間葉片之鐵濃度分析結果如表 7 所示，經栽培 15 天後，化學完全養液處理(T1)及化學簡化養液處理(T2)之鐵濃度分別為 120 及 119 ppm 顯著高於有機養液處理(T3)及有機養液+溶磷菌處理(T4)鐵濃度 97 及 103 ppm。至栽培第 30 天時，葉片鐵濃度以 T2 處理之 180 ppm 為最高值，其次為 T3 處理之 151 ppm，最低者為 T1 及 T4 處理，其濃度分別為 128 及 136 ppm。至栽培第 45 天時，各處理鐵濃度持續增加依序為 163、199、204 及 162 ppm，處理間並無顯著差異。至栽培第 60 天時，以 T3 及 T4 之鐵濃度最高分別為 215 及 253 ppm，其次為 T1 及 T2 處理其濃度為 178 及 190 ppm。胡瓜於開花後最低鐵濃度之範圍為 50 至 300 ppm(Mills and Jones,1996)，栽培過程中全部處理之葉片鐵含量皆處於適當範圍內。

胡瓜經栽培 15 天後，T3 及 T4 處理之錳濃度分別為 77 及 73 ppm 顯著高於 T1 及 T2 處理其濃度為 49 及 43 ppm。至栽培第 30 天，葉片錳濃度持續增加，仍以 T3 及 T4 處理 112 及 94 ppm 為最高值，其次為 T1 及 T2 處理 53 及 68 ppm。在栽培 45 天後，T3 處理增加至 192 ppm 為最高值，其次為 T4 處理 118 ppm，最低值為 T1 及 T2 處理其濃度分別為 56 及 90 ppm。至第 60 天栽培結束時，葉片錳濃度以 T3 處理之 214 ppm 為最高值，其次為 T4 處理 164 ppm，T3 處理及 T4 處理分別

為 81 及 117 ppm 為最低值。胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中錳之最適濃度 50 至 300 ppm(Mills and Jones,1996)，栽培第 15 天時 T1 及 T2 處理略低於最適值，其它處理在栽培過程中皆維持在最適值。

胡瓜栽培期間葉片之鋅濃度變化顯示於表 7，至栽培第 15 天時，T1、T2、T3 及 T4 處理葉片鋅濃度分別為 49、43、50 及 55 ppm，處理間並無顯著差異，經栽培 30 天後，T1 處理上升至 60 ppm 為最高值，而 T2、T3 及 T4 處理含量分別為 41、52 及 52 ppm 次之，與栽培第 15 天之數值相比鋅濃度並無明顯增加。至栽培第 45 天時，以 T1 處理鋅濃度 70 ppm 為最高值，其次為 T2 處理之 42 ppm，T3 及 T4 處理則下降至 35 及 21 ppm 為最低值。經栽培 60 天後，T1 處理葉片之鋅濃度持續增加至 133 ppm，次之為 T2 及 T4 處理 38 及 47 ppm，最低值為 T3 處理 31 ppm。

在銅濃度變化方面，經栽培 12 天後，至栽培第 15 天時，T3 及 T4 處理之葉片銅濃度為 8.9 及 10.6 ppm 顯著高於 T1 及 T2 處理其值為 6.6 及 6.7 ppm。栽培經 30 天後，以 T3 處理之銅濃度 8.1 ppm 為最高值，次之 T1、T2 及 T4 處理分別為 6.3、6.3 及 6.6 ppm。在栽培 45 天後，T1 處理下降至 5.6 ppm 為最低值，T2、T3 及 T4 處理之濃度分別為 7.3、7.8 及 8.3 ppm，三處理間並無顯著差異。至栽培第 60 天時，T3 處理之銅濃度為 9.5 ppm，次之為 T4 處理 8.9 ppm，第三為 T2 處理 6.7 ppm，最低者為 T1 處理 5.9 ppm。胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中銅之最適濃度 5 至 20 ppm(Mills and Jones,1996)，在栽培過程中全部處理皆在適當範圍內。



表 6. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 15、30、45 及 60 天後對植株葉片氮、磷及鉀含量變化之影響

Table 6. Effect of different nutrition management on leaf nitrogen, phosphorus and potassium content of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 15, 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	定植後天數			
	15 <sup>z</sup>	30	45	60
N (%)				
化學完全養液	6.15	4.22	4.78	3.59
化學簡化養液	6.25	6.04	4.72	3.54
有機養液	6.37	6.00	4.41	4.19
有機養液+溶磷菌	5.60	5.72	4.33	3.97
LSD <sub>0.05</sub>	0.33	0.50	0.94	0.51
P (%)				
化學完全養液	0.89	0.65	0.55	0.44
化學簡化養液	0.84	0.78	0.52	0.47
有機養液	0.80	0.73	0.47	0.45
有機養液+溶磷菌	0.81	0.72	0.48	0.49
LSD <sub>0.05</sub>	0.06	0.11	0.11	0.11
K (%)				
化學完全養液	3.95	5.09	3.66	3.39
化學簡化養液	3.99	4.51	3.12	2.64
有機養液	3.49	3.42	1.73	1.49
有機養液+溶磷菌	3.90	3.87	2.33	1.42
LSD <sub>0.05</sub>	0.49	0.51	0.53	0.43

z：定植日期為 2007 年 9 月 4 日

y：養液與肥料處理說明同於表 1。

表 6 (續). 胡瓜 ‘夏笛’ 以不同養液栽培經 15、30、45 及 60 天後對植株葉片鈣及鎂含量變化之影響

Table 6. Effect of different nutrition management on leaf calcium and maganese content of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 15, 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	定植後天數			
	15 <sup>z</sup>	30	45	60
Ca (%)				
化學完全養液	1.35	3.17	3.77	4.77
化學簡化養液	1.21	1.81	2.89	4.53
有機養液	0.91	2.18	3.26	4.55
有機養液+溶磷菌	1.29	2.16	2.70	4.89
LSD <sub>0.05</sub>	0.24	1.10	0.80	0.57
Mg (%)				
化學完全養液	0.74	1.34	1.38	1.73
化學簡化養液	0.56	0.73	0.90	1.16
有機養液	0.45	0.75	0.98	1.26
有機養液+溶磷菌	0.60	0.77	0.86	1.47
LSD <sub>0.05</sub>	0.13	0.18	0.22	0.18

z：定植後天數，定植日期為 2007 年 9 月 4 日

y：養液與肥料處理說明同於表 1

表 7. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 15、30、45 及 60 天後對葉片微量元素含量之影響

Table 6. Effect of different nutrition management on micro element concentration of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 15, 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	定植後天數			
	15 <sup>z</sup>	30	45	60
Fe(ppm)				
化學完全養液	120	128	163	178
化學簡化養液	119	180	199	190
有機養液	97	151	204	215
有機養液+溶磷菌	103	136	162	253
LSD <sub>0.05</sub>	13	24	63	75
Mn(ppm)				
化學完全養液	38	53	56	81
化學簡化養液	33	68	90	117
有機養液	77	112	192	214
有機養液+溶磷菌	73	94	118	164
LSD <sub>0.05</sub>	17	17	43	32
Zn(ppm)				
化學完全養液	49	60	70	133
化學簡化養液	43	41	42	38
有機養液	50	52	35	31
有機養液+溶磷菌	55	52	21	47
LSD <sub>0.05</sub>	7	3	16	11
Cu (ppm)				
化學完全養液	6.6	6.3	5.6	5.9
化學簡化養液	6.7	6.3	7.3	6.7
有機養液	8.9	8.1	7.8	9.5
有機養液+溶磷菌	10.6	6.6	8.3	8.9
LSD <sub>0.05</sub>	1.8	1.4	2.5	2.6

z：定植後天數，定植日期為 2007 年 9 月 4 日

y：養液與肥料處理說明同於表 1。

#### (四) 不同養液栽培對胡瓜‘夏笛’栽培過程中果實產量與品質之影響

胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培，採單幹整枝對栽培過程中果實之產量與品質變化說明如表 8 所示。在果重方面，以有機養液+溶磷菌處理(T4)之 125.5 g 為最高值，其次依序為化學簡化養液處理(T2)、化學完全養液處理(T1)及有機養液處理(T3)，其果重分別為 123.8、123.2 及 119.0 g，處理間並無明顯差異。在果實長度方面，以 T3 具有最高之果實，約 20.8 cm，其次為 T2 處理 20.6 cm，最低值為 T1 及 T4 處理的 20.5 cm，周徑部份則是以 T2 及 T4 處理 10.9 cm 為最高值，其次為 T1 處理 10.8 cm，處理間並無明顯差異。在單株果實數方面，栽培過程中，以 T3 處理之 8.1 果為最高值，其次為 T2 及 T4 處理其果實數為 7.1 及 6.4 果，最低值為 T1 處理 2.7 果。可售果率方面，T1、T2 及 T3 處理分別為 92、92.5 及 91%，T4 處理為 83.5%略低。至於總產量方面，以 T3 處理 9645 g 為最高值，其次為 T2 處理 8706 g，再之為 T4 處理 7400 g，最低值為 T1 處理 3256 g。

胡瓜‘夏笛’以不同養液提供生長所需元素，於 60 天栽培過程中胡瓜產量分佈之影響如圖 3 所示，T1 處理前期產量約有 926.2 g，中期則產量快速增加至 2329.7 g，而後期由於生長勢下降導致果實敗育而無產量。T2 及 T4 處理前期產量分別為 3728.4 及 3979.6 g，至中期則略為下降至 3085.3 及 2391.7 g，至採收後期時則產量迅速下滑至 1189.3 及 1653.4 g。採收初期 T3 處理之產量為 4901.6 g 為最高值，至採收中期亦是略為下降至 4000.0 g，至採收後期亦迅速下滑至 742.0 g。

表 8. 胡瓜 ‘夏笛’ 以不同養液栽培處理後對果實果長、果重、周徑、結果數、可售果率及單株產量之影響

Table 8. Effect of different nutrition management on fruit quality and yield per plant of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium.

處理 <sup>z</sup>	果重 (g)	果長 (cm)	周徑 (cm)	結果數	可售果率 (%)	單株產量 (g)
化學完全養液	123.2	20.5	10.8	2.7	92	326
化學簡化養液	123.8	20.6	10.9	7.1	92.9	800
有機養液	119.0	20.8	10.7	8.1	91.5	965
有機養液+溶磷菌	125.5	20.5	10.9	6.4	83.5	790
LSD <sub>0.05</sub>	6.9	0.5	0.17	-	-	-

z：養液與肥料處理說明同於表 1。

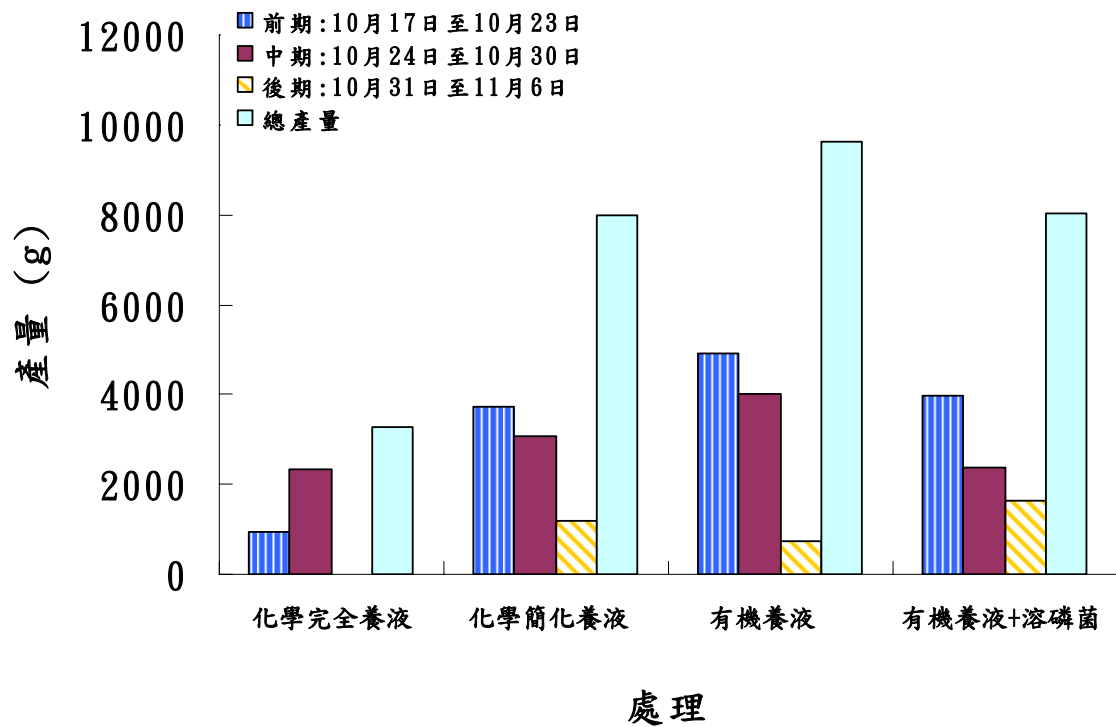


圖 3. 胡瓜 '夏笛' 以不同養液栽培處理後對產量分佈之影響

Fig. 3. Effect of different nutrition management on yield and final yield distribution of cucumber 'Shia Di' grown in soilless medium.

(五) 以不同養液栽培處理之胡瓜‘夏笛’果實經貯藏後其品質之變化

胡瓜果實採收後裝入 10 號夾鏈袋，其邊緣利用打孔器打 6-8 小洞，袋內維持溼潤，貯藏於 13°C 之冷藏庫中，並於貯藏後 4、8、14 及 28 天採樣調查。隨貯藏時間的增加其失重率變化如表 9 所示，貯藏第 4 天以有機養液處理(T3)失重率達 0.23% 為最低值，顯著低於化學完全養液處理(T1)、化學簡化養液處理(T2)及有機養液+溶磷菌處理(T4)其失重率分別為 0.40、0.44 及 0.45%。至貯藏第 14 天全部失重率皆呈現上升之趨勢，最高值為 T1 處理 1.57%，其次為 T2 處理之 1.31%，再之為 T3 處理 1.17%，最低者為 T4 處理 1.05%，但處理間並無顯著差。至貯藏 28 天時，T1、T2 及 T4 處理之失重率上升至 2.78、3.76 及 3.09 % 顯著高於 T3 處理 1.71%。貯藏 4 天後，T1 及 T2 處理之糖度皆為 4.00 °Brix 與 T3 及 T4 處理之糖度 3.08 及 2.59 °Brix 有顯著差異(表 9)。貯藏第 8 天，T1、T2、T3 及 T4 處理果實糖度分別為 3.00、3.60、3.04 及 3.22 °Brix，處理間並無顯著差異。貯藏時間為第 28 天時，T1、T2、T3 及 T4 處理之糖度分別為 3.17、3.10、2.79 及 2.96 °Brix，處理間並無顯著差異。

隨貯藏時間增長果實硬度方面變化結果如表 9 所示。貯藏第 4 天，T3 及 T4 處理之果實硬度為 3.43 及 4.90 kg 與 T1 及 T2 處理其硬度為 2.87 及 2.97 kg 相比有顯著差異。經貯藏 8 天後，T1、T2 及 T3 處理之硬度為 2.70、2.56 及 2.83 kg，T4 處理硬度逐漸下降至 3.90 kg 與其它處理有顯著處理。貯藏第 14 天，T4 處理呈現下降趨勢其硬度為 3.16 kg，T1、T2 及 T3 處理則分別為 2.87、2.85 及 2.87 kg，處理間並無顯著差異。至貯藏第 28 天，全部處理皆呈現下降趨勢，T1、T2、T3 及 T4 處理果實硬度分別為 2.69、1.7、2.79 及 2.96 kg，處理間並無顯著差異。

表 9. 以不同養液栽培處理之胡瓜‘夏笛’果實經貯藏 4、8、14 及 28 天後對失重率、糖度及硬度變化之影響

Table 9. Effect of different nutrition management on fruit quality changes of cucumber ‘Shia Di’ after being stored at 13°C for 4, 8, 14 and 28 days.

處理 <sup>y</sup>	貯藏天數			
	4 <sup>z</sup>	8	14	28
失重率 (%)				
化學完全養液	0.40	0.42	1.57	2.78
化學簡化養液	0.44	0.65	1.31	3.76
有機養液	0.23	0.27	1.17	1.71
有機養液+溶磷菌	0.45	0.47	1.05	3.09
LSD <sub>0.05</sub>	0.41	0.39	0.61	1.08
糖度 (°Brix)				
化學完全養液	4.00	3.00	3.63	3.17
化學簡化養液	4.00	3.60	3.10	3.10
有機養液	3.08	3.04	2.37	2.79
有機養液+溶磷菌	2.59	3.22	3.16	2.96
LSD <sub>0.05</sub>	0.90	0.73	0.66	0.85
硬度 (kg)				
化學完全養液	2.87	2.70	2.87	2.69
化學簡化養液	2.97	2.56	2.85	1.7
有機養液	3.43	2.83	2.87	2.79
有機養液+溶磷菌	4.90	3.90	3.16	2.96
LSD <sub>0.05</sub>	0.46	0.47	0.59	0.38

z：果實貯藏天數

y：養液與肥料處理說明同於表 1。



### 試驗三、利用不同養液栽培之胡瓜‘夏笛’經留側芽整枝後對植株發育、果實品質、產量及貯藏品質之影響

#### (一) 胡瓜‘夏笛’有機養液栽培期間介質 pH 值與 EC 值之變化

試驗中，胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培，低於第 6 節之側芽及花芽全部摘除，第 6 節以上則保留側芽及花芽，側芽生長至兩葉時摘心，並於第 0、15、30、45 及 60 天採集介質調查其 pH 值及 EC 值，栽培過程中介質之 pH 值變化結果說明如圖 4 所示。介質於栽培前維持溼潤 14 天後進行胡瓜種植。於栽培第 0 天，化學完全養液處理(T1)、化學簡化養液(T2)之 pH 值為 6.31 及 6.14 顯著高於有機養液處理(T3)及有機養液+溶磷菌處理(T4)之 pH 值 5.76 及 5.57。於栽培第 15 天，T1 處理之 pH 值為 6.28 維持穩定之情況，而 T2、T3 及 T4 處理則呈現上升之趨勢其 pH 值為 6.90、5.99 及 5.75。栽培至 30 天，T1 處理之 pH 值 6.21 仍維持穩定，T2、T3 及 T4 處理逐漸下降其 pH 值分別為 6.22、5.57 及 5.42，化學養液處理組 pH 值顯著高於有機養液處理組。栽培第 45 天時，T2、T3 及 T4 處理 pH 值分別下降至 5.74、5.35 及 5.28，至 60 天時 T2 處理 pH 值維持穩定，T3 及 T4 處理仍持續下降至 5.21 及 5.01，T1 處理之 pH 值於栽培開始至 60 天結束皆穩定維持在 6.21 至 6.37 之間。

胡瓜栽培期間介質之 EC 值變化如圖 4 所示。於栽培第 0 天，T1、T2、T3 及 T4 處理之 EC 值分別為 0.67、0.78、0.60 及 0.64 ms/cm，處理間並無顯著差異。栽培 15 天後，T1 處理 EC 值上升至 1.11 ms/cm 顯著高於 T2、T3 及 T4 處理，其 EC 值分別為 0.60、0.58 及 0.55 ms/cm。至栽培 30 天，全部處理 EC 值皆呈現上升趨勢，最高值為 T1 處理之 1.81 ms/cm，其次為 T4 處理之 1.36 ms/cm，再之為 T2 處理之 1.21 ms/cm，最低值為 T3 處理之 0.83 ms/cm。在栽培 45 天至 60 天之間，各處理 EC 值迅速提升，分別上升至 2.23、2.14、2.01 及 1.94 ms/cm。

#### (二) 不同整枝方式對有機胡瓜‘夏笛’養液栽培植株生育性狀之影響

試驗中，胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培，第 6 節以上保留側芽及花芽，側芽生長至兩葉時摘心，並於栽培後第 15、30、45 及 60 天採樣調查。在胡瓜栽培過程中植株之株高、葉片數、鮮重、乾重及葉面積之變化結果如表 10 所示。胡瓜經栽培 15 天後，各處理

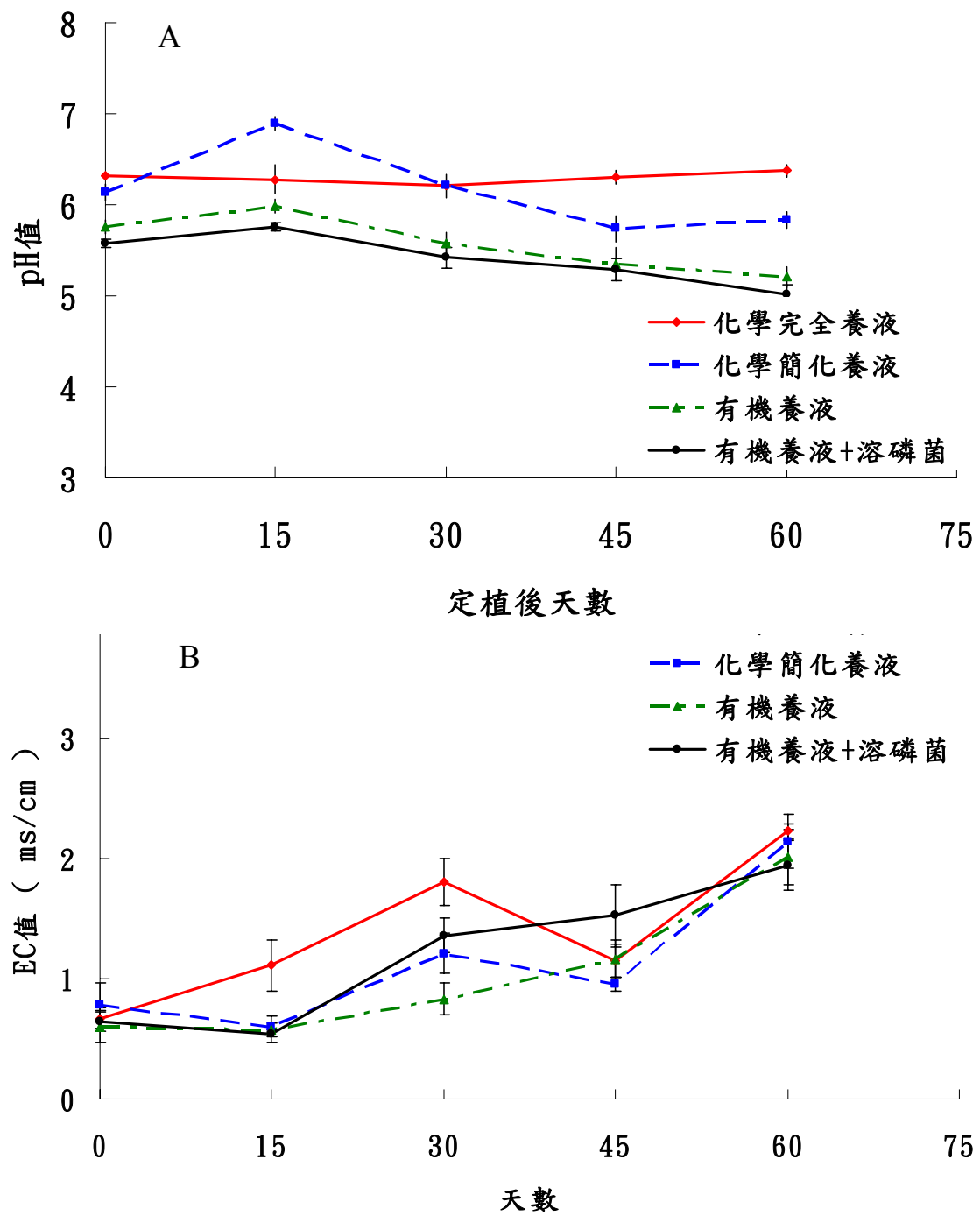


圖 4. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培處理後介質 pH 值(A)及 EC 值(B)之影響

Fig. 4. The changes of media pH (A) and EC value (B) affected by different nutrition management.

之株高分別為 13.1、12.3、14.2 及 13.3 cm，處理間並無顯著差異。栽培第 30 天至第 45 天之間各處理株高分別增加至 202.5、198.4、187.3 及 220.3 cm，處理間並無差異。約栽培 45 天後植株生長達 22 節開始打頂，至栽培 60 天結束各處理株高約維持在 200.5 至 203.9 cm 之間。

在葉片數方面，栽培 15 天至 45 天之間各處理葉片數分別增加至 23.0、21.6、21.0 及 20.0 片(表 10)，處理間並無明顯差異。至栽培 60 天結束，T1 處理葉片數增加至 28.8 片，T2、T3 及 T4 處理則分別增加至 24.4、22.6 及 24.8 片，處理間無差異。

胡瓜栽培過程中植株之鮮重與乾重變化結果如表 10 所示，胡瓜經栽培 30 天後，T1、T2、T3 及 T4 處理之鮮重分別為 77.0、84.0、69.0 及 68.2 g，處理間無差異。至栽培 45 天，T3 處理之鮮重為 383.6 g 為最低值，而 T1、T2 及 T4 處理則分別為 469.3、486.2 及 481.5 g，處理間並無顯著差異。栽培至 60 天，T1 及 T2 處理鮮重增加至 752.8 及 725.1 g，其次為 T4 處理 709.8 g，最低者為 T3 處理 555.5g。在乾重方面，胡瓜經栽培 30 天後，T1、T2、T3 及 T4 處理之乾重分別為 7.3、7.9、7.1 及 6.9 g。當栽培至 45 天時，所有處理之植體乾重介於 31.2 至 38.1 g 之間，且處理之間並無顯著差異。至栽培第 60 天，T3 處理之乾重為 48.7 g 略低於 T1、T2 及 T4 處理乾重其值為 66.4、59.2 及 63.3 g，但處理間並無顯著差異。

胡瓜栽培期間葉面積變化如表 11 所示。經栽培 30 天後，T3 處理之葉面積為 1645.1 cm<sup>2</sup> 顯著高於 T1、T2 及 T4 處理，其葉面積分別為 1430、1249 及 1398 cm<sup>2</sup>。至栽培第 45 天，T1、T2 及 T4 處理葉面積增加迅速，分別上升至 7198、8070 及 8104 cm<sup>2</sup>，而 T3 處理之葉面積 6577 cm<sup>2</sup> 為最低值。當栽培至 60 天時，最低值為 T3 處理之 8929 cm<sup>2</sup>，T1、T2 及 T4 處理則分別增加至 10643、10474 及 11702 cm<sup>2</sup>，但處理間並無顯著差異。

表 10. 胡瓜 ‘夏笛’ 以不同養液栽培經 30、45 及 60 天後對植株株高與葉片數之影響

Table 10. Effect of different nutrition management on plant height and leaf number of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	株高(cm)				葉片數			
	15 <sup>z</sup>	30	45	60	15	30	45	60
化學完全養液	13.1	72.4	202.5	203.0	2.3	7.5	23.0	28.8
化學簡化養液	12.3	66.4	198.4	200.5	2.0	8.0	21.6	24.4
有機養液	14.2	67.8	187.3	203.9	2.2	7.3	20.0	22.6
有機養液+溶磷菌	13.3	63.0	220.3	203.3	2.0	7.1	21.0	24.8
LSD <sub>0.05</sub>	1.76	16.34	33.53	15.73	0.29	1.37	3.86	6.40

z：定植後天數，定植日期為 2008 年 2 月 3 日

y：養液與肥料處理說明同於表 1

表 11. 胡瓜 ‘夏笛’ 以不同養液栽培經 30、45 及 60 天後對植株鮮重、乾重及葉面積變化之影響

Table 11. Effect of different nutrition management on fresh weight, dry weight and leaf area of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	鮮重 (g)			乾重(g)			葉面積		
	30 <sup>z</sup>	45	60	30	45	60	30	45	60
化學完全 養液	77.0	469.3	752.8	7.3	36.5	66.4	1430.1	7198.1	10643.5
化學簡化 養液	84.0	486.2	725.1	7.9	36.2	59.2	1249.3	8070.0	10471.7
有機養液	69.0	383.6	555.5	7.1	31.2	48.7	1645.1	6577.1	8929.4
有機養液+ 溶磷菌	68.2	481.5	709.8	6.9	38.1	63.3	1398.7	8104.2	11702.5
LSD <sub>0.05</sub>	24.0	100.0	183.9	2.5	7.4	14.7	174.87	1471.9	2492.7

z：定植後天數，定植日期為 2008 年 2 月 3 日

y：養液與肥料處理說明同於表 1

### (三) 胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培對植株可溶性糖、澱粉、細胞間二氧化碳濃度、蒸散速率、氣孔導度及光合作用速率之影響

胡瓜‘夏笛’利用不同養液，以留側芽方式進行栽培，並於定植後 30、45 及 60 天採樣。60 天栽培過程中植株內含可溶性糖及澱粉之變化結果如表 12 所示。於栽培第 30 天時，化學完全養液處理(T1)、化學簡化養液處理(T2)、有機養液處理(T3)及有機養液+溶磷菌(T4)之可溶性糖含量分別為 6.15、6.08、5.78 及 6.99 %，處理間並無顯著差異。至栽培 45 天時，各處理皆呈現上升趨勢，其可溶性糖分別增加至 7.32、6.94、7.49 及 7.54 %。至栽培 60 天結束時，T1 處理含量下降至 6.59 % 為最低值，而 T2、T3 及 T4 處理上升 9.04、8.59 及 9.49 % 略高於 T1 處理，但處理間並無顯著差異。在澱粉方面，胡瓜植株於 30 天時，各處理內含澱粉分別為 8.37、9.89、9.46 及 10.06 %，處理間並無顯著差異，至栽培 45 天時，各處理分別下降至 6.12、5.82、6.07 及 7.61 %。當栽培 60 天時，各處理澱粉含量皆有回升的情況，其值分別上升至 7.78、8.75、8.09 及 11.05 %，以 T4 處理為最高值略高於其它處理，但處理間並無顯著差異。

胡瓜‘夏笛’以不同養液提供生長所需元素，並於定植後第 30、45 及 60 天以光合作用儀進行測量，栽培期間中植株細胞間二氧化碳濃度、蒸散速率、氣孔導度及光合作用速率變化結果說明如表 13 所示。植株經栽培 30 天後，T1、T2、T3 及 T4 處理之細胞間二氧化碳濃度分別為 299、297、298 及 308 vpm，處理間並無顯著差異。至栽培 45 天，T1 及 T2 處理分別上升至 329 及 334 vpm 顯著高於 T3 及 T4 處理其值為 282 及 291。當栽培 60 天時，各處理二氧化碳濃度皆呈現下滑趨勢，T1 處理 279 vpm 為最高值，其次為 T2 及 T4 處理皆為 237 vpm，最低值為 T4 處理 218 vpm。

在蒸散速率方面，至栽培 30 天時，T1、T2、T3 及 T4 處理分別為 4.2、4.4、4.0 及 4.7 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>，處理間並無差異。經栽培 45 天後，T1、T3 及 T4 處理分別下降至 3.4、3.3 及 3.1 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>，T2 處理則維持在 4.4 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>。栽培第 60 天結束時，T1 及 T4 處理回升至 5.0 及 4.9 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>，T2 及 T3 處理則下降至 3.7 及 2.4 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>，T3 處理顯著低於其它處理組。

表 12. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 30、45 及 60 天後對植株內含可溶性糖及澱粉變化之影響

Table 12. Effect of different nutrition management on soluble sugar and Starch content of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	可溶性糖 (%)			澱粉(%)		
	30 <sup>z</sup>	45	60	30	45	60
化學完全養液	6.15	7.32	6.59	8.37	6.12	7.78
化學簡化養液	6.08	6.94	9.04	9.89	5.82	8.75
有機養液	5.78	7.49	8.59	9.46	6.07	8.09
有機養液+溶磷菌	6.99	7.54	9.49	10.06	7.61	11.05
LSD <sub>0.05</sub>	1.07	1.55	3.09	1.92	1.77	2.73

z：定植後天數，定植日期為 2008 年 2 月 3 日

y：養液與肥料處理說明同於表 1

表 13. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培處理經 30、45 及 60 天後對植株細胞間二氧化碳濃度、蒸散速率、氣孔導度及光合作用速率變化之影響

Table 13. Effect of different nutrition management on CO<sub>2</sub> concentration, transpiration rate, stomatal conductance and photosynthesis rate of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	細胞間二氧化碳濃度 (vpm)			蒸散速率 (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )			氣孔導度 (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )			光合作用速率 (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		
	30 <sup>z</sup>	45	60	30	45	60	30	45	60	30	45	60
化學完全養液	299	329	279	4.2	3.4	5.0	0.44	0.36	0.49	16.4	8.1	16.6
化學簡化養液	297	334	237	4.4	4.4	3.7	0.48	0.48	0.31	17.0	9.0	13.6
有機養液	298	282	218	4.0	3.1	2.4	0.53	0.23	0.13	17.8	9.7	8.4
有機養液+溶磷菌	308	291	237	4.7	2.3	4.9	0.86	0.15	0.31	18.7	6.7	16.6
LSD <sub>0.05</sub>	29	34	47	0.8	1.0	1.6	0.46	0.15	0.19	5.0	2.8	7.8

z：定植後天數，定植日期為 2008 年 2 月 3 日

y：養液與肥料處理說明同於表 1



栽培過程中氣孔導度之變化結果如表 13 所示。於栽培 30 天時，T4 處理之氣孔導度為  $0.86 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  略高於 T1、T2 及 T3 處理，其值分別為  $0.44$ 、 $0.48$  及  $0.53 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，處理並無顯著差異。經栽培 45 天後，除了 T2 處理維持在  $0.48 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  外，T1、T3 及 T4 處理皆分別下降至  $0.36$ 、 $0.23$  及  $0.15 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。當栽培 60 天時，T1 及 T4 處理回升至  $0.49$  及  $0.31 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，T2 及 T3 處理則下降  $0.31$  及  $0.13 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。T3 處理顯著低於 T1 處理但與 T2 及 T4 處理無明顯差異。

在光合作用速率方面，胡瓜栽培 30 天後，各處理之光合作用速率分別為  $16.4$ 、 $17.0$ 、 $17.8$  及  $18.7 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (表 13)，處理之間無顯著差異。至栽培 45 天後全部處理呈現下降趨勢，其值分別為  $8.1$ 、 $9.0$ 、 $9.7$  及  $6.7 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。當栽培 60 天結束時，除 T3 處理其值為  $8.4 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  未上升外，T1、T2 及 T4 處理皆分別回升至  $16.6$ 、 $13.6$  及  $16.6 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，但處理間並無顯著差異。

#### (四) 不同整枝方式對有機胡瓜養液栽培植株葉片大量元素含量之影響

試驗中，胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培，第 6 節以上保留側芽及花芽，側芽生長至兩葉時摘心，並於定植後第 30、45 及 60 天採樣調查，以下敘述化學完全養液以 T1 表示；化學簡化養液以 T2 表示；有機養液以 T3 表示；有機養液+溶磷菌以 T4 表示。試驗期間胡瓜葉片之大量元素含量變化如表 14 所示。其中各處理葉片氮含量於栽培 30 天時，以 T2 及 T4 處理  $5.97$  及  $6.01\%$  為最高值，T1 及 T3 處理  $5.22$  及  $5.48\%$  略低。至栽培 45 天時，T2 處理迅速增加至  $6.82\%$  為最高值，T1 及 T3 處理分別上升至  $5.85$  及  $5.72\%$ ，T4 處理則下降至  $5.69\%$ 。經栽培 60 天後，全部處理皆呈現下滑趨勢，其值分別下降至  $4.43$ 、 $4.75$ 、 $4.75$  及  $4.75\%$ 。

栽培過程中胡瓜葉片磷含量分析結果如表 14 所示，經栽培 30 天後，各處理葉片磷含量分別為  $0.66$ 、 $0.64$ 、 $0.76$  及  $0.51\%$ ，以 T4 處理為最低值顯著低於 T3 處理，與 T1 及 T2 處理則無差異。至栽培 45 天，T2、T3 及 T4 處理皆下降至  $0.45$ 、 $0.42$  及  $0.40\%$ ，唯 T1 處理磷含量增加至  $0.79\%$ 。至第 60 天栽培結束時。全部處理迅速下滑至  $0.27$ 、 $0.18$ 、 $0.21$  及  $0.21\%$ ，其濃度已低於胡瓜花後至果實成熟期間磷含量之適當範圍。

表 14. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 30、45 及 60 天後對植株葉片氮、磷及鉀含量變化之影響

Table 14. Effect of different nutrition management on leaf nitrogen, phosphorus and potassium contents of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	定植後天數		
	30 <sup>z</sup>	45	60
	N (%)		
化學完全養液	5.22	5.85	4.43
化學簡化養液	5.97	6.82	4.75
有機養液	5.48	5.72	4.75
有機養液+溶磷菌	6.01	5.69	4.75
LSD <sub>0.05</sub>	0.47	0.40	0.39
	P (%)		
化學完全養液	0.66	0.79	0.27
化學簡化養液	0.64	0.45	0.18
有機養液	0.76	0.42	0.21
有機養液+溶磷菌	0.51	0.40	0.21
LSD <sub>0.05</sub>	0.20	0.40	0.08
	K (%)		
化學完全養液	3.68	3.87	2.89
化學簡化養液	3.47	3.40	2.38
有機養液	3.82	2.61	1.38
有機養液+溶磷菌	3.21	1.74	1.00
LSD <sub>0.05</sub>	1.06	0.69	0.55

z：定植後天數，定植日期為 2008 年 2 月 3 日

y：養液與肥料處理說明同於表 1

表 14(續). 胡瓜 ‘夏笛’ 以不同養液栽培經 30、45 及 60 天後對植株葉片鈣及鎂含量變化之影響

Table 14. Effect of different nutrition management on leaf calcium and maganese contents of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	定植後天數		
	30 <sup>z</sup>	45	60
	Ca (%)		
化學完全養液	2.48	1.74	4.33
化學簡化養液	2.24	1.36	3.39
有機養液	1.87	1.19	3.44
有機養液+溶磷菌	1.36	2.43	3.91
LSD <sub>0.05</sub>	0.39	0.43	0.60
	Mg (%)		
化學完全養液	0.81	0.93	1.42
化學簡化養液	0.88	0.63	0.95
有機養液	0.73	0.76	1.06
有機養液+溶磷菌	0.60	1.00	1.28
LSD <sub>0.05</sub>	0.16	0.12	0.14

z：定植後天數，定植日期為 2008 年 2 月 3 日

y：養液與肥料處理說明同於表 1

胡瓜‘夏笛’利用不同養液，以留側芽方式進行栽培，並於定植後 30、45 及 60 天採樣，過程中葉片鉀濃度變化如表 15 所示，於栽培 30 天時，各處理鉀濃度分別為 3.68、3.47、3.82 及 3.21%(表 14)，處理間並無顯著差異。經栽培 45 天後，T3 及 T4 處理分別下降至 2.61 及 1.74%顯著低於 T1 及 T2 處理其值分別為 3.87 及 3.40%。栽培 60 天結束時，T3 及 T4 處理仍持續下降至 1.38 及 1.00%，T1 及 T2 處理也是呈現下滑趨勢，其值下降至 2.89 及 2.38%，T3 及 T4 處理顯著低於 T1 及 T2 處理，有機養液處理至栽培 45 天時其葉片鉀濃度已低於適當範圍。

栽培過程中胡瓜葉片鈣含量隨時間之變化結果如表 14 所示。經栽培 30 天後，T1 及 T2 處理分別為 2.48 及 2.24%顯著高於 T3 及 T4 處理其值為 1.87 及 1.36%。至栽培 45 天時，T1、T2 及 T3 處理分別下降至 1.74、1.36 及 1.19%，而 T4 處理則上升至 2.43%為最高值，T4 處理顯著高於其它處理。至栽培 60 天結束時全部處理皆迅速增加，其值分別為 4.33、3.39、3.44 及 3.91%，以 T1 處理為最高值。

胡瓜‘夏笛’葉片鎂含量方面，至栽培 30 天時，T4 處理之鎂含量為 0.60%為最低值，T1、T2 及 T3 處理則分別為 0.81、0.88 及 0.73%。經栽培 45 天後 T1、T3 及 T4 處理分別上升至 0.93、0.76 及 1.00%，T2 處理則下降至 0.76%，T1 及 T4 處理顯著高於 T2 及 T3 處理。至栽培 60 天結束時，T1 及 T4 處理鎂濃度分別為 1.42 及 1.28%已超出適當範圍，而 T2 及 T3 處理其值為 0.95 及 1.06%則維持在適當範圍內。

#### (五)胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培對介質大量元素含量變化之影響

以不同養液提供胡瓜‘夏笛’生長所需元素，並於定植後第 0、15、30、45 及 60 天採集介質以孟立克氏法調查其有效性元素含量。栽培過程中介質之交換性氮含量變化如表 15 所示。處理介質以 2M KCl 之抽出萃取液並測定其交換性氮，於栽培第 0 天，化學完全養液處理(T1)、化學簡化養液處理(T2)、有機養液處理(T3)及有機養液+溶磷菌處理(T4)之介質交換性氮含量分別為 179、191、217 及 103 ppm，以 T4 處理為最低值。栽培經 15 天後各處理之氮含量分別上升至 219、221、244 及 246 ppm，處理間並無顯著差異。T2、T3 及 T4 處理於栽培 16 天後介質氮含量開始呈現下滑趨勢，其值至栽培 45 天時分別下降至 159、170 及 165 ppm，而 T1 處理則是從 31 天後才開始下滑，至 45 天時氮含量下降至 168 ppm。栽培 60 天結束時，各處理則分別回升

至 190、194、210 及 258 ppm。試驗過程中於定植後第 0、15、30、45 及 60 天採集介質樣本並以 0.05N HCl+0.025N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 之抽出液萃取並測定有效性磷，其含量變化結果說明如表 15 所示。於栽培第 0 天時，T1 處理磷含量為 0.089% 為最高值，T2、T3 及 T4 處理則分別為 0.052、0.035 及 0.036%。栽培經 15 天後，T1 及 T2 處理分別下降至 0.052 及 0.029%，T3 及 T4 處理磷含量分別為 0.033 及 0.04% 較為穩定，至栽培 30 天時，T1、T2 及 T3 處理皆呈現下滑趨勢，其值分別下降至 0.034、0.022 及 0.026%，並於 45 天時分別回升至 0.1、0.078、0.044%，T4 處理介質磷含量則從 16 天後逐漸增加，至 45 天時上升至 0.063%。於栽培 60 天結束時，各處理有效性磷含量維持不變。

栽培過程中介質鉀含量隨時間之變化說明如表 15 所示，於栽培第 0 天，各處理介質鉀含量分別為 0.21、0.07、0.03 及 0.03%，T1 處理顯著高於其它處理。T3 及 T4 處理於栽培第 0 天至 30 天之間介質鉀含量皆維持在 0.03 至 0.05%，T2 處理則是維持在 0.06 至 0.08 之間，T1 處理於栽培 30 天時下降至 0.13%。至栽培第 45 天，T1 處理迅速增加至 0.39% 為最高值，其次為 T2 處理 0.19%，最低值為 T3 及 T4 處理 0.06 及 0.07%。至栽培 60 天結束時，各處理有效性鉀含量略為下降，其值分別為 0.35、0.12、0.04 及 0.04%，T1 處理為最高值，其次為 T2 處理、再之為 T3 及 T4 處理，處理間有顯著差異。

於栽培第 0 天時，各處理有效性鈣含量分別為 0.75、0.81、0.88 及 0.70% (表 15 續)，處理並無顯著差異。至栽培 15 天時，T1、T3 及 T4 處理分別上升至 0.80、0.92 及 0.94%。栽培至 30 天時，各處理介質鈣含量分別下降至 0.76、0.74、0.78 及 0.84%，處理間並無顯著差異。次栽培 30 天至 60 天時，各處理介質鈣含量逐漸增加，至 60 天結束時，各處理含量上升至 1.04、0.95、1.09 及 1.07%。

在介質有效性鎂含量部分，其隨時間之變化結果如表 15(續)所示。栽培第 0 天時，各處理鎂含量分別為 0.21、0.18、0.15 及 0.14%，處理間無顯著差異。栽培第 15 天至 30 天時，各處理鎂含量維持在 0.14 至 0.2 之間，無明顯變化。栽培經 45 天後，T1 及 T2 處理鎂含量增加至 0.29 及 0.27%，T3 及 T4 處理仍維持在 0.16 至 0.18%。至栽培 60 天結束時，全部處理介質鎂含量皆有增加之情況，其值分別上升至 0.35、0.33、0.22 及 0.24%，T1 及 T2 處理顯著高於 T3 及 T4 處理。

表 15. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培經 0、15、30、45 及 60 天對介質有效性氮、磷及鉀含量變化之影響

Table 15. Effect of different nutrition management in soilless culture of cucumber ‘Shia Di’ on available nitrogen, phosphorus and potassium contents of medium after 0, 15, 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	定植後天數				
	0 <sup>z</sup>	15	30	45	60
	N (ppm)				
化學完全養液	179	219	214	168	190
化學簡化養液	191	221	179	159	194
有機養液	217	244	190	170	210
有機養液+溶磷菌	103	246	150	165	258
LSD <sub>0.05</sub>	79	45	58	29	57
	P (%)				
化學完全養液	0.089	0.052	0.034	0.100	0.090
化學簡化養液	0.052	0.029	0.022	0.078	0.063
有機養液	0.035	0.033	0.026	0.044	0.041
有機養液+溶磷菌	0.036	0.040	0.052	0.063	0.063
LSD <sub>0.05</sub>	0.046	0.020	0.027	0.036	0.040
	K (%)				
化學完全養液	0.21	0.19	0.13	0.39	0.35
化學簡化養液	0.07	0.08	0.06	0.19	0.12
有機養液	0.03	0.04	0.03	0.06	0.04
有機養液+溶磷菌	0.03	0.05	0.05	0.07	0.04
LSD <sub>0.05</sub>	0.07	0.07	0.04	0.08	0.07

z：定植後天數，定植日期為 2008 年 2 月 3 日

y：養液與肥料處理說明同於表

表 15(續). 胡瓜 ‘夏笛’ 以不同養液栽培經 0、15、30、45 及 60 天對  
介質有效性鈣及鎂含量變化之影響

Table 15. Effect of different nutrition management in soilless culture of  
cucumber ‘Shia Di’ on available calcium and maganese contents  
of medium after 0, 15, 30, 45 and 60 days.

處理 <sup>y</sup>	定植後天數				
	0 <sup>z</sup>	15	30	45	60
Ca (%)					
化學完全養液	0.75	0.80	0.76	0.74	1.04
化學簡化養液	0.81	0.82	0.74	0.82	0.95
有機養液	0.88	0.92	0.78	0.97	1.09
有機養液+溶磷菌	0.70	0.94	0.84	0.91	1.07
LSD <sub>0.05</sub>	0.22	0.12	0.24	0.15	0.36
Mg (%)					
化學完全養液	0.21	0.19	0.17	0.29	0.35
化學簡化養液	0.18	0.20	0.14	0.27	0.33
有機養液	0.15	0.19	0.18	0.16	0.22
有機養液+溶磷菌	0.14	0.19	0.17	0.18	0.24
LSD <sub>0.05</sub>	0.06	0.04	0.05	0.07	0.04

z：定植後天數，定植日期為 2008 年 2 月 3 日

y：養液與肥料處理說明同於表 1

(六) 有機胡瓜‘夏笛’養液栽培過程以留側芽之整枝方式對果實產量與品質之影響

試驗中，胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培，第6節以上保留側芽及花芽，側芽生長至兩葉時摘心，並於定植後第30、45及60天採樣調查。過程中果實之產量與品質變化結果於表17所示，在果重方面，有機養液處理(T3)之133.3 g為最低值，化學完全養液處理(T1)、化學簡化養液處理(T2)及有機養液+溶磷菌處理(T4)分別為158.8、162.3及152.5g。果長方面亦是T3處理之24.8 cm為最低，其它處理分別為25.5、26.3及26.4 cm，處理間無明顯差異。周徑方面則全部處理皆維持在9.2至9.6之間，處理間並無顯著差異。單株結果數則是以T1處理每株5.9個為最低值，其它處理則分別為每株8.6、8.8及9.8個。結果率方面亦為T1處理15.8%顯著低於其它處理，其值分別為20.3、21.4及23.1%。在可售果率方面，T3處理為91.4%為最高值，T1、T2及T4處理分別為81.5、74.5及75.7%，處理間並無顯著差異。單株產量則是以T1處理913.5 g顯著低於其它處理，其值為1369.2、1168.2及1431.7 g。

栽培過程中，胡瓜‘夏笛’第6節以上留側芽對產量分佈之影響如圖5所示。T1及T3處理前期產量約有3618.9及3914.7 g，中期則產量維持在3375.3及3960.4 g，而後期產量則快速增加至6845.2及5123.1 g。T2及T4處理前期產量分別為3588.7及4691.6 g，至中期則快速增加至6755.2及5889.6 g，至採收後期時則產量亦維持上升至8942.4及8253.7 g。



表 16. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培處理後對果實果長、果重、周徑、雌花數、結果數、著果率、可售果率及單株產量之影響

Table 16. Effect of different nutrition management on fruit quality and yield per plant of cucumber ‘Shia Di’.

處理 <sup>z</sup>	果重 (g)	果長 (cm)	周徑 (cm)	雌花數 (朵)	結果數 (個)	著果率 (%)	可售果率 (%)	單株產量 (g)
化學完全 養液	158.8	25.5	9.6	36.9	5.9	15.8	81.5	914
化學簡化 養液	162.3	26.3	9.7	42.2	8.6	20.3	74.5	1369
有機養液	133.3	24.8	9.2	41.2	8.8	21.4	91.4	1168
有機養液+ 溶磷菌	152.5	26.4	9.3	42.1	9.8	23.1	75.7	1432
LSD <sub>0.05</sub>	26.4	1.1	0.6	3.7	1.9	4.0	12.5	277.9

z：養液與肥料處理說明同於表 1

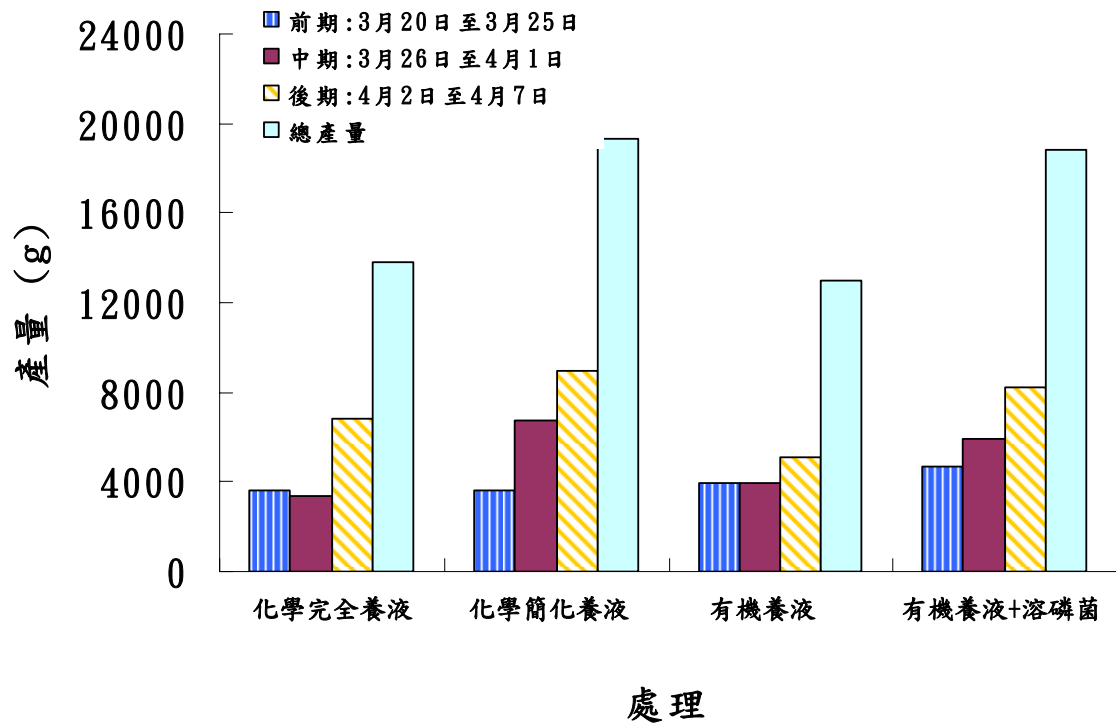


圖 5. 留側芽之整枝方式對胡瓜‘夏笛’產量分佈之影響

Fig. 5. Effect of different training way on yield and final yield distribution of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium.

(七) 以不同養液栽培處理之胡瓜‘夏笛’果實經貯藏後其品質之變化

胡瓜果實採收後裝入 10 號夾鏈袋，其邊緣利用打孔器打 6-8 小洞，袋內維持溼潤，貯藏於 13°C 之冷藏庫中，並於貯藏後 0、5、10、15、20 及 25 天採樣調查。胡瓜採收後即貯藏於 13°C 之冷藏庫中。隨貯藏時間的增加其不同果實部位之硬度變化如表 18 所示，各處理剛採收之果實其果肩硬度分別為 3.5、3.9、3.3 及 3.2 kg。貯藏至 15 天各處理之果肩硬度穩定無明顯變化，至貯藏 20 天時則各處理果肩硬度迅速下滑，其值分別為 2.8、2.7、2.7 及 2.6 kg。至貯藏 25 天時，T1 及 T2 處理果實有軟化之情況，T3 及 T4 處理硬度為 2.9 及 3.0 kg。在赤道部位，果實剛採收時之硬度分別為 3.1、3.5、3.4 及 3.0 kg，其變化趨勢與果肩部位相似，直至貯藏 20 天果實硬度下降，其值分別為 3.1、2.8、3.0 及 2.8 kg，處理間並無顯著差異。在果頂部位，T1、T2 及 T3 處理剛採收果實之果頂部位其硬度分別為 3.1、3.4、3.1 kg，最低值為 T4 處理 2.7 kg。T2 及 T3 處理皆為貯藏 20 天時其果頂部位有軟化之情況，硬度下降至 2.6 及 2.8 kg。T4 處理從貯藏 0 天至 25 天其果頂硬度無明顯變化，其值維持在 2.7 至 3.0 kg 之間。

隨貯藏時間增長果實失重率之變化結果說明如表 19 所示。T1 及 T3 處理有明顯失水情況約於貯藏 15 天時，其失水率為 2.7 及 2.2%，T2 處理至貯藏 20 天時有明顯失重，其值為 4.3%，T4 處理從貯藏 0 天至貯藏 20 天，失重率維持在 1.4% 以下，直至貯藏 25 天時，T4 處理果實失重率上升至 2.1%。在糖度變化方面。各處理剛採收之果實其糖度分別為 4.0、3.2、4.2 及 3.4 °Brix。貯藏至第 5 天時各處理糖度無明顯變化。至貯藏第 10 天時 T1、T2 及 T4 處理之糖度分別下降至 2.8、2.5 及 2.6 °Brix，T1 處理果實於貯藏 10 天至 20 天糖度無明顯變化，T3 處理於貯藏第 10 天時其糖度仍維持在 3.0 °Brix，至第 15 天才開始下降至 2.6 之後即較無明顯變化。貯藏過程中果實維生素 C 含量變化結果如表 19 所示。各處理剛採收之果實維生素 C 含量分別為 16.6、17.9、16.6 及 14.8 mg/100g，處理間無顯著差異。T1、T2 及 T4 處理在貯藏 20 天後果實維生素 C 含量有明顯下降，其值分別為 9.4、8.3 及 7.8 mg/100g，而 T3 處理之果實則於貯藏 10 天時下降至 8.3 mg/100g，為各處理之最低值。

表 17. 以不同養液栽培處理之胡瓜‘夏笛’果實經貯藏 0、5、10、15、20 及 25 天後其硬度之變化

Table 17. Effect of different nutrition management in soilless culture on firmness of fruit of cucumber ‘Shia Di’ after being stored at 13°C for 0, 5, 10, 15, 20 and 25 days.

處理 <sup>y</sup>	貯藏天數					
	0 <sup>z</sup>	5	10	15	20	25
硬度 (kg)	果肩					
化學完全養液	3.5	3.3	3.2	3.3	2.8	-
化學簡化養液	3.9	4.0	3.5	3.5	2.7	-
有機養液	3.3	3.7	3.6	3.3	2.7	2.9
有機養液+溶磷菌	3.2	3.4	3.6	3.2	2.6	3.0
LSD <sub>0.05</sub>	0.5	0.9	0.6	0.7	0.5	-
硬度 (kg)	赤道					
化學完全養液	3.1	3.4	3.2	3.2	3.1	-
化學簡化養液	3.5	3.7	3.5	3.4	2.8	-
有機養液	3.4	3.5	3.4	3.2	3.0	3.0
有機養液+溶磷菌	3.0	3.1	3.2	3.2	2.8	3.1
LSD <sub>0.05</sub>	0.4	0.7	0.3	0.6	0.5	-
硬度 (kg)	果頂					
化學完全養液	3.1	3.0	2.9	3.0	2.9	-
化學簡化養液	3.4	3.3	3.3	3.2	2.6	-
有機養液	3.1	3.0	3.5	3.4	2.8	2.8
有機養液+溶磷菌	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	2.8
LSD <sub>0.05</sub>	0.3	0.6	0.3	0.4	0.6	-

z：果實貯藏天數

y：養液與肥料處理說明同於表 1。

表 18. 以不同養液栽培處理之胡瓜‘夏笛’果實經貯藏 0、5、10、15、20 及 25 天後其失重率、糖度及維生素 C 含量變化之影響

Table 18. Effect of different nutrition management in soilless culture on fruit quality changes of cucumber ‘Shia Di’ after being stored at 13°C for 0, 5, 10, 15, 20 and 25 days.

處理 <sup>y</sup>	貯藏天數					
	0 <sup>z</sup>	5	10	15	20	25
失重率(%)						
化學完全養液	0	0.2	0.2	2.7	3.2	-
化學簡化養液	0	0.2	0.3	0.5	4.3	-
有機養液	0	0.1	1.4	2.2	3.8	5.9
有機養液+溶磷菌	0	0.1	0.4	1.1	1.4	2.1
LSD <sub>0.05</sub>	0	0.2	0.4	3.5	2.0	-
糖度 (°Brix)						
化學完全養液	4.0	4.0	2.8	2.8	2.9	-
化學簡化養液	3.2	3.0	3.0	2.6	2.4	-
有機養液	4.2	3.8	2.5	2.3	2.7	2.8
有機養液+溶磷菌	3.4	4.2	2.6	2.6	2.2	2.1
LSD <sub>0.05</sub>	0.4	2.2	0.5	0.8	0.5	-
維生素 C (mg/100g)						
化學完全養液	16.6	19.8	14.0	15.6	9.4	-
化學簡化養液	17.9	15.6	14.6	17.2	8.3	-
有機養液	16.6	18.2	8.3	9.9	11.7	11.7
有機養液+溶磷菌	14.8	20.3	13.8	14.6	7.8	8.1
LSD <sub>0.05</sub>	5.6	5.6	4.3	4.9	4.2	-

z：果實貯藏天數

y：養液與肥料處理說明同於表 1

## 伍、討論

### 一、不同苦土石灰添加量對有機介質 pH 及 EC 變化之影響

前人研究指出良好的栽培介質其物理性須具備之條件為 1.介質穩定性，採用不易分解之介質，如泥炭苔等；2.適當之體積比重，其範圍為介質浸水後約 640 至 1200 g/dm<sup>3</sup>(李，1989)；3.良好之保水力與通氣性。4.適當介質粒徑與粗細分佈，較粗之粒徑提供開放空間，充滿空氣，細之粒徑則充滿孔隙，增加保水力 (Handreck,1983)。在化學性方面，pH 值之最佳範圍為 5.5 至 6.5 之間(Jenkins,1989)，植株在此範圍內之 pH 值可均勻獲得生長所需之營養元素。果菜類之栽培介質中 EC 值適宜範圍為 1.0 至 4.0 ms/cm 之間(Norrie *et al.*, 1994)。本試驗介質配方為蔬菜室長久開發所得，具有良好通氣性及保水性，其比例為泥炭土：稻殼：椰土：木屑=35：15：15：35，經多次試驗證明適合用於進行胡瓜養液栽培，William 等(1988)研究指出，於介質中添加石灰可有效提升 pH 值，其 pH 值隨著施用量的增加而提高。就化學反應而言，石灰分解過程中，石灰加水形成消石灰，消石灰與碳酸結合形成碳酸鈣，而碳酸鈣可釋出鈣離子與氫氧根離子，氫氧根離子藉由與土壤中氫離子中和來達到提升 pH 值的 effect，本試驗過程中介質 pH 值隨著苦土石灰添加量增加，至試驗後期，介質 pH 值皆有明顯提升。介質或土壤 pH 值之反應速率與石灰顆粒大小有密切相關性，也就是說石灰顆粒愈細，苦土石灰與土壤之接觸面積增加，導致反應速度上升，其 pH 值上升速度也隨之提高(Argo and Biernbarm. 1996)。由詹(2006)試驗中發現，若添加經孔徑 180  $\mu\text{m}$  濾網過濾後之苦土石灰以提升 pH 值，則 pH 值快速上升在 10 天內即可達到平衡但至栽培 60 天後介質 pH 值卻迅速下滑(附錄一)。因此本試驗利用添加僅以孔徑 1.4 mm 濾網僅過濾雜質之苦土石灰以提升 pH 值，由圖 1 可發現 pH 值上升速度較詹(2006)緩慢，約在培育 24 天後漸趨穩定。

施用石灰來提升介質或土壤之 pH 值所需要的穩定時間是不一樣的，Roth 及 Pavan(1991)研究指出，於氧化土中添加不同含量之碳酸鈣，須經過約 42 天，土壤 pH 值才漸趨穩定。學者利用介質添加不同含量之白雲碳酸石灰調整 pH 值，發現 pH 值於頭兩天之變動量最大，約經過 14 天即可達到平衡(William. 1988)。由前人研究得知施用石灰於土壤中需經過六週以上之時間才可平衡，而添加石灰於介質中時則所需時間較短，亦

可藉由維持介質溼潤來促使 pH 值達到穩定。一般蔬菜作物大都喜近中性 pH 值約 6.0 至 7.5 之間之土壤(郭, 1987), 而胡瓜生長之適宜土壤 pH 值約為 5.5 至 7.0(陳, 1991), 由試驗一結果得知於介質中添加 2 g/L 之苦土石灰其 pH 值可維持在 5.8 至 6.0 之間, 故可提供胡瓜生長之合適酸鹼度。

適合果菜類種植之介質 EC 值範圍約在 1.0 至 4.0 ms/cm 之間(Norrie *et al.*, 1994), 試驗中隨著苦土石灰的添加量增加, 介質 EC 值也隨之上升, 至試驗後期僅有添加 4 g/L 苦土石灰之介質持續上升, 全部處理之 EC 值維持在 0.15 至 0.25 ms/cm 之間(圖 1), 試驗初期介質 EC 值較不穩定, 可能是因為苦土石灰拌入介質不僅只有分解產生鈣、鎂離子, 亦有可能因聚合作用造成介質原有離子被鍵結而造成 EC 值起伏不定。EC 值表示可溶性鹽於介質溶液中之濃度(黃, 2004)。苦土石灰分解釋放肥效而提高 EC 值亦表示介質中可溶性鹽含量增加, 但在 Parasad(1993)試驗中發現利用石灰調整 pH 值時, 不論粒子大小及用量多寡, 對介質之 EC 值影響並不大。雖然 Argo 及 Biernbarm(1994)等試驗過程中指出由於介質淋洗量大, 導致後期 EC 值過低。但是介質培育後期可能因為苦土石灰分解之影響, 導致 EC 值之下降速度減緩; 且隨著介質使用時間增加, 有機介質之纖維素、木質素及半纖維素等逐漸分解, 亦會促使 EC 值上升(Allison, 1973; Harada *et al.*, 1991), 反而有助於介質 pH 值穩定性之維持。

## 二、不同養液栽培對胡瓜‘夏笛’植株生長發育、果實品質及果實儲藏品質之影響

### (一) 胡瓜栽培期間栽培介質 pH 值及 EC 值之變化

本試驗胡瓜幼苗於 2007 年 9 月 4 日進行定植, 由前人研究得知胡瓜生長之適宜土壤 pH 值約為 5.5 至 7.0, 栽培第 45 天前, 全部處理介質之 pH 值皆在 5.8 至 6.0 之間(圖 2), 仍處於胡瓜生長之適當範圍內。及至 45 天以後, 雖然有機養液處理之介質 pH 值下降到 5.30 至 5.40 之間, 但仍處在胡瓜可忍受之範圍內。在介質試驗中, 由圖 1 得知介質培育試驗至第 60 天之結果顯示, 其 pH 值並無明顯下降之趨勢, 但於本試驗胡瓜栽培過程中, 介質卻有酸化情況, 推測原因為: (1) 因 T3 及 T4 處理之有機養液所提供之氮肥主要為銨態氮, 其銨離子經根部吸收後會釋出氫離子, 且硝化作用過程中硝化一個銨離子可釋出兩個氫離子, 因而導致土

壤或介質酸化，前人研究指出，施用銨態氮皆顯示相同結果(王和吳，1992；Mengel and Kirkby,1982；Keltjens and Nijenstin,1987；Hinsinger and Gilkes,1996；Molitor,1990；Morvant *et al.*,1997；Riley and Barber,1971)；(2)本介質配方中含有 35%之泥炭苔，其原始 pH 值為 4.0，經長期淋洗後 pH 值可能隨栽培時間之增加而逐漸下降(李，1999)。

Mackowiak 等(1997)利用馬鈴薯作物殘餘物之萃取液進行養液栽培，作者指出試驗後期利用有機養液進行水耕栽培易導致養液 pH 值變化過大及微生物含量過高，而導致養液中含氧量過低，且植物根部對於營養元素之吸收會受到微生物競爭，進而抑制植株生長，故本試驗嘗試利用有機混合介質提供胡瓜根系生長，且介質栽培較水耕栽培有較高之緩衝能力，可避免 pH 值變化過大。胡瓜栽培試驗過程中有機養液處理之介質 pH 值雖有下降之趨勢，仍屬於胡瓜可忍受之範圍內(圖 2 及圖 4)。

陳(1991)提到胡瓜對鹽害的忍受性屬於敏感型作物，栽培時介質 EC 值須低於 4 ms/cm，在試驗三栽培後期介質由於鹽份累積，EC 值逐漸上升，至胡瓜栽培試驗結束時，全部處理之 EC 值約為 1.94 至 2.23 ms/cm 之間(圖 4)，但仍符合胡瓜生長之要求並無鹽害發生。試驗二後期可能由於過度淋洗導致化學簡化養液(T2)、有機養液處理(T3)及有機養液+溶磷菌(T4)處理其 EC 值迅速下降，而化學完全養液處理(T1)則無顯著變化(圖 2)，在胡瓜栽培試驗過程中，全部養液處理之介質 EC 值皆低於胡瓜可承受之上限值 4 ms/cm，因此養液濃度應可再向上調整，藉以增加肥份來提供植株生長。

## (二) 不同養液栽培對葉片與介質元素含量變化之影響

### 1. 介質有效性元素含量之影響

土壤中氮素包含無機氮素及有機氮素，植物根部之吸收能力受到氮素擴散速率及土壤吸附性影響甚大(Jones *et al.*, 2005)。植物根部吸收有機態氮是藉由 H<sup>+</sup>-ATPase 主動運輸將氫離子向外移而產生化學梯度，小分子之胺基酸再利用跟氫離子的共同運輸(cotranspot)進入植物體內。試驗用有機養液所提供之氮肥主要為銨態氮，經植物吸收後不需消耗能量於還原作用，即可直接併入有機氮代謝同化作用，但銨態氮容易被土壤固定或揮發而浪費(Taize and Zeiger, 2002)。栽培試驗過程中介質之交換性氮含量在各處理間並無顯著差異(表 15)，且由植株葉片元素分析結果來看，過程中葉片氮含量皆處於適當範圍內。



土壤或介質中，磷的有效性受土壤 pH 值之影響甚大，有效性磷含量在偏酸性或偏鹼性土壤會大幅下降。植物吸收之磷主要有  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$  及  $\text{PO}_4^{3-}$  等，其中以  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  最容易被植體吸收。但當 pH 值大於 7.2 後，磷之主要型態會由  $\text{HPO}_4^{2-}$  轉為  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ，因此導致磷之有效性下降(陳，1991；Argo and Biernbaum,1996)。此外，鹼性土壤中，游離的鈣離子與磷酸肥料結合成磷酸鈣也會降低磷的有效性。由於磷酸鐵、磷酸鋁及磷酸鈣為水不溶性，無法被作物吸收利用；在酸性土壤中磷易被具有吸附能力之鐵、鋁陰離子所吸附，游離的鐵離子與磷酸肥料結合成磷酸鐵，游離的鋁離子與磷酸肥料結合成磷酸鋁(Gahoonia,1992)。在本試驗後期，介質 pH 值有下降之情況，因此適度提高 pH 值，保持介質處於中性狀態，可增加磷之有效性。前人研究中亦指出，腐植酸可增加土壤中磷酸的有效性。例如，在酸性土壤中，土壤中加入腐植酸後可以強力吸附鐵離子、鋁離子及鈣離子，因而減低磷酸肥料和鈣、鋁及鐵離子結合的機會，也就是腐植酸有緩和土壤對磷酸的吸附力，因而提高了磷肥的有效性(Albert,2005)。在試驗三過程中，以緩效性肥料為磷源之 T2、T3 及 T4 處理，其介質磷含量皆略低於以化學養液為磷源之 T1 處理(表 16)，影響有效性磷含量之原因除了 pH 值外，其它原因可能為多次淋洗、作物移出及揮發等等(郭，1991)，尚需待進一步試驗以尋求改善之方法。

由表 16 得知，試驗三過程中介質所殘留之有效性鉀含量，以 T1 處理為最高值，其次為 T2 處理，最低者為利用腐植酸鉀為植株鉀源之 T3 及 T4 處理。腐植酸中具有大量活性離子電荷，又在水溶液中呈現膠體性狀，具有膠溶、凝聚等作用，可將造成土壤物理性劣變之鈉離子溶離出來(Albert,2005)；且腐植酸之吸附能力可能被介質中拌入之苦土石灰所釋放出的鈣、鎂離子佔據，因而使鉀離子易流失，故試驗中 T2、T3 及 T4 處理介質中之有效性鉀皆低於 T1 處理。由於試驗中除對照組外，其它處理之鈣鎂源是由僅以 1.4 mm 過篩之苦土石灰提供，故合併討論之。過程中介質所殘留之有效性鈣含量並無顯著差異，且由試驗第 0 天開始至試驗第 60 天採樣調查顯示，介質中有效性鈣含量並無明顯變化，可推測試驗中苦土石灰鈣離子釋放、植株吸收及淋洗之間是處於穩定之狀況(表 16)。有效性鎂方面，試驗栽培至第 30 天，各處理間並無顯著差異。至栽培 45 天後，T3 及 T4 處理之有效性鎂含量略低於 T1 及 T2 處理，介質

中鎂之有效性會隨著介質 pH 值下降而減少(Argo and Biernbaum,1996)，試驗過程中觀察到介質有效性鎂含量有上升之趨勢，推測原因可能為植株經過打頂之動作，生長速率下降，減少介質中有效性鎂之消耗，而苦土石灰仍持持續釋放鎂離子，造成介質中鎂離子之累積。

## 2. 葉片元素含量之影響

氮素為植物生長之必需元素，植體乾重所含的氮量約為 1~5% (Buchanan et al.,2000)。無機態氮主要分為硝酸態氮及銨態氮兩種(Taize and Zeiger, 2002)，然而植物亦有吸收有機態氮之能力，主要為小分子之胺基酸，如麩酸鹽(glutamate)、離胺酸(lysine)及甘胺酸(glycine)等吸收較佳(Jones et al., 2005)。胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中之適當氮濃度為 4.0 至 6.0%之間(Mills and Jones,1996)。試驗二全部處理至栽培 60 天時，葉片氮含量除了 T3 處理外，其它各處理皆低於適當值，T3 處理之葉片氮含量為 4.19%，只較最低適當值 4%高出 0.19%(表 6)。顯示隨著栽培時間增加，葉片氮含量卻有下降之趨勢(表 6)，推測原因可能為作物經快速生長後，對於氮素需求增加，而後期養液仍維持相同濃度，導致植物養分吸收不足；亦有可能是鉀元素之缺乏影響植株對氮肥之吸收能力。Moinuddin 等(2004)研究指出，鉀濃度的增加可提升植株根系活力，鉀離子作為陽離子被吸收時可確實促進氮與磷之吸收；且於栽培第 60 天時植株已摘心，故所採集之葉片樣本其生理年齡相對於栽培第 30、45 天時所採集之樣本較老，由於葉齡較大，氮素易移動導致葉片氮濃度相對較低。在試驗過程中，以有機養液提植株養分之 T3 及 T4 處理其葉片氮含量在植體葉片氮素含量在試驗後期略有下降(表 14)，但整體來說仍處於適當範圍內，故利用有機養液提供植株氮源是具有可行性的。

利用土壤分析可評估土壤供應養分之能力，而植體分析則可反應生長在該土壤之作物之營養狀況(陳,1991)，試驗中葉片磷濃度變化結果如表 6 及表 14 顯示。葉片中磷之適當濃度為 0.34 至 1.25%(Mills and Jones,1996)。試驗二中 T2、T3 及 T4 處理之葉片磷含量隨栽培時間增加而逐漸下降，至 60 天栽培結束時其值分別為 0.47、0.45 及 0.49%，與 T1 處理 0.44%並無顯著差異，且試驗過程中磷含量皆處於適當範圍內(表 6)，但在試驗三中，植株栽培至 60 天後其葉片磷含量卻略低於適當值(表 14)，且由上述介質有效性磷含量分析結果顯示，T2、T3 及 T4 處理之含

量亦低於 T1 處理，推測原因可能試驗介質經重覆使用後，內含緩效性磷肥如肉骨粉及磷礦砂不足，在栽培過程中亦無補充之動作，導致植株吸收量不足，因此上述試驗結果顯示每公升有機介質中添加肉骨粉 0.5 g 及磷礦砂 0.5 g 可充份而持續提供胡瓜生長所需之磷肥量，但經重覆使用後磷肥須進行再一次的補充以提供植株正常生長所需。另外 T4 處理於試驗初期有施用溶磷菌以增加作物對磷之吸收能力(Alagawasi and Gaur, 1988；Ralton et al, 1976)。但於本試驗結果並無發現此情況，推測原因可能為介質中拌入肉骨粉及磷礦砂，過多的磷酸根離子會造成植物菌根的感染率下降，進而影響植株之吸收量(Miranda et al.1994)。

在葉片鉀含量方面，胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中鉀的適當濃度為 3.50 至 5.50%(Mills and Jones,1996)，本試驗以有機養液灌溉 T3 及 T4 處理之植株利用腐植酸鉀作為鉀源，於試驗後期皆有鉀含量低於適當值之情況發生(表 6 及表 14)，推測原因可能為 1.試驗後期利用有機養液提供植株氮、鉀濃度不足；2.鉀、鈣及鎂之間的離子拮抗作用，在細胞內部一價之鉀離子與二價之鈣鎂離子相比在與運輸蛋白結合較有競爭性，但當細胞內部鈣鎂離子含量過高，鉀離子之吸收亦會受到鈣、鎂離子含量之影響(Scharrer and Jung, 1955)。植株生長與葉片鈣及鉀含量有負相關，當施鈣量較多時可增加葉片鈣含量而抑制鉀之吸收(Spiers,1993)。由表 6 及表 14 可得知試驗後期植株葉片鈣及鎂含量皆接近適當值之最高點，鎂含量在 T3 及 T4 處理甚至有超過最高值之情況，因此在離子相互競爭況下可能影響植體對鉀元素之吸收。

本試驗利用以 1.4 mm 過篩後之苦土石灰作為胡瓜‘夏笛’之鈣鎂源，試驗二初期及中期 T2、T3 及 T4 處理之葉片鈣含量雖略低於以化學完全養液栽培之 T1 處理，至後期則全部處理鈣含量並無顯著差異(表 6)，由表 14 得知試驗三過程中 T2、T3 及 T4 處理則葉片鈣含量皆低於 T1 處理，至試驗後期葉片鈣含量皆有逐漸上升之情況，由於試驗後期植株有進行打頂之動作，鈣離子在植體內部之運移能力較低，老葉中鈣濃度會逐漸累積增加(張，2004；游，2003；Ingestd,1973；Tachibana,1991)，胡瓜開花至果實成熟期間，葉片鈣濃度之範圍為 1.5 至 5.5%(Mills and Jones,1996)，兩次試驗過程中全部處理皆處於適當範圍內。葉片鎂含量方面，由表 6 及表 14 得知利用化學養液提供植株鎂元素其效果較利用苦土石灰好，葉片中鎂之最適濃度為 0.3 至 1.2%(Mills and Jones,1996)，兩

次試驗栽培期間全部處理之葉片鎂含量皆處理適當範圍內，由上述結果顯示僅利用 1.4 mm 過篩之苦土石灰為植株鈣鎂源是可行的。

### (三) 不同養液栽培對植株生長勢與產量變化之影響

試驗三之胡瓜幼苗是於 2008 年 2 月 3 日定植。Marti 等(2002)利用不同鉀濃度之養液栽培甘薯，發現提升鉀濃度後可促使甘薯根、莖及葉片發育良好，鉀離子為植物維持滲透壓之關鍵因素，充足鉀元素之提供維持植株之滲透潛勢，幫助水分進入細胞，膨壓增加，細胞可充份延展，可增加植株之鮮重，亦可幫助植株累積乾物質(李等，1999；倪等，1997；劉等，1997；Moinuddin, 2004)，缺鉀時植株葉片細胞水勢下降，細胞伸長受阻可能造成葉面積縮小，減少光合作用產物進而影響作物產量(孫等，2004)，兩次試驗中利用有機養液作為鉀源之 T3 及 T4 處理其鉀含量在後期略低於其它處理，但在生長勢方面與利用化學養液處理之 T1 及 T2 植株並無顯著差異。腐植酸之膠溶與凝聚作用可增加土壤團粒構造，增加通水性和通氣性，使之適合根群發育與促進作物生長(Albert,2005)，在生長速率方面，由於試驗三生長期間其溫度約為 18 至 22℃，略低於試驗二，且在整枝方式方面，試驗三過程中植株第 6 節以後留有側芽以增加雌花數，其頂芽優勢不如試驗二明顯，因此試驗三之株高、鮮重及葉片生長速率較試驗二為低(表 4 及表 10)。在光合作用方面，鉀為最關鍵元素之一，由於鉀可促進葉綠素之形成，而葉綠素含量與光合作用具有密切相關(孫，2006)，鉀缺乏可能導致光合電子傳遞及光合磷酸化受阻，進而影響光合作用進行(Cakma,2005)，光合作用速率與氣孔導度間具有顯著相關性，由於光合作用速率為葉片內外二氧化碳濃度及擴散阻力之函數，氣孔導度之增大可加速氣體交換如氧、二氧化碳及水蒸氣，光合作用之進行需要二氧化碳，氣孔打開導致蒸散作用旺盛，故植株須在損失最少水份之情況下吸取最大量之二氧化碳，氣孔導度與蒸散作用呈正比，與氣孔阻力成反比(廖和徐，1999)，由表 13 可發現相同趨勢，當氣孔導度提高，光合作用速率亦獲得提升。Kaiser 等(1982)提出鉀對葉片之光合作用速率、氣孔導度及葉綠素含量有顯著的調控作用，試驗後期 T3 及 T4 處理之鉀濃度略低於其它處理(表 6 及表 14)，但光合作用速率方面則無顯著差異，且在光合作用產物如澱粉及可溶性糖方面，全部處理並無顯著差異(表 12)，因此 T3 及 T4 處理之植株並無因鉀含量略低

而影響光合作用產物之生成。由大量元素分析來看，試驗過程中植株葉片氮、鈣及鎂含量為適當範圍內，葉片鈣鎂後期含量甚至有超過最高適當值之情況，而磷及鉀方面，試驗後期則有略低於適當值(表 6 及表 14)，可能導致植株試驗後期生長勢減弱，進而影響產量。

胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培其果實果重、果長及周徑在本試驗中並無明顯差異，試驗二中 T1 處理之產量顯著低於其它處理，其原因為栽培過程中因人為疏失導致生長勢低弱進而影響產量及結果數，試驗三利用留側芽之方式以提升開花數，但在著果率方面並不理想，胡瓜‘夏笛’屬全雌性品種，在短期內全雌性及各雌性品種之胡瓜相較於單雌性品系須支撐近乎兩倍之雌花數量，由於有大量的果實在同時期發育，故同化產物競爭在果實之間非常激烈造成晚期之果實發育受到限制導致落花或果實敗育(Hikosaka and Sugiyama,2004)，胡瓜於春夏季栽培時其產量流失之主因為果實敗育，其次為落花。在春夏時期累積產量損失為 76.25%，在秋冬則為 59.15%，胡瓜主要產量流失為落花及果實敗育(L. Bacci et al. 2006)。試驗三過程中有觀察類似情況，植株生長勢不夠強健無法維持大量果實同時發育，造成果實敗育及落花之現象發生，因而導致植株產量低落。

National Chung Hsing University

#### (四) 對果實貯藏天數及品質之影響

胡瓜寒害症狀為以下所列：外表凹陷、水浸狀斑點(pitting)、軟化、失重。胡瓜果實對低溫敏感，前人研究指出一般成熟胡瓜之貯藏適溫約為 13°C，溼度約為 95%。胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培其果實經不同貯藏日數對於果實品質所造成的影響如下，試驗過程中發現果實在溫度 13°C，溼度約為 95% 下可儲存約兩星期，失重率、硬度及糖度並無顯著變化(表 9、表 17 及表 18)，試驗二果實於貯藏 28 天後採樣發現全部處理之部分果實皆有果頂黃化，軟化之現象，失去其商品價值，Pascale 等(2001)指出，EC 值提高時，番茄之可溶性固型物，維生素 C、葡萄糖及果實硬度皆有上升之情況。本試驗中果實維生素 C 含量在貯藏過程中各處理間並無明顯差異，隨著貯藏時間增加有下降之趨勢產生，糖度方面亦是全部處理並無明顯差異(表 9 及表 18)，Altunlu 等(1999)指出增加養液中氮濃度會導致胡瓜果實貯藏期間硬度下降，提高鉀濃度則促使果實硬度提升。增加元素使用量亦表示養液之 EC 值上升，鹽份影響促使果實硬度

及內容物增加(Papadopoulos,1993)，亦有可能為鹽份逆境抑制果實延伸，進而促使果實細胞壁硬化(Demiral et al.,1992)，試驗三果實貯藏至 25 天時，T1 及 T2 處理已產生軟化及腐爛之情況，硬度方面則為果頂部分有軟化之情況，赤道及果肩部位在貯藏過程中則無明顯變化(表 17)。



## 陸、結論

本研究為探討以有機液體養液栽培胡瓜之可行性乃以泥炭土：稻殼：椰土：木屑=35：15：15：35之有機材料為介質，經添加不同苦土石灰含量作為進行胡瓜‘夏笛’栽培試驗之鈣鎂源，介質培育試驗結果顯示，有機混合介質中僅添加以 1.4 mm 過篩之苦土石灰 2 g/L，其 pH 值在 60 天之培育期間內可維持在 5.8 至 6.0 之間，且 EC 值並無超過 4 ms/cm，介質適合胡瓜生長範圍。詹(2006)試驗中發現利用 180  $\mu\text{m}$  過篩之苦土石灰來調查介質 pH 值，pH 值上升迅速，反應約在培育 14 天後穩定，其胡瓜栽培試驗後期有 pH 值酸化而不適合胡瓜栽培之情形產生。而本試驗介質培育時約需 21 天，pH 值反應才可穩定，且胡瓜栽培過程中介質並無明顯酸化情況(圖 2 及圖 4)，由介質有效性鈣鎂含量變化結果來看，過程中苦土石灰可穩定釋放鈣鎂離子以提供胡瓜所需，因此於本試驗介質中添加以 1.4 mm 過篩之苦土石灰 2 g/L 作為鈣、鎂源及維持介質 pH 值之穩定是具可行性的。

在前述之介質中添加肉骨粉 0.5 g 及磷礦砂 0.5 g 作為磷肥，再以僅含有氮濃度為 200 ppm 及鉀濃度為 225 ppm 之化學簡化養液進行胡瓜‘夏笛’栽培試驗，試驗結果顯示，植株皆可正常生育發展且與化學完全養液對照組之生長勢及元素含量方面並無顯著差異，因此可利用緩效性肥料作為提供作物生長所需之營養成份來源，藉以簡化養液配方，減少配制有機養液之困難度。

根據簡化養液之結果，將氮及鉀以含氮量 11% 之胺基酸及含鉀量 8.5% 之腐植酸替代，配製同樣是氮濃度為 200 ppm 及鉀濃度為 225 ppm 之有機養液進行胡瓜‘夏笛’栽培試驗。試驗結果顯示，植體葉片氮、鈣及鎂含量皆處於適當範圍內，鉀及磷含量在試驗後期則略低於最低適當值，推測原因可能為 1.後期養液鉀肥濃度不足；2.鈣鎂離子之拮抗作用導致植株對於鉀離子之吸收較差；磷含量過低之原因可能為 1.試驗後期介質酸化造成磷之有效性降低；2.介質經重覆使用後，T2、T3 及 T4 處理之介質有效性磷含量明顯低於 T1 處理，可能為緩效性肥料提供之磷肥已不足以提供胡瓜正常發育所需。

利用有機養液澆灌之 T3 及 T4 處理與 T1 處理比較，試驗過程中生長勢方面如株高、鮮乾重、葉面積及光合作用產物等並無顯著差異。試驗三採用植株第 6 節以上留側芽之整枝方式，目的為增加雌花數藉以提高產量，過程中雖雌花數有增加，但由於有大量果實在同時期發

育，同化產物競爭激烈，加上試驗後期植體鉀及磷元素之不足可能影響其生長勢，進而導致著果率僅有 15.8%至 23.1%之間。胡瓜‘夏笛’利用不同養液栽培所得之果實，其果徑、果長及果重方面則無明顯差異。在貯藏天數及品質變化方面則無明顯差異，貯藏於溫度 13°C，溼度 95%之環境下其保存期限約為 14 天。

綜合以上試驗結果顯示，利用有機養液澆灌之植株其生長勢及元素含量方面皆與化學對照組無明顯差異，pH 值可以穩定維持在 5.3 至 6.0，雖然略低於胡瓜適合生長之 pH 值範圍，但對生長勢並無影響，EC 值皆低於 4 ms/cm 無鹽害問題且有極大空間可提高養液濃度來增加植株生長勢，因此有機養液利用於介質栽培上之使用是具有潛力的，在本試驗過程中使用之有機養液則有以下問題：1. 胺基酸及腐植酸鉀之成本皆屬於高成本之資材，且取得不易；2. 腐植酸鉀作為植株鉀源尚須調整使用方式或濃度以提高養液供鉀之有效性。因此如何利用低成本之資材如黃豆粉、棕櫚灰等配製有機養液及提高養液所含氮鉀肥之可利用性則需要進一步之研究與探討，以建立有機養液栽培之模式。



## 柒、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。1990。培養液之理論與實際。沈再發、許淼淼主編。養液栽培技術講習會專刊第三輯。行政院農業委員會。pp.14-26。
- 王銀波、吳正宗。1992。水耕養液中的氮素問題。養液栽培技術講習會專刊第四輯。行政院農業委員會。pp.15-27。
- 吳正宗。2001。主要肥料簡介。王銀波主編。肥料要覽。行政院農業委員會。台灣。pp.48-68。
- 李文汕。1999。蔬菜無土介質容器栽培。蔬菜容器栽培技術研討會專集。pp.1-17。
- 李金龍、候鳳舞。1989。養液栽培之發展方向與展望。沈再發，許淼淼及徐森彥主編。養液栽培技術講習會專刊第二輯。行政院農業委員會。pp.1-3
- 李岍。1989。固體介質之養液栽培。沈再發，許淼淼及徐森彥主編。養液栽培技術講習會專刊第二輯。行政院農業委員會。pp.78-87
- 李金龍、傅季郁。1988。本省養液栽培之發展方向與重點。養液栽培技術講習會專刊第一輯。行政院農業委員會。pp.1-7。
- 李國權、林慧玲。1989。水耕蔬菜營養失調常見之症狀與診斷方法。養液栽培技術講習會專刊第二輯。行政院農業委員會。pp.67-77。
- 李佛琳、彭桂芬、蕭鳳回。1999。我國煙草鉀素研究的現狀與展望。中國煙草科學。1：22-25
- 林景和。2001。腐植酸對土壤、磷礦石及鳥糞石養分有效性和作物養分吸收與錳毒害緩解之影響。國立台灣大學農業化學研究所。144p。
- 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。
- 張育菁。2004。鈣對小胡瓜及絲瓜葉片和果實礦物元素濃度之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文。137p。
- 倪吾鐘、何愈祖、林榮新。1997。鉀對大白菜的營養作用及其生理機制研究。植物營養與肥料學報。3(2)：117-121。
- 莊作權、譚鎮中譯。1983。自然界中元素的生物地質化學循環。植物營養學。國立編譯館。pp.16-18。
- 郭魁士。1990。土壤學。中國書局。台北。pp.210-453。

- 孟煥文、程智慧、程小金、張忠新、楊玉梅、劉濤。2004。授粉對黃瓜果實發育和品質的影響。西北植物學報。12：2307-2311。
- 高德錚。1989。國內外各種養液栽培法特性之比較。沈再發，許淼淼及徐森彥主編。養液栽培技術講習會專刊第二輯。行政院農業委員會。pp.17-43。
- 陳仁炫。1991。土壤管理手冊。國立中興大學土壤調查試驗中心。pp.199-251。
- 陳仁炫。1993。強酸性土壤的問題及改良對策。農藥世界。114(2):13-17。
- 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。98p。
- 黃敏奇。2004。小白菜‘三鳳’無土薄層介質栽培技術之開發研究。國立中興大學園藝學系碩士論文。124p。
- 賴文龍、蔡宜峰。2006。施用溶磷菌與根瘤菌複合菌、氮肥及磷肥對落花生生長效應之研究。臺中區農業改良場研究彙報。93:71-79。
- 葉士財。1998。五種有機介質於盆栽使用中之理化性變化。國立中興大學園藝學系碩士論文。104p。
- 蔡金川、李孟穎、蕭吉雄譯。1997。生理障害。胡瓜栽培與營養、生理障害。財團法人農友社會福利基金會。pp.24-37。
- 蔡金川、李孟穎、蕭吉雄譯。1997。要素缺乏。胡瓜栽培與營養、生理障害。財團法人農友社會福利基金會。pp.38-59。
- 薛佑光。2000。介質理化特性及其對甘藍與番茄穴盤苗之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文。92p。
- 廖玉琬、徐善德譯。1999。植物生理學。啟英文化出版社。pp.581。
- 劉詠梅、王鵬、談鋒、李坤培。2000。鉀營養對番紅花水分關係的影響。西南農業大學學報。22(4)：356-364。
- Alagawasi, A. R. and A. C. Gaur. 1988. Associative effect of Rhizobium and phosphate solubilizing bacteria on the yield and nutrient uptake of chickpea. Plant Soil. 105:241-246.
- Albert U. Imbufe, Antonio F. Patti, David Burrow, Aravind Surapaneni, William Roy Jackson and Alvin D. Milner. 2005. Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. Geoderma 125:321-330.
- Allison, F. E. 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Elsevier Scientific Publishing Company, London.

- 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.
- Atkin, K and M. A. Nichols. 2004. Organic Hydroponics. *Acta Hort* 648 : 121-127.
- Argo, W. R. and J. A. Biernbaum. 1996. The effect of lime, irrigation-water source, and water-soluble fertilizer on root-zone pH, electrical conductivity, and macronutrient management of container root media with impatiens. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:442-452.
- Bacci, L., M.C. Picanco, A.H.R. Gonring, R.N.C. Guedes and A.L.B. Crespo. 2006. Critical yield components and key loss factors of tropical cucumber crops. *Crop Protection* 25:1117-1125.
- Boonkorkaew, P., S. Hikosaka and N. Sugiyama. 2007. Effect of pollination on cell division, cell enlargement, and endogenous hormones in fruit development in a gynoeocious cucumber. *Scientia. Horticulture* 116:1-7.
- Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plant. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168:521-530.
- Catterall, W. A. 1995. Structure and function of voltage-gated ion channels. *Annu. Rev. Biochem.* 64:493-531.
- 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.
- Frossard, E., L. M. Condron, A. Oberson, S. Sinaj, and J. C. Fardeau. 2000. Processes governing phosphorus availability in temperate soils. *J. Environ. Qual.* 29: 12-53.
- Gahoonia, T. S., N. Claassen, and A. Jungk. 1992. Mobilization of phosphate in different soils by ryegrass supplied with ammonium or nitrate. *Plant Soil.* 140:241-248.
- Fox, T. C. and Guerinot, M. L. 1998. Molecular biology of cation transport in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 49:669-696.
- G.L. Fuller. and A.C. Leopold. 1975. Pollination and timing of fruit-set in cucumbers. *Hortscience* 10:617-618.
- Handreck, K. A. 1983. Particle size and physical properties of growing media for containers. *Common. In Soil Sci. Plant Anal.* 14:209-222

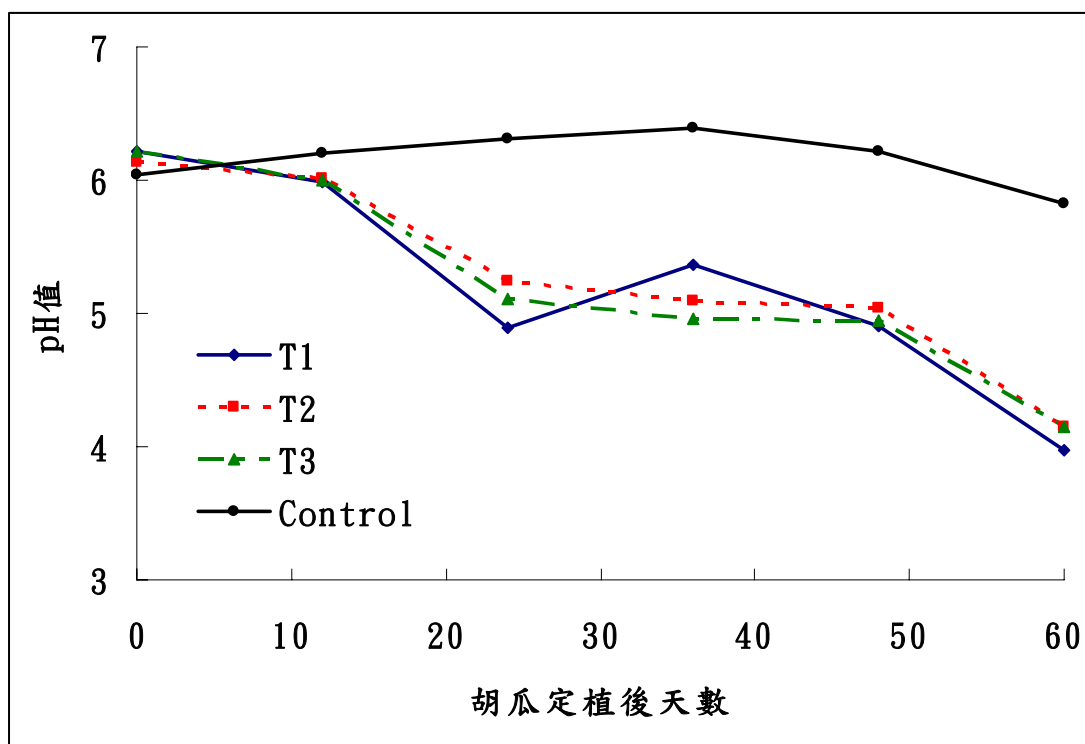
- Hikosaka, S., Sugiyama, N., 2004. Characteristics of flower and fruit development of multi-pistillate type cucumbers. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 79:219–222.
- Hinsinger, P. and R. J. Gilkes. 1996. Mobilization of phosphate from phosphate rock and alumina-sorbed phosphate by the roots of ryegrass and clover as related to rhizosphere pH. *Eur. J. Soil Sci.* 47:533-544.
- Ingestad, T. 1973. Mineral nutrient requirements of cucumber seedlings. *Plant Physiol.* 52:332-338.
- Jones, David L., John R. Healey, Victoria B. Willett, John F. Farrar, and Angela Hodge, 2005. Dissolved organic nitrogen uptake by plants – an important N uptake pathway? *Soil bio. biochem.* 37 : 413-423.
- Jones, D.L. and A. Hodge, 1999. Biodegradation kinetics and sorption reactions of three differently charged amino acids in soil and their effects on plant organic nitrogen availability. *Soil bio. biochem.* 31 : 1331-1342.
- Jones, D.L., 1998. Amino acid biodegradation and its potential effects on organic nitrogen capture by plants. *Soil bio. biochem.* 31 : 613-622
- Kazda, M. and P. Weilgony. 1988. Seasonal dynamics of major cations in xylem sap and needles of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) in stands with different soil solution chemistry. *Plant Soil.* 110(11):91-100.
- Kaiser, W. M. 1982. Correlation between changes in photosynthetic activity and changes in total protoplasmic volume in leaf tissue from gymno, meso, and xerophytes under osmotic stress. *Planta.* 154:538-545.
- Kang, J. Y., H. H. Lee and K. H. Kim. 2004. Physical and chemical properties of organic horticultural substrates used in Korea. *Acta Hort* 644 : 231-235.
- Kazda, M. and P. Weilgony. 1988. Seasonal dynamics of major cations in xylem sap and needles of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) in stands with different soil solution chemistry. *Plant Soil.* 110(11):91-100.
- Keltjens, W. G. and J. H. Nijenstein. 1987. Diurnal variations in uptake, transport and assimilation of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and efflux of OH<sup>-</sup> in maize plants. *J. Plant Nutr.* 10:887-900.
- Latin, R. X. 1996. Noninfectious Disorders Nutritional Disorder. *Compendium of Cucurbit Diseases.* T. A., Zitter, D. L., Hopkins, and C. E., Thomas, eds. APS Press, Minnesota, U.S.A. pp.87

- Maathuis, F. J. M. and Sanders, D. 1997. Mechanism of potassium absorption by higher plants. *Physiol. Plant*:96 158-168.
- Mackowiak, C. L., R. M. Wheeler, G. W. Stutte, N. C. Yorio and J. C. Sager. 1997. Use of biologically reclaimed minerals for continuous hydroponic potato production in a celss. *Adv. Space Res.* 20 : 1815-1820.
- Mackowiak, C. L., G. W. Stutte, J. L. Garland, B. W. Finger, and L. M. Ruffe. 1997. Hydroponic potato production on nutrients derived from anaerobically-processed potato plant residues. *Adv. Space Res.* 20 : 2017-2022.
- Mackowiak, C. L., J. L. Garland, and J. C. Sager. 1996. Recycling crop residues for use in recirculating hydroponic crop production. *Acta Hort* 440 : 19-24.
- Mackowiak, C. L., J. L. Garland, R. F. Strayer, B. W. Finger and R. M. Wheeler. 1996. Comparison of aerobically-treated and untreated crop residue as a source of recycled nutrients in a recirculating hydroponic system. *Adv. Space Res.* 18 : (1/2)281-(1/2)287
- Marti, H. R., and H. A. Mills. 2002. Nitrogen and potassium nutrition affect yield, dry weight partitioning, and nutrient-use efficiency of sweet potato. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*33(1&2):287-301.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1987. *Principles of plant nutrition*. 4th edn. International Potash Institute, Bern, Switzerland. :687.
- Mills, H. A. and J. B. Jones. 1996. *Plant analysis handbook II :a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Micro-Macro Publishing, Inc. Georgia. pp.181.
- Moinuddin, K. Singh, 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.
- Molitor, H. D. 1990. The European perspective with emphasis on subirrigation and recirculation of water and nutrients. *Acta Hort.* 272:165-173.
- Morvant, J. K., J. M. Dole, and E. Allen. 1997. Irrigation systems alter distribution of roots, soluble salts, nitrogen, and pH in the root medium. *HortTechnology.* 7(2): 56-160.
- Nielsen, K. L and K. Thorup-Kristensen. 2004 *Growing media for organic*

- tomato plantlet production. *Acta Hort* 644 : 183-187.
- Nasholm, Torgny, Kerstin Huss-Danell, and Peter Hogberg, 2000. Uptake of organic nitrogen in the field by four agriculturally important plant species. *Ecology*. 81 : 1155-1161
- Norrie, J., M. E. D. Graham, J. Charbonneau, and A. Gosselin. 1994. Impact of irrigation management of greenhouse tomato: yield, nutrition, and salinity of peat substrate. *Can. J. Plant Sci.* 74:497-503.
- Owen, A.G., and D.L. Jones., 2003. Competition for amino acid between wheat root and rhizosphere microorganisms and the role of amino acid in plant N acquisition. *Soil bio. biochem.* 33 : 651-657.
- Ozanne, P.G. 1980. Phosphate nutrition of plants-general treatise. The role of phosphorus in agriculture. Eds. F. E. Khasawneh, E. C. Sample, and E. J. Kamprath. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA. pp.559-589.
- 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.
- 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. Hortic. Sci. Biotechnol.* 7:447-453
- Prasad, M. and M. J. Maher. 1993. Physical and chemical properties of fractionated peat. *Acta Hort.* 342:257-264.
- Raghothama, K. G. 1999. Phosphate acquisition. *Ann. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.* 50:665-693.
- Ralston, D. B. and R. P. McBride. 1976. Interaction of mineral phosphate-dissolving microbes with red pine seedlings. *Plant Soil* 45:493-507.
- Riley, D. and S. A. Barber. 1971. Effect of ammonium and nitrate fertilization on phosphorus uptake as related to root-induced pH changes at the root-soil interface. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35:301-306.
- Roth, C. H. and M. A. Pavan. 1991. Effects of lime and gypsum on clay dispersion and infiltration in samples of a Brazilian Oxisol. *Geoderma.* 48:351-361.

- Rubio, F., Gassmann, W. and Schroeder, J. I. 1995. Sodium-driven potassium uptake by the plant potassium transporter HKT1 and mutations conferring salt tolerance. *Science*. 270:1660-1663.
- Schachtman, D. P. and Schroeder, I. J. Structure and transport mechanism of a high-affinity potassium uptake transporter from higher plants. *Nature*. 370:655-658.
- Schachtman, D. P., Tyerman, S. T. and Terry, B. R. 1991. The K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> selectivity of a cation channel in the plasma membrane of root cells does not differ in salt tolerant and salt sensitive wheat species. *Plant Physiol*. 97:598-605.
- Shannon, David, David Jones, Thippaya Junvee-Fortune, and John F. Farrar, 2005. Plant capture of free amino acids is maximized under high soil amino acid concentrations. *Soil bio. biochem.* 37 : 179-181.
- Spiers, J. M. 1993. Nitrogen, calcium, and magnesium fertilization affects growth and leaf elemental content of dormant red raspberry. *J. Plant Nutr.* 16(12):2333-2339.
- Subedi, P.P. and M.D. Sharma. 2005. Single stem cultivation and performance of cucumber cultivars during winter-spring seasons. *J. Inst. Agric. Anim. Sci.* 26:149-151.
- Taiz L. and E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. pp.302-307
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson and J. D. Beaton. 1985. *Soil fertility and fertilizer*, 4th ed. Macmillan Publishing Company. New York. pp.210-211.
- William, B. J., J. C. Peterson, and J. D. Utzinger. 1988. Liming Reactions in sphagnum peat-based growing media. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(2):210-214.
- Yu Quan Jing, Ying Li, Ya Rong Qian and Zhu Jun Zhu. 2001. Cell division and cell enlargement in fruit of *Lagenaria leucantha* as influenced by pollination and plant growth substances. *Plant Growth Regulation* 33:117-122.

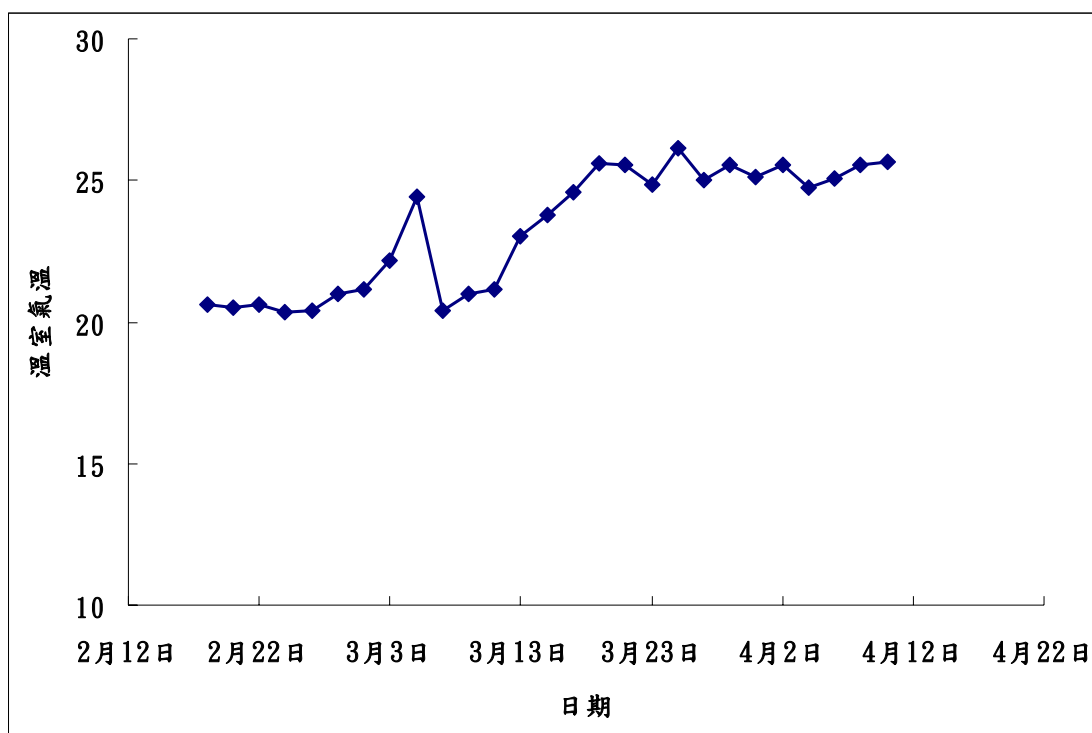
### 附錄一



註：修自詹(2006)，T1 添加苦土石灰 0.5g/L、肉骨粉 0.5g/L 和磷礦砂 0.5g/L。T2 加入苦土石灰 0.5g/L 與磷礦砂 0.9g/L。T3 使用苦土石灰 0.25g/L、碳酸鈣 0.25g/L、肉骨粉 0.5g/L 以及磷礦砂 0.5g/L。Control 只含碳酸鈣 0.5g/L，對照組為山崎氏胡瓜養液配方



## 附錄二



註：2008年2月18日至4月10日之溫室平均氣溫資料，由溫溼度記憶針(Datalogger SK-L200TH)進行紀錄。