

# 設施蔬菜生產技術及肥培管理

蔡永暉

930428

## 壹、蔬菜產業現況

本省蔬菜收穫面積約有 20 萬公頃，年產量有 230 萬公噸，平均公頃產量 11 公噸，總產量 300 億元，在農作物中僅次於水果及稻米，是本省重要的農作物。若以總產量除本省總人口數，則平均每人每年蔬菜消費量為 120 公斤，換算每人每日消費量為 350 公克，遠高於目前的平均值 125 公克，因此，有生產過多的問題。主要生產地集中於中南部，其中以雲林、彰化、嘉義、台南、高雄及屏東等為主。生產的蔬菜種類逾百種以上，其中根菜類、莖菜類、葉菜類及果菜類，約佔總蔬菜生產面積 85%。

目前蔬菜產業面臨的問題，主要有(1)供應問題：夏季蔬菜(5~10月)供應不足，菜價自5月起扶搖直上，至9月份達最高，冬季蔬菜生產過剩，價格下跌。(2)外銷喪失競爭優勢，產業面臨困境。(3)農藥使用問題。(4)種子種苗供應問題。(5)品種及栽培技術問題。(6)勞動力問題。

## 貳、夏季天然災害

依據台灣農業年報的統計，近五年來政府付出「農業天然災害現金救助」的金額，每年約 10 億元。其中夏季災害救助，約佔 80% 以上，救助範圍包括豪雨、颱風、及病虫害等造成的農業損失。災害的問題，每年不斷的重複，而政府的補助，充其量只是全部損失的一部份，由此可見，農業損失的嚴重。農民除了政府補助之外，難道真的束手無策，只能看天吃飯嗎？答案顯然是否定的，在物以稀為貴的原則下，產地缺貨的季節，就是農民利用現代化科技，創造利潤商機的時期。

蔬菜栽培成本低，生育期短，收穫次數多，資金週轉快，由經營角度來看，風險較小。如果農民有適當的設施，選擇適合的蔬菜作物，採逆向操作的栽培方式，專業生產利潤較高的夏季蔬菜，不僅可以創造商機，亦可解決部份產業問題。

## 參、網室設施設計與利用

知道了農業災害的原因，自然要有對策。颱風豪雨可以利用設施加以抵擋，積水可以改善排水或利用土堤阻隔，而病虫害可以透過栽培技術及設施設計加以改善。能符合此類需求的設施，有隧道式鋁管溫網室及鋼構式溫室等。前者成本較低，可以自行拆除重建，後者成本較高，可成為環控式的植物工廠。

隧道式鋁管溫網室之設計，主要結構是以 1/2~1 英寸鋁管做為骨架，骨架支柱密度有 60~120 公分等各種規格，搭設時可視當地風力大小，慎加

選擇。骨架連繫部位均以專用彈簧夾固定，上方覆蓋紗網及塑膠布，並以塑膠夾固定。鉅管插入土中需以瀝青處理以防生鏽。搭設時每棟大小，以蔬菜一次採收為原則。長度以 25~30 公尺較為適當，過長通風不良，易造成熱氣蓄積，寬度約 5~8 公尺，前後方設置紗門，供中耕機進出。棟與棟之間，間隔約 1 公尺，中間築排水溝。屋頂以橢圓狀較佳，紗網及塑膠布需拉緊扯平以免積水。側方紗網以 32 目為宜，塑膠布可設計升降操作，以調節氣溫及阻隔雨水。設施內部四周需築高土堤，以防浸水。每棟成本，以 5\*30 公尺估計，約需 4~5 萬元，換算成每分地約 15~25 萬元。

以往政府鼓勵網室蔬菜生產，目的是希望減少病虫害，但是網室還是會受到天災及積水的影響，並不適合夏季蔬菜之生產，況且雨水會增加病害的發生，蔬菜的生產，風險仍高，還是得靠天吃飯，因此不建議使用。

## 肆、夏季蔬菜經營管理

克服天災之後，夏季蔬菜生產環境，大致穩定，生產技術接著要克服的是養分問題、肥培管理、施肥技術、病虫害、及雜草防治等問題。設施內蔬菜栽培，若與露地田施用同量之肥料，常會造成土壤中鹽分累積，不利蔬菜生長。解決鹽分過度累積之方法，最好的方式是減少施肥，防範於未然。

### 一、培育土壤

蔬菜栽培所面臨的養分問題，以養分過量及不平衡為主。一般蔬菜的養分來源，除了土壤本身礦化的養分之外，大部份的養分，都是經由施用化學肥料來供應。而土壤養分的礦化量，受限於氣候、季節、水份、及土壤性質等因素，不一定能及時提供蔬菜生長的需要。因此，施用含速效性養分較高的化學肥料，可立即供應蔬菜養分的生理需求。然而，若化肥施用不當，長期下來，土壤性質將出現負面的反應。例如 pH 值降低、EC 值太高、及磷素累積等，且蔬菜作物將出現養分缺乏或過量的生理症狀等。因此，經常監測土壤的理化性質，可以了解施肥的偏失。通常，經過長期精心培育的健康土壤，其土壤性質的範圍，pH 值為中性，EC 值約為 0.2~0.6 ms/cm，鹽基飽和度 60~90%，鈣鎂當量比 6 以下，鎂鉀當量比 2 以上，土壤密度以山中式硬度計測為 10~20mm，粗孔隙率 15% 以下。若土壤性質超過此一範圍，則需要進行土壤改良。另外，若田間作物出現異常生長，諸如缺株、矮小、黃化、濃綠、皺縮、乾枯等現象，都可能是土壤問題的前兆，需要進行調整或施肥改善。

### 二、施肥原則

作物的產量受先天遺傳及生長環境中的諸多因子的影響，例如氣候、土壤環境、栽培管理等。在施肥時，下列幾個原則必須遵循。(1)最少養分

律：作物生長所需營養要素雖有十餘種之多，但作物之生長係受最缺少之要素所限制，如不補充這種要素，即使其他要素有充分量，亦不能發揮促進作物生長之效果。故施肥時應判斷土壤中何種要素最缺，針對最缺的要素施肥才能得到效果。(2)報酬漸減律：當土壤中缺少某種要素而施肥時，作物生長量雖跟著施肥量之增加而增加，但單位施肥量所能增產之作物收量卻隨著施肥量之增加漸減，故施肥量增加至某一程度後產量不再增加，甚至減產。(3)最大利潤之經濟產量：單位施肥量之增產量遞減，而施肥費用仍隨著施肥量增加而增加，故作物生理上可獲最高產量之施肥量亦未必是最經濟的施肥量，超過經濟產量施肥量之施肥，就是浪費的施肥，不只增加生產成本，更造成土壤及環境污染問題。

### 三、影響施肥效果之因素

作物施用肥料時，必須考慮下列影響因素。

#### (一)蔬菜特性

各種蔬菜的需肥量差異很大，例如豆類蔬菜的需氮量遠低於瓜果及葉菜類蔬菜，而根莖類蔬菜需鉀量則遠高於其他蔬菜。水生蔬菜因浸水栽培養分容易流失，氮鉀肥施用量較高。鄉土蔬菜容易繁殖，抗病性強，對環境適應能力佳，養分需要量較低。

葉菜類蔬菜生育期短，短時間內需吸收大量營養元素，故肥料之供給要充足（尤其是氮素，以促進葉部生長），來滿足其初期之生長及隨後之快速吸收生長。根菜類蔬菜由於生長中後期根部肥大時，原地上部植株所含之營養要素可再轉移至收穫部位，因此應注意生育初、中期肥料的施用及生育中、後期之磷、鉀吸收，且應避免生育後期過度吸收氮素，葉菜類蔬菜之結球菜類亦是類似情形。果菜類（含豆類）蔬菜由於開花後有一段時間係營養生長及生殖生長同時進行，因此生長中、後期的養分供給亦相當重要，此外亦應注意與開花結果有密切相關之磷、鉀肥之施用。豆類蔬菜如接種根瘤菌時，因有固氮之功能，故氮素肥料量可減少，以發揮固氮的功能。蔬菜施肥，一般依種植時土壤肥力高低，先施以基肥，再依不同生育期追施1至3次之氮、鉀肥。

表1是常見蔬菜的養分濃度及其單位面積的生物產量，其中含N、P、K濃度較高的蔬菜有白菜、莧菜、菠菜等，這些蔬菜不施肥時容易減產，但相對的亦可清除土壤中過多的養分。而需肥性較低的蔬菜有蘿菜、青蔥、毛豆、芹菜、萵苣、及田菁等。此外，特別需要Ca的蔬菜則有白菜、莧菜、油菜、芹菜、甘藍等，而特別需要Mg的蔬菜有莧菜、菠菜、落葵等。另外，甘藍、蘿蔔、芥菜、落葵等蔬菜，植株養分濃度低，但單位面積產量大，養分屬於中後期需求型。

表 1、不同蔬菜的養分濃度及產量對照表(秋作)

作物別	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	單位面積產量
1. 白菜	高	高	高	高	低	中
2. 莧菜	高	高	高	高	高	低
3. 蕪菜	高	極低	低	低	中	中
4. 油菜	高	中	中	高	中	中
5. 菠菜	高	中	高	極低	高	極低
6. 芹菜	極低	中	低	高	低	中
7. 芥菜	中	中	高	中	極低	中
8. 茼蒿	高	中	高	低	低	中
9. 青蔥	低	極低	極低	極低	極低	極低
10. 毛豆	低	極低	極低	低	中	極低
11. 落葵	中	中	中	中	高	高
12. 甘藍	低	低	低	高	低	高
13. 萵苣	中	中	中	低	中	低
14. 葉用甘藷	高	低	中	低	中	中
15. 蘿蔔	低	中	低	中	低	高
16. 田菁	極低	極低	極低	極低	極低	極低

## (二)氣候因素

(1)日照：陽光充足時光合成產物之生產潛力增加，如供給多量肥料配合之，可使此潛力充分發揮，獲得高產。光線不足時，氮素需要量減少，而鉀素需要量增加。(2)水分：水分成為限制因子時作物對氮肥之需求量減少，但磷及鉀之需求量卻增多，因水分缺乏時磷及鉀之吸收受阻，故須施多量磷鉀肥始能滿足作物之需要。(3)溫度：高溫季節土壤有機質之氮素釋放較快速，根之吸收率亦高，因而作物需氮量降低。低溫時磷素吸收受阻，施磷量宜增加。

## (三)土壤性質

(1)土壤理化性質：土壤質地、水分、通氣、密實度、陽離子交換能量，有機質含量及酸鹼度等性質均會影響營養元素之有效性及作物根系之活性，例如土壤排水不良時鉀之吸收最易受抑制，故鉀肥效果特別明顯，用量亦要多。(2)土壤肥力：土壤中某種要素之供應量缺乏，則該種要素之肥料需要量較高，施用效果亦大。

## (四)栽培管理

(1)耕耘：整地操作會促進土壤有機質之分解，不整地栽培作物時，土壤有機質之分解較少。(2)水分管理：淹水土壤易造成氮素因脫氮而損失，滲透快之農田則易因淋洗流使失量大，造成肥料（尤其是氮肥）需要量增加。(3)植物保護及雜草防治：病蟲害之發生及雜草之滋生顯著影響作物的產量，降低施用肥料的經濟效益。(4)密植度：一般密植度提高時肥料需要量亦隨之提高，但假如其生長過盛，相互蔭蔽時，密植再配重肥則可能反而引起減產。(5)覆蓋：以稻草、綠肥等材料覆蓋，對保持水分及改善土壤物理性等有很大效果，並在其分解中釋放各種元素。

### (五)肥料種類

肥料種類不同，在土壤中之動態及對作物營養生理之功能亦有所不同。例如浸水土壤中，硝酸態氮易因厭氣而脫氮，鹼性環境則易使銨態氮揮發損失。

### (六)施肥方法

各種作物所需不同要素之施肥方法（施肥位置、時期）亦有所不同。施肥位置正確，有助於減少肥料之損失，避免肥害，及提高肥料被作物吸收效率。適時施肥亦可減少肥料損失，並可供作物適時利用。化學氮肥均為水溶性，在土壤中移動迅速，不宜一次大量施用，尤不宜在種子或根部附近，因土壤溶液濃度過高，對植物有害甚至枯死。磷肥最容易被土壤固定，尤其是酸性土壤，磷肥在土壤中不易移動，施肥位置應施接近根部，為提高磷肥之有效性，最宜與有機肥料混合施用，為避免水溶性磷肥被固定，施肥法可採用條施，或者選擇粒狀磷肥，此兩法皆為減少磷與土壤接觸。鉀肥在土壤中移動性固定性與損失均在氮、磷肥兩者之間，視作物與土壤之不同，全量作基肥或分次施用。鉀肥分次施用主要原因，係大量鉀鹽對種子發芽及幼苗多少有害，且因多量之存在，植物吸收常超過需要量。

### (七)石灰資材之施用

大部份的蔬菜作物均不耐酸，需以石灰資材調整土壤PH值達6.0以上才能正常生長。施用石灰粉、苦土石灰、煉鐵爐渣等石灰資材均可調高土壤pH值，石灰質材料之需要量亦依其中和力之大小而異；石灰石粉中和力如當100，則硝石灰和煉鐵爐渣（包括矽酸爐渣）之中和力各為120~135及60~80，可依中和力之大小分別增或減用量。又酸性土壤本身，鈣、鎂、矽等要素之供應亦是較低，作物栽培上易缺此等要素，是故上述石灰資材既為改善土壤酸性之良劑，亦為植物營養上之鈣、鎂、矽質肥料。惟石灰資材如施用過量，將導致鐵、錳、銅、鋅及硼等要素之溶解度減低，易導致其缺乏，故其施用亦應注意適量。

### (八)施用有機質肥料

有機質肥料之功能甚多；諸如：改善土壤物理性；包括增進土壤團粒構造，保水力、通氣性、調節土壤溫度，降低總體密度及土壤流失等。對土壤化學性亦有助益；包括提高陽離子交換能量，增加營養分儲存能力，較大緩衝能力等。此外，並可使土壤微生物相多樣化，微生物活性增加，減少病原菌生長。因此普遍地被施用於蔬菜栽培上，藉以改善蔬菜園土壤之理化及生物性質，提高蔬菜產量與品質。

## 伍、病蟲害問題

養分問題克服之後，蔬菜生產技術接著要克服的就是蟲害及病害問題。蔬菜種類不同，病蟲害發生不一樣。而相同的蔬菜種類，也可能因品種不同，而有顯著不同，例如原生種的抗性大部分比栽培種為佳。因此，

選擇具有抗病虫性的蔬菜種類或品種，在栽培上，可達事半功倍之效。蟲害的防治原則，預防應重於治療。預防的第一步驟，就是利用設施的 32 目紗網，阻隔外界的昆蟲。第二步驟是定植穴盤苗，縮短蔬菜田間生育日數，減少罹患病虫害機會。第三是善用耕作防治法，作物採收後，立刻清園，將田間雜草全部清除，使害蟲失去食源，之後實施耕犁，連續鬆土曬田數日，促使地下蟲卵滅亡，若還有害虫，田間湛水數日，可消滅剩餘害蟲。而病害的防治，需先培育健康土壤，長期施用良質堆肥後，土壤活力十足，自然會產生免疫物質，若再實施適當的輪作制度，連作病害亦可避免。而夏季蔬菜病害，真正的原因，是水分太多，造成根系受傷，病菌乘隙侵入。因此當務之急，必需阻隔多餘水分，若田間積水時間，長達 30 分鐘以上，根系即有受損之虞。夏季午後雷陣雨很多，降雨前應注意將遮雨塑膠布放下，倘若不慎積水，應立即排除。而設施灌溉，以溝灌較佳，水分越過畦面，充分吸水後，應即刻排水。

表 2 為十六種網室有機蔬菜間作時，各作物病虫害的發生情形，有顯著的不同。例如感染 *Rhizotonia* 病害的作物有白菜、莧菜、油菜、菠菜、落葵等，而感染 *Pythium* 病害的作物有菠菜、芥菜、茼蒿、萵苣。而虫害亦相同，毛豆、甘藍、田菁、青蔥受斜紋夜盜虫為害，菠菜、毛豆、及田菁受赤葉滿為害，甘藍受菜心螟為害，宿根雍菜及葉用甘諸受猿葉虫為害，茼蒿受擬尺蠖為害，而各種作物幾乎受銀葉粉蝨及蚜虫為害。較不易發生虫害的作物有芹菜、芥菜、落葵等。因此，有機蔬菜栽培時，應盡量選用病虫害發生較少的種類種植，如果發現某些病蟲害特別嚴重時，就應暫時放棄該作物，改種其他忌避蔬菜。例如 *Rhizotonia* 或 *Pythium* 特別嚴重時，種植青蔥，可以顯著抑制該類病害發生。

栽培防治是利用作物生長環境之改變，以減少病虫害之發生。其範圍包括適時適作，建立優良間作與輪作栽培體系，變換水旱田管理，實施地面覆蓋，加寬行株距，降低氮肥用量，或實施間苗及整枝技術，執行清園曬田等工作。夏季高溫多雨，病害多，虫害少，宜種植耐高溫、病害少的蔬菜，以達事半功倍。

表 2、蔬菜間作病虫害發生情形(86 年秋作)

蔬菜種類	病害					虫害		
	菌核病	猝倒病	蚜虫	銀葉粉蝨	夜盜虫	赤葉滿	菜心螟	擬尺蠖
1. 白菜	++			+				
2. 莧菜	++			+				
3. 蕓菜	+			+				
4. 油菜	+	+		+				
5. 菠菜	+	++	+	+		++		
6. 芹菜				+				
7. 芥菜		+		+				

8. 茼蒿	++	++	+			+
9. 青蔥			+			
10. 毛豆		++	++	++	++	
11. 落葵			+			
12. 甘藍		+	++	+		+
13. 萵苣	++	++	++			
14. 葉用甘藷		+	+			
15. 蘿蔔		+	+	+		
16. 田菁				++	++	

註：+罹病虫株率 0.1~5%， ++罹病虫株率 5~20%， +++罹病虫株率 20%以上

### 陸、雜草管理

雜草會競爭光線、養份、及水分，也會成為病虫源的棲息所，甚至雜草殘質分解後，釋出毒他物質，對主作物造成危害。據估計其造成的減產約為 10~90%。台灣旱田雜草種類約有 400 餘種，雜草種類與田間作物及管理有密切關係，例如灌水程度、除草方式及覆蓋與否等。設施內雜草防治，應以達到土中草量逐年減少為目標。最佳除草時期有二個，第一是作物植冠尚未形成披覆之前，第二是雜草尚未開花結實之前。第一個時期可以利用穴盤苗定植加以克服，第二個時期則需要有耐心的進行，如此可以逐年減少雜草量。此外一些較為可行的除草方式，如下列說明。

#### (一) 整地除草法

蔬菜定植或種植前，田間先深耕鬆土，將所有雜草埋入土中，之後灌水一次，使土中其他雜草種子再次萌芽，並於作物種植前，再次整地，如此可大幅降低田間的雜草量。

#### (二) 覆蓋除草法

蔬菜播種或定植後，田間實施覆蓋，覆蓋除了保持土壤水份、降低土溫、增加土壤活性及有效養分釋放之外，亦可明顯的降低雜草量。常用的覆蓋資材，有稻草及半腐熟堆肥等。筆者曾以半腐熟堆肥覆蓋田間畦面，其對蔓性菜豆產量及雜草量之影響，如表 3 所示。

表 3、堆肥覆蓋對蔓性菜豆產量及雜草量之影響(88 年春作)

處理	雜草量(30dat) g/10m <sup>2</sup>	經濟產量		單果重 g/fruit	早果率 %
		t/ha	g/plants		
100%CF(化肥)	196	12.7	365	6.4	62
50%CF+5t/ha	160	10.6	305	6.2	61
50%CF+10t/ha	148	11.1	320	6.3	62
50%CF+15t/ha	99	12.3	353	6.5	56
50%CF+20t/ha	73	13.0	375	6.6	54

#### (三) 中耕除草法

行株距較大的蔬菜，例如玉米等，可考慮用中耕機除草兼培土，第一次中耕約於植後 20~30 天實施，培土厚度宜淺，以不傷及作物根系為原則，第二次中耕約於植後 40~50 天進行，同樣要不傷根系，此後作物植冠自然形成被覆，無需再行中耕。

#### (四)穴盤育苗法

以穴盤育苗方式，取代種子直播，俟幼苗長出 2~4 本葉時，再定植田間，可使蔬菜快速覆蓋地面，抑制雜草生長，成為競爭優勢。此外，健株率增加，又可節省間苗與除草成本。

#### (五)輪作或間作除草法

蔬菜種類因株型、生育期長短、養分需求等不同，其雜草相有明顯差別，可利用輪作方式，改變雜草種類，並逐年降低土中的雜草量。另外，生長較快之蔬菜作物，間作生育較慢的作物亦可減少除草工作。

#### (六)種植綠肥作物

休閒地為防止雜草滋生，可考慮種植綠肥作物，不但可以節省肥料，更可培育土壤。通常夏季可種植田菁、太陽麻等，冬季則可種植油菜花、埃及三葉草、苕子、麥類等，

#### (七)其他除草法

設施有機農場的除草工作，仍有許多其他方法，例如人工拔除、火燒、浸水、醋酸等方式，惟各種方法，需兼顧不要損傷主作物，及生態圈的有益生物，如此，才能有效地抑制雜草，並達永續經營之目的。

### 柒、降低生產成本

除了設施成本之外，勞力及肥料，是最大的成本支出。勞力支出以整地、播種、除草、採收、包裝為主。田間若採用最少整地或不整地栽培，配合穴盤苗定植及機械操作，則勞力支出，可降至最低。肥料成本，可調整施肥時期、施肥量及施肥技術，以降低成本，三個月施用純堆肥 10~20 噸/公頃，應已足夠蔬菜生長，並可避免土壤鹽分累積。以上措施，均為合理操作，亦可促進農地永續經營。

### 捌、實例與資料

#### 一、土壤性質變化

表 4、已種植 15 期作(二年)設施蔬菜之土壤化學性質

Treatment	pH (1:1)	EC <sup>1</sup> dS/m	O.M. <sup>2</sup> g/kg	TN <sup>3</sup> g/kg	Avail. P <sup>4</sup>	Avail. K <sup>5</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/kg	NH <sub>4</sub> -N
CF <sup>7</sup>	5.52	4.09	20.8	1.50	152	36.2	134	14
CK <sup>8</sup>	7.01	1.62	19.2	1.25	129	10.8	21	7
M1	7.27	1.61	20.9	1.37	134	16.4	22	8
M2	7.22	2.19	25.2	1.59	142	23.6	42	9
M3	7.36	2.02	28.8	1.67	142	33.2	45	10
M4	7.30	2.06	29.9	1.83	160	41.7	59	8

表 5、第三年各期作收穫後之土壤性質

Treatment	pH (1:1)	EC <sup>1</sup> dS/m	O.M. <sup>2</sup> g/kg	TN <sup>3</sup> g/kg	Avail. P <sup>4</sup>	Avail. K <sup>5</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/kg	NH <sub>4</sub> -N
Crops 15 water convolvulus (Sep.)								
CF	6.58 b <sup>7</sup>	2.60 a	24.8 d	1.79 b	171 bc	112 bc	24 a	19 a
CK	7.64 a	1.55 ab	22.9 d	1.49 b	147 e	70 d	35 a	11 a
M1	7.82 a	1.50 b	25.8 d	1.69 b	158 de	80 cd	10 a	15 a
M2	7.86 a	1.81 ab	30.3 c	1.91 ab	178 bc	113 bc	14 a	10 a
M3	7.92 a	1.59 ab	33.3 b	1.93 ab	191 ab	148 b	21 a	11 a
M4	7.75 a	1.75 ab	38.2 a	2.34 a	208 a	224 a	27 a	13 a
Crops 18 Italian lettuce (Feb.)								
CF	6.34 c <sup>7</sup>	2.77 a	23.5 e	1.29 ab	171 c	85 c	32 b	10 ab
CK	7.58 a	1.50 b	22.2 e	0.97 b	146 d	63 c	10 b	15 ab
M1	7.72 a	1.68 b	26.7 d	1.63 ab	167 c	87 c	13 b	6 b
M2	7.50 ab	2.47 ab	30.7 c	1.62 ab	199 b	154 bc	49 b	6 b
M3	7.54 ab	2.24 ab	33.2 b	1.70 ab	212 b	210 b	46 b	18 a
M4	7.35 ab	3.29 a	37.8 a	1.89 a	241 a	450 a	103 a	14 ab
Crops 22 Pak-choi (Jul.)								
CF	7.04 d <sup>7</sup>	3.51 bc	26.6 d	1.59 cd	104 c	113 d	51 bc	29 a
CK	7.83 a	2.56 c	25.1 d	1.52 d	84 d	73 d	17 c	26 ab
M1	7.77 ab	3.15 bc	31.4 c	1.94 b	105 c	141 cd	54 bc	26 ab
M2	7.64 ab	3.53 bc	38.0 b	1.89 bc	131 b	240 c	89 b	19 bc
M3	7.54 bc	4.58 ab	46.1 a	2.39 a	157 a	411 b	159 a	13 cd
M4	7.39 c	5.17 a	53.0 a	3.12 a	183 a	613 a	200 a	6 d
Crops 24 White amaranth (Aug.)								
CF	7.13 c	2.44 ab	24.5 a	1.62 d	137 d	106 d	38 c	48 a
CK	7.68 ab	1.71 b	22.3 a	1.46 e	109 e	76 d	46 c	44 a
M1	7.71 a	1.92 ab	27.8 a	1.80 c	133 d	117 d	43 bc	43 a
M2	7.62 ab	2.25 ab	32.7 ab	1.95 b	162 c	178 c	80 ab	37 a
M3	7.53 b	2.36 ab	39.6 ab	2.25 a	192 b	255 b	91 a	30 a
M4	7.54 ab	2.68 a	46.4 a	2.39 a	216 a	341 a	112 a	41 a

表 6、不同深度土層之化學性質變化 (期作 20 收穫後)

Treatment	pH (1:1)	EC <sup>1</sup> dS/m	O.M. <sup>2</sup> g/kg	TN <sup>3</sup> g/kg	Avail. P <sup>4</sup>	Avail. K <sup>5</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/kg	NH <sub>4</sub> -N
0-5 cm								
CF	6.57 c <sup>7</sup>	4.48 a	28.1 de	1.69 c	94 c	98 c	58 b	49 a
CK	7.70 a	3.40 a	24.2 e	1.59 c	73 c	63 c	13 b	43 ab
M1	7.69 b	3.26 a	31.7 d	1.96 c	94 c	89 c	18 b	47 ab
M2	7.46 ab	5.06 a	41.3 c	2.60 b	128 b	250 bc	102 ab	43 ab
M3	7.51 ab	5.90 a	52.7 b	2.89 b	134 b	345 b	125 ab	38 b
M4	7.26 b	6.79 a	66.8 a	4.10 a	213 a	687 a	186 a	49 ab
5-10 cm								
CF	6.05 c	2.90 a	25.8 e	1.61 cd	91 d	72 cd	18 c	71 ab
CK	7.54 ab	1.62 b	24.4 e	1.44 d	77 e	48 d	20 c	70 ab
M1	7.69 a	1.59 b	29.8 d	1.77 c	89 d	73 cd	38 b	65 ab
M2	7.59 ab	2.23 ab	34.2 c	1.88 c	106 c	109 c	55 ab	56 b
M3	7.59 ab	2.43 ab	38.3 b	2.21 b	119 b	172 b	42 b	51 b
M4	7.46 b	2.86 a	43.0 a	2.57 a	134 a	354 a	67 a	82 a
10-15 cm								
CF	6.04 b	3.44 a	21.3 c	1.39 b	158 c	81 cd	60 a	35 a
CK	7.42 a	1.21 b	20.8 c	1.30 b	135 c	51 d	13 a	23 b
M1	7.62 a	1.47 b	23.0 bc	1.51 b	161 c	65 cd	20 a	27 ab
M2	7.57 a	1.76 b	24.9 b	1.50 b	167 bc	94 c	33 a	23 b
M3	7.63 a	1.98 ab	29.7 a	1.80 b	197 ab	136 b	47 a	12 c
M4	7.49 a	2.52 ab	31.9 a	2.04 a	211 a	242 a	59 a	4 c

1: electric conductivity of saturation extract

## 二、蔬菜生長量

表 7、各期作蔬菜產量(t/ha)、相對產量(%)、單株鮮重(g/plant)及含水率(%)

Crops	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Treat.	薺菜	白菜	白菜	義蒿	菠菜	白菜	義蒿	白菜	莧菜	莧菜	AVG
					yield	t/ha					
CF	34.1	21.1	14.7	33.2	6.2	25.8	4.1	4.7	2.4	4.3	15.1
CK	25.1	15.0	6.3	21.7	3.1	13.0	3.1	3.5	2.0	3.1	9.6
M1	32.9	28.0	18.3	36.4	5.7	22.0	5.8	4.0	2.9	4.9	16.1
M2	37.0	27.3	22.9	47.6	9.4	27.6	6.9	3.3	3.1	7.3	19.2
M3	35.4	26.7	21.3	54.8	10.6	29.0	10.1	3.0	3.7	8.3	20.3
M4	33.6	17.9	15.4	49.8	11.1	27.5	11.2	3.8	3.1	8.0	18.1
LSD5%								3.2	1.1	1.7	
					yield	%					
CF	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CK	74	71	43	65	49	50	76	74	83	72	66
M1	96	133	125	110	91	85	141	87	124	116	111
M2	108	130	156	143	150	107	168	70	134	171	134
M3	104	127	146	165	170	112	246	65	155	195	149
M4	99	85	105	150	179	107	273	82	131	188	140
					F. wt	g/p					
CF	27	169	113	378	42	207	54	45	15	22	107
CK	21	123	50	255	21	108	38	31	13	17	68
M1	25	217	139	411	39	175	70	38	18	26	116
M2	28	223	180	567	65	215	89	32	20	39	146
M3	28	219	164	614	65	234	122	28	24	44	154
M4	27	175	128	579	73	235	143	42	22	44	147
LSD5%								24.9	6.5	7.7	
					water	%					
CF	96.0	95.2	95.1	95.9	92.3	94.6	92.6	94.0	89.1	90.7	93.5
CK	97.1	94.3	94.8	95.5	91.6	93.6	93.1	93.8	88.6	90.6	93.3
M1	95.7	95.8	95.8	96.2	92.0	94.5	93.5	94.2	89.3	90.7	93.8
M2	96.1	95.5	95.7	96.4	92.9	94.6	93.6	93.6	90.3	91.4	94.0
M3	95.7	95.3	96.0	96.4	92.9	94.8	93.9	93.4	90.9	91.5	94.1
M4	96.1	95.2	95.8	96.2	93.4	94.8	94.0	93.8	91.0	91.7	94.2
AVG	96.1	95.2	95.5	96.1	93.5	94.5	93.4	93.8	89.9	91.1	93.8

表 8、施肥對各期作蔬菜全氮及硝態氮濃度之影響

	15			16	17	18	19	20	21	22	23	24	AVG
	薺菜	薺菜	薺菜	白菜	白菜	義萵	菠菜	白菜	義萵	白菜	萵菜	萵菜	
Total N conc. (g/kg)													
CF	57.6	55.6	51.7	48.2	60.2	35.5	49.6	56.5	32.9	55.4	50.6	48.9	50.2
CK	53.8	48.3	47.7	37.8	46.1	29.9	41.5	37.5	31.6	43.9	47.6	46.3	42.7
M1	54.0	52.3	50.8	51.2	54.4	35.7	44.3	48.9	34.1	55.0	50.8	49.6	48.4
M2	53.9	54.8	51.6	59.4	65.1	42.2	54.0	56.5	37.2	56.5	51.0	50.6	52.7
M3	55.8	54.7	53.2	57.4	63.1	45.0	54.8	56.4	41.1	57.1	52.4	52.1	53.6
M4	54.9	54.6	50.9	59.6	66.8	45.7	58.1	62.8	41.0	57.7	51.0	53.8	54.7
AVG.	55.0	53.4	51.0	52.3	59.3	39.0	50.4	53.1	36.3	54.3	50.6	50.2	50.4
NO <sub>3</sub> -N conc. (g/kg)													
CF	8.73	7.11	6.84	15.1	11.6	2.6	4.8	11.7	3.9	15.2	5.80	4.52	8.16
CK	5.49	4.62	3.27	5.9	4.4	1.4	2.3	3.7	4.1	7.5	4.55	3.13	4.20
M1	7.05	6.15	4.83	18.5	9.3	2.8	3.2	8.2	5.7	11.9	5.50	5.53	7.39
M2	6.74	7.22	5.83	22.8	17.7	5.3	6.2	10.3	6.3	14.1	6.29	6.63	9.62
M3	8.28	7.49	6.68	22.0	15.6	6.1	7.2	12.8	8.4	16.8	7.03	8.48	10.57
M4	7.24	8.50	6.89	23.4	18.2	7.0	9.9	16.8	9.1	15.6	6.44	9.13	11.52
AVG.	7.26	6.85	5.72	18.0	12.8	4.2	5.6	10.6	6.3	13.5	5.94	6.24	8.58
NO <sub>3</sub> -N/TN (%)													
CF	15	13	13	31	19	7	10	21	12	27	11	9	15.7
CK	10	10	7	16	10	5	6	10	13	17	10	7	10.1
M1	13	12	10	36	17	8	7	17	17	22	12	11	15.2
M2	13	13	11	38	17	13	11	18	17	25	13	13	16.8
M3	15	14	13	38	25	14	13	23	20	29	13	16	19.4
M4	13	16	14	39	27	15	17	27	22	27	13	17	20.6
AVG.	13	13	11	33	19	10	11	19	17	25	12	12	16.3

### 三、施肥效率

表 9、設施有機蔬菜的氮素施用效率

	N applied kgN/ha	D. Yield kg/ha	NP-applied kg/kgN	Plant-N kgN/ha	Abs. NE kg/kgN	N-absorbed %
CF	180	9820	18.83	493	19.9	121
CK	0	6430	--	275	23.4	--
M1	792	9980	4.48	483	20.7	26.3
M2	1584	11520	3.21	607	19.0	21.0
M3	2376	11980	2.34	642	18.7	15.4
M4	3168	10500	1.28	574	18.3	9.4

### 捌、結語

台灣夏季天然災害極多，發展設施栽培勢在必行。選擇可以防風、防雨、防虫，且成本較低的設施，即可穩定夏季蔬菜生產。而欲生產品質良好的夏季蔬菜，尚需加強肥培管理、養分及水管理、病虫害防治、及雜草防治等，以確保商品品質，及農地永續經營。