

# 第六章 蔬菜有機栽培之肥培管理技術

王鐘和 林毓雯 丘麗蓉

行政院農業委員會農業試驗所農業化學組

## 一、前言

有機蔬菜是一種施用有機資材供應養分，生產而得之健康蔬菜，其生長發育受到先天遺傳特性及生長環境中包含氣候環境與土壤環境中各種因子之影響，因此，在施用有機質肥料時，必須考量前述各項影響因子及有機質肥料本身性質之影響。其中氣候環境因子較難改變，但目前已可應用設施作局部改變，而土壤環境，則可藉由人為的操作，來改善不利作物生長的因子。瞭解蔬菜作物的需肥特性以及蔬菜園土壤之性質，將有助於建立有機蔬菜園合理的肥培管理技術。

## 二、蔬菜之營養需求特性及其管理要點

### (一) 蔬菜作物的營養需求特性

雖然不同種類蔬菜作物在吸收養分上有著顯著的差別，但與其他種類作物相比較，蔬菜作物仍有其一定的共同特性，那就是：(1)高需肥性：蔬菜作物在極短之生育期要吸收大量養分，生成大量之生質量，因此單位時間內單位面積養分之需求量遠高於其他作物(圖1)。(2)喜硝性：蔬菜作物為旱田作物，長期演化之結果，蔬菜作物對氮素之吸收以硝酸態氮為主。(3)鹽基置換量高：作物根系鹽基置換量為根系活力之指標，鹽基置換量高代表根系養分吸收能力強。(4)對土壤環境品質之要求度高：蔬菜作物普遍較其他種類作物不耐土壤環境逆境，例如：不耐酸性及不耐土壤高鹽分濃度、不耐旱、不耐土壤空氣不足及不耐浸水等等。

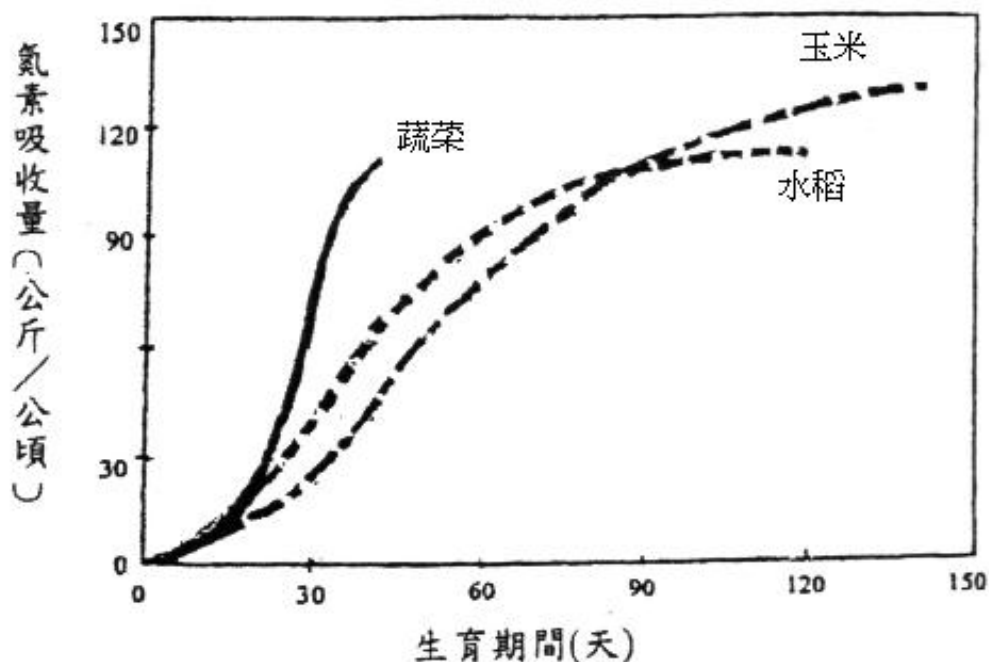


圖 1、蔬菜、水稻及玉米生育過程累積氮素吸收量之比較

## (二)不同種類蔬菜的需肥特性

瞭解不同種類蔬菜之生育及養分吸收特性，參酌栽培地之氣候及土壤條件，配合栽培管理措施，適時、適量地供給生長所需之養分，可獲較佳的產量及品質。蔬菜在各生育期間養分吸收情形因種類不同而異。大致分為下列幾種：

- 1、葉菜類蔬菜：葉菜類蔬菜之地上部（葉部）或全株均可為販售之產品，生育期短，極短時間內即吸收了大量營養元素，除了初期生長較緩，養分吸收較少，隨後即快速的生長及吸收養分至收穫為止，故肥料之供給要充足（尤其是氮素，以促進葉部生長），來滿足其初期生長及隨後之快速吸收生長期之所需。
- 2、根菜類及結球菜類：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、中期三要素肥料的施用及生育中、後期有充分之磷、鉀吸收促進根部肥大，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。

- 3、果菜類(含豆類)蔬菜: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。

### 三、有機質肥料施用要領

- 1、基肥:基肥通常都採行於種植前施下，葉菜類採全面撒施，再整地栽培。瓜果類或根菜及結球菜類可以按一定距離條施，再以耕耘機或培土機作畦後種植，或於畦中央開溝施下有機肥，覆土後種植於畦的兩邊。另外，為避免有機質肥料發酵不完全，影響種子發芽，有機質肥料施入土中後，如果時間允許，應等到 5~15 天後再進行種植或移植為宜。
- 2、追肥:短期性作物多數施用基肥即足夠其全期生長之需要，但一些長期性作物，如胡瓜、菜豆、蕃茄、南瓜、蘿蔔等，應施追肥，才能得到理想之收穫。追肥的用量與施用次數視作物種類和生長時期而不同，一般採取撒施方法施在地面，距離蔬菜基部約 10cm 左右。如果使用油粕液肥採行部分噴施及部份直接灌施入土壤中則可獲得較快效果。

有鑑於蔬菜作物之高需肥特性，及植體中含有甚高之水分含量，土壤必需常保持較高之營養分及水分含量，因此施用具保水及保肥能力之有機質肥料自然有其特別之意義。蔬菜園施用有機質肥料必需考量土壤之性質，大致分為兩種情形：

- a.低肥力、黏重或砂質之蔬菜園，在經濟狀況許可之情形下應採一次或二次大量施用足夠之含纖維質高之難分解型有機質肥料，可顯著改善土壤之保水保肥能力，增進通氣性及緩衝能力

等等，使之有良好的理化及生物性質，再依據調整後之性質，適宜地配合施用化學肥料。

- b. 具高肥力及有機質高之蔬菜園，則宜施用含氮量高之易分解型有機質肥料如豆粕類等，不但可減少化肥施用量，避免鹽分累積，且其快速分解產生之氮素，充足供應蔬菜生長所需。

另外為滿足有機蔬菜生長期間之養分吸收(尤其試氮素)，可施以速效性之有機液肥，有機液肥可自行泡製，材料選用高氮之豆粕類，加水泡軟後製成豆漿裝於塑膠桶中，再添加其他材料例如奶粉、黑糖、米糠、魚精、海藻、有益微生物、及適量之清水等，經通氣攪拌數天後，即可使用。液肥使用前應先加水稀釋，稀釋倍數應視液肥養分濃度而定，一般氮素濃度不宜超過 200ppm，若原液無機氮濃度為 10,000ppm，則約需稀釋 50 倍以上，才不會引起肥傷，以電導度計之測定值以不超過 0.8ms/cm 為宜，一般用量，每分地約灌施 300~600 公升左右，施用次數視作物生長之期間長短與生育狀況而定。

#### 四、含豆科之輪作制度

理想的有機農法是採行適切的作物輪作之模式，而現今之有機農場為講求經營效率，節省工資支出及產品產銷便於掌控，在同一塊農田上幾乎全是採行單一種類作物之經營模式，例如有機水稻、有機茶樹、有機果樹或有機蔬菜栽培等等。此種栽培模式因為每作均有大量的農產品從農場中被移走，也就是每作有大量相似比例的養分被從土壤中移走，且常因講求經濟效益未能有時間安排豆科作物輪作，缺乏固氮氮素之補充，僅靠農場中少量作物殘株回歸土壤，補充養分，顯然是不夠的。且投入養分與被移走養分間之種類與比例，也不盡相同。要想達到此種經營方式能持續的進行，必須加入豆科綠肥於輪作系統，不但可增加氮源供給，且可抑制雜草生長。並且需由農場外移入大量有機物，亦即需購買有機質肥料或有機資材補充於農場土壤中，才能彌補養分之不足。且可避免因採行同一種類作物連作形成土壤生物性單純化，衍生之連作障礙問題，保障作物生長良好。

輪作是一種維持地力及改善連作障礙之理想耕作方式，一個優良的輪作系統必須兼顧到作物特性與土壤生產力維持等問題。作物特性，首先需了解作物生理習性及前後作物搭配順序是否得宜，輪作田的生產潛力取決於輪作系統中，前後作物順序及肥培管理等因素。各期作物收穫後地上部殘體或根系回歸於土壤，成為維持土壤生物活性的重要能源。而土壤生物活性常是土壤肥沃度的主要影響因子。因此，前作物的種類、數量、與殘體性質是輪作系統中影響後作物生育表現良窳的指標。

## 五、長期施用有機質肥料應注意事項

有機蔬菜園大部份養分靠有機質肥料提供，長時間大量地投入有機質肥料於農場土壤中，是不可避免的。因此，合理而適切的施用有機質肥料，為有機蔬菜經營成敗之重要因素。必須注意下列事項：

### (一)、考量有機質肥料之特性

有機質肥料種類繁多，大致可分為難分解型與易分解型兩種：難分解型一般是以稻穀、樹皮、木屑、作物殘株等堆製腐熟而成之有機質肥料，含豐富纖維質，但氮、磷、鉀三要素含量較少，且其在土壤中的分解較慢，適宜用在改良土壤理化性質和促進土壤微生物活性，使作物根部有良好生長環境。易分解型一般以禽畜糞、動物性廢棄物、油粕類等腐熟而成之有機質肥料，含纖維質較少，氮、磷、鉀三要素含量高，其所含養分在土壤中分解釋放較快。施用時應注意其釋出之要素含量，適時、適量供應作物生長所需。此外，連年施用有機質肥料後，除了當作所施有機質肥料之可礦化養分量外，亦要評估土壤累積之既有有機質之可礦化養分量，以二者之和作為預期可由有機質供給之要素量。

### (二)、注意有機質肥料品質

有機質肥料如未經醱酵完全，施用後仍會繼續在土壤中醱酵，因而產生危害作物根部之物質，滋生病原菌及雜草叢生等現象，故在施用前要注意其品質。

### (三)、配合良好的水管理

土壤的水分保持適宜狀態，有利於微生物活動分解堆肥釋出養分，且有益於作物根系吸收養分，提高有機質肥料養分之利用率。

### (四)、長期施用之影響

長期過量的施用有機質肥料除了可能造成土壤中累積多量的有機質、礦化氮素量超過作物生長所需的氮素需要量，造成作物產量及品質下降及污染環境。此外，慣常以氮素含量為估算施用量之基準常發生養分不均衡問題。因為部份堆肥所含之磷含量顯著多於氮素含量，因此以氮素含量為基準之施肥，必然造成磷肥過量，長期施用所造成的養分不平衡將更加嚴重，相關長期施用有機質肥料之試驗亦有土壤中磷及鉀鈣鎂要素高量累積之現象，其對土壤環境及其他養分元素之影響，值得加以關注。

此外，長期施用有機質肥料亦有造成土壤 pH 值顯著提昇之現象，著者之有機蔬菜試驗區三作蔬菜連續施用雞糞堆肥後，表土 pH 值達 7.6 顯著高於化肥區之 6.2。鑑於部份營養元素在鹼性之土壤環境中有效性降低，及鹼性環境易使銨態氮肥以氨氣之型態揮散，不但浪費肥料資源，且對蔬菜植株造成傷害，長期施用有機質肥料時，土壤 pH 值之變動趨勢，亦需加注意。

部份省產有機質肥料有重金屬含量偏高之問題，雖然禽畜糞堆肥施用於農田對土壤肥力有所助益，但長期施用時，其所含重金屬仍須加以注意，因重金屬在土壤中不易回收，因為有機蔬菜栽培有機質肥料之施用量甚大，是否使農田土壤有受重金屬污染之顧慮值得重視。

## 六、蔬菜園的鹽分累積問題及解決對策

園藝作物常用施肥過多導致土壤中鹽分累積，致使作物生長受阻或對環境造成負面影響，因而倍受關注，其中蔬菜作物因為生育期短，尤其是葉菜類蔬菜生育期更短，夏季每作約為 15~30 天，冬季也只有 30~45 天左右，因此在高溫環境的設施葉菜蔬菜園，一年之中栽培的期作數遠較其他種類作物多。更由於每作蔬菜農友習慣施用多量肥料，

因此在此種施肥、灌溉及耕作頻率均高的栽培方式下，使得蔬菜園土壤顯著不同於其他的農田土壤。此外，為了方便栽培管理及促進蔬菜生育，蔬菜園普遍較水稻、雜糧、果樹等作物投入更多的有機質肥料。因此本省許多蔬菜園土壤的分析資料都顯示蔬菜園土壤除了有豐富的養分含量外，還有較高的有機質含量及較好的物理性狀及保水保肥能力等特性。

著者於 1999 年曾指導桃園市 147 處種植蔬菜（其中大部份為設施蔬菜園）農友之施肥技術，蔬菜園土壤表土的分析資料顯示，該 147 處蔬菜園絕大部份原屬強酸性之紅壤，但土壤之 pH 已顯著提昇，甚至有 30% 左右蔬菜園之 pH 已超過 7.0。而原本屬肥力較低的紅壤，經過數年的蔬菜栽培，土壤的性質已有了極顯著的改變；由於經常施用有機質肥料，使得原先土壤有機質含量均低於 2.0% 的農田之有機質含量大幅提昇，高於 3.0% 之蔬菜園已達 84%。而土壤電導度值 EC，土水比為 1:5 大於 1 ms/cm 之蔬菜園達 31%，一般而言，EC（土水比為 1:5）的測值乘以 6 倍約為土壤飽和抽出液之 EC 值，因此 EC 值(1:5)為 1 ms/cm 相當於飽和液 EC 值為 6 ms/cm 左右，由於蔬菜作物較其他種類作物不耐鹽害，且 EC 值(1:5)大於 1 ms/cm，已達極顯著地影響蔬菜作物生長之範圍，故大部份的農友都表示，蔬菜常有生長異常之情形。而有效磷、鉀、鈣、鎂之含量也都大幅度的高於一般水田或雜糧旱田，很多甚至高達數十倍以上。顯示蔬菜園土壤中累積了相當高量之營養鹽類。

設施內鹽分累積之主要原因為土壤淋洗量的減少。由於設施栽培之主要目的之一；是為了減少雨水對作物地上部植株的直接沖擊，以及對根部的浸泡所造成之損傷，但也因此阻絕了雨水對土壤中鹽分的淋洗，致使鹽分不斷的累積，而這些鹽分正是栽培作物時所施到土壤裡的肥料。

#### (一)、鹽分累積之原因

##### 1、缺乏雨水淋洗及高溫環境

一般而言，設施栽培時農民均是施用相同於露地栽培之肥料量，然而；因缺少雨水的淋洗，縱使有灌溉措施，但灌溉量並不足以把可

溶性鹽淋洗到較深的土層。此外，設施中的溫度常高於設施外之溫度，因此蒸發量大，當蒸發量大於灌溉水之入滲量時，可溶性鹽類不但不會往下淋洗，反而會隨著水分的蒸發由底土經由土壤的毛細管作用往上移動至表土，待水分蒸發後，可溶性鹽類則殘留在表土中，造成可溶性鹽分的累積。

## 2、單位面積投入之肥料量高

在高溫高濕的環境下，作物生長快速，生長期縮短，一年之中同一塊田種植的期作數明顯增加，肥料之投入量自然提高，鹽分累積問題更加嚴重。

## 3、不當的施肥措施

除了上述原因外，有些農民會把設施內作物因鹽分累積而造成生長不良之現象歸咎於肥料不足，而投入更多的肥料，因此使得鹽分累積的問題益形嚴重。此外，鹽分的累積有時也可能使作物出現某種元素之缺乏症狀，但並不是因為土壤內缺乏此種元素，而是因為營養元素之間的不平衡所造成的，例如常見銨離子太多時會影響鉀離子或鈣離子的吸收，此現象稱為拮抗作用，即使土壤中有大量的鉀離子與鈣離子，仍可能出現缺鉀或缺鈣的現象，若在此時再施入鉀肥或鈣肥只會使土壤鹽分累積的程度更趨惡化。

## 4、有機質肥料品質不佳

目前市售之有機質肥料之品質並不穩定，農友多量或長期施用時，亦可能因施用不當而導致土壤表面累積多量鹽分，產生作物發芽失敗或發芽後生長受阻之情形，值得加以注意。

## (二)、鹽分累積對作物生育之影響

### 1、對作物直接的影響

當土壤中累積高量的銨離子時會對細胞膜造成直接的傷害，降低其通透性，葉子白化、捲曲，嚴重者死亡。

### 2、影響作物對水分的吸收

高鹽分濃度會使土壤水勢(water potential)降低，因為水分受到土壤溶液中陽離子或陰離子的牽引，致使作物根部吸收水的能力因此而降低，嚴重時甚至脫水死亡。



### 3、土壤養分不平衡

過量累積的鹽分中，因其所含元素間的比例不平衡，產生拮抗作用，造成某元素缺乏之症狀，常見之例子有鉍吸收量太多時，造成之缺鉀或鈣症狀，以及鉀吸收量太多時，造成之缺鎂現象等。

### 4、對土壤微生物活性的影響

土壤微生物活性直接影響有機物質的分解、礦質化、消化作用及生物固氮等作用，因此對土壤中養分的循環及供給具關鍵角色。鹽分累積過量直接影響微生物活性，造成土壤中藉由生物分解釋放之養分如氮、磷等供應不。

### 5、對農產品品質之影響

農田土壤中存在高量的硝酸態氮，會使作物過量吸收及累積高量硝酸態氮尤其是蔬菜作物中之葉菜類，雖對作物不會造成立即之傷害，卻可能因，人畜食用，造成致癌等負面效果。

### (三)、鹽分過量累積的改良方法

鹽分過度累積會影響植物對水分的吸收，降低土壤微生物活性、減少有效養分的供給，土壤物理性變差，生物相的不平衡、容易產生病害等解決鹽分過度累積一般採用：(a)浸水：以大量的灌溉水移走土壤中的鹽類離子。(b)客土或深耕：可稀釋降低表層土壤鹽類離子之濃度。(d)換土：移走含高鹽類離子之表土層，加入由它處移來之含較低量鹽類的土壤。(e)種植耐鹽作物或綠肥作物：如玉米、田菁等吸收土壤中累積之鹽類離子，並可將植株耕犁掩埋，增加土壤中有機質含量，且可釋放養分供後作作物使用。

## 七、定期土壤診斷推薦施肥

有機蔬菜是講求高品質的農產品，要想達到此目標，完善的養分的管理更形重要，鑑於目前市售的各種有機質肥料的品質與成份並不穩定，此項工作更加困難。有機蔬菜園土壤的定期健康檢查 - 「定期的土壤診斷」是重要的關鍵，藉以診斷該土壤的肥力狀況與品質，作為調節施肥之參考依據。尤其有機栽培因長期連續施用大量有機質肥

料，此項土壤診斷工作，愈加重要，所謂知己知彼百戰百勝，定期診斷有機蔬菜園土壤之品質與肥力狀況，不僅有助於安排養分供需之平衡，也是保障有機蔬菜品質及有機蔬菜園土壤環境品質之重要手段，更是有機蔬菜栽培養分管理成敗之關鍵所在。

台灣地區以往已完成應用土壤速測進行水稻、玉米、甘蔗、花生、大豆等作物之磷、鉀需肥診斷試驗，推薦合理的磷、鉀肥施用量。此項土壤磷、鉀肥力的診斷技術，也可有效的應用於設施栽培時土壤之磷與鉀肥力的診斷，提供磷肥及鉀肥施用量之參考依據。因此土壤診斷目前最缺者乃土壤有效態氮供應能力之測定，實因土壤有機質礦化有關因素複雜，氮素礦化量之預估較難故。

著者近年針對蔬菜園氮肥力診斷推薦氮肥施用之研究結果顯示 EC 測值與土壤中之硝酸態氮含量呈極顯著之正相關。經過盆栽試驗及田間試區之驗證，結果均相同。故此法可有效應用於設施葉菜蔬菜園現場土壤氮肥力診斷以推薦氮肥施用量；依本方法在塑膠布溫室設施內(因無雨水淋洗且蒸散量大，易形成鹽分累積)或排水較差容易鹽分累積之葉菜類蔬菜園土壤，測定之 EC 值大於 0.4 ms/cm(此時土壤中之硝酸態氮含量大於 100 ppm)時不必施用氮肥，EC 值界於 0.4 至 0.3 ms/cm 時較農政單位編印之作物施肥手冊中氮肥推薦施用量減施 3/4 量，EC 值界於 0.3 至 0.2 ms/cm 較氮肥推薦施用量減施 1/2 量，EC 值界於 0.2 至 0.1 ms/cm 較氮肥推薦施用量減施 1/4 量，EC 值小於 0.1 ms/cm 則依氮肥推薦用量施用(表一)。惟土壤中氮素動態會受土壤有機質及水分含量影響，當土壤之有機質含量較低(小於 3.0%)或排水良好，入滲速率高時，氮素易流失，此時依氮肥力診斷推薦減施之氮肥量要減少。應用此土壤氮肥力立即診斷推薦氮肥施用技術，將可節省肥料支出，增加肥料利用效率，增加農民收益，對生態環境之維護亦有助益。

表一、依據葉菜類蔬菜園表土(0-15 公分)電導度測值推薦氮肥用量  
對照表

電導度值 EC(1:5) <sup>x</sup> Ms/cm	硝酸態氮含量 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N (ppm)	氮肥減施率 <sup>z</sup> %	
		A <sup>y</sup>	B <sup>y</sup>
大於 0.4	大於 100	100	75
0.4 至 0.3	100~75	75	50
0.3 至 0.2	75~50	50	25
0.2 至 0.1	50~25	25	0
小於 0.1	小於 25	0	0

註 x：電導度值係以土壤與水之比例為 1：5 之樣本測定。

y：A 為密封型設施及排水不良易鹽分累積之蔬菜園 B 則為新墾  
之葉菜蔬菜園其土壤有機質含量低於 3.0% 者或土壤入滲速率  
較快之蔬菜園，氮肥減施之量需減少。

z：係指較作物施肥手冊中氮肥推薦用量之減施比率。

## 八、結語

完善的養分管理除了要考慮上述之種種因素，其他之栽培管理措施，譬如雜草及病蟲害的適當防治，因為雜草及病蟲害的防治的良窳，直接影響蔬菜的生育，自然與養分的供需調節息息相關。採行覆蓋措施防治雜草，不但可減少養分競爭，且可使土壤保有較高水分含量、溫度及有效養分濃度，顯著促進蔬菜生育。栽培有機蔬菜的農友只要對各項因素均能加以注意，久而久之，隨著經驗的累積，就能掌握自己有機蔬菜園養分管理的訣竅，自然能生產高品質之有機蔬菜，且能維持土壤有較高的生產力及品質。

