

有機栽培土壤肥培管理技術

行政院農委會桃園區農業改良場
莊浚釗

台灣地區近年來由於經濟發展迅速，國民生活水平日漸提昇，相對的對農產品的品質需求也日益提高，然而過去農業生產過程中過度依賴化學肥料及農藥，雖有效的提高了產量，但過量化學物質的使用致使農產品品質及土壤逐漸劣變與農藥殘留等，終將造成危害動物及人體健康，也使自然生態失衡更趨嚴重。國內蔬菜栽培農民往往為追求高產及外觀品質，過量的使用化學肥料及農藥，尤其夏季高溫多濕病蟲發生嚴重時，農民用藥機率相對增加，更容易導致蔬菜的農藥殘留現象。因此為提昇蔬菜品質及安全性與維持環境自然生態平衡，推展有機栽培實為刻不容緩的重要工作之一。以下針對作物有機栽培及土壤肥培管理技術簡要敘述，提供推廣人員及有機栽培農民參採。

壹、作物有機栽培

一、環境選擇與相關措施之配合

- 1.農地應符合農業發展條例所規定供農作使用之土地。
- 2.預定設置為有機栽培田區附近環境應無污染性工廠等之可能污染源。
- 3.灌溉水源及土壤應符合行政院農業委員會98年7月7日公告修正「有機農產品生產規範—作物」訂定之標準(附錄)，必要時請當地農業改良場現場勘查及採樣檢測。
- 4.有機栽培田區應與一般農田有適當隔離。
- 5.設置防雨塑膠棚及防蟲網等設施，並宜注意通風(網室間隔不可過窄)及採光(防雨塑膠布應每2-3年更換一次)良好。
- 6.田區或設施週圍雜草應隨時予於清除，以減少病蟲媒介及雜草種子之散播。

二、轉型期

短期作物之田區取得有機驗證前，必需有二年的轉型期(長期作物三年)。轉型期間應在驗證機構輔導下，依據行政院農業委員會修正「有機農產品生產規範—作物」之規定，施行有機栽培。

三、種子及種苗

- 1.種苗之育苗及培育過程中，不允許使用合成化學物質及化學肥料。
- 2.育苗場場地及設施不允許以合成化學物質消毒。
- 3.不允許使用任何基因改造之種子及種苗。
- 4.合格種子、種苗無法取得時，方可採用一般商業性種子、種苗。

四、蔬菜種類選擇

由於蔬菜種類不同對病蟲害的忍受程度也各異，因此宜選擇以抗病蟲害較強之蔬菜種類，如葉用甘藷、空心菜、葉萵苣、紅鳳菜、隼人瓜及較野生性的蔬菜種類等。十字花科蔬菜因病蟲害罹患率偏高，進行有

機栽培初期應盡量避免種植。

五、雜草控制方法

- 1.實施有機蔬菜栽培前園土應先徹底翻耕，並適量澆水，待雜草發芽生長約1-2星期後(開花結種子前)再予於翻耕一次，惟應視園區雜草生長量，重複上述步驟1-2次，以減少雜草來源。
- 2.栽培期間不得使用化學合成物質，應採以人工或機械中耕除草。
- 3.年栽培歷應採不同種類蔬菜輪作(最好與水田進行輪作)或栽培期間利用作物殘體(稻草、穀殼等)覆蓋以防雜草滋生。
- 4.不允許使用任何基因改造生物之製劑及資材。

六、肥培管理方法

- 1.實施有機蔬菜栽培前及每隔二年應採取土壤樣本送轄區改良場分析，以瞭解其土壤理化性及肥力狀況，以作為土壤改良及施肥管理之依據。
- 2.依前述分析資料土壤pH值低於5.5以下時，推荐施用石灰資材(副產石灰、矽酸爐渣及苦土石灰等)每年每公頃1.5—3.0公噸，並每隔二年檢測土壤一次，直至pH值提高到5.8-6.8之間時，即予停施。
- 3.依土壤肥力情況，基肥每期作施用腐熟堆肥(如雞糞堆肥、豬糞堆肥、牛糞堆肥、豆粕類或碗豆殘體堆肥等)3,000-20,000公斤/公頃(詳細使用量詳見4)，於整地或作畦種植前施用，並與土壤充分混合。有機質肥料重金屬含量應符合「有機農產品生產規範—作物」訂定之「有機農業灌溉水質及土壤、有機質肥料之重金屬容許量標準」。
- 4.堆肥施用量可依下列簡易公式估算而得；

堆肥施用量(公斤) = 氮肥推荐量¹⁾ × (100 ÷ 堆肥乾物中氮素成分) × (1 ÷ 堆肥水分含量%) × 2.0 或 1.25²⁾

註：1). 氮肥推荐量係指作物肥手冊所推荐之各種蔬菜氮素用量。

2). 牛糞堆肥、豬糞堆肥及一般堆肥氮素礦化率以50%計，所以用2倍量。雞糞堆肥及豆粕堆肥等以80%計，所以用1.25倍量。

範例1：

葉萵苣在施用低成分一般堆肥10-15公噸/公頃下，化肥推荐量為氮素100-120公斤/公頃，若選擇施用雞糞堆肥，如氮素、磷酐及氧化鉀含量分別為2.3%、2.0%及1.8%，水分含量為30%，則其計算方式如下；

$$100 \times (100 \div 2.3) \times (1 \div 0.7) \times 1.25 \div 7,700 \text{ 公斤/公頃}$$

$$120 \times (100 \div 2.3) \times (1 \div 0.7) \times 1.25 \div 9,300 \text{ 公斤/公頃}$$

以上計算而得每公頃施用雞糞堆肥約7,700-9,300公斤。

範例2：

例如某作物的氮肥推薦量約120 kg/ha，購買之有機肥料含氮素2.5%，含水量30%，現有一幢溫室面積約300 m²，則有機肥用量計算方法為120 (kg/ha) ÷ 10,000 (m²/ha) × 300 m² ÷ (1-30%) ÷ 2.5% × 1.25，合計此溫室約需250 kg的堆肥用量。

- 5.各種堆肥由於使用材料及混拌比例不同，其所含成分也各有差異，為使平衡養分的供應及防止土壤中重金屬的過量累積(特別是禽畜糞堆肥)，應選擇以不同材料製成之堆肥數種輪流施用。堆肥的製作方法請

參閱桃園區農業改良場編印之「有機農業之土壤培育及有機質肥料製造技術研習會專刊」。

6. 蔬菜生長期間若缺肥時可追施有機液肥，稀釋後噴施或灌施1-2次。若土壤鹽分累積過高時，可採用深耕、種植前不施或減施有機質肥料、澆排水洗土壤及種植綠肥作物收割移除等措施。

7. 有機液肥配製方法；有機液肥主要作為中後期追肥使用，因此，材料以選用含氮肥較高者為主，如黃豆粉、豆粕及米糠等，將此等材料利用尼龍網袋裝妥(不可過於緊密)，浸於適量的清水中，利用小型打氣機(觀賞魚缸用者即可)一天24小時通氣，並每天抖動尼龍網袋一-二次，大約二-三星期後即可使用，稀釋使用前應先採樣送當地農業改良場分析其成分，以作為稀釋倍數的依據。亦可利用製作堆肥時殘留之汁液，依上述打氣方式製作液肥。

8. 不允許使用任何基因改造生物之製劑及資材。

七、病蟲害防治方法

1. 不允許使用合成化學物質及對人體有害之植物萃取物與礦物性材料，應採行輪作及其他耕作防治、物理防治、生物防治及天然資材防治病蟲害。

2. 隨時清除設施週圍雜草，以減少病蟲媒介物。

3. 種植忌避或共榮植物；如大蒜、九層塔、皺葉薄荷、大波斯菊、萬壽菊及香茅草等，其抽出液或植株具有驅蟲效果。

4. 不允許使用任何基因改造生物之製劑及資材。

5. 病蟲害詳細防治方法請洽各試驗改良場所植物病蟲研究室。

八、其他應注意事項

1. 蔬菜硝酸鹽含量係受氮肥施用量及日照量等因子影響，為降低硝酸鹽在植體中累積，除應避免施用過量氮肥外，也應儘量避免在清晨或陰雨天時採收。

2. 蔬菜採收後殘體應徹底清理乾淨，以減少病蟲害的傳播，蔬菜殘體最好的處理方式為與其他有機材料混合後製成堆肥，回歸到農田土壤中。

3. 蔬菜園採收後土壤應徹底翻犁，並採強日曝曬數天，可減少部份病蟲害的罹病率，同時有助於土壤理化性及生物性的改善。

4. 其他有機蔬菜栽培之技術及適用資材(包括土壤肥力改良、病蟲害防治、雜草防治、生長調節及微生物)，請參閱行政院農業委員會公告之「有機農產品生產基準」所列之規範。

貳、有機栽培土壤肥培管理

一、簡易診斷法

(一) 土壤酸鹼值(pH 值)

土壤酸鹼值除了影響作物根系發育及對養分的吸收外，它也控制了養分在土壤中的轉換及養分有效性的高低，所以土壤 pH 值之研判為土壤肥力診斷的首要工作。雖然各種作物對土壤 pH 值的最適範圍及忍耐

性都有或多或少的差異，但土壤 pH 值過高(>pH 8.0)或過低(<pH 4.5)作物容易發生問題。pH 值低的酸性土壤，常由於下列的因子而導致不利於作物生長的低肥力狀況：

- 1.鐵、鋁及錳溶出量太多造成毒害。
- 2.有機質的礦化作用受阻，而減少養分的釋出。
- 3.磷被固定成為無效磷，降低磷的有效性。
- 4.鹼性陽離子(如鈣、鎂、鉀)及部分微量元素淋洗流失而導致缺乏現象。
- 5.鉬溶解度低，植物難以攝取利用。而 pH 高的土壤及石灰質土壤，除磷易被固定或形成難溶性的磷酸鈣沈澱，有效性低外，微量元素的缺乏亦常造成作物的生長不良。一般而言 pH 值在 5.6-6.8 的土壤因微生物的活性、根系的生長及養分的有效性均較佳，所以被視為最適合作物生長的 pH 範圍。

(二)土壤物理特性

土壤物理性是否良好？對作物根系發育及養分之供應均有很大的影響，要判斷土壤的物理特性，可從土壤排水問題、地下水位高低、土壤密實度、團粒構造及質地等等，配合作物的需要差異而判定。如旱作一般怕浸水，排水要好，地下水位不可太高，否則就需要做高畦。土壤物理性良好之土壤較膨鬆、保水性佳、通氣良好、容易翻犁耕作及水分多時也不易結塊等特性。因此要改善或維持良好之土壤物理性，除根據土壤不良原因之問題著手改良外，平時注意有機肥料適量施用也是一簡單可行之方式。

(三)土壤顏色

土壤顏色對作物生長的直接影響甚小，然而它卻是那些影響作物生長的土壤性質的指標，如有機質含量、排水狀況及通氣情形等，因此可藉土壤顏色來瞭解該土壤的性質及其土壤肥力。黑色土壤有機質含量高，排水狀況不良。暗棕色土壤有機質含量高且排水良好，土壤肥力狀況甚佳。紅色土壤有機質含量甚低且均屬酸性較強之土壤，但排水狀況良好。灰色土壤有機質含量低且排水不良，此類土壤之生產力低，只適合水稻之生長。黃色土壤有機質含量低但排水狀況良好，此類土壤養分供應力差，所以土壤生產力也差。

(四)適時適量施肥

栽培作物施用肥料是作物生長良好的條件之一，但如何適時適量施用，卻是大部分人最感困難的，由於因作物種類、品種、土壤肥力狀況及氣候條件不同，施肥量、施肥方法及施肥時期均有差異，施肥過量容易導致作物肥傷，施肥不足作物生長不良，施肥時期不對，肥料無法發揮其應有的肥效。因此，作物施肥除可根據「作物施肥手冊」推薦量(換算成有機質肥料)及方法，配合上述土壤狀況施用外，土壤及植體化學分析也是其重要指標。

(五)鹽類累積

污染及不當的灌溉，或是化學肥料過量施用，將引起土壤鹽類的累

積，診斷時可從表層土壤曬乾後，觀察是否有白色晶狀物產生，另外也可用電導度計測定，若電導度大於 4 mS/cm(飽和抽出)時多數作物生長受阻。土壤若有鹽類累積時，除應找出原因加以改善外，大量用灌溉水淋洗、施用植物殘體有機肥料、種植綠肥及輪植水稻也是排除障礙的良好方法。

(六)連作障礙

許多旱作常因連作造成問題土壤，其引起的原因，不外乎土壤物理、化學及生物上發生問題，宜注意是否連續種植同一種作物或相距太近。如蘆筍、西瓜、薑、茄科蔬菜等，不宜連作，如連作時易發生病蟲害及植株生長不佳，甚至幼苗死亡等現象。

參、本省土壤常發生的問題

一、土壤化學性

1.土壤酸鹼度：大多的作物均有其適宜的酸鹼度，一般為 6.0(表 1)，如果土壤太酸(pH<5.5)或太鹼(pH>7.5)，均對作物生長造成不良的影響，包括(1)磷被鐵、鋁產生難溶磷酸鐵及磷酸鋁結合，降低其有效性(2)作物根系生長受阻，降低水分及養分的吸收(3)溶出過量鐵、鋁、錳造成毒害(4)有機質礦化作用受阻，減少養分的釋出(5)鉬溶解低，造成參與的氮素同化作用受阻，其主要原因，包括施用過量的化學酸性肥料、酸雨、雨水大量淋洗或植物吸收大量陽離子。

表 1.各種作物適宜酸鹼值

作物種類	pH 範圍						
芋頭	4.7-7.2	黃瓜	5.5-7.0	櫻花	5.5-6.5	風信子	6.0-7.5
馬鈴薯	5.0-6.0	芹菜	5.5-7.0	吊鐘花	5.5-6.5	瓜葉菊	6.0-7.5
竹筍	5.0-7.0	蒜	5.5-7.2	萬壽菊	5.5-6.5	水仙花	6.0-7.5
南瓜	5.0-7.5	甜玉米	5.5-7.5	波斯菊	5.5-6.5	唐昌浦	6.0-8.0
草莓	5.2-6.5	萵苣	5.8-6.6	仙客來	5.5-6.5	小蒼蘭	6.0-7.0
筊白筍	5.5-6.0	洋蔥	6.0-6.5	菊花	5.5-6.5	仙人掌	6.0-8.0
茄子	5.5-6.0	蕃茄	6.0-7.0	聖誕紅	5.5-7.0	滿天星	7.5-8.5
芥菜	5.5-6.5	花椰菜	6.0-7.0	孤挺花	5.5-7.0	杜鵑花	3.5-7.3
蓮藕	5.5-6.5	波菜	6.0-7.0	三色堇	6.0-7.0	茶花	3.5-7.3
甜菜	5.5-6.5	豌豆	6.0-7.0	四季海	6.0-7.0	鳳梨	4.0-6.0
筍	5.5-6.8	蔥	6.0-7.2	棠	6.0-7.0	百合	4.0-6.3
菜豆	5.5-6.8	蘆筍	6.0-7.5	柏類	6.0-7.0	石竹	4.0-7.3
甜椒	5.5-7.0	胡蘿蔔	6.0-7.5	非洲菊	6.0-7.0	大岩桐	5.0-6.5
甘藍	5.5-7.0	白菜	6.0-7.5	紫蘿蘭	6.0-7.5	黃秋葵	5.0-6.5
青椒	5.5-7.0	韭菜	6.0-7.5	鬱金香	6.0-7.5	玫瑰	5.0-8.0
				矮牽牛			

改善對策：(1)一般以農用石灰(苦土石灰、白雲石粉、爐渣、蚵殼粉等)，視土壤酸化程度及石灰粒徑分布(細度)、中和力(表 5)，於作物收穫後與下作栽種前施用 1-2 噸/公頃，並犁入土中充分混合，不可一次施用過量，易造成微量元素缺乏。(2)種植耐酸或嗜酸作物，以節省土壤改良劑的施用，但產量低。(3)客土造成成本增加，而施用於表土，僅可改良表土酸性的問題。

表 2.農用石灰中和力

資 材	化學成分	鹼度	酸性中和力	特 性
碳酸鈣 (石灰石粉)	CaCO ₃	56	100	石灰石、白雲石磨粉而成，溶解度小，中和力緩但持久
消石灰 (熟石灰)	Ca(OH) ₂	76	136	生石灰吸濕或加水而成
生石灰	CaO	100	179	石灰石燒製而成，中和酸性能力強，具有殺菌、滅草及消毒功效，遇水生熱，不宜太近根系，對皮膚引起潰爛
白雲石粉 (苦土石灰)	CaMg(CO ₃) ₂	53-59	109	白雲石燒製而成，酸性土壤施用可提供鈣及鎂肥
矽酸爐渣	CaSiO ₃	34-45	60-80	製磷或生鐵殘留熔渣粉碎，含鈣、鎂、磷、硫、鐵、錳等元素，但亦有鉻、鈦、鎳等有害成分
石灰爐渣	CaSiO ₃	36-48	65-85	
貝殼粉	CaCO ₃	51	92	貝殼、蚵殼燒製磨粉而成，含鈉鹽，需注意施用量
蟹殼粉	CaCO ₃	21-26	38-45	
石膏	CaSO ₄ ·2H ₂ O			微溶於水，粉末越細，效果越佳，施用於鹼性土壤，可與鈉結合減輕毒害

鹼度=%CaCO₃+%MgO×1.39

酸性中和力以石灰石粉的鹼度為 100 時，各資材的鹼度相對值

使用石灰資材注意事項：

(一)施用量：

少量多次施用，逐步改良土壤，勿一次施用過量石灰。

石灰用量參考：pH 5.5 ~ pH 5.0：40 ~ 80 公斤/每分地

pH 5.0 ~ pH 4.5：80 ~ 120 公斤/每分地

pH 4.5 ~ pH 4.0：120 ~ 160 公斤/每分地

(二)施用方法：

避免與其他肥料同時施用，種植前撒施於土壤表層，再以中耕機翻土充分混合均勻，灑水使土壤保持濕潤，利於土壤 pH 值平衡，平衡時間約一週以上再進行施肥及種植等工作。

2.土壤有機質缺乏：多雨高溫高濕的環境，使土壤有機質分解快速，造成作物產量降低，故施用有機質肥料或種植綠肥對土壤的功效如下所述(1)改善土壤團粒構造，使土壤鬆軟，促進其通氣、排水及保水能力(2)釋出植物所需之養分(3)增加土壤緩衝能力(4)吸附及交換植物所需的養分(5)提供土壤有益微生物的活動(6)顏色深黑有助於吸熱。

A.品質優良有機質肥料

- (1)方便搬運及施用：(a)含水率 $<35\%$ ，過高及過低均會影響微生物的活性。(b)無惡臭，堆肥主要臭氣為氨硫化物有機酸醛酮與醇，正常好氣條件下不會造成累積。(c)完全腐熟堆肥有芳香味，施用上亦較衛生。
- (2)對作物及土壤的影響：(a)適宜的碳氮比為 17~25，碳氮比過高 >33 ，造成微生物大量繁殖，與作物競爭氮素，導致作物缺氮，過低 <17 ，產生礦質化作用，有機物分解快速，對土壤改善效果有限。(b)不含毒物質：有機毒物的標準，包括多氯聯苯、酚、硫化氫等，目前尚未訂定，美國對多氯聯苯上限為 2ppm，日本以抽出液則需 $<0.03\text{ppm}$ 。(c)重金屬鎘、鉻、鉛、鎳、銅、鋅、砷及汞全量需低於 5、150、150、25、100、500、50 及 2ppm，尤其是豬雞糞飼料中需注意所添加的硫酸銅、鋅殺菌劑。(d)堆肥高溫(50~70⁰c)，3~5 天以上可殺死大多數的病源菌、寄生蟲卵及雜草種子。

B.有機質肥料的種類與特性

- (1)禽畜糞尿：新鮮尿液碳氮比 <10 ，需稀釋 3~5 倍直接施用，但長期施用造成鈉鹽的累積，使土壤物理性變差，一般禽畜的碳氮比介於 10~15 間，而畜糞則介於 15~20，雖可直接施用，但易產生環境衛生及蒼蠅滋生的問題。
- (2)動物質肥料：除蚵殼粉以外，碳氮比均介於 5~8 之間，可視為氮及磷肥的速效性肥料，將不能食用的魚產加工製成的為魚肥，因各魚種間的差異極大，一般氮 7~10%，磷酐 4~10%，而鉀肥含量則較少，若將動物骨骼經碎骨、脫脂等加工製成則稱為骨粉，一般氮 4%，磷酐 22%，氧化鈣 28%。
- (3)蒿桿堆肥：以稻草、玉米稈、蔗渣等非豆科製程的堆肥，一般碳氮比 60~100，不可直接施用於土壤，易造成作物缺氮素。
- (4)油粕類堆肥：氮素含量高而缺磷鉀，成本較高，碳氮比低，於土壤中分解迅速，屬於速效性肥料，但未經堆肥過程，易產生環境衛生及蒼蠅滋生的問題。
- (5)海鳥糞：可分為兩種，於雨量少地區，氮含量較高約 11~16%，磷酐 8~12%，氧化鉀 2~3%，雨量較高且高溫地區，氮 4~6%，磷酐含量較高約 20~25%。
- (6)綠肥：綠肥作物以豆科田菁、苕子、太陽麻、紫雲英、魯冰(羽扇豆)、埃及三葉草、虎爪豆、大豆類及非豆科油菜、蕎麥最常見，一般碳氮比 <25 可直接施用於土壤。
- (7)商品堆肥：主要為稻草、稻穀、蔗渣、玉米桿、太空包、樹皮等碳氮比高混合動物排泄物，適宜水分(60%，手握有水滴從指尖溢出)，適度翻堆，經微生物分解，碳氮比 25，水分含量 35%。

3.土壤養分不均衡：不均衡或過量施用化學肥料，造成土壤鹽類累積，或元

素間發生拮抗作用，引起元素吸收障礙及植體內代謝等問題，使植物生長不良，例如氮肥施用過多，植物徒長，枝葉茂盛，易遭病蟲為害，不易開花結果，造成產量降低；磷肥過多，生長變慢，造成微量元素缺乏；鉀肥過量時，造成鈣、鎂肥的缺乏。解決的方法，(1)了解作物及耕地土壤的特性，予以合理的施肥(2)配合不同輪作系統，再以合理化施肥(3)拮抗所引起的元素缺乏，減少不當的施肥，並適時補充缺乏的元素，例如鉀過多，即減少鉀肥的施用，增加鎂肥的施用。

- 4.鹽類累積：長期不當的施用過多的化學肥料，或引用污染的灌溉水，均會造成鹽害，尤其是設施栽培最為嚴重，一般土壤 EC 值適用範圍(表 3)，對土壤及作物產生不良影響(1)鹽害常為高 pH、高鈣及高鈉，造成其他元素有效性降低(2)鈉離子含量過高使土壤物理性變壞(3)灌溉水或地下水鹽分過高，不利作物根系水分的吸收，易產生缺水或凋萎現象。如土壤鹽害發生其解決的方法(1)以水旱田輪作方式，洗除多餘的鹽類(2)種植耐鹽性強的作物(3)施用有機質肥料，增加鹽類溶解，並增加土壤透氣性及滲水性(4)客土來稀釋鹽類累積及重金屬的問(5)將鹽類聚集的表土鏟除，再適量的補充肥料(6)降低地下水位及改善排水狀況可減少土面蒸散及鹽類聚積(7)種植蔓性覆蓋作物，減少地表水分蒸散，進而降低鹽分上昇(8)沿海地區築防坡堤及防風林，以阻絕鹽類進入。

表3.壤電導度分級

電導度等級	水飽和土壤	土水比 (1:2)	土水比 (1:5)	說 明
I	0~1	0~0.25	0~0.10	肥力偏低
II	1~2	0.26~0.50	0.11~0.25	肥力略低
III	2~4	0.51~1.25	0.26~0.60	適合作物生長
IV	4~8	1.26~1.75	0.61~0.80	肥力略高
V	8~16	1.76~2.00	0.81~1.00	肥力偏高
VI	>16	>2.00	>1.00	作物易受害

- 5.重金屬污染：重金屬在土壤中不易移動及分解，一旦遭到污染則不易復原，影響微生物活動及養分吸收，如植物吸收過多，藉由食物鏈對人體有害，其來源為肥料、農藥及有機廢棄物，改善方式(1)施用石灰資材，使土壤 pH 為中性，以降低重金屬有效性(2)施用有機質以增加土壤的吸附(3)利用客土或翻土以降低重金屬含量(4)污染地種植非食用性的植物。

二、土壤物理性

- 1.表土流失：主要發生在山坡的果園，因未以草生或覆蓋栽培，不僅造成優良表土流失，致使肥料的浪費，更會使水庫及河川污染或泥沙積，所以果園應以草生栽培為最佳，將草砍割後覆蓋或犁入土壤，不僅可增加土壤有機質含量，又可使土壤變鬆，提高其保肥效果。
- 2.排水不良及土壤壓實：土壤主要由砂粒、粉粒及黏粒構成，理想狀況由 50% 固體(45%礦物質及 5%有機質)，50%孔隙(25%氣體及 25%液體)所構成，當土壤受到壓實，易造成下列情形(1)根系伸展及水分、空氣流通受阻(2)水分滲透速率降低。改善方式(1)深耕方式以打破壓實層，並增加土壤滲水性，

但低窪地區不宜使用此法(2)可藉由明溝或暗管排水(3)施用有機質，降低土壤壓實現象(4)可採取高畦栽培(5)施用石灰資材，增加土壤絮聚以減輕耕耘所造成的壓實(6)藉由蚯蚓的鑽動，使土壤疏鬆增加土壤通透性(7)避免重型農機過度壓實。

- 3.土壤構造不良：因長期使用重型農業機械，造成土壤過度壓實，使團粒構造不良，故可增施有機質肥料及石灰質材料，配合深耕，處理以改善土壤構造不良。土壤太砂或太粘：土壤太砂則保水性及保肥力差，太粘則土壤孔隙度低，濕時如泥漿，乾時如石頭，可施用有機質改善之。

三、土壤生物性

- 1.固氮微生物：植物不能直接利用氮氣，氮素佔空氣 80%，固氮菌與作物的關係共有(1)豆科與赤楊形成共生固氮菌(根瘤菌、共生藍綠藻)(2)非共生游離固氮菌(螺旋藻)(3)協同共生(禾本科)。
- 2.菌根真菌：包括內生、外生及內外生三種，可增加根系對養分的吸收，一般以內生菌根菌最多(囊狀體-叢枝體內最受重視)。
- 3.溶磷菌：施用於土壤中的化學磷肥，易與土壤中的陽離子結合為難溶的磷化合物(鹼性土壤：磷酸鈣，酸性土壤：磷酸鐵、鋁)且磷肥移動性慢，易在土壤中累積，故施用溶磷微生物，可溶解土壤中不易溶解的磷化合物，不同菌種間的差異極大，溶解鈣磷未必可溶解鐵磷。