

有機質肥料的種類與合理施用 (上)

化學肥料的使用，在早期對台灣農業確實有其貢獻，然而長期濫用的結果，卻造成土壤高度酸化與硬化，導致土壤養分流失，造成作物體質殘弱。近年來，科學家已瞭解化學肥料的種種害處，開始鼓勵回歸以自然有機肥料施肥的有機農法，杜絕使用化學肥料及農藥，以改善土壤環境並供應所需養分，進而維持生態環境之平衡。

有機肥料富含大量的有機物質，長期施用可改善土壤通氣性、保水性，增強作物耐寒、耐暑、耐旱能力與抗病蟲害能力，對產量與作物品質的提高效果顯著。

有機質肥料的效用

一般而言，有機質肥料和土壤肥力的關係，可由其對土壤物理、化學及生物性3方面的影響加以說明。

一. 土壤物理性

1. 增進土壤團粒形成，降低土壤流失

有機質是長鏈的有機化合物，易於和土壤黏粒膠結在一起，利於使土壤中黏粒、粉粒和砂粒結合成穩定的團粒，使土壤不致因吸水崩解流失或阻塞土壤孔隙，有利於土壤的導水及通氣，讓植物的根系

有良好的生長環境。尤其極端質地的土壤，更需要有豐富的土壤有機質，促使形成良好的粒團作用，才能改善土壤性質，否則太黏或太砂，土壤作物生長困難，耕作亦不易。

2. 增加土壤保水、排水及通氣

有機質的吸水力強，其吸水量為本身重量數倍之多，因此可以增加土壤有效水份的保持，尤其砂質土壤。當土壤團粒構造良好，則導水良好，使土壤能快速將灌溉水引導進入深層土壤，使作物吸收，當降雨量過多或灌溉水過多時，讓多餘的水排出植物根系外。增強保持有效水分的能力，可以減少灌溉次數及降低乾早期的缺水現象。

3. 調節土壤溫度

有機質具有各種有機化學上所稱之官能基，及其顏色較暗，能將光能吸收變成熱能，因此，一般有機質含量高的土壤，土壤溫度亦較高。在高緯度或高海拔等地溫較低地區，增加土壤有機質含量，可以使作物生長提早。

二. 土壤化學性

1. 提高土壤保肥能力

有機質含有許多化學反應的中心，具高的陽離子交換容量 (約 200 - 400



收割後水田浸水



茶園敷蓋花生殼



有機茶園草生栽培



花生採收後植株殘體



焚燒稻草



山藥敷蓋銀黑布

cmol/kg)，所以有強的保持陽離子態養分的能力，如銨、鉀、鈣、鎂等大量元素及銅、鋅、錳及鐵等微量元素；同時也含帶正電荷化學鍵，可和陰離子態養分，如磷酸根等結合，減少這些植物養分元素流失或被土壤固定成無效態，提高作物吸收的機會。

2. 提高肥料的有效性

有機質具鉗合功能，對養分可以吸持，避免養分沉澱，並增加其在根圈移動性，提高肥效。其長鏈可進入黏粒之片狀晶體間，降低雲母類礦物在土壤乾濕交替時對銨及鉀之固定。土壤團粒作用，不僅可以促進排水，其內部土壤可以保持較還原態，此現象可以促進高氧化態低溶解度鐵及錳，局部轉變成較高溶解度之還原態，因而提高鐵及錳的有效性。同時，有機質分解產生的有機酸(如草酸、乳酸和酒石酸等)和碳酸，可以促進難溶性鐵、錳的溶解及鉗合鐵、鋁的功能，因而使施用的磷肥固定減少，磷肥的有效性增加。

3. 增加緩衝能力

有機質具有高的陽離子交換容量及部分陰離子交換容量，因此，當肥料施入時，可以因吸持而降低土壤溶液濃度，降低因大量灌溉水或雨水之淋洗；

當肥料過量施用時，可以降低肥傷。

4. 解毒

當農藥或有害重金屬進入土壤時，有機質的強吸附力，可以與重金屬鉗合、吸附或離子交換等，使之沉積；又腐植質對有機磷和有機氯等農藥有極強的吸附作用，可以降低農藥的蒸發量，減少農藥被淋洗滲入地下量，因而減少對大氣和水源的污染。

三. 土壤生物性

1. 提供土壤微生物與作物的養料

有機質是土壤微生物生命活動的能源，土壤有機質含量高，所含微生物的種類與數量較多，可以促進有機物分解而釋放出作物所需的無機營養。

2. 降低病蟲害侵襲

土壤微生物往往會相生相剋，有些土壤微生物可以殺死對作物有害的微生物而減少作物的發病率，甚且某些真菌和放射菌可以侵入線蟲，殺死線蟲。不同有機質會使某些細菌特別活躍，這是某些作物不能連作的原因之一，也因此施入不同有機殘體及綠肥，可以減少作物發病。反過來說，施用的有機肥的成分是需要有所選擇的，才不至於有反效果。例如：大豆的某些病原菌和唐菖蒲相同，所以種植唐菖蒲時，避免使用前期種植大豆的田或大豆的

殘體。

3. 促進作物生長

有研究指出土壤有機質的結構類似植物生長素，而促進作物生長。另外土壤有機質多時，可以保護土壤微生物及酵素活性，並且能分解人為或天然的毒物質，因而促進作物生長。

有機質肥料品質

有機質肥料是一種資源的再利用，若有機廢棄物不被農民利用或不為土壤所消化，它勢必排放至環境中，既造成資源的浪費，又引起大氣、水體及土壤的污染。於是現今堆肥的主要目的已經不是為了提供養分，而是解決廢棄物的無害化。因此，將廢棄的有機資材經適度的翻堆可達到無害化的需求。

有機質肥料的優劣，往往影響施用後對土壤、作物和周遭環境的衝擊，進而影響到農友購買和使用的意願。優質有機肥的基本要求包括：(1) 具有供應植物所需養分、改善土壤構造、調節土壤水分、通氣和溫度、活化土壤中磷肥等多重功能。(2) 具有增進作物產量及提高產品品質的雙重功效。(3) 友善周遭環境，不產生異味。(4) 對外在環境之衝擊具緩衝能力。(5) 產生不利之副作用越少越好。

經堆肥化的有機質肥料，其品質依使

用目的而有所不同：

一. 以供應養分為目的的品質

用堆肥取代化學肥料以供應作物生長所需 (尤其是氮、磷、鉀三要素)，此理念常被用於純有機栽培。由於堆肥所含三要素含量與化學肥料比起來差很多 (如尿素含氮量為 46%，而一般堆肥僅 1.5 - 2.5%)，並且需經微生物將其有機態礦化成無機態才具有和化學肥料相同的效應，故如果完全要以有機質肥料來取代化學肥料，需要相當大量的堆肥及適於礦化作用進行的條件來配合。所以完全迎合作物養分需求所估算的堆肥用量將甚為龐大 (可能需 100 - 200 公噸/公頃)，同時大量的施用會造成難以補救之後遺症，如鹽分或重金屬累積過量而破壞土壤品質和降低土壤生產力。因此，以供應養分為目的的堆肥應具備下列條件。

1. 營養分供應量大，釋放養分的速度快

選用三要素成分含量高，碳氮比低 (< 17) 的有機質，因礦質化作用大於生物固定化作用，故可快速釋出養分，供作物吸收利用，如粕肥、禽畜糞堆肥、動物質肥料等。

2. 腐熟度高

新鮮或未完熟的有機肥，一旦施用於土壤中，可能因釋放出毒物質傷害根



有機栽培網室



錯誤的有機肥施用方式



不適宜的施肥方法



稻草回收

部、產生惡臭、蚊蠅孳生，以及帶來植物的病原等，因此，施用有機肥時必需注意來源，避免使用來路不明的有機肥，且必須是醱酵腐熟的。用高養分含量 (C/N < 10) 資材製成追肥用有機肥 (如伯卡西肥) 時，則採淺發酵處理即可。切記生雞糞不可使用。

二. 以土壤改良為目的的品質

堆肥富含有機質，施用於農地中，除了可供應部分作物所需的養分外，對土壤性質改善功效為化學肥料所無法比擬的。一般而言，堆肥施用對土壤物理、生物和化學性質之改善比它在養分供應上貢獻更大。最正確且合宜的肥培管理對策應為利用堆肥來改善土壤性質及持久的釋出作物所需養分，並配合化學肥料的速效特性，如此方能營造出和諧、合理、環保且永續的農業生產型態。改善土壤性質為目的的堆肥品質應具備下列條件。

1. 有長期效用的特徵

改良土壤性質的有機肥應具備抗分解的特性。通常含肥分少，粗纖維及木質素含量高的資材，如蔗渣、泥炭、太空包、樹皮堆肥、腐植酸類等。

2. 穩定性高的特性

新鮮的高碳氮比有機資材，需先經堆肥化過程，使其穩定，以避免施用後，因生物固定化作用，造成作物缺氮現象。

另外一些甲殼及貝殼類，含有高量的鈣及幾丁質，可以磨成粉末施用，有減輕作物土壤病害之效果，如番茄的萎黃病，一些作物的根腐病、蔓割病等。此類資材，不是在供給作物養分，亦被稱為有機質土壤改良劑。

優質有機質肥料具備條件

一. 方便於搬運、施用

1. 含水率在 35% 以下

當含水量降低至 35% 以下時，微生物的活動停止，堆肥得以長期保存，確保品質不變，並且利於運輸與施用。

2. 沒有惡臭

堆肥臭氣主要來自氨、硫化物、有機酸、醛、酮與醇類，有機酸、醛、酮與醇類在好氣堆肥化條件下將會分解不會累積。

3. 衛生、無污穢感

完全腐熟的堆肥具芳香味，含有大量好氣性菌，即使添加水分亦不再產生發酵熱。



稻草覆蓋

二. 對植物、土壤具安全性

1. 合宜的碳氮比

碳氮比較高 (> 33) 的有機肥，施入土中，於進行分解的過程中，微生物會吸收利用土壤中的氮，導致微生物與種植作物競爭氮素，造成作物缺氮。碳氮比較低 (< 17)，則發生礦質化作用，由有機物分解釋出植物所需的養分，有機物的分解消失快，改善土壤理化性質有限，因此，合宜的有機質肥料碳氮比設定在 17 - 25 之間。

2. 不含毒物質

包含多氯聯苯、酚、硫化氫、甲烷、有機酸等，我國尚無具體規範，美日則僅對多氯聯苯訂定上限標準，美國為 2 mg/kg，日本則以水抽出液中，多氯聯苯需低於 0.03 mg/kg。

3. 不含有害成分

重金屬成分鎘、鉻、鉛、鎳、銅、鋅、砷及汞全量分別小於 5、150、150、25、100、500、50 及 2 mg/kg，才真正符合堆肥無害化。豬雞糞因飼料中添加硫酸銅、硫酸鋅為殺菌劑，導致糞便中有高量的銅、鋅，需注意嚴加控管。

4. 沒有病原菌、寄生蟲卵與雜草種子

堆肥堆內溫度保持 50 - 70°C，3 - 5 天以上，則多數病菌、寄生蟲卵及雜草種子均可殺死。因此，廢棄有機物無害化指標為溫度是否升高，且持續一段時間而定。

三. 對植物生長及土壤性質有幫助

1. 肥料成分含量高。

2. 可改良土壤理化性質及生物相。

3. 肥料本身不宜太酸或太鹼。



(待續)

品質優良與劣質堆肥的特性比較

| 項目 | 優良堆肥 | 劣質堆肥 |
|---------------------------|------------------|-------------------------|
| 腐熟度 | 完全腐熟 | 未完全腐熟 |
| 微生物相 | 好氣性菌 | 厭氣性菌 |
| 分解 | 氧化反應 | 還原反應 |
| 氣體產生 | 二氧化碳 | 甲烷、硫化氫、氨氣 |
| pH值 | 微鹼性或中性 | 酸性或鹼性 |
| 溫度 | 和緩上升 | 冷涼或高溫 |
| 顏色 | 茶褐色 | 黑色 |
| 氣味 | 芳香、甘甜味 | 惡臭、腐酸味 |
| 肥料成分 | 較為穩定 | 變異大 |
| 毒性物質或有害成分 (如重金屬、有機毒物質) | 不含或僅含少量，但均低於安全標準 | 含量超過安全標準 |
| 水分含量 | 適量 (便於運送且不會污染環境) | 過高 (不利裝袋及運送，且會污染環境) |
| 雜草種子 | 已被殺死或不存在 | 存在且具發芽能力 |
| 寄生蟲卵或幼蟲 | 已被殺死或不存在 | 存在且會孵化成蟲 |
| 病原菌 | 已被殺死或不存在 | 仍存活(施用後會造成病原菌之傳播) |
| 作物生育 | 可增進作物產量和品質 | 負面效應大於正面效應，甚至會造成作物減產或死亡 |
| 土壤品質 | 提高土壤品質，改善土壤性質 | 降低土壤品質 |
| 不純潔物 | 甚低 | 存在且超過標準 |