

桃園區農技報導

堆肥製作與施用技術

羅秋雄



改良型通風式堆肥箱製作堆肥

前言

台灣位於亞熱帶地區，氣候高溫多濕，加上農民高度密集的利用土壤栽培作物，致土壤中的有機物質加速分解消耗，依據國內土壤調查資料顯示土壤有機質缺乏(3% 以下)之耕地面積約佔70%。耕地土壤由於缺乏有機質致使生產力降低，而農民為維持作物之產量，經常增加化學肥料之施用量，不僅造成肥料浪費，甚而導致作物品質降低，病蟲害增加及環境污染。因此，要長期維持土壤生產力及肥效，提高作物產量及品質，就必須施用有機質肥料維持土壤有機質之適當含量。農畜產廢棄物為一極佳的有機資源，自古以來即為農家堆肥材料及栽培作物所需肥料的重要來源，唯近幾十年來由於化學肥料的開發及應用，施用有機質肥料作為作物的營養源幾乎完全被化學肥料所取代，而近年來農畜產的企業化經營，導致大量的農畜產廢棄物排放對環境污染造成的壓力更是與日俱增。因此，政府為兼顧農畜產業的發展及對生活環境品質的維護，除積極獎勵農畜產廢棄物資源化回收利用，以減輕對環境污染的壓力外，更希望藉著有機資源的回歸農田，改善土壤理化性質，增進土壤肥力，進而提昇作物品質及產量，以永續農業生產。

堆肥的功效

堆肥富含有機物質及養分，其對土壤具有下列功效：1. 改善土壤構造：有機質使土壤變鬆，增加土壤微生物量，促進土壤團粒化作用，使土壤構造變好。2. 增進土壤通氣性：土壤構造變好，可增加土壤的通氣量，同時使根系間之二氧化碳易於擴散出去。3. 增加土壤保水力：堆肥本身具有很強的吸水性，可提升土壤保水力。4. 提高土壤溫度：堆肥的顏色較深，能吸收較多的熱量，提高土壤溫度。5. 供應作物營養及能量：有機物分解時，產生無機營養（如氮、磷、鉀及微量元素等）及有機營養（如氨基酸、醣類等），並放出二氧化碳，部分可供作物光合作用的應用基質。6. 增加土壤保肥力：土壤中之營養元素在有機質表面貯存，形成可交換性的形式，尤其對含粘粒少之土壤更為重要。7. 有機物質之分解產物促使無機營養成分的轉換，增加其有效性。8. 提供微生物的營養及能量：大量之有機物質進入土壤中，可促進微生物之活動，加速有機物質之分解，提供作物所需之營養元素。9. 腐熟的堆肥可緩和土壤傳播性病原菌對作物生長的危害。

堆肥製作

任何有機物質均可作為製作堆肥的材料，惟已遭受重金屬污染的材料應避免使用，以免造成農田土壤二次污染。

一、材料粉碎

製作堆肥之有機資材除非過於粗糙有礙堆積發酵作業（如稻草、樹枝等），最好以不粉碎為宜。

二、材料碳氮比(C/N)調整

堆肥材料C/N比值在30-40左右時，最有利於堆肥的發酵腐熟，材料C/N比值計算方式為有機碳(%)÷氮含量(%)，如牛糞有機碳含量43.5% 氮含量為2.2%，則其 $C/N=43.5\% \div 2.2\% \approx 19.8$ 。但僅知該材料的有機質含量而不知其有機碳含量時，可藉由公式計算而得，即有機碳(%)=有機質(%)÷1.724，例如牛糞有機質含量75%，則其有機碳(%)=75%÷1.724=43.5%。

三、材料混拌

有機材料堆積前必須確實混拌均勻，混拌時粗質地材料應先置於下方，細質地材料則置於上方，量多時可用鏟裝機翻拌，量少時則用平鏟翻拌，直至均勻為止。

四、水分調整

在材料混拌之同時添加水分，水分含量大約為50-60%（手握緊材料時水會滲出，但不會滴下），再利用改良型通風式堆肥箱或一般堆肥製作方式堆積。唯利用一

般堆肥製作方式堆積時，堆積期間若水分不足應適量添加。

五、堆肥體積

堆肥堆體積太小溫度不易上升，體積過大如不勤於翻堆時也容易造成厭氣發酵，因此最適當之體積約為六立方公尺，即長2.5公尺、寬2.5公尺、高1公尺。

六、翻堆

堆肥堆積發酵期間由於微生物的作用會產生高熱，即堆肥的溫度會隨堆積時間而增高，升高至一定溫度後便不再上升，然而堆肥溫度持續保持如此高溫，將使微生物的繁殖受阻（氧氣量不足）造成厭氣發酵，進而影響堆肥的品質，因此堆肥堆積期間應視實際需要加以翻堆，以利通氣。一般堆肥翻堆的適當時間是在溫度上升至60-70°C（插立鋁合金溫度計）維持約二天後進行。利用改良型通風式堆肥箱堆積則不需翻堆（該堆肥箱已設有通氣系統）。

七、堆肥腐熟度判斷

（一）溫度：

堆肥堆積一段時間後，翻堆後溫度不再上升而維持接近室溫，即表示堆肥已完熟。

（二）發芽試驗：

堆肥用20-30倍溫水抽出（5克堆肥加100-150CC水），萃取時間3小時，以抽出液澆濕濾紙後播種蔬菜種子，濾紙濕度不足時再以抽出液補充水分，觀察其發芽及生長情形。

（三）作物生長試驗：

堆肥成分較低時可直播小白菜或菠菜，以觀察其發芽及生長情形，堆肥成分較高時可用50%土壤加50%堆肥混合後播種。

八、堆肥堆積方式

堆肥堆積方式選擇具代表性三種說明如後，分別適用於個別農戶、產銷班及大型堆肥製造場，均可在短時間內處理農畜產廢棄物製成堆肥。

（一）改良型通風式堆肥箱

改良型通風式堆肥製造技術是靠一套可自行組合之堆肥箱，其大小規格為長×寬×高=1.5公尺×1.2公尺×1.5公尺=2.7立方公尺，組合後即可將加水調理好之堆肥材料堆置其中，剛開始約每1-2天通氣1小時，1週後則每隔2-3天通氣1小時，第3週後則每隔4-5天通氣1小時。若以牛糞、太空包木屑、穀殼、稻草、米糠等材料製造堆肥，大約需要1.5至2.5個月即可腐熟。本堆肥箱的最大特色在於免翻堆，且符合環境衛生，可避免遭受雨水淋洗，其每次製造量約可供0.4-0.5公頃之蔬菜園所需之堆肥。改良型通風式堆肥箱製作組合請參閱本場第20期桃園區農技報導。

(二)簡易堆肥舍(槽式)

簡易堆肥舍堆積方法係將長纖維材料(如稻草),利用剪草機切短,並與其他有機質材料如穀殼、木屑、雞糞、牛糞等利用機械攪拌混合均勻,並於攪拌混合時一併調整水分,水分含量約50-60%,再進行堆積,堆積期間約每隔7至10天用翻堆機翻堆一次,或利用通氣系統打氣,約2.5至3.5個月堆肥可堆製完成。

(三)天車式自動化翻堆

天車式全自動發酵翻堆設施包括翻堆機、天車主體、天車軌道及PLC自動控制系統等,其主要特性(1)全自動控制免除人力監控(2)堆肥與空氣接觸均勻促進堆肥發酵(3)翻堆處理量大,每分鐘約2.5公尺長×1.8公尺寬×1.8公尺高(4)翻堆深度1.0-1.8公尺(5)每次翻堆堆肥前進距離約1.5公尺。另外設置送風處理以輔助天車式翻堆機空氣進入量之不足,並加速堆肥發酵後期水分之蒸散。



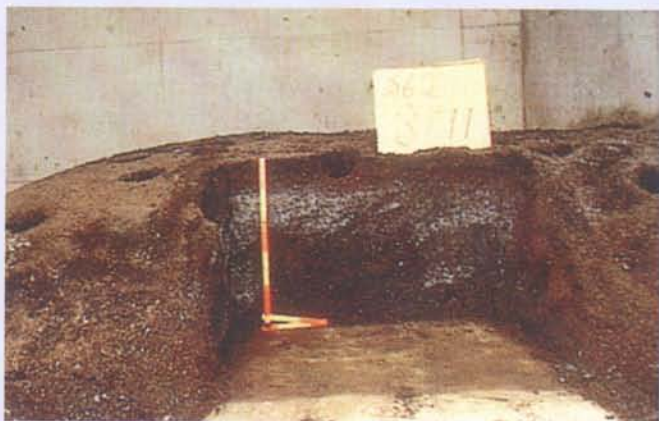
簡易堆肥舍(槽式)製作堆肥



天車式自動化翻堆式製作堆肥



任何未遭受污染的有機物質均可作為製作堆肥的材料



堆肥堆積發酵期間微生物增長情形



以手握緊方式測定堆肥材料水分含量



利用發芽試驗檢定堆肥腐熟度情形

優、劣堆肥特性比較

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	好氣性菌類繁殖	嫌氣性菌類繁殖
分解	氧化	還原
氣體	產生二氧化碳	產生甲烷及氨氣
雜草種子	無法發芽	會發芽
pH值	微酸性或中性	酸性或鹼性
溫度	和緩上升	冷涼或高溫
氣味	芳香、甘甜味	惡臭、腐酸味
顏色	茶褐色	黑色

堆肥品質

一般良好的堆肥其品質應符合下列各項要求：1.含有作物所需適量之營養元素(包括大量、次量及微量元素)。2.含有較高之有機質且穩定性高，植物殘體或泥炭有機質肥料較符合此一特性。3.無病原菌、蟲卵及雜草種子，堆肥體發酵時溫度達到60°C以上的高溫，可將其完全殺滅或致其無法發芽。4.腐熟度要高，施用未腐熟的堆肥，土壤水分適量時會進行二次發酵，產生高溫及有害物質，會影響作物根部的發育，同時產生臭味造成環境衛生的污染。5.不含有毒物質及過量的重金屬，依據肥料管理法肥料種類品目及規格一般堆肥(品目編號5-10)為例，規定砷(As)、汞(Hg)、鎘(Cd)、鉛(Pb)、銅(Cu)、鎳(Ni)、鉻(Cr)及鋅(Zn)含量，分別不得超過25 mg/kg、1.0 mg/kg、2.0 mg/kg、150 mg/kg、100 mg/kg、25 mg/kg、150 mg/kg及250 mg/kg。6.不易發生臭味。



施用腐熟度不足的堆肥作物易遭雜菌感染

堆肥施用

作物種類不同其所需的肥料量亦各異，其施用量可依據作物施肥手冊氮素推薦量估算而得，計算公式如下：
堆肥施用量(公斤)=氮素推薦量¹⁾×(100÷堆肥乾物中氮素成分)×(1÷堆肥乾物含量%)×2.0或1.25²⁾

註：1).氮肥推薦量係指作物肥手冊所推荐之各種作物氮素用量。

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，雞糞堆肥及豆粕等以80%計，所以用1.25倍量。

範例：

葉萵苣化學肥料氮素推薦量為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：

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

$120 \times (100 \div 2.3) \times (1 \div 0.7) \times 1.25 \div 9,300$ 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。由於各種堆肥所使用之材料及混拌比例不同，其所含成分也各異，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的堆肥數種輪流施用。



果園採用開溝覆土方式施用堆肥，可提高堆肥肥效



蔬菜、花卉等作物應於土壤翻耕前撒施，再進行翻耕混合，可提高堆肥肥效