

# 廚餘堆肥化技術及利用模式

台中區農業改良場 蔡宜峰

## 一、前言

縱觀人類文明發展，早在農業時代，人們已體認到回收自然資源再利用之妙用，並巧妙地運用到農業生產上，例如將作物殘渣及禽畜類排泄物等有機廢棄物回歸農田使用，化腐朽為神奇，以作為增進農田地力之手段。近年來，在環保意識抬頭及體認到珍惜自然資源之重要性，有機廢棄物處理方向，已經有朝『資源化』、『減量化』、『安全化』及『具經濟效益』等多元化策略加以利用的趨勢。因此將有機廢棄物經由適當的堆肥化處理，製作轉化成高品質的有機質肥料，正是最符合以上多元化處理的重要方法之一。

所謂堆肥法即利用廣泛分佈於自然界之微生物，在控制的條件下，將廢棄物中不穩定的有機成分加以分解，轉換為安定的有機質成分，即腐熟的堆肥，其在農業生產及保持地力上，兼具肥料及土壤改良的效益，故為廢棄物處理中重要的一環。堆肥法的優點在於不需要高度的技術、處理成本低、安全衛生、合於環境保全的原則，其缺點在於成品堆肥的品質較難控制，惟仍有待檢討評估及重新規畫之價值。本文內容中將針對家庭垃圾及廚餘之有機廢棄物，探討如何利用堆肥化技術加以轉化製作成有機質肥料，且討論到不同的堆肥化模式之利用方式及適用範疇，以供不同社區、機構團體或個別家庭之應用參考。

## 二、家庭垃圾堆肥化原則

- 1.勞力：**製作堆肥需有充足的勞力，簡單的機器（主指翻堆用的機器）雖可取代一些勞力，但此工作仍極需仰賴人力，而且購置機器亦非一般家庭所能負擔，且不符合經濟效益。
- 2.土地：**堆肥製作需有一定的作業面積，除堆肥材料本身所佔空間外，尚需有供翻堆或儲存用的空間。
- 3.時間：**堆肥化的過程頗為費時，且須視製作過程中翻堆、通氣及採用人力或機械等條件因子而決定，其中分解有機質的微生物繁殖及作用活性亦為重要影響因素之一。一般而言，堆肥製作至少需費時3至4個月。
- 4.材料：**大部份的有機廢棄物之容積比重小，此種堆肥材料之收集與堆積方式，不同材料間如何搭配，以及如何調配成最有利微生物作用的環境(如水分、碳、氮、磷素等之含量等)，均需慎重考慮。
- 5.水分：**為維持微生物活動之主要條件之一，製作堆肥時，需考慮水源的問題。
- 6.居民意願：**由於台灣地區單一家庭居住空間十分有限，且現今勞力日漸缺短，勞力成本亦頗高，致使自行製作堆肥的意願不大。而即使家庭欲自行製造堆肥，客觀條件的限制亦

很大，例如周邊居民配合意願，亦或環境空間條件等因素，都需事先規劃周全，以減少日後產生不必要之阻礙。

### 三、家庭垃圾堆肥化技術要領

堆肥製作過程是把有機廢棄物予以適當堆積，在控制條件下，利用微生物作用，將有機材料醱酵分解，轉變為有機質肥料。有機廢棄物在適當的條件下堆積醱酵，可以縮短有機物分解的時間，而生產出物理性狀均一，化學成分穩定的高品質有機堆肥。茲將堆肥化之技術要領敘述如下：

#### (一)碳氮比

有機廢棄物中碳氮比是一個非常重要的因素，堆肥化過程中，微生物需要碳素當作生活能源，同時也需氮素來維持生命及建造體細胞，適合於微生物之碳氮比介於20:1至30:1，碳氮比太高時，會因氮素缺乏，致使微生物無法大量繁殖，堆肥化過程進行相當緩慢。如果碳氮比太低，微生物分解出過多之氨，而易從堆肥中逸散，導致氮素損失。堆積過程進行時，有機廢棄物中之碳氮比逐漸減少至20:1左右。

#### (二)通氣

堆肥化作用以好氣性分解較佳，充分供給氧氣為基本條件，氧氣可經由翻堆或打氣方法，進入堆積有機物之中，而形成好氣狀態。堆積氧氣之需求量，依有機廢棄物性質、水分含量、溫度、微生物族群大小等不同而有差別。為要控制通氣性，通常都要調整堆積物之大小長短，使其適於通氣，或者調整水分含量，加入樹皮、鋸屑、穀殼等添加物，來改進通氣效率。

#### (三)水分

堆肥化過程中，堆積材料中之水分含量為維持微生物生命及活動重要因子。適當的水分含量為60%，這種程度可使水分供應無缺，同時也獲得充分之氧氣。過多之水分因把堆積材料中之結構破壞，小孔阻塞，阻擾氧氣之供應與二氧化碳之外逸，有機酸等有害物質累積，有機物分解停頓。

#### (四)溫度

溫度是反應堆積材料中某一層次之微生物活動情形，當堆肥化過程進行正常時，初期溫度急速升高達60°C以上。這種高溫維持一般時間，然後逐漸下降至周圍溫度，溫度之升與降，反映出不同有機物之分解階段，作用的微生物先為嗜溫與耐高溫者，然後是中溫者(60°C以下)擔任腐熟之作用，爾後隨堆肥逐漸腐熟，溫度呈下降乃至恆溫。

#### (五)酸鹼值(pH)

一般有機材料分解醱酵的pH值容許範圍相當廣，由pH 3~11之間均可進行。但以pH 5.5~8.0較適宜。通常堆肥的pH值不易由外來添加物而改變，在醱酵初期如堆積材料之pH過高易導致氮素的揮發。當堆肥完全腐熟時其pH值會呈近中性或微鹼性。

#### (六)微生物菌種

微生物擔任有機物分解與堆肥穩定化之重要角色。不同的堆積材料如能接種適當的微生物菌種，可以加速堆肥醱酵。惟最有效率之堆肥化堆積法，為維持微生物最適宜之生長條件，使微生物充分的活動繁殖。



## (七)腐熟度

由於堆肥腐熟程度的高低將影響施用堆肥的安全性，但有關堆肥腐熟度仍需若干化學成分分析法作為依據標準，一般較常用者有(1)碳氮比必須低於20，(2)還原糖比率必須低於35%，(3)陽離子交換能力漸趨近於100毫克當量/100克土，(4)固定態氮含量趨近於1.6%。另外如種子發芽率指數達到60%以上。或外觀判別，堆肥腐熟時其結構疏鬆，呈褐黑色，沒有臭味而呈泥土香氣均可以作為堆肥腐熟的依據。

## 四、家庭垃圾堆肥化應用模式

有機廢棄物堆肥法至今已開發出許多種不同方式，從自然堆積法到機械自動堆肥法等等；不勝枚舉。本文僅針對家庭或小型社區適用之堆肥法，提供若干方式予以討論，一般家庭或社區可依不同堆肥之特性，選擇較適用之方式予以實施。

### 1.自然堆積法：

在空曠地採開放式自然堆積方式，將有機材料混合堆放，且添加微生物分解菌種及調整適當水分後，任其在自然空曠地堆積分解，惟堆積高度維持1.5-2.0公尺為宜，且堆積過程中仍注意保持水分含量，也可以施予適當的翻堆，以增加堆積材料中空氣含量，可以促進微生物之分解。本堆積法較適用於大型開放空曠地區，且不慮影響周邊環境者。

### 2.槽式堆積法：

在適當地點用紅磚或空心磚間隔出若干堆積槽，高度以維持1.5-2.0公尺為宜，長寬則視有機廢棄物收集量而定，一般建議以2-3周內能收集的體積量而決定，另設置堆積槽數亦視所收集的有機廢棄物量及堆積腐熟速度而決定，有機廢棄物經分類收集後，置入堆積槽內，同時再加入微生物分解菌種，待槽內有機廢棄物量達到適當堆積高度或量時，即不再加入新鮮有機物，而任其分解發酵，一般有機廢棄物堆積腐熟速度約需3-4個月。當堆肥材料腐熟後，可由堆積槽清出，而繼續放入新鮮的有機廢棄物，予以堆積發酵。堆積槽上方可加蓋預防雨水沖洗，或下雨時刻加覆蓋遮雨布等，堆積槽周邊可預做排水溝渠，以排除多餘水份。本堆積法較適用於不慮會影響周邊環境者。

### 3.袋式堆積法：

本堆積法係利用可透氣袋子，例如編織袋或不織布袋等，裝填入有機廢棄物，且添加微生物分解菌種及調整適當水分後，然後袋袋相疊，惟高度亦以維持1.5-2.0公尺為宜，一般堆積腐熟速度約需3-4個月。袋式堆積宜置於樹蔭或遮陽棚下，以避免陽光照射後破壞袋面，或使水分蒸散過快，另置放室外者，下雨時刻應加覆蓋遮雨布等，以免影響到有機材料之分解發酵。

### 4.桶式堆積法：

本堆積法係利用有加蓋的塑膠桶，首先在適當地點，設置有加蓋的塑膠桶，塑膠桶底部先鑽洞後安裝排水管(可開關式)，裝填入廚餘有機廢棄物，其上方再添加微生物分解菌種，如此將廚餘廢棄物與菌種層層添加堆積，當桶中有機廢棄物量達到九分滿時，最後加入約5-10公分的廚餘菌種，且最好能覆蓋住所有的有機物，可避免滋生蚊蠅蛆蟲，最後再將蓋子蓋好，爾後不再任意打開，一般約3-4個月可完熟。在堆積過程中，桶底會因廚餘滲泌產生肥水，此時可由排水管排出，惟建議此肥水可

另行收集於塑膠桶內，另行分解發酵，一般約2-3個月可完熟，可取出加水約200-300倍後，灌注於花園草坪，供做有機液肥使用。

## 5.直接掩埋法：

本方法實際上不屬於堆肥法之一，惟在家庭廚餘處理上屬於另類的方式之一，其優點在於便利性，因為當家庭廚餘等有機廢棄物收集後，混入適量微生物分解菌種，即可選擇適當地點掩埋入土壤中，任其自然分解發酵。此方法缺點在於此類家庭廚餘等有機物，掩埋入土壤後，進行分解過程中，會產生有機酸等毒害物質，不利於地面上植株生長，且一般家庭或社區亦無大面積庭園可供掩埋使用。

# 五、家庭垃圾堆肥化實際操作步驟

## (一)選擇適宜堆肥方式

一般廚餘堆肥法包括有自然堆積法、槽式堆積法、袋式堆積法、桶式堆積法、直接掩埋法等，詳細說明如上述小節，一般家庭或社區可依實際需求與環境情況，選擇適宜的堆肥方式。

## (二)準備適當場所

本項步驟宜選擇適用於個別家庭或社區之堆肥法。如為個別家庭，可考慮各人家庭周圍環境情形，原則上，以設置出廚餘堆肥製作空間為最佳，一般個別家庭堆肥區僅需求1~2坪空間即足夠。如果個別家庭無適當堆肥製作空間，則可以考慮設置社區式的小型堆肥場，但此小型堆肥場，同樣必須不能影響到周遭生活環境為較佳選項。不論是個別家庭或社區型廚餘堆肥製作區，均以有屋頂的房舍為佳，否則亦宜選擇有遮陽及擋雨之場所，例如車棚或樹蔭下。

## (三)準備製作堆肥器具

本步驟是已經確定堆肥製作方式與堆肥場所後，即可進行堆肥器具的選購準備。以桶式製作法為例，器具主要為廚餘堆肥桶(含桶蓋、內部濾網及可開關式排水裝置)。廚餘堆肥桶容積大小則可依據廚餘量之多寡而定，一般廚餘堆肥桶容積大多以20~100公升，且依經驗顯示，廚餘堆肥桶容積過大，將不利於日後廚餘堆肥桶搬運及腐熟堆肥取用。

## (四)確實執行家庭垃圾分類

依據環保單位家庭垃圾分類法進行，一般分成有機垃圾、資源回收及一般垃圾等三大類。其中有機垃圾部份，若干縣市的垃圾車有收集養豬廚餘，即家庭中熟食廚餘，此部份即可配合垃圾車進行分類處理，剩餘的非熟食的有機垃圾，則仍可以分類及做為廚餘堆肥的原料。如果當地垃圾車沒有收集養豬廚餘，則家庭中全部有機垃圾，均可以分類出來，並做為廚餘堆肥的原料。

## (五)有機垃圾一級處理

本步驟主要工作為將分類收集的有機垃圾加以裁剪成適當大小，並順手瀝乾水份。基本原則是將廚餘堆肥原料越小越好，表面含水越少越好。

## (六)有機垃圾二級處理

一般是必需另外準備一個小塑膠桶或塑膠袋，將一整天的有機垃圾先收集起來，再選擇適當的時機，將有機垃圾倒入廚餘桶中進行發酵。以避免廚餘桶開關次數太多，導致蚊蠅進入廚餘桶內滋生。

## (七)有機垃圾三級處理(發酵)

當有機垃圾倒入廚餘桶內時，必需採用「三明治製作法」，先倒進5~10公分的有機垃圾，再將固態菌種灑入約0.5~1.0公分，並且均勻覆蓋住有機垃圾表面。所以有機垃圾量多時，可以分次重覆進行。當有機垃圾量少時，同樣也必需灑上固態菌種，將有機垃圾覆蓋住。當重覆以上步驟，直到廚餘桶約九分滿時，即可以進行收尾工作，此時不宜再加入新鮮的有機垃圾，剩餘約一分滿的空間，要灑入約3~5公分的固態菌種，爾後即把廚餘桶蓋好，同時書寫下當日日期。注意桶蓋不可密封，但可放置重物(如石頭)，以防桶蓋被風吹落等。

## (八)液肥收集

當利用廚餘桶開始製作堆肥時，即必須注意桶中是否產出肥水，所以每當倒入有機垃圾及灑上菌種，再蓋好廚餘桶後，就必須打開桶子下方的開關，用塑膠容器或保特瓶收集肥水。當廚餘桶裝滿有機垃圾後，仍然必須持續收集肥水，廚餘桶中肥水能夠排除的越乾，即能加速分解，並降低臭味。當保特瓶裝滿肥水後，在瓶外記錄日期，並置放於屋簷或樹蔭通風處，瓶蓋不可鎖緊，約經過一個月後，可製造完熟的廚餘有機液肥。

## (九)堆肥腐熟判別

一般當廚餘桶裝滿有機垃圾，最後灑入3~5公分的固態菌種後，約經過2~3個月，廚餘堆肥大多可以達到腐熟。亦可經由觀察廚餘桶內有機垃圾的體積加以判斷，當有機垃圾體積逐漸降低至不再改變時，廚餘堆肥大多可以達到腐熟。也可以打開廚餘桶蓋觀察，當顏色褐黑及味道降低時，堆肥亦能比較穩定與腐熟。

## (十)後發酵與晾乾

當廚餘堆肥腐熟後，如無法立即使用完，可以採用蔭乾方式予以乾燥（水份約30%以下），再予以裝包、儲存備用。不過，有機液肥腐熟後，最好儘快在2~3個月內施用，不宜放置過久。

## (十一)堆肥使用要點

廚餘堆肥施用方式以混入土壤為佳，可採用撒施、條施及穴施等方式，每平方公尺可施用2~3公斤。有機液肥施用前必須加水稀釋100~300倍，採用土壤灌注或噴灑植株方式。

## (十二)常見問題

### 1.有機垃圾判別與分類？

簡單講，有機垃圾就是會爛會臭的有機物。家庭有機垃圾涵蓋很多種類，

### 2.為何要使用菌種？

### 3.菌種添加技巧？

添加有益菌菌種的目的在於加速有機垃圾的分解與除臭，所以理論上，有益菌與有機垃圾充分混合與接觸後，有益菌的功能可以發揮到最大。因此，當有機垃圾倒入廚餘桶內時，當倒進3~5公分的有機垃圾，再將固態菌種灑入約0.5~1.0公分，並且均勻覆蓋住有機垃圾表面。如此有機垃圾與有益菌菌種層層疊疊，就可以把接觸面放到最大，而使有益菌的功能充分發揮。

### 4.收集肥水與製作成有機液肥技巧？

製作廚餘堆肥過程中，有機垃圾被有益菌分解後，會釋出原含有的水分，並混合一些有益菌，而

形成所謂的肥水。這些肥水必須適時排乾，最好是每天進行排除與收集肥水的工作，以避免肥水累積廚餘堆肥桶內，而產生臭味與滋生蚊蠅與蛆蟲。

#### 5.如何消除臭味？

當水分含量約50~60%時，有益菌的分解活性與除臭功能最強。所以將廚餘堆肥桶水份含量控制至適當範圍，就可以將臭味控制到最佳狀況。調整水分方法，包括加強排水；添加乾樹葉、稻殼或木屑等。當水分含量調整適當時，可以再添加適量菌種，即可強化有益菌除臭功能。

#### 6.如何防止蚊蠅與蛆蟲滋生？

基本上，如果水份排乾(水分含量約50~60%)，有益菌的白色菌絲生長旺盛，蚊蠅與蛆蟲不易滋生。因此，如果發生蚊蠅與蛆蟲的情況時，第一種處理方式，是檢查廚餘堆肥桶水份含量是否適當，並添加適量菌種後，即可獲得改善。第二種處理方式，是添加燻炭、草木灰或木炭灰等，這些灰渣多屬鹼性材質，可以消除蚊蠅與蛆蟲。灰渣具有吸水性，可以降低廚餘堆肥桶水份含量。灰渣亦兼具活性碳特性，可以吸附臭氣。第三種處理方式，是噴灑薄荷油、香茅油、樟腦油等香精油，可以防止蚊蠅與蛆蟲的滋生。

#### 7.認識廚餘堆肥與一般商品堆肥之差異？

兩者最大差別為廚餘堆肥的材料種類會比較多元化，一般商品堆肥的材料種類會相對單純與固定。因此，廚餘堆肥的成分含量變異性大，且隨著材料種類不同而略有差異。不過當廚餘堆肥製作完熟後，對於土壤物理性、生物性等改善功效仍與一般商品堆肥相同。

#### 8.有機液肥使用技巧？

廚餘堆肥製作過程中，應收集滲漏出的肥水，並裝入保特瓶中經由後續發酵再製造成有機液肥。經由後續發酵約1個月的有機液肥，使用前應加水稀釋100~300倍，再灌注於作物根部，或噴灑於作物莖葉均可，約3~7日使用1次。

## 六、結語

一般有機廢棄物常含有豐富的有機質成份，且富含氮、磷、鉀、鈣、鎂及微量元素等植物生長所需的營養元素。但是新鮮或未腐熟之有機廢棄物施用於土壤可能引起不良後果，如土壤缺氮、產生有機酸或土壤還原性阻害作物生長、傳播病原菌、雜草種子等。尤其在家庭垃圾或廚餘中，其廢棄物種類及所含成分更為複雜。因此，製作堆肥之堆肥化過程；讓有機廢棄物充分腐熟，使它轉變為安全、穩定之高品質有機質肥料，相當重要。而適當施用品質優良的堆肥，不但供給作物養分外，尚可改善土壤化學性、物理性及生物性、而增強地力，並能提高作物穩定的收成及品質。