堆肥品質判定

簡宣裕、鄭智馨

行政院農業委員會農業試驗所農業化學系

堆肥品質對於作物生長與環境衛生具有舉足輕重的影響，一般言堆肥品質之判定有下列幾種較簡易的方法。

一、 觀察堆肥外觀顏色與味道

腐熟的堆肥，外觀顏色爲深黑色或黑褐色，膨鬆感覺，吸水能力強，味道爲泥土味至芳香味（例如純蔗渣堆肥），不能有酸壞臭味、惡臭或濃厚的氨氣味。而發酵不良，品質不好的堆肥，通常顏色爲黃色或黃褐色。

二、 種子發芽測定法（部分引用自土壤、堆肥及有機物第66頁至67頁，日本家 光協會1992年版）

5公克風乾堆肥加100毫升60℃溫水，置於200毫升燒杯內，在60℃水浴中經3小時後，以細紗布過濾，2張濾紙置於培養皿中，加入10毫升濾液，25粒白菜種子放在濾紙上面，培養皿置於25℃恒溫箱內，3天後，觀察種子發芽率以及根生長情形，另外以蒸溜水代替濾液進行試驗，做爲對照用，若試驗組的發芽率爲對照組發芽率的90%以上，且根的伸長不受抑制，則該堆肥可視爲腐熟。

三、 還原醣含量

一般而言，堆肥的還原醣含量與總碳含量的百分比＜35%，則堆肥可視爲腐熟，若高於此百分比，則爲尚未穩定腐熟的堆肥。

四、 濾紙擴散顯圖測定法（部分引用自 Composting of agricultural and other wastes 第67頁）

濾紙先以0.5%硝酸銀($AgNO_3$)溶液浸泡，烘乾待用。稱5公克堆肥，加入50毫升的1%氫氧化鈉(NaOH)，振盪5小時後，以3000rpm 轉速離心，用棉花蕊心浸沾上澄液，滴點於濾紙中央，依在濾紙上擴散顯圖的形狀及顏色，比照表一所列的資料，可判斷堆肥是否爲腐熟。

表一、堆肥樣品抽出液（以1% 氫氧化鈉抽出）點於濾紙上，擴散顯圖之形狀與顏色

位置	新鮮堆肥	腐熟堆肥
擴散圖中央	顏色爲白色至粉紅色	顏色爲紅色至紫色
擴散圖中間帶	形狀爲環狀	形狀爲不規則狀
擴散圖邊緣	邊緣非鋸齒狀	邊緣爲鋸齒狀

五、 塑膠袋法（引用自土壤、堆肥及有機物第66頁至67 頁，日本家光協會1992年版）

適用於堆肥廠現場之簡易判定法。新鮮堆積材料含許多易被分解的有機物，經微生物與生物作用後會產生多量氣體，塑膠袋因而馬上

膨大如氣球，堆積材料愈接近腐熟則氣體產生的速度愈慢且量愈少，當然塑膠袋不會馬上鼓起來，甚至於不會鼓起來。此法可利用於以禽畜糞爲堆積材料製造堆肥時，腐熟度定性的測試，但難判定完全腐熟與否。

六、 蚯蚓法（引用自土壤、堆肥及有機物第66頁，日本家光協會1992年版）

堆肥與純水以3:2比例混合均勻後，放入1/2至2/3 杯量堆肥於黑紙罩住四周的杯子（最好500毫升以上）中，把蚯蚓置於堆肥上面，因蚯蚓有棲息於暗處之習性，若蚯蚓有往下鑽入堆肥之現象則表示堆肥已腐熟，若蚯蚓有逃避離開的反應，甚至死亡，則表示此堆肥尚未腐熟。此法適用於判斷禽畜糞堆肥是否腐熟。

七、 幼植物試驗法（引用自土壤、堆肥及有機物第67頁至68頁，日本家光協會1992年版）

設4種處理，處理A:500毫升風乾土壤裝入盆栽盆內，處理B : 同處理A但加施N、P_2O_5及K_2O各35毫克，處理C:350毫升風乾土壤與 150毫升堆肥混合均勻後裝入盆栽盆內，處理D:同處理C但加施 N、P_2O_5及K_2O各35毫克。每處理3重複。盆栽盆直徑爲11.3 公分，高爲6.5公分。上述各試驗處理的盆栽土壤加入適量水分後播種 20粒小白菜種子，比較各處理的小白菜生育狀況做爲堆肥腐熟之判定依據。

八、花粉管伸長法（引用自土壤、堆肥及有機物第68頁至69頁，日本家光協會1992年版）

堆肥與純水以1:2比例混合，浸泡一夜後，用紗布搾濾出濾液，以濾液（用純水做爲對照）配製培養基（含8%蔗糖、1.2%洋菜及17ppm硼酸），培養基加熱使洋菜熔解後傾倒於培養皿，待冷卻凝固後，將花粉管置于培養皿上，於25℃暗房內， 經20小時後，與對照組相互比較花粉管伸長情形。此方法在判斷樹皮堆肥是否腐熟時，常被採用。

九、 近紅外線光譜測定法（引用自Inbar等，1989）

一般而言，堆肥化過程中碳水化合物逐漸減少，但化合物的芳香基碳 (aromatic C) 與羧基 (carboxyl group) 則增加。新鮮堆積材料在波數1720cm^{-1}至1000cm^{-1}近紅外線光(infrared light)的吸光光譜形狀爲許多小且尖銳(sharp)或斜肩(shoulder)吸收峰，而堆積材料愈接近腐熟則在此波數範圍內的吸光光譜形狀，吸收峰較少且平緩(leveled off)。新鮮堆積材料在波數2900cm^{-1}至2800cm^{-1}近紅外線光的吸光光譜形狀，其吸收峰的高度比腐熟堆肥者高。測定方法爲：樣品以105℃烘乾後磨粉過0.25 毫公尺網目篩子，儲存於真空乾燥瓶(vacuum desiccator)，取100毫克溴化鉀(KBr)和2.4毫克粉狀樣品混合均勻，壓成餅(pellet)，置於近紅外線光吸光測定儀(infrared spectrophotometer)，用波數4000cm^{-1}至1000cm^{-1}光波掃瞄測定樣品的吸光光譜。

十、 二苯基胺(diphenylamine) 呈色反應（引用自Harada，1983）

5公克牛糞堆肥放入125毫升玻璃三角瓶，加入純水50毫升，振盪3小時，以濾紙過濾，取適當濾液放入小玻璃培養皿，用吸管吸幾滴含0.012%二苯基胺之濃硫酸液，加入小培養皿內，若呈藍色反應者表示已腐熟，而新鮮牛糞則沒有藍色反應。

十一、堆肥的有機碳與氮比值及有機質含量

一般而言，腐熟堆肥的有機碳與氮比值大多低於20（但樹皮堆肥的比值可能大於20），有機質含量可以高於60%。但是，若以純雞糞製造堆肥時，因原料的有機質含量大約只有55%，故腐熟雞糞堆肥的有機質含量，極有可能低於50%。有機碳含量的測定方法如下：

（一）濕化法（部分引用自method of soil analysis part II 第570頁至571 頁，美國ASA與SSSA共同於1982出版）

試驗組，堆肥以80℃烘乾磨粉後，稱0.1公克樣品放入500毫升三角玻璃瓶，加入20毫升的0.1 N 重鉻酸鉀(K_2CrO_7)及40毫升濃硫酸，靜置過夜，200毫升純水加入三角瓶內，待三角瓶冷卻後，加入3滴*o*-phenanthroline 指示劑，然後以0.5N硫酸亞鐵($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 滴定至暗綠色。對照組，不加堆肥樣品於500毫升三角瓶內，其餘步驟同試驗組。以下列公式計算堆肥的有機碳含量（organic C，%）

有機碳(%)＝(1 N× 20毫升－硫酸亞鐵濃度× 滴定毫升）(3) (f)

f：爲校正因子，大約爲1.3

（二）燃燒法(McKeague，1976)

樣品先用酸處理，去除碳酸鹽，然後置於燃燒爐管，燃燒樣品，釋放出的二氧化碳(CO_2) 被吸收塔中的氫氧化鈉(NaOH)所吸收，然後反滴定氫氧化鈉的減少量，便可計算出樣品中有機碳含量。堆肥有機質含量等於有機碳含量x1.72。

十二、有毒物質及重金屬含量

美國、日本對堆肥中有機污染物的規範，只有多氯聯苯(PCB)這一項，美國規定若要施用於農田，則堆肥的多氯聯苯含量不能超過2ppm，日本的標準爲堆肥的水抽出液，多氯聯苯含量，要低於0.03ppm，測定多氯聯苯是需要同時用到氣體色層分析儀(GC)與質譜儀(MS)，須由專業人員來操作。堆肥中重金屬可以容許的含量，國內

與國外的標準如表二所列。

表二、堆肥重金屬容許含量(ppm)

國家	鎘	鉻	銅	汞	鎳	鉛	鋅	砷	鈷	鉬
美國	2-25	1000	450-1000	5-10	50-200	250-1000	900-2500			10
日本	5	(1.5)		2		(3)		50		
奧地利	4	150	400	4	100	500	1000			
比利時	5	150-200	100-500	5	50-100	600-1000	1000-1500			
哥倫比亞	2.6	210	100	0.8	50	150	315	13	26	5
意大利	10	Cr^{+3} 500 Cr^{+6} 10	600	10	200	500	2500			
荷蘭	0.7-2	200-50	25-300	0.2-2	10-50	65-200	75-900	5-25		
加拿大 Ontario	3-4	50	60-100	0.15-0.5	60	150-500	500	10-20	25	2-3
西班牙	40	750	1750		400	1200	4000			
瑞士	3	150	150	3	50	150	500		60	20
南韓	5			2		150		50		
我國垃圾堆肥	5	150	150	2	25	150	500	50		

（）：水抽出液濃度

十三、其他相關因素

(一)pH

腐熟堆肥的pH，一般接近中性（堆肥樣品與純水以1:5混合均勻），但堆肥材料中若添加雞糞，pH則有可能超過7.0，如果以純雞糞當作材料，製造堆肥時，pH可高達9.0左右。若堆肥的pH小於6.0時，此種堆肥可能是在嫌氣性條件下，進行發酵的結果，則屬於品質不好的堆肥。

(二)電導度（E.C.）

堆肥種類不一樣，電導度的測值（堆肥樣品與純水以1:5混合均勻）則差異很大，不過一般而言，純樹皮堆肥的電導度小<1dS/m，純

香菇木屑堆肥的電導度< 2.8dS/m，純金針菇木屑堆肥的電導度< 3.6dS/m，牛糞堆肥的電導度可高於3.5dS/m，純豬糞堆肥的電導度大約爲4.0dS/m至4.5dS/m，固液分離豬糞堆肥的電導度可低於2.0dS/m，在所有種類的堆肥中，電導度，以純雞糞堆肥最高，可高達11dS/m至13dS/m。要以電導度的高低來判定堆肥品質的好壞，是沒有意義的事。一般而言電導度低的堆肥，比較適合做爲作物的栽培介質使用，電導度高的堆肥則必需先和土壤或其他低電導度的材質（如蛭石，泥炭土等）混合攪拌均勻後，才能當做栽培介質使用。

(三)全氮、全磷及全鉀的含量

大致而言，以農作物殘株或廢棄物爲堆積材料所製造出來的堆肥，氮、磷及鉀的含量不高，而純禽畜糞堆肥的養分含量較高。堆肥添加其他化學肥料或材質（例如豆粕粉或肉骨粉等）的有機複合肥料或雜項有機質肥料，其養分含量遠高過於一般堆肥者。

(四)堆肥的顆粒大小及不純物含量（美國標準）

腐熟堆肥，其顆粒粒徑大小的標準，通常規定爲小於25毫公尺，不純物質（非有機物）的含量低於4.0 %。

十四、結　語

消費者在購買堆肥時，若要知道堆肥的品質，則可以參考上述的資料，來加以判定。但先決條件是堆肥產商應該在每種產品堆肥的包裝袋或廣告說明書上，詳細且誠實的敘述產品的性狀及成分，好讓堆肥消費者來判定所購買堆肥品質的好壞，以選擇符合自己需要的堆肥。