

認識有機質肥料與施用技術

簡 宣 裕

臺灣省農業試驗所

一、有機質肥料是什麼？

所謂有機質肥料是生物殘體、新陳代謝產物、有機廢棄物經性質穩定後，可施用於田間當做肥料者，都可稱為有機質肥料。有機質肥料與化學肥料之最大差別，在於化學肥料是人工合成的，具有速效性肥效，但是容易流失，如果長期使用加上土壤管理不當，可能使鹽類累類積於土壤中，造成土壤物理性與化學性變壞、生物活性減小，導致生產力降低。有機質肥料是自然產物，大部份肥效較緩，但比較持續長久，可補充及增加土壤有機質，增進土壤的構造、涵蓄水分能力及土壤肥力、生物活性及分泌出某些植物生長激素，促進作物生長。

二、有機質肥料的種類

（一）糞尿類

1. 人糞尿

本省稱水肥，我國農業史上施用於農田開始於二千多年以前，是古代保持土壤肥力的主要方法，通常須先靜置7 - 10天腐熟後才能施用。

2. 家畜糞尿

牛、馬、羊及豬等家畜之糞尿，在寒冷帶多直接施用，溫暖地區普通做成堆肥後施用。

3. 家禽糞尿

家禽糞尿可直接使用，但濕的禽糞尿最好先風乾處理，以利搬運及施用，家禽糞尿三要素含量均較家畜糞尿高，含豐富磷肥。但家禽糞尿最好經腐熟後施用。

4.海鳥糞

有氮質海鳥糞與磷質海鳥糞二種。氮質海鳥糞含氮 11 % 至 16 %，磷 3.4 % 至 5.1 %，鉀 1.7 % 至 2.5 %。磷質海鳥糞含氮 4 % 至 6 %，磷 8.6 % 至 10.7 %，磷肥係由鈣、鉀及鉍鹽所組成。

(二) 農產加工副產品肥料

1.血液

血液含豐富氮，但是磷與鉀含量少，含氮量可至 15 %。

2.乾血粉

經乾燥研磨而成，一般含氮 10 %、磷 1.5 %。

3.骨粉

將動物骨頭，加壓蒸煮脫脂磨粉的產物，肥效較緩，通常當做基肥。平均氮含量為 2.3 %，磷含量 27.5 %。

4.蹄角粉

含氮 10 % 至 15 %、磷 0.9 %，可做為生長時間較長作物的基肥。

5.蟹殼粉

氮含量 2.73 %、磷 1.74 % 及鉀 0.39 %。

6.蚶殼粉

含 0.20 % 氮、0.06 % 磷及 0.02 % 鉀。

7.魚肥

不能食用之魚或加工魚品之殘物除去水分及油脂乾燥後製成魚粕，若再經磨碎成粉則稱為魚乾粉，為鹼性肥料，含氮 7 % 至 6 %、磷 5.1 % 至 6.9 %。

8.油粕類肥料

主要種類有大豆粕、菜種粕、花生粕、芝麻粕、茶實粕、椰子油粕等二十幾種，油粕通常當做基肥。氮含量豐富，但是缺乏磷與鉀。新鮮油粕含有機酸，對種子發芽及幼小作物有害，宜先使其腐化後施用。

(三) 活性污泥

衛生下水道污水處理過程中沉積於底部之物質是為活性污泥，通常須經堆置腐熟後才做為有機質肥料，一般經腐熟之污泥其含氮 4 %、磷 0.9 % 及鉀 0.3 %。

(四)伯卡西肥。

(五)有機液肥。

(六)堆肥。

三、有機質肥料製造

(一)伯卡西肥

材料：米糠 200 公斤，菜子粕 200 公斤，魚粉 100 公斤，骨粉 100 公斤。微生物：配製綜合性有益微生物及黑糖或糖蜜各 500 倍混合液 180 公升。

製造方法：稱取黑糖 360 公克倒入塑膠桶內，加清水 180 公升，然後倒入綜合性有益微生物 360 cc 混合均勻，使其成為黑糖微生物水。將米糠、菜子粕、魚粉及骨粉混合均勻後，慢慢將黑糖微生物水倒入，直到濕潤程度，即以手握之可成塊，但鬆開手指稍加振動即刻散開，然後將混合好的材料平鋪在水泥地面上，厚約 15 cm。上面蓋以麻袋，每天翻堆 1 次，使其溫度保持在 45°C 以下（以手插入不覺得燙手的程度），約一星期左右，微生物充分繁殖後即可攤開讓其乾燥後裝袋以供使用，約可保存半年。

(二)有機液肥

1. 氮質液肥

材料：清水 100 公升，豆粉 6 公斤，米糠 6 公斤，磷礦粉 1 公斤，海草粉 2 公斤，黑糖 12 公斤，綜合性有益微生物 2 公升。

製造方法：準備 120 公升塑膠桶一個，將清水及全部材料倒入桶中後每天早晚各攪拌一次，每次約 3-5 分鐘，連續約 14 天，約經過 30 天左右即可使用。豆粉可改用菜子粕與花生粕等其他油粕類。

2. 磷質液肥

材料：清水 100 公升，米糠 3 公斤，磷礦粉 6 公斤，海草粉 2 公斤，黑糖 10 公斤，綜合性有益微生物 2 公斤。

製造方法：準備 120 公升塑膠桶一個，將清水及其他全部材料倒入桶中，每天早晚各攪拌一次，約經過 15－30 天後即可使用。

3. 低氮磷質液肥

材料：清水 100 公升，米糠 6 公斤，磷礦粉或海鳥粉 3 公斤，海草粉 2 公斤，黑糖 10 公斤，綜合性有益微生物 2 公斤。

製造方法：與氮質液肥相同。

(三) 堆肥

1. 堆肥須經堆積腐熟穩定化之原因

(1) 降低碳氮比或避免氮素損失

堆肥材料通常碳氮比大時，若直接施用於土壤中，於施用後初期造成土壤中可供作物吸收利用之有效性氮素、磷素及鉀素減少，尤其以有效性氮的減少最受影響，對作物生長不利，故需要堆積腐熟。堆肥材料經堆積後，有機物開始降解，碳氮比逐漸降低至碳氮比穩定後便達到腐熟，堆肥材料之碳氮比之所以能降低，大部份是因為微生物自堆肥材料中吸取養分，做為繁殖與能源用，微生物吸取碳與氮數量之比，於微生物繁殖時是 10 比 1，於微生物活動時為 20 比 1，因此堆肥材料中之碳逐漸被降解代謝掉，因此碳氮比逐漸降低。碳氮比低時，若直接施用則可能造成作物受氨氣的毒害，且直接進行堆肥化時，氮素會大量以氨氣 $\text{NH}_{3(g)}$ 型式散發損失掉。

(2) 改善物理性

堆肥材料之莖桿、殘葉、稻草及樹皮等粗大有機物，大多堅硬強韌，物理性不好，經堆積降解腐熟後變成脆細與柔軟，利於撒佈及與土壤混合均勻。

(3) 減少有害成份

有機物分解時會產生硫化氫、甲烷、氨氣、酚及有機酸等物質對作物有害，若堆肥材料經過堆積降解，可減少有害成份。

(4) 消滅病菌、蟲卵及雜草種子

很多病菌與蟲卵附著於穀實及莖桿等堆積材料上。堆肥製造期間

溫度最高可達到 60 °C 至 80 °C，大部分病菌、蟲卵及雜草種子在此種溫度下可被殺滅。

(5) 避免直接施用於土壤時產生高溫及缺氧，影響作物之生長

家畜與家禽糞雖然碳氮比低但含有大量易被微生物利用之醣類，這些醣類經微生物降解，醣解作用 (glycolysis) 產生丙酮酸、丙酮酸乙醯化生成乙醯輔酵素 A (acetyl Co A) 而進入檸檬酸循環 (the tricarboxylic acid cycle) 生成 NADH 及 FADH，NADH 及 FADH 進入電子傳遞系統 (electron transport system) 產生 ATP。微生物活動及繁殖時 ATP 變成 ADP、Pi 及能量，所釋出的能量供微生物進行代謝作用，相對的促使周圍環境缺氧及溫度上升，影響到作物正常生長。禽畜糞若先經過一段時間之腐熟作用，由微生物代謝掉這些醣類，則沒有上述對作物不良的影響。

2. 堆肥化過程較合適條件

(1) 足夠的氧氣

堆肥化過程中降解有機物的微生物大多屬於好氣性微生物，所以氧氣的供給是非常重要的。供給氧氣的方法如機械翻堆、送風機送風等，氧氣不足時厭氧性微生物會增殖，不但降解有機物較困難且會產生硫化氫、低級脂肪酸及低級醛等臭氣來源。但送風量過大或攪拌過度，熱及水分消失快，溫度急速下降。瑞穗尚等人報告適當的送風量是每立方公尺每公鐘 100 - 200 公升。

(2) 適當的水分

水分是微生物增殖必要的條件，如果水分含量低於 30 % 以下，微生物的增殖即被抑制。相反如果水分含量高於 70 % 以上，則空隙率低，空氣不足，嚴重時反而成為厭氣醱酵狀況，堆肥化速度變得很慢。堆肥化過程最適當的含水率是 55 - 65 %，水分調整的方法常用的有 4 種：添加稻殼、木屑等有機纖維物，機械脫水，塑膠乾燥房乾燥，添加已腐熟堆肥。

(3) 調整碳氮比例

堆肥化過程有機物由微生物分解，而微生物增殖與活動的能源是來自碳水化合物，形成細胞時最適當的碳氮比例是 20 : 1。家畜種

類的不同，糞中所含的碳氮比值不一，牛糞為 20 - 23，豬糞為 10 - 14，雞糞為 9 - 10，而土壤的碳氮比值為 10 - 15，所以堆肥化處理時牛糞可不必另外調整其碳氮比值。豬糞與雞糞應適當調整，避免於堆肥化過程會有大量的氮以 $\text{NH}_3(\text{g})$ 散發損失及產生氨臭味，而調整材料以稻殼與木屑居多。

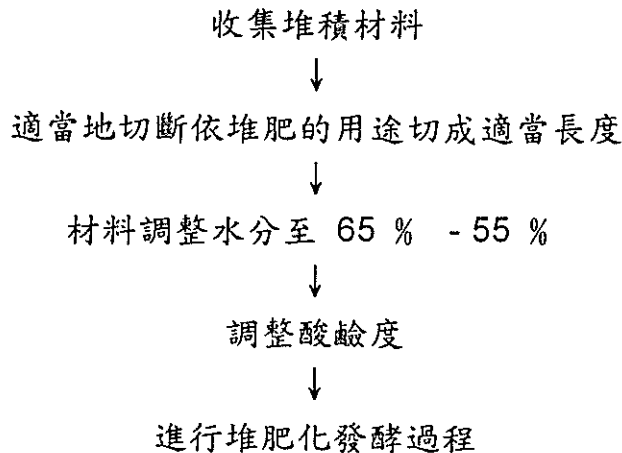
(4) 酸鹼值

分解堆肥的微生物喜好微鹼性，即 pH 7.0 - 8.0，一般禽畜糞於製造堆肥時不必調整 pH，但材料的 pH 太低時可用石灰調整。

(5) 適合的堆積高度

堆肥材料堆積高度的不同，則單位容積內的重量有差別，以豬糞添加稻殼為例，調整水分後之含水率為 64% 時，在堆積高度 0.5 公尺、1.0 公尺、1.5 公尺時，每立方公尺之容積重量分別為 610 公斤、660 公斤、710 公斤，所以堆積高度愈高，容積重愈大，孔隙率減少，氧氣之供給困難，在送風式堆肥製作時，仍以不超過 1.5 公尺為宜。

3. 製作方法



4. 堆肥化發酵過程方式

臺灣農業廢棄物堆肥化過程的主要方式，可以歸納為七種，可依禽畜糞及農產廢棄物的種類、處理量、投資額等條件參考採用。一般堆積方式若設備投資較少，則處理期間較長約 2 - 3 月。而機械攪拌

方式，設備投資及維持費用較多，但堆肥化過程所需要的時間較短，約 2-3 週。各種進行堆肥化過程的方式：

- (1) 裝袋堆積式。
- (2) 箱型送風式。
- (3) 堆積方式堆肥舍。
- (4) 有送風設施堆肥舍式。
- (5) 為橫軸迴轉攪拌式
橢圓型醱酵槽式、條溝型醱酵槽式。

- (6) 杓子式攪拌
套裝杓子式堆肥自動翻堆機及 U 型鋼板式醱酵槽、天車懸樑式、圓形杓子式翻堆機。

- (7) 密閉圓筒式發酵槽
直立圓筒式發酵槽、橫式圓筒式發酵槽。

四、有機質肥料施用

(一) 一般農產加工副產品

1. 需在種植前一段時間先施入土壤並犁入土中。
2. 不可直接施用在作物根部。

(二) 伯卡西肥

1. 基肥

使用量因作物種類不同而有很大差別，通常都按照各作物的氮素推薦量計算使用，一般每分地用量約 200 - 600 kg，均勻撒施於地面，翻入土中深度約 15 - 20 cm，不必太深，或條施於植溝後覆土，不必太厚，約經過 7 - 14 天即可種植幼苗或播種。

2. 幼樹追肥

定植 7 天以後即可使用，一般用量每分地 40 - 60 kg，撒佈於幼株周圍，距離主幹約 10 cm，施肥帶寬 15 - 20 cm，輕輕覆土就可。

3. 壯老年或病弱樹追肥

用量減半，但次數增加，視新芽生長情形而定，應施放於根部生長旺盛部位，距離主幹約 50 - 100 cm。

(二)有機液肥

1. 氮質液肥使用法

適於各種作物生長長初中期使用以促進營養生長或果實生長，也可於果樹採收後做裡肥使用，噴葉用 100 倍（先過濾），灌土者不必過濾，接加水稀釋 30 - 50 倍後以馬達抽取灌施。

2. 磷質液肥使用法

適於氮素過多之作物。2 - 4 個月間長期陰雨，日照少，或因氮素太多而花芽分化不良之果樹或果菜類，每間隔 4 - 5 日連續噴施或灌施於土壤二次以上。結果中後期灌施於土壤以提高果實糖度。噴葉用 100 倍（先過濾），灌土用 30 - 50 倍。

3. 低氮磷質液肥使用法

適於養分不太夠之果樹或果菜類結果中後期使用，以促進果實生長並提高糖度。噴葉用 100 倍（先過濾），灌土用 30 - 50 倍。

(一)堆肥

1. 施用量

(1) 牧草及草皮

一般而言可以大量地施用家畜、家禽糞堆肥，因草皮及飼料作物較耐高濃度養分，但過量的施用可能造成作物體內有大量 NO_3^- 生成。每公頃較適合施用量，牛糞堆肥為 30 - 40 噸，豬糞堆肥為 20 - 30 噸或家禽糞堆肥為 5 噸。

(2) 水田

每公頃較適合施用量，牛糞堆肥 15 噸，豬糞堆肥 10 噸或家禽糞 2 噸。

(3) 蔬菜

堆肥施用於蔬菜田是很重要的，因為施用後，可以維護蔬菜田土壤的化學、物理及生物性質，而促使蔬菜產量高與品質良好。需要肥料量較低的蔬菜如馬鈴薯、菠菜、紅蘿蔔，每公頃施用牛糞或豬糞堆肥 10 至 15 噸或家禽糞堆肥 2 噸。需要肥料量較中等的蔬菜如甘

藍、萵苣、番茄，每公頃施用牛糞、豬糞堆肥 15–20 噸或家禽糞堆肥 2–3 噸。需要肥料高的蔬菜如胡瓜、甜辣椒（green pepper），每公頃施用牛糞、豬糞堆肥 25–35 噸、家禽糞堆肥 4–5 噸。

(4) 旱作

玉米、高粱、蕃薯，每公頃施用牛糞或豬糞堆肥 10–20 噸，家禽糞堆肥 2–3 噸。茶園，每公頃施用牛糞或豬糞堆肥 20–25 噸，家禽糞 4 噸。菸葉，每公頃施用 15–20 噸牛糞或豬糞堆肥，3 噸家禽堆肥。

(5) 果樹

每公頃施用牛糞、豬糞堆肥 8–12 噸或家禽糞肥 4–5 噸。

(6) 花卉

每公頃施用牛糞或豬糞堆肥 10–20 噸，家禽糞肥 5–6 噸。

(7) 施用牛糞或豬糞堆肥

需要考慮存在於堆肥中的重金屬例如銅的含量，然後酌量使用，最好購買有登記註冊且標示肥分牌有機質肥料。

2. 施用方法

(1) 撒放（broadcasting）

草皮與草地以此方式施肥。

(2) 撒施後犁入土壤（broadcasting and plowing under）

在播種或種植前，將堆肥撒施後馬上犁入土壤中，短期作物、某些一年生作物可採用此種方法。

(3) 溝施（furrow application）

長期作物如甘蔗與馬鈴薯適用此法。開條溝於作物旁邊、施入堆肥及覆土。

(4) 堆施（hill application）

將堆肥大量堆置於果樹或香蕉的旁邊。

(5) 穴施（hole or pit application）

將堆肥和土壤混合後施入穴中，此法常適用於果樹幼苗栽種時。

(6) 環施（ditch application）

於果樹周圍環狀開淺溝，然後將堆肥施入及覆土。

五、有機質肥料施用需掌握之重點

- (一) 栽作物種類之選定及養分吸收特性瞭解。
- (二) 耕地土壤之瞭解。
- (三) 選擇肥料種類之瞭解。
- (四) 及調配合適有機質肥料。
- (五) 合理的施用量。
- (六) 施肥位置及施肥方法。