

有機質肥料之應用

倪禮豐

前言

一般人提到有機質肥料，最先想到的就是堆肥。其實只要是動物的糞尿與動植物的殘體，甚至於綠肥，都可以算是有機質肥料。隨著國人經濟能力及健康意識的提昇，對農產品安全及品質的要求愈來愈高，有機農產品的市場也就日益擴大，而有機質肥料即為有機栽培制度下，作物最重要的營養來源。因此，無論是生產者或是消費者，對有機質肥料的了解與辨識能力有必要再提昇。

有機質肥料之分類：

- 一、禽畜糞尿及廐肥：如雞、豬、牛及羊糞尿等，若混合了墊料及掉落的飼料等則稱為廐肥。本類資材系為禽畜產廢棄物，價格通常較低，為農民所愛用。
- 二、油粕類：如大豆、花生及蓖麻等植物的種子，經榨油後的殘渣稱之為大豆粕、花生粕及蓖麻粕。本類資材碳氮比低，肥效亦快且高，又較少衛生上的問題，為良好的氮素追肥資材。價格較高可能是其最大的缺點。
- 三、動物質肥料：肉品或魚產加工的下腳料經再處理所製成的產品，如魚肥及骨粉等。此類資材通常含氮量甚高，若含有骨質則磷與鈣含量亦高，因肥效快故可作為追肥使用。
- 四、植物殘體：作物移除收穫標的物後的殘餘物，如稻草、玉米莖稈、花生藤及其他作物蒿稈或藤蔓，在田間稍作乾燥後翻入土壤以為有機質補充。
- 五、綠肥：栽培特別種類的植物，在植株生質量最大且組織尚未木質化前，以新鮮狀態直接翻入土壤，藉以改善土壤理化性質的植物，即稱為綠肥。理想的綠肥應生長快速、生質量大，根系深廣及有固氮甚或溶磷等條件。一般來說，豆科植物具固氮功能，十字花科植物在冬季生長快，都是可以選用的綠肥作物。
- 六、堆肥：在控制條件下利用生物作用將有機資材轉化成衛生、富含腐植質且相對穩定

產品即為堆肥，市售有機質肥料以此為主要商品。堆肥的主要功能是增加土壤有機質並改善土壤理化性質，因其中的氮素經堆肥化過程後通常成為緩效性，故建議大量施用並與土壤充分混合為基肥，以發揮堆肥原有的功能特性。

七、海鳥糞：由在海島上長期累積的海鳥排泄物、羽毛、鳥屍及其他雜質所組成。本類資材的成分隨形成的地區及時間之不同而有很大的差異，雨量愈大，時間愈久，則有機物及氮含量就愈低。甚至於風化時間夠久，剩下的大部分是磷酸的鈣鎂鹽時，即成為磷礦石的來源。

理想有機質肥料需具備條件：

- 一、便於儲運及施用：現行規範明定各種堆肥的水分含量應在 35% 以下，即欲避免耗費能源在水的搬運上。另外，各種資材若會產生高溫及惡臭，對搬運或使用的操作人員來說亦是負擔，故應經過適當的穩定化過程來腐熟。
- 二、對作物植株無害：堆肥分解過程會產生許多有機中間產物，其中部分對生物具有毒性，如低分子量的有機酸、酚類及硫化氫等，這些物質在經高溫好氣充分腐熟後含量較低。堆肥若經 60°C 數天的過程亦可殺滅大部分的病原菌、蟲卵及雜草種子。另外，充分腐熟的堆肥碳氮比大部分低於 25，因為施入土壤的堆肥碳氮比若高於 30 則會與作物競爭氮素，造成植株暫時性缺氮。
- 三、重金屬含量合於標準：有機質肥料中的重金屬不會被分解消失，只會隨著施用不斷累積在土壤中，因此需要嚴格的管制。目前對禽畜糞及雜項堆肥中之重金屬種類及濃度限制分別為銅 100 ppm 及鋅 800 ppm，垃圾堆肥中更加列鎘 5 ppm、鉻 150 ppm、鎳 25 ppm、鉛 150 ppm、砷 50 ppm 及汞 2 ppm 等有害成分限制。有機農業因有機質肥料使用量較大，驗證單位得對這些重金屬的濃度訂定更嚴格的規定限制。
- 四、充分提供土壤有機質來源與作物所需的營養元素：上述三項條件皆是消極的避免，本項則為積極的要求。土壤有機質的成分極為複雜，具多種功能，是土壤中活性最高的部分，也是植物所需營養的主要來源。有機農業肥培的主要觀念，就是對土壤施肥，而非對作物施肥，有健康的土壤，才能生產健康的作物。因此，有機質肥料中有機質的含量成為最重要的指標。

如何製作堆肥

堆肥化的過程是一連串微生物的反應，堆肥資材如同培養基，堆積後如同固體醱酵槽，因此任何影響微生物活性的因子都與堆肥成功與否有關。以下就碳氮比、水分及空氣、溫度、酸鹼度、菌種及腐熟度分別說明堆製時控制或判斷的方法。

1. 碳氮比：微生物需要碳當作能源，而要氮來進行代謝，堆製起始碳氮比理論上約在 30 以上，經堆積後逐漸減少至 20 以下。正確的碳氮比需要化學分析及計算，粗略的估計則可參考下表所列的常用堆肥資材成分。若是以重量為基準，則需考量水分含量的不同，在實際操作上仍不方便。更簡單的方法，可將資材分為三類：甲類包括木屑、稻殼、稻草及花生殼等較不易分解，為提供碳源、構成堆肥主體結構及決定物理性狀的資材；乙類為雞糞、豬糞、米糠、豆粕及肉骨等，主要作用為提供氮源以利微生物作用；丙類為牛糞，不經堆肥化也可直接大量施用。若以容積比例來估計，可約略以乙類資材與甲類資材比為 2:8 至 5:5 為適當，若以處理禽畜為目的亦可增加標的物的比例。另外，若對磷肥或鉀肥需求較高，可選用氮磷比或氮鉀比較低的資材，則可製作出磷或鉀肥效較高的堆肥。

表·十種常見堆肥資材之氮含量及重要元素比

資材	氮含量 (%)	碳氮比	氮磷比	氮鉀比
雞糞	4.1	8.3	2.3	1.8
豬糞	3.6	8.1	1.9	4.0
牛糞	2.2	15.4	3.1	7.1
木屑	1.4	35.0	1.1	1.3
稻殼	0.6	76.7	10.0	0.8
稻草	1.2	33.5	8.6	0.5
米糠	3.2	14.4	1.7	2.0
大豆粕	11.6	4.5	15.7	4.8
肉骨	12.4	3.3	2.5	20.7
花生殼	1.7	48.2	18.9	2.8

2. 水分及空氣：此二項佔有相同空間故互為消長。水分為生物所必需，在堆肥中約低於 10% 及高於 90% 時則不利於堆肥化反應，而約為 60% 左右時最適合，但仍應適資材本身保水特性調整之。實務上可以手掌用力握住堆肥，而水似要滴下的狀態即可。空

氣的供應主要有強制通氣及翻堆二方法。若有通氣設備時，適量的通氣可有效縮短到達腐熟的時間。翻堆不但可以將堆肥內外層混合均勻，提高堆肥品質，也兼具供應空氣的作用。然而過度的通氣與翻堆則造成溫度及水分的逸散，反而不利於堆肥化的進行。

3. 溫度：微生物新陳代謝所產生的熱不斷累積，在正常情形下皆可在數日內升高達 60°C，甚至 70°C 以上。這種高溫可維持一段時間，不但促進微生物反應，縮短腐熟時間，而且可殺滅病菌、蟲卵、雜草種子等。因溫度無需也不易控制，故只要進行監測，而由控制其他影響微生物活性的條件間接加以管理。

4. 酸鹼度：在不同的酸鹼度範圍中有不同的微生物族群，可對不同種類的有機物進行分解，雖然其適應範圍還算廣，但仍以中性附近為佳。除了資材中有極酸或極鹼的物質，一般不需控制。堆肥腐熟後大多呈中性至微鹼性。

5. 菌種：自然環境中就有許多微生物族群，只需維持其適合的條件即可大量增殖，故不必刻意添加菌種。但資材中若有大量不易分解物質時，則可在初期加入專門分解此物質的菌種以加速堆肥化反應。

6. 腐熟度：有許多方法可以測定堆肥腐熟度，但大部分需要有化學的背景才能進行。一般較可能的方法就是利用種子發芽率與外觀變化作為自行判斷的依據。選用白菜或蘿蔔等較敏感的蔬菜種子，以堆肥熱水抽出液使其濕潤萌發，若為腐熟堆肥，數日後發芽率應可超過 60%。更簡單的方法是直接觀察，堆肥腐熟後結構疏鬆，呈深褐色或黑色，沒有刺鼻味而呈現像泥土般的香味。

如何選購堆肥

一、施肥目的不同，則購買的標的物則隨之改變。若以提供物營養為目的，則應選營養成分（全氮、全磷酐及全氧化鉀）含量或比例接近需求的產品；若以改良土壤為目的，則有機質含量愈高愈好。各符合「禽畜糞堆肥」及「雜項堆肥」品目規格肥料業者及廠(場)牌名單之三要素及有機物成分，公布在農委會網站中(www.coa.gov.tw)，可自行上網參考。

二、堆肥的品質，除了有機質及各營養元素成分之外，其腐熟程度也是重要的參考依據。有許多方法可以測定堆肥腐熟度，但大部分需要有化學的背景才能進行。較簡單的方法是直接觀察，堆肥腐熟後結構疏鬆，呈深褐色或黑色，沒有強烈的氨氣刺鼻味而呈現像泥土般的香味，堆積時不會產生高溫等。

三、堆肥化過程中微生物的生化作用，使一般堆肥大部分是中性至鹼性的，但也有少部分特殊資材所製成的腐熟堆肥呈現偏酸性的情形。因有機質與土壤間反應複雜，堆肥與土壤混合之後酸鹼度的變化無法預測，雖然大部分的狀況會使土壤酸鹼度趨於中性，但與原性質相反的結果也不罕見，故不應一概而論。然而，一般概念下，酸性土壤仍應避免施用酸性堆肥為宜。

如何使用有機質肥料

- 一、禽畜糞、油粕類及動物質肥料之碳氮比通常較低，分解速率較快，肥效亦較高，故適合作為追肥使用。施用時可撒施於作物周圍土壤表面，亦可配合覆土工作，以減少如臭味、蒼蠅或逕流污染等對環境的衝擊。新鮮的禽畜糞尿碳氮比一般低於 20，直接施用時養分釋放速率快，肥效又高，但是因為會造成環境衛生及土壤鹽分累積等問題，甚至於孳生蒼蠅及傳染疾病，故不建議直接施用。尤其要注意的是，有機農業生產規範中明確訂定，未經處理的禽畜糞尿是不適用於有機農業的資材。
- 二、植物殘體因分解較慢，碳氮比較高，大量施用時會因生物固定化作用造成耕地暫時性的氮缺乏，故最好提早至少三個月以上施用，充分與土壤混合並時常翻動，以加速其分解。相反地，若必需在短期間內種植下期作物，則應避免翻入土壤，並酌量增施氮肥以彌補之。
- 三、綠肥作物中，許多豆科作物具有固氮能力，在春、夏、秋三季氣溫較高時適合種植。冬季氣溫低時，因豆科植物大部分生長較緩慢，故可選用十字花科的綠肥，如油菜或大菜，不但生長快速且生質量大，其根系深廣亦可將底層土壤的養分向上吸收，又可作為景觀及蜜源植物。綠肥作物應在其生質量最大時（約開花期），在新鮮狀態翻入土壤中，因其分解快速，可依種類不同而酌量減施下期作之化學肥料。
- 四、堆肥是一種良好的土壤改良劑，可以提供植物舒適的生存環境，但卻不是一種可以快速提供作物所需養分的肥料。土壤的量相當驚人，一公頃的土地，只要表土 10 公分的體積即有 1000 立方公尺，也就是每公頃施用 10 噸的堆肥，也僅佔表土的百分之一而已，因此，經常且大量的施用堆肥是必需的。又因為堆肥中大部分速效性的氮素都已因堆肥化而轉變成較緩效的形態，故僅撒施於土表時其功效不大。正確的堆肥施用方式，應於作物定植或播種前，利用耕耘機使其與表土充分混合，才能表現出堆肥改良土壤的功效。多年生作物如果樹因根系更深，也是需要深施才能得

到較佳的效果。

五、海鳥糞是有機農業可使用的磷肥，其在土壤中的可溶性與移動性皆甚低，故應比照化學肥料的施用方法—大部分作為基肥使用，並充分與土壤混合，使植物的根能有較多機會接觸到肥料粒子附近，提高施肥的效率。

結語

維持土壤有足夠的有機質，最直接而有效的方法就是施用有機質肥料。正確適當的使用優良的有機質肥料不但可以改善土壤的物理性、化學性與生物性，亦能提供作物充足的營養，進而提高農產品的品質，滿足消費者的需求。堆肥製作是一種古老的技術，不需精確的計算和高深的技巧，只要您付出一分心力，既可解決有機廢棄物的環保問題，又可增進地力，應值得鼓勵採行。但在目前的農業環境下，考量人力、空間、時間及設備等，若自行製作恐不敷成本，故仍以購買市售有機質肥料使用為主。選購時應查明是否為行政院農業委員會所公告之合格有機質肥料，才有品質保證。