

GPN: 1009902269



1009902269

ISBN: 978-986-02-5062-6



978-986-02-5062-6



行政院農業委員會畜產試驗所編印

雞糞堆肥製作及 施用技術手冊



中華民國九十九年十二月

序

隨著台灣經濟發展，國人對動物性蛋白質食物的消費量亦趨增加，促使養雞規模亦越來越大，根據97年農業統計年報記載，台灣地區雞隻在養總隻數約1億隻，每日所產生糞便量約13,580公噸，如此大量之排泄物如未能適當處理與利用，極易造成環境污染，招致鄰近居民抗議及環保單位取締。受此，本所曾於民國80年間陸續編印「雞糞堆肥製作」、「雞糞堆肥使用手冊」等宣導手冊，提供農民參考，使農民有所依循。但隨著時代演進，永續農業觀念興起，加上能源高漲，有機質肥料之價值再度受到大眾重視，然由於目前大多數農民仍舊習慣性施用生雞糞，因生雞糞不當施用於農地後，容易孳生蚊蠅與產生臭味，致有不利於周邊社區環境衛生之疑慮。惟生雞糞如能經過適當的堆積腐熟，即能消除上述不利環境衛生之因子。因此，本手冊重新彙編相關資訊，提供完善的製作雞糞堆肥的方法與施用技術，期能有助於業者及農友瞭解如何合理施用雞糞堆肥，為畜禽業者創造改善環境與增加收入等實質的附加價值，進而促成畜牧產業之永續經營。

行政院農業委員會畜產試驗所 所長

黃英豪

謹於2010.9.30



目 錄

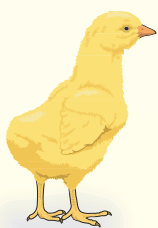
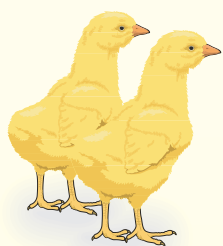
第一章、前言.....	1
第二章、雞糞堆肥製作技術.....	2
第一節 簡易堆肥製作技術.....	2
一、緣起.....	2
二、簡易堆肥製作定義及目標.....	2
三、簡易堆肥製作之常見方式.....	3
四、簡易堆肥製作應注意事項.....	6
五、簡易堆肥品質之簡易檢測法.....	8
第二節 大型堆肥場製作技術與成本分析....	9
一、雞糞堆肥材料前處理.....	9
二、發酵處理.....	12
三、雞糞堆肥腐熟度之判定.....	20
四、雞糞堆肥品質.....	22
五、脫臭技術.....	23
六、雞糞堆肥成本.....	29
第三章、雞糞堆肥施用技術.....	30
一、合理化施肥原則及重要性.....	30
二、雞糞堆肥之成分.....	32
三、礦化量估算.....	33
四、依循「作物施肥手冊」推薦之施肥量 及方法.....	34
五、依土壤檢測和肥料之成分分析調整施 肥量.....	35
六、使用腐熟的雞糞堆肥.....	35
七、估算堆肥中重金屬在土壤之累積量.....	36
八、雞糞堆肥施用實例.....	38
九、結語.....	46
附錄一：肥料管理法中禽畜糞堆肥之規範.....	48
附錄二：各試驗場所土壤檢測服務之聯絡方式..	49

第一章、前言



第一章、前言

據97年農業統計年報報導，台灣地區雞隻飼養總頭數約1億隻，蛋雞約3千5百萬隻、肉雞約6千5百萬隻，其中有色肉雞佔50%以上，每日所產生糞便量約13,580公噸，數量相當多，加上雞糞中含有高量的氮、磷、鉀、鈣、鎂與微量要素等，屬含肥分高之有機廢棄物，如能妥善處理回歸農地再利用，則可取代部分化學肥料，減少化學肥料之使用量及環境負荷，達到資源再利用之目的。雞隻由於飼養環境與雞糞排泄方式異於其他畜禽，其雞糞收隻容易含水分低，在低含水分之情況下，日曬乾燥處理較方便，但此種方式處理易造成蚊蠅孳生與臭味問題，乾燥後的雞糞直接使用於農地，除造成臭味與蒼蠅之環境衛生問題及對某些人禽相通病原菌如禽流感等問題外，影響作物生長與土壤線蟲之發生，也是施用生雞糞衍生之不良後果問題。因此為了防制生雞糞對環境與衛生之影響，需將雞糞經適當堆肥處理發酵腐熟後再施用，則可避免不良後果之發生。但因雞糞在堆肥處理過程如有操作不當時會損失大量氮養分，致農民認為肥效未如生雞糞，農友施用意願不高及雞糞堆肥處理時會產生臭味對周遭環境居民影響大。因此為解決此雙方面之問題，極需提供雞糞處理與施用技術輔導手冊，供養雞業者與農友參考應用。



第二章、雞糞堆肥製作技術



第二章、雞糞堆肥製作技術

第一節 簡易堆肥製作技術

一、緣起

由於目前大多數農民仍舊習慣性施用生雞糞，且生雞糞不當施用於農田後，容易產生臭味及孳生蚊蠅，造成不利於周邊社區環境衛生之疑慮。惟生雞糞如能經過適當的堆積腐熟後，即能消除掉上述不利環境衛生之因子。一般有機廢棄物在天然狀態下，即因自然界中有益微生物的分解作用，緩慢的被發酵分解，最後產出天然腐植土。而另外商品化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，利用有益微生物作用，將有機材料發酵分解，而生產出物理性狀均一，化學成分穩定的高品質有機質肥料。前者耗時長但成本低，後者耗時短但成本高，各有利弊得失。本單元擬提供簡易快速且低成本製作雞糞堆肥的方法，以供農友參考採用，使生雞糞經過腐熟後再行使用於農田。

二、簡易堆肥製作定義及目標

簡易堆肥製作是依據堆肥化基本原理將商品化堆肥製作過程加以簡化，主要目標在於簡易及快速地讓生雞糞經過堆肥化，而能夠減少雞糞施用在田間所產生的臭味與誘引蒼蠅滋生。因此，簡易堆肥製作即必須設法在短期間內將雞糞堆肥溫度迅速達到55-60℃以上高溫，將生雞糞中易分解的有機組成分及蟲卵等因子加以去除。一般有機廢棄物經過55-60℃以上高溫約7-14日後，即能夠消除上述不利因子，而達成簡易堆肥製作之目標。

三、簡易堆肥製作之常見方式：

進行堆肥製作的堆積場所，以有遮雨棚的堆積場舍最理想，如在戶外露天堆積，則需有適當敷蓋，以防雨水沖刷。另外必須考慮水分取得，翻堆空間，通風情形及肥水收集等問題。

（一）靜態堆積發酵法：

一般堆肥材料之選擇，必先瞭解作為堆積主體的有機材料之碳氮比屬於高者亦或低者，而以相對之碳氮比的材料作為配合。雞糞屬於碳氮比低者，應選擇若干碳氮比高的木屑、廢棄菇類堆肥、穀殼等作為配合材質。但無論任何材料，都應以來源豐富，取得容易且成本經濟低廉為原則。而且大型的堆肥材料必須事先切斷以利微生物分解，一般以5~8公分以下為宜，越細越佳。由於堆肥材料經過充分混合均勻較有利於發酵，如為了省工，可採用混層堆積，即一層含碳較高的有機材料，厚約10-30公分再添加一層含氮高的材料(雞糞)厚約4~5公分，層層混合即可。堆肥材料混合的同時可以適當地調整含水量至約60%，此種含水量近於以手緊握堆積材料而水能沿指縫點滴成形，或以棒插入堆積材料中，拔出時棒端濕潤。水分含量不足，添加水分時需注意不要讓肥水流失，以免損失肥分，應經由肥水溝收集後重新加入堆肥中。堆積材料水分含量過多可加木屑、穀殼等調整之。

堆積之體積越大，愈容易發熱升溫，但在初期60℃以上的高溫期維持7~14日後，應加以調整至50~60℃為最適合發酵的溫度，其方法為加強翻堆及通氣，以散去發酵熱能；否則溫度過高，堆肥分解發酵期將延長，且易損失氮成分。堆積之體積過小，溫度不易升高，未能達到殺菌及發酵之目的。

採用靜態堆積發酵法（圖2-1-1），堆肥堆積高度以1.5-2.0公尺為宜。防止水分散失、保溫，使堆肥水分及溫度均勻分佈，而有促進發酵之作用。其次敷蓋可防止蚊蟲放卵滋生，及病菌雜草種子侵入，以維持堆肥品質。敷蓋物之材質以麻布類稍具通氣性者為上品，其次為稻草、蒿桿類、草蓆等，塑膠布僅適於戶外防雨使用。



圖2-1-1. 簡易堆肥製作之靜態堆積方式。

（二）袋裝堆積發酵法：

一般生雞糞購買來時，大多已經曬乾及裝袋，此時可以利用灑水設備或噴槍等，直接噴水或灌水，讓生雞糞含水率接近50-60% (圖2-1-2)。亦可拆出生雞糞於場圃空地上，予以噴水加到適當水分含量，再裝填入袋子中。進行袋裝堆積發酵時，即是將袋裝雞糞予以層層疊高，堆置於田間空地或通風良好的倉庫內，惟仍應注意堆積體的長寬高度以1.5-2.0公尺為宜，堆與堆之間宜至少有0.5公尺的間距，以利通風 (圖2-1-3)。為加速初期發酵增溫，或防止其受雨淋濕，可覆蓋透明塑膠布 (圖2-1-4)。堆積期間稍為注意堆積溫度變化，或予以調整水分含量，約放置二至三個月之後，雞糞於袋中經過適當發酵，即可去除大部分之臭味及蟲卵。本項技術在茶業改良場有提供相關資訊及輔導措施。



左：圖2-1-2.簡易袋裝雞糞堆肥法-加水
右：圖2-1-3.簡易袋裝雞糞堆肥法-堆積



圖2-1-4.簡易袋裝雞糞堆肥法-覆蓋

（三）箱（槽）式堆積發酵法：

本項技術是利用木板、空心磚、塑鋼材質塑膠網、竹籬等材料築成堆肥箱(槽)，長寬高度仍以1.5-2.0公尺為宜，堆肥箱(槽)之間宜至少有0.5公尺的間距，以利通風（圖2-1-5）。將調整適當水分含量的生雞糞材料，裝填入堆肥箱(槽)內，約放置二至三個月之後，雞糞經過適當發酵後即可施用於農田中。桃園區農業改良場已成功研發改良型通風式堆肥箱及快速堆肥化裝置，堆積發酵期間不會產生臭味及孳生蚊蠅，適合個別農戶及農場自製雞糞堆肥。



圖2-1-5. 簡易堆肥製作之箱型堆積方式。

四、簡易堆肥製作應注意事項：

（一）添加適量水份：

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。

（二）注意通風良好：

堆肥化作用以好氣性分解較佳，充分供給氧氣為基本條件，氧氣可經由翻堆或送風(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、稻殼等添加物，來改進通氣並提升發酵分解效率。

（三）添加有益微生物法：

自然環境中有許多有益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，可以加速堆肥發酵。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。近年來已有許多本土有益微生物菌種被分離篩選獲得，例如台中區農業改良場研發之木黴菌等，適當的添加此類有益微生物，可以加速有機質分解與堆肥溫度提升，縮短堆積發酵時程，製成高品質之優良有機肥料。另添加已經發酵完全的雞糞堆肥作為有益菌接種源亦可，添加量約材料量的1-3%。

（四）量測溫度：

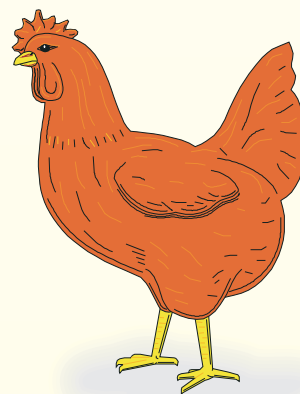
簡易堆肥製作目標是在短期間內將雞糞堆肥溫度迅速達到55-60℃以上高溫，將生雞糞中易分解的有機組成分及蟲卵等因子加以去除。因此適時的量測堆肥溫度變化，查看是否達到55-60℃以上高溫，即為進行簡易堆肥製作的必要步驟之一。

五、簡易堆肥品質之簡易檢測法

由於簡易堆肥的目標在於簡易及快速地讓生雞糞經過堆肥化，而能夠減少雞糞施用在田間所產生的臭味與誘引蒼蠅滋生。因此，生雞糞經過簡易堆肥化後之品質標準，不僅是必須予以檢測，而且也必須符合簡易及快速的目標，目前以進行「種子發芽率分析」最適用。其方法概述如下：

1. 取堆肥樣品置入於任選一種(4~8)吋的植栽盆鉢內，裝填至約9分滿。
2. 於盆鉢內放入固定數量(10或20或50棵均可)的任一種蔬菜種子，再慢慢補充乾淨水，使種子維持濕潤，爾後維持盆鉢內堆肥適當水份含量，靜待種子發芽。
3. 7~14日後調查計算種子發芽率(%)，期間持續觀察並可加入乾淨水，使種子維持濕潤態。
4. 計算法： $(\text{現幼苗存活數} / \text{原先種子數}) \times 100\% = \text{種子發芽率}(\%)$ 。
5. 建議每一樣品至少進行三重複。

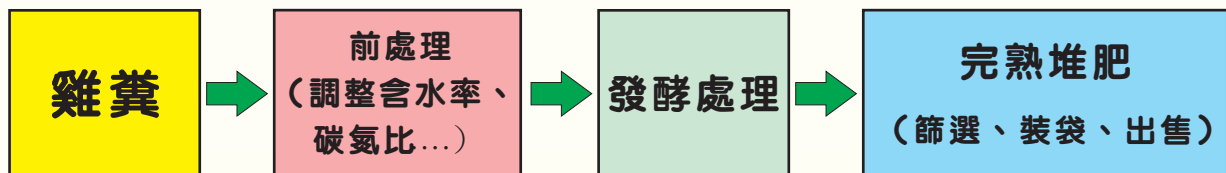
一般當試驗盆鉢內之種子發芽率達到60-70%以上，且在7~14日觀察期間，並無明顯臭味產生或誘引蒼蠅滋生等現象，則可視為達到腐熟的階段。



第二節 大型堆肥製作技術與成本分析

未經發酵之雞糞，若直接施入土壤，種植作物或蔬菜，容易對植物造成傷害；為避免不必要的損失，不論是純的或含粗糠等物質的雞糞，最好經過充分的發酵處理後才施用。要製作發酵完熟、品質優良的雞糞堆肥，在製作堆肥的過程中，必須注意水分、營養分（如碳氮比）的調整、氧氣的供應及適當溫度的維持，以提高微生物活性，發酵反應才能順利進行。

一般堆肥的製作流程，包括了前處理、發酵處理、篩選、裝袋等階段，其流程圖如下：



一、雞糞堆肥材料前處理

（一）水分調整

堆肥中微生物的繁殖、存活需要適量的水分與氧氣。因此，在發酵過程中，水分不足，則微生物會失去活性；水分太多，則會造成厭氣狀態，而無法進行良好的發酵反應。堆肥基質的最適水分含量約為60~70%，即大約是用手緊握時，略有水分滲出的程度。由於純雞糞加水後會互相膠結成糊狀，形成厭氣狀態，使得堆肥發酵不良，所以在堆肥製造過程中，可配合添加粗糠、木屑、稻草等調整材，以增加其通氣性。所添加的水分調整材需要量可依下列計算式計算：

$$\text{調整材需要量 (kg)} = \text{新鮮糞量 (kg)} \times \frac{\text{新鮮糞含水率(\%)} - \text{適當含水率(65\%)}}{\text{適當含水率(65\%)} - \text{調整材含水率(\%)}}$$

（二）成分調整

堆肥發酵反應主要是由微生物來分解堆肥材料中之可分解有機物。微生物活動所需要的最適當碳氮比例，真菌體為25，而蛋雞糞的碳氮比為9~14(表2-2-1)，故可在蛋雞糞中添加含高碳調整材以調整其營養成分，使其適合微生物生長，一般常用的調整材料有稻殼、木屑等。

台灣地區農產廢棄物量亦相當龐大，以民國96年為例約179萬公噸，其中稻殼272,691公噸、稻蒿136,458公噸、廢棄菇包152,000公噸，亦可酌量混合，提高堆肥材料碳氮比。一般農產廢棄物的成分如表2-2-2所示。以1噸蛋雞糞（水分65%，碳氮比約10）加上廢棄金針菇栽培介質（水分65%，碳氮比42）調整至碳氮比25為例，每單位重量雞糞所需要添加之調整材重量可計算如下：

$$\text{調整材重量} = \frac{\text{雞糞 N\%}}{\text{調整材 N\%}} \times \frac{\text{期望之碳氮比} - \text{雞糞碳氮比}}{\text{調整材碳氮比} - \text{期望之碳氮比}} \times \frac{1 - \text{調整材之水分含量}}{1 - \text{雞糞之水分含量}}$$

在與農產廢棄物混合堆積時，如為長纖維性材質最好將其剪短、切細或做必要的前處理，利用人工或鏟裝機與雞糞攪拌均勻，並同時調整水分含量。而此種混合堆積應該一次就將材質加入，切忌於發酵過程中分次添加，如此才能發酵均勻。

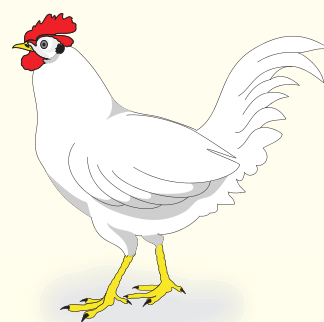
表2-2-1. 雞糞成分含量（乾基）

樣品	碳氮比	有機質	碳	氮	磷酐	氧化鉀	氧化鈣	氧化鎂
					%			
蛋雞糞 (1)	9~14		27~32	2.1~2.9	4.4~6.8	0.77~3.8	0.73~7.5	0.3~1.8
蛋雞糞 (2)		19~40		0.6~1.9	1.4~4.1	1.0~2.1	4.7~8.2	0.3~1.5
肉雞糞 (1)	11~28		25~47	1.8~2.5	2.8~6.6	2.7~3.6	2.6~21	0.7~1.5
肉雞糞 (2)		44		1.99	2.11	1.41	1.57	0.50

表2-2-2. 農產及加工廢棄物成分含量（乾基）

樣品	碳氮比	有機質	碳	氮	磷酐	氧化鉀	氧化鈣	氧化鎂
					%			
稻殼	60~106	55~87	39~42	0.36~1.47	0.07~2.18	0.28~0.98	0.01~0.34	0.05~0.09
糠	22	91	50~55	2.04~3.37	2.45~4.47	1.43~2.45	0.18~0.35	0.75~1.78
茶渣	14~18	96	46~51	2.52~3.64	0.44~0.50	0.49~0.65	0.46~0.61	0.25~0.37
蔗渣	204	73	33~53	0.26~1.08	0.07~0.21	0.23~0.57	0.41	0.12
茶子粕	41		51	1.23	0.30	1.21	0.21	0.23
廢棄香菇栽培介質	27~102	75	37~57	0.56~1.35	0.89~2.04	0.10~0.69	2.27~5.78	0.47~0.93
廢棄金針菇栽培介質	42	58~90	58	0.94~3.5	0.76~4.4	0.45~1.21	0.49~3.3	0.37~1.9

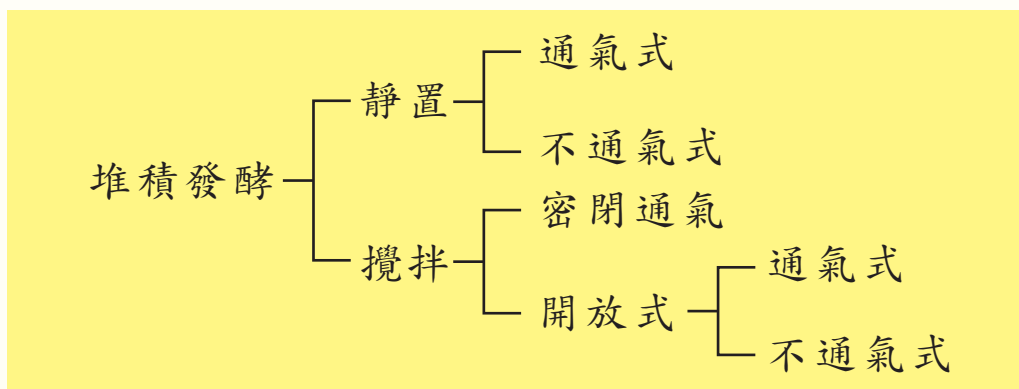
資料來源：李艷琪、張愛華 2000 有機資材及有機質肥料之成分分析。



二、發酵處理

養雞場的雞糞，可依規模及經營方式不同，而自行採用適合的堆肥處理方式。一般而言，專業養雞場由於所產生的雞糞量較大又沒有足夠的農地容納，無法達到自產自用的原則，因此必須運到雞糞集中處理場之堆肥發酵槽進行堆積發酵，待發酵完熟後，再行出售。

雞糞發酵方式主要可歸納如下：



雞糞發酵因採用的處理方式不同，其設施需求、操作條件、腐熟日數、處理成本、產品品質會有極大的差異。但一般而言，靜置式堆肥的設備投資較少，但處理期長，需2個月以上，而且堆肥成品品質較不均勻；而攪拌式堆肥處理，設備投資及操作維持費均高，但處理期間短，約1個多月即可發酵完熟，且堆肥成品品質較均勻。但不論採用何種處理方式，水分調整、適當通氣、避免日曬雨淋及防止蒼蠅、臭味的產生等，均是雞糞堆肥製造時必須注意的地方。業者可依養雞場各種環境、設備的條件，自行選擇合適的方法進行堆積發酵。此外，各堆肥生產者可以視發酵情形或堆肥產品需求，進行二次發酵、肥分調配及篩選、包裝等。

台灣地區雞糞堆肥的處理方式可大致歸納為簡易堆積式、堆積送風式、開放攪拌式及密閉式等數種。但是，因堆積方式、攪拌機械及送風方式的不同，實際應用在一般農家及專業堆肥場的堆肥製造法，可以說是五花八門，其中比較常見的有：袋裝堆肥式、箱型送風式、簡易堆肥舍、送風堆肥舍、橫軸迴轉攪拌式、鋼板履帶翻堆式、橫型圓筒式、直立圓筒式等。下面就目前比較被普遍採用且比較符合環保要求的六種方式，加以詳細說明，業者可依雞糞成分、處理量、投資額等條件參考採用：

（一）箱型送風式

在箱型發酵槽內設置送風系統，由鼓風機、主風管、支風管及定時控制器連合組成(圖2-2-1)每分鐘之送風量以每噸堆肥200公升(靜壓320mm/Aq)較適當。其作業流程為：

雞糞→調整水分及營養→發酵→篩選→包裝

此種處理方式的優點為操作簡易，且因無須翻堆，故可以節省機械之投資；而缺點為堆肥原料在發酵過程中會變得密實，使通氣性變差，且原料及微生物之混合情形較差，易造成發酵不均勻，因此堆肥品質較不穩定。

箱型堆肥舍的發酵槽，一般可分隔為寬1.8~3.6 m、(長)深1.8~5.6 m、高1.8~2.6 m的小區間，以單列或複列配置，總容積約8~50 m³。發酵槽的三邊壁面為混凝土塊構築，前方則使用可移動之合板或厚木板，以方便堆肥之搬運。雞糞在調整水分後，即堆積於發酵槽內，由床面向雞糞堆通氣，以促進發酵；可在箱型發酵槽內持續發酵二個月或經20~30天後移至攪拌式堆肥舍繼續發酵至腐熟。



圖2-2-1. 箱型送風式堆肥發酵槽。

（二）開放攪拌式

開放攪拌式為在發酵槽的上方裝設攪拌機，每日進行1~2次的攪拌及移送作業，發酵槽底部亦可裝設促進發酵的通氣裝置。堆肥材料之分解較箱型發酵槽快、產品品質均一、操作省力、可大量生產，為此種堆肥舍的優點。

發酵槽的形狀有直列型（單列或複列）及橢圓形兩種。槽之側壁使用可耐攪拌機重量（1.3~5噸）的型鋼或鋼筋混凝土，內部裝設可供攪拌機行走之鐵軌；依攪拌的方式，可分為杓子式攪拌機及迴轉式攪拌機兩種。

1. 迴轉攪拌式

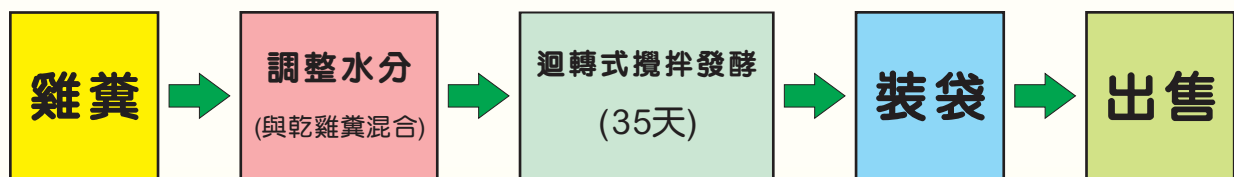
迴轉式攪拌機有多種樣式，長方型發酵槽為以30 cm~1 m 的攪拌棒進行攪拌、移送作業，作業結束後攪拌機由堆肥原料上方移回起始點；循環式發酵槽則為攪拌機的迴轉軸上設有耕耘爪，可以進行攪拌、移送作業或作用左右縱軸之螺旋，來攪拌發酵槽側壁附近之堆肥。

以下為雞場使用迴轉攪拌式堆肥發酵槽之實例，依其攪拌機橫軸機械型式，將其分為條板式及刀爪式。

(1) 條板式：

在本案例之發酵槽可處理120,000隻蛋雞之雞糞。雞舍為高架籠飼，雞糞在籠下堆積約30~45天，此時含水率約為50~60%，故雞糞收集後不必調整水分，可直接送入發酵槽內。發酵槽為長條形，長75 m，寬6 m，利用條板迴轉式攪拌機翻堆攪拌 (圖2-2-2)；發酵期間35天。

處理流程如下：



該堆肥場年產堆肥1,080噸，發酵後之堆肥因條板攪拌而形成顆粒狀，堆肥成品利用篩選機篩分成粒徑6 mm以下、12 mm以下、18 mm以下及18 mm以上等四級。雖然粒狀堆肥有施用較方便、肥效較持久等優點，但有時會有發酵不均勻的情況，所以亦須注意堆肥顆粒之內部完熟程度。



圖2-2-2. 條板迴轉攪拌式發酵場。

(2) 刀爪式

本例之堆肥場每天可處理135,000隻蛋雞糞，原料以鏟裝機投入長72 m、寬4 m之發酵槽，每天以刀爪迴轉式翻堆機翻堆一次（圖2-2-3），發酵期間60天。堆肥成品呈細小顆粒狀，年產量1,080噸。

處理流程如下：

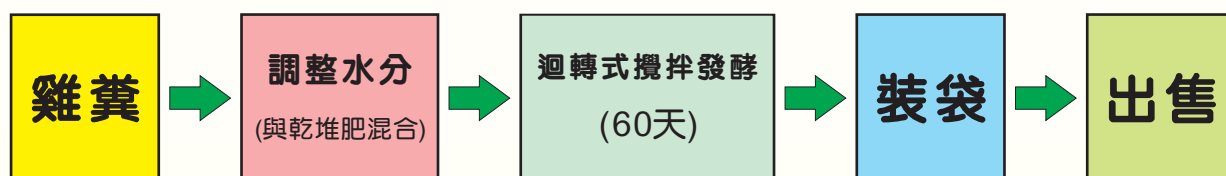


圖2-2-3. 刀爪迴轉攪拌式發酵場。

(3) 杓子式

杓子式發酵槽為在長方型之發酵槽內利用履帶翻堆機，將堆肥材料上扒後，往後方落下之方式進行攪拌、翻堆、移送之工作，其一般之翻堆深度可達1.0~1.8 m，因為攪拌翻堆的深度較迴轉式機械深，所以發酵槽所需面積較小。

本實例之發酵槽為一長24 m、寬1.5 m、高1.7 m之鋼鐵發酵槽，配設U型杓子式之履帶翻堆機械（圖2-2-4）。該套設備之容積為60 m³，每次可處理雞糞4噸，每兩天翻堆及進料一次，約24天後發酵結束，堆肥成品即可裝袋出售。本套設備可配合簡易堆積式或送風式堆肥處理做為堆肥二次發酵之發酵設施，其堆肥成品之品質及均勻度相當不錯。

處理流程如下：

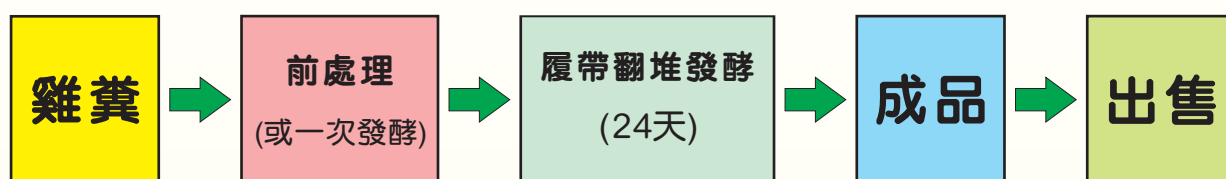


圖2-2-4. 杓子式發酵槽。

（三）密閉式

本型之堆肥製作，係將雞糞等堆肥材料投入密閉式之發酵槽內，利用槽內的攪拌裝置或槽本身的迴轉，使材料充分混合，並使發酵槽維持均勻的發酵溫度；若槽內沒有灑水裝置，則在高溫下發酵堆肥的水分含量很快就會降到40%以下，會使發酵反應提早中止。本型的優點是：可以省工、堆肥成品品質均一、發酵設施佔地面積少、發酵期間所產生的臭氣容易收集處理；但是單

位處理量的設備投資費用比較高，則為其缺點。因此使用本型之堆肥場，常採用先在密閉式發酵槽中進行短時間的發酵，再移到其他發酵槽作二次發酵的方式來製造堆肥。發酵槽可以是水泥、鋼板所製成之整組永久固定式，也可以搭配塑膠布棚使用，發酵時才密閉覆蓋，不進料時則開啟，使便於進行發酵槽的清理及內部機械之維護保養。此型之堆肥製作均採批式處理。

1. 圓型

在台灣地區使用本型發酵槽來處理肉雞糞及蛋雞糞的堆肥場（圖2-2-5），其堆肥發酵方式均採批式發酵，每批次之處理量依型別大小可以處理40~90噸。

本例之堆肥場，發酵槽高2 m、直徑6.5 m，翻堆機因為繞圈走動翻堆，每行走一圈約需3小時40分。翻堆發酵時，外圍覆上塑膠布，發酵槽即成為密閉式，可利於抽氣脫臭之操作，發酵槽內設有送風裝置，並可隨時調整槽內的濕度與溫度；發酵15天後，再將發酵堆肥移至送風式堆肥發酵槽進行30天的二次發酵。堆肥年產量為480~720噸。

處理流程如下：

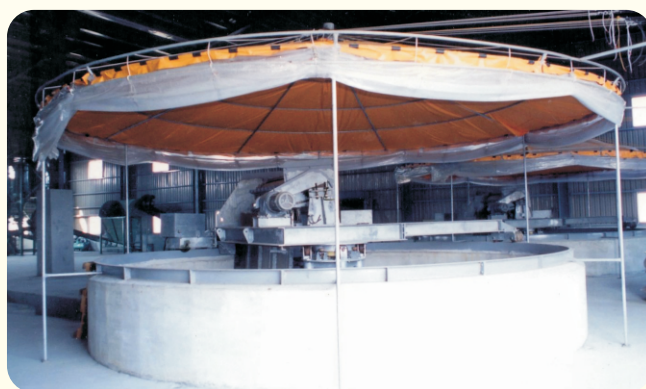
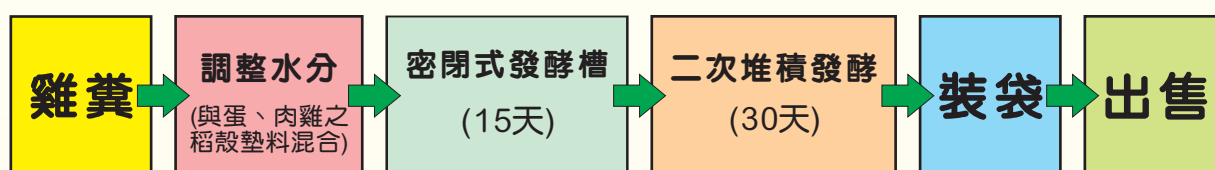


圖2-2-5. 圓型密閉式發酵槽。

2. 直立圓桶式

本例之堆肥發酵採批式處理，堆肥原料調整水分至適當程度後以昇斗機進料到16 m³ 容積之圓桶（圖2-2-6），發酵3天後再送入杓子式發酵槽中進行22天的二次發酵。全部發酵時間合計為25天。該場之堆肥年產量約為630噸。

處理流程如下：

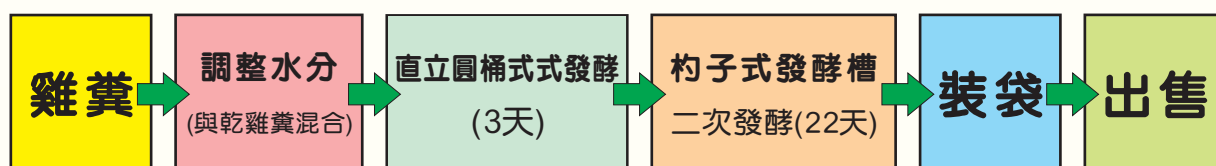


圖2-2-6. 直立式圓桶發酵槽。

三、雞糞堆肥腐熟度之判定

- (一) 溫度：**在堆積發酵初期，發酵堆的溫度會急速上升，且內部溫度比表層溫度高，每當溫度達到一個高峰再下降時，即表示堆肥內部有缺氧的現象，此時需要翻堆或通氣。如此翻堆數次後，堆肥內部的溫度上升速度逐漸減緩；若水分含量適當，翻堆後溫度低於45℃，則可視為堆肥已接近腐熟。
- (二) 臭味：**發酵初期，氨氣及其他揮發性臭氣之濃度甚高，有時甚至會有嗆鼻的感覺，爾後每次翻堆，氨氣味道逐漸淡化，等到僅剩微量氨味，甚至微覺土氣時，則大致已到完熟階段。
- (三) 顏色：**在堆積初期，堆肥顏色相當鮮明，爾後隨著發酵時間增長而逐漸轉成暗色。當堆肥呈褐黑色時，亦約是堆肥完熟之時。
- (四) 種子發芽率測定：**若欲更確認雞糞堆肥是否仍含有抑制種子發芽的毒性物質，可以進行種子發芽率試驗做為判定堆肥腐熟度的指標。

其方法如下：現場採回來的新鮮堆肥樣品，經65℃風乾後，取樣品5 g 置於三角瓶中，加100 mL 75~80℃熱蒸餾水，攪拌均勻後靜置3小時，將浸液過濾後，取10 mL 濾液於已放有二層濾紙及100顆白菜種子的培養皿中，每一堆肥樣品做5重覆，並以蒸餾水代替濾液當作對照組。培養皿蓋上蓋子後，置於恆溫箱中，在25℃培養4~5天，種子有長出兩個完整子葉及根毛者才判定有發芽(圖2-2-7)。

$$\text{種子發芽率(\%)} = \frac{\text{堆肥萃取液所測得之種子平均發芽數}}{\text{對照組測得種子平均發芽數}} \times 100\%$$



圖2-2-7. 種子發芽率試驗。

四、雞糞堆肥品質

製作雞糞堆肥產品須符合肥料品目規格始得取得肥料登記證，可能登記之品目有禽畜糞堆肥與一般堆肥，其規格詳列如表2-2-3。

表2-2-3. 堆肥品目及規格

種類	禽畜糞堆肥	一般堆肥	雜項堆肥
品目編號	5-09	5-10	5-11
適用範圍	以禽畜糞為主原料（50%以上），添加適量稻殼、木屑、菇類培植廢棄包之內容物、花生殼、蔗渣等調整材，經過翻堆、醱酵腐熟、調配成分、堆置風乾等程序所製成之堆肥。	以植物殘株、稻殼、蒿稈、木屑、菇類培植廢棄包之內容物、花生殼、蔗渣、禽畜糞尿、植物渣粕、米糠等農業廢棄物原料，經過翻堆、醱酵腐熟、調配成分、堆置風乾等程序所製成之堆肥。	以植物渣粕、動物廢渣、魚廢物、副產動物質、副產植物質、廚餘或事業廢棄物等為原料，經過翻堆、醱酵腐熟、調配成分、堆置風乾等程序所製成之堆肥。
主成分	有機質 $\geq 40.0\%$ 全氮 $1.0\% \sim 4.0\%$ 全磷酐 $1.0\% \sim 6.0\%$ 全氧化鉀 $0.5\% \sim 5.0\%$	有機質 $\geq 50.0\%$ 全氮 $0.6\% \sim 3.0\%$ 全磷酐 $0.3\% \sim 5.0\%$ 全氧化鉀 $0.3\% \sim 4.0\%$	有機質 $\geq 50.0\%$ 全氮 $0.6\% \sim 5.0\%$ 全磷酐 $0.3\% \sim 6.0\%$ 全氧化鉀 $0.3\% \sim 4.0\%$
有害成分	砷 $\leq 25.0 \text{ mg/kg}$ 鎘 $\leq 2.0 \text{ mg/kg}$ 鉻 $\leq 150 \text{ mg/kg}$ 銅 $\leq 100 \text{ mg/kg}$ 汞 $\leq 1.0 \text{ mg/kg}$ 鎳 $\leq 25.0 \text{ mg/kg}$ 鉛 $\leq 150 \text{ mg/kg}$ 鋅 $\leq 500 \text{ mg/kg}$	砷 $\leq 25.0 \text{ mg/kg}$ 鎘 $\leq 2.0 \text{ mg/kg}$ 鉻 $\leq 150 \text{ mg/kg}$ 銅 $\leq 100 \text{ mg/kg}$ 汞 $\leq 1.0 \text{ mg/kg}$ 鎳 $\leq 25.0 \text{ mg/kg}$ 鉛 $\leq 150 \text{ mg/kg}$ 鋅 $\leq 250 \text{ mg/kg}$	砷 $\leq 25.0 \text{ mg/kg}$ 鎘 $\leq 2.0 \text{ mg/kg}$ 鉻 $\leq 150 \text{ mg/kg}$ 銅 $\leq 100 \text{ mg/kg}$ 汞 $\leq 1.0 \text{ mg/kg}$ 鎳 $\leq 25.0 \text{ mg/kg}$ 鉛 $\leq 150 \text{ mg/kg}$ 鋅 $\leq 500 \text{ mg/kg}$

資料來源：農糧署中華民國97年3月27日農糧字第0971036406號公告之肥料種類品目及規格

雞糞所製成的堆肥發酵過程中粗纖維、粗蛋白及粗脂肪，在發酵過程中不斷減少，但是無機鹽類的濃度則是不斷提升，如銅、鋅的濃度在完熟堆肥中濃度可達生雞糞2.5倍。因此，在調製堆肥材料中加入含較低銅、鋅濃度的材料，是減低堆肥中銅、鋅濃度的方法之一。表2-2-4為含雞糞堆肥各項成分含量，必須注意蛋雞糞堆肥有機質含量有時少於40%，磷酐大於6%，不符合禽畜糞堆肥品目規格，參考表2-2-2所列農業廢棄物成份適當添加資材可解決此問題。

表2-2-4. 含雞糞堆肥成分含量(乾基)

堆積資材	比例 (w/w)	碳氮 比	有機質	碳	氮	磷酐 %	氧化鉀	氧化鈣	氧化鎂
蛋雞糞		7~15	30~41	17~24	1.35~2.5	4.6~10	2.4~4.6	9.1~33	1.2~2.1
肉雞糞		10	53	31	2.97	3.14	2.59	3.09	0.78
香菇木屑：雞糞	8：4	11	48	28	2.46	4.33	2.26	9.63	0.17
香菇木屑：雞糞	16：4	12	48	28	2.37	4.19	2.23	9.12	0.16
香菇木屑：雞糞	32：4	14	53	31	2.25	3.99	2.18	8.70	0.15
太空包：雞糞：米糠	14：5：1	17	64	37	2.23	1.01	1.70	3.98	1.40
木屑：雞糞	7：3	14	64	37	2.64	0.82	1.16	2.35	0.48
太空包：雞糞	10：1	19	60	35	1.82	4.17	1.92	5.35	1.92
太空包：雞糞	10：4	16	59	34	2.18	5.70	3.33	8.55	2.75

資料來源：如表2-2-3。

至於，在雞糞中可能含有的細菌及磺胺劑對堆肥品質是否有影響？依據研究結果在新鮮雞糞中驗出的 *Klebsiella Pneumoniae*, *Micrococcus spp.*, *Staphylococcus xylosus*, *Escherichia coli*, *Ochrobacter anthropi*, *Staphylococcus ciuri*, *Staphylococcus lentus* 及 *Agrobacteria radiobacter* 等非病原性細菌，只要發酵反應的進行超過1天使堆肥溫度達到40℃以上，即可殺滅。而在雞糞中測得之 Sulfamonomethoxine (SMM, 磺胺一甲氧嘧啶)，亦會隨著堆肥化的進行逐漸衰減(沈韶儀, 2006)。

五、脫臭技術

臭味問題為雞糞堆肥場遭到鄰近居民抗爭的主要原因之一，然而在堆肥堆積發酵過程中有機物質分解，不可避免會產生揮發性有機酸、甲基胺、氨氣、硫化物等臭味物質。

（一）減少臭味發生

控制臭味首要是減少臭味發生，在雞糞堆肥場低碳氮比資材的好氣堆肥化過程中，氨氣是主要的副產物，因此調整碳氮比有助於減少氨氣的產生。此外，水分含量高之雞糞原料儘速乾燥或加入調整材，亦可減少臭味發生。

（二）防止臭味逸散

無法完全避免臭味發生時，要控制臭味之第一步是必須先將臭味發生源做適當之封閉。完全密閉式堆肥場最能防止臭味之逸散，一般堆肥場可以應用帆布、塑膠布等將堆肥發酵區封閉起來，防止臭味逸散(圖2-2-8)。集中在發酵區之臭味必須定時抽出處理並引進新鮮空氣，以維持發酵區空氣品質。



圖2-2-8. 以帆布密閉堆肥場發酵區並在內部架設集氣管線。

（三）臭味處理

抽出之臭氣可以用物理吸附、化學吸收及生物過濾、臭氧處理等等。其中，生物過濾方法較其他物理及化學方法有明顯的經濟上及操作上的優勢，生物濾床可以處理大量排氣中的化學物質，並且有維持費用低、未產生有害副產物的優點。在台灣，對於堆肥舍的臭味去除曾嘗試用水洗塔、酸洗塔、木屑吸附法(圖2-2-9)、土壤脫臭法及生物濾床法等。



圖2-2-9. 木屑脫臭法。

以木屑及土壤去除雞糞堆肥化期間之氨氣，效率達92-100%，使用木屑脫臭法必須維持適當水分含量並定期更換濾材，才能達到脫臭效果。未注意脫臭槽的維持，將導致木屑結塊硬化等問題，失去脫臭效果。

生物濾床、生物洗滌及生物滴濾法（圖2-2-10）則利用生物轉換作用將吸附之氨氣轉換為其他型態氮，可以增加濾料使用期限，降低脫臭成本。生物濾床之濾材可以選用木屑、木片、蛇木屑、椰殼、蔗渣等比表面積高、孔隙度大的材質，添加適當的腐熟堆肥可以當作為生物生長的營養來源。而生物洗滌及生物滴濾法則多以塑料之生物接觸濾材填充，輔以添加無機鹽之循環水做為微生物之營養來源。

由於在除臭硬體設備上，生物濾床與傳統之木屑脫臭槽構造相似，將木屑脫臭槽加裝噴水調濕設備，並將木屑改以無結塊問題的蛇木屑加上適當比例的腐熟堆肥，可作為木屑脫臭改進為生物濾床的方法。

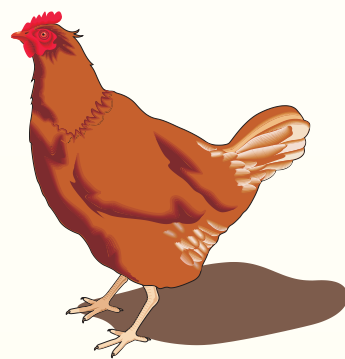


圖2-2-10 堆肥場生物滴濾法除臭裝置。

（四）臭味遮蔽

使用以上臭味處理之後仍未能完全解決臭味問題，則可以在堆肥場周圍應用噴霧方式彌臭，(如圖2-2-11)除了噴水之外，添加少許樟樹精油等芳香劑，亦可改善臭味問題。



圖2-2-11 堆肥場噴霧除臭系統。

六、雞糞堆肥成本

(一) 案例A: 迴轉攪拌式堆肥發酵槽-堆肥共同處理場，每月處理400噸雞糞及250噸廢棄菇類太空包。

I. 營運成本資料

i. 固定成本

場房 19,183千元(土木工程17,650千元，脫臭工程1,230千元，綠美化303千元)

機械 11,180千元(鏟裝機1,370千元，翻堆機6,820千元，送風機1,630千元，脫臭機械1,360千元)

ii. 變動成本

電費 50千元/月

油料費 50千元/月

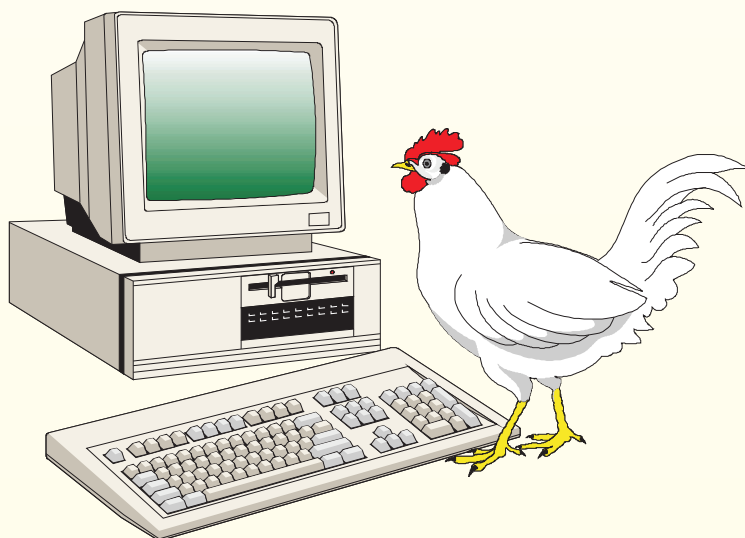
調整材 100千元/月

雞糞 800千元/月

iii. 人事費 1,890千元/年(3.5萬元/月 × 4人 × 13.5月)

iv. 維護費 800千元/年

利息 1,215千元(年總投資額 × 4%年利率
=30,363千元 × 0.04)



II. 成本計算

- (1) 場房折舊：863千元/年。場房含RC構造及鋼鐵構造造價各半，RC構造使用年限30年，鋼鐵構造使用年限10年，平均以20年計。殘值以10%計。
 $(19,183 - 19,183 \times 10\%) \div 20 = 863$ 千元/年
- (2) 機械折舊：1,006千元/年。使用年限以10年計，殘值以10%計。
 $(11,180 - 11,180 \times 10\%) \div 10 = 1,006$ 千元/年
- (3) 變動成本：12,000千元/年。電費+油料費+調整材+雞糞(每公斤2元計) $1,000 \text{千元} \times 12 = 12,000$ 千元/年
- (4) 人事與維護2,690千元/年
- (5) 利息 1,215千元
- (6) 總成本=場房折舊+機械折舊+變動成本+人事與維護+利息=17,774千元/年
- (7) 年產量=1,850公噸/年(申報值)
5,544公噸/年(估計值=總回收資材量 $\times$ 0.6)
- (8) 成本 3.21元/公斤(以估計年產量計)

(二) 案例B: 直立圓形堆肥發酵槽-8萬5千隻規模蛋雞場
附設堆肥場，直立圓形堆肥發酵槽2天後堆積發酵。

I. 營運成本資料

i. 固定成本

場房 4,500千元

機械 14,500千元(集糞帶4,000千元，發酵槽5座
10,000千元，鏟裝機500千元)

ii. 變動成本

電費 60千元/月

油料費 4千元/月

調整材 90千元/月

雞糞 不計價

iii. 人事費 2,025千元/年 (3萬元/月 $\times$ 5人 $\times$ 13.5月)

iv. 維護費 100千元/年

v. 利息 760千元 (年總投資額 $\times$ 4%年利率
 $=19,000\text{千元} \times 0.04$)

II. 成本計算

i. 場房折舊：203千元/年。 $(4,500-4,500 \times 10\%) \div 20=203\text{千元/年}$

ii. 機械折舊：1,305千元/年。 $(14,500-14,500 \times 10\%) \div 10=1,305\text{千元/年}$

iii. 變動成本：12,000千元/年。電費+油料費+調整材+雞糞(不計價)

$154\text{千元} \times 12=1,848\text{千元/年}$

iv. 人事與維護2,125千元/年

v. 利息760千元

vi. 總成本=場房折舊+機械折舊+變動成本+人事與維護+利息=6,241千元/年

vii. 年產量=1,200公噸/年

viii. 成本 5.2元/公斤 (以估計年產量計)

七、雞糞堆肥製作時應注意事項

1. 材料混合均勻：材料儘量混合均勻，以促進發酵。切勿將欲混合的材料均打成粉狀，須保留部份材料為粗質地，以利通氣，若摻雜稻殼，將稻殼保留原貌，不須打碎。蛋雞糞添加菇類廢棄栽培介質等農產廢棄資材，可以提高堆肥成品有機質含量，降低磷酐及重金屬含量，有助達到肥料規格要求。
2. 調整水分：將堆製材料調整至約含60%~70%的水分，即用手緊握時，略有水分滲出的程度。堆肥發酵過程中，若堆肥材料太乾，則需加水濕潤，以維持微生物活性。
3. 需翻堆或通氣：在發酵過程中，為充分供應微生物所需的氧氣，需要翻堆或通氣，以免造成部分厭氣狀態而影響堆肥發酵。翻堆除了可以供給氧氣外，還可以增加微生物和發酵基質的接觸，增加反應速率，而成品品質也會更均勻。
4. 選擇適當地點：堆肥製造地點，要空曠、排水良好、給水方便；與住家相隔一段距離。
5. 堆肥場要遮蓋：製造堆肥時，需有防雨的設施，避免雨水直接淋洗。
6. 需裝設廢水收集設備：堆肥發酵過程中所滲出的水分必須妥善收集，以免造成污染。故堆肥場所要有收集廢水的設施，且可將收集的肥液妥善處理，如做成有機液肥或在翻堆時作水分調整之用。
7. 堆肥場所須通風良好且有除臭設施：堆肥製作場所要有通風及除臭設備，四周中空或具通風扇抽氣設備，以去除翻堆時產生的氨氣及其他臭味氣體，以免危害人體健康。堆肥發酵時所產生的臭味氣體，要妥善收集處理，以免造成空氣污染。

第三章、雞糞堆肥施用技術



第三章、雞糞堆肥施用技術

根據農委會統計資料97年飼養之雞隻總數大約為1億隻，其中肉雞約為6千5百萬隻，蛋雞約為3千6百萬隻，而肉雞每日平均排泄物量為0.13 kg/隻，蛋雞為0.14 kg/隻(簡和張，2006)，因此每日所產生雞隻排泄物共為13,580公噸。直接將生雞糞或將其曬乾後，施用於農地，雖然亦具有增進土壤有機質和提供作物養分的功效，且可減少堆肥化過程所需的設備、時間及堆肥過程的營養鹽的損失，因此養分要素單價相對地比禽畜糞堆肥低，故此在許多地區，尤其是山區，直接施用乾雞糞的情形日益嚴重，然而雞糞未經過適當處理即施用於農田中，將導致發酵過程臭味逸散的空氣污染及蒼蠅孳生等環境衛生問題。若能製成堆肥再施用於農地，則可避免前述問題，並可取代化學肥料的施用，達資源回收再利用及永續農業之目的。

有關雞糞堆肥之施用技術及應注意下列事項，說明如下：

一、合理化施肥原則及重要性

合理化施肥係指依照作物需要，作適量、適時、適法之施肥。當土壤中缺少某種要素（土壤中最易缺乏氮、磷、鉀三要素）而施肥時，作物的生長量雖跟施肥量之增加而增加，但單位施肥量所能增產之作物收量卻隨著施肥量之增加而遞減，此現象稱為報酬遞減率。故施肥量增至某一程度後。產量不再增加，甚至減產。任何一種養分過多時會抑制其他養分的吸收而造成產量降低，因此養分需要依據作物需要、土壤肥沃度及氣候條件做適當調整用肥，是為合理化施肥的原則，也是作物

可以長最好，產品品質最高的原理。例如氮肥過多作物容易得病及容易倒伏，水果色度、甜度及存放品質皆不良；磷過高會引起微量要素被固定而缺乏；鉀過高會引起缺鈣及缺鎂，而造成作物生長不理想；銅過高會引起植物中毒及其他微量養分如鐵錳鋅等缺乏。養分不平衡引起的不良作用相當多，無法在此詳列。

收穫物之品質與施肥量亦有類似關係。更因施肥之成本乃隨著施肥量比例的增加，作物生理上可獲最高收量之施肥量亦未必是經濟上最有利的施肥量。又因施量增加時，尤其是氮肥用量增加時，其在作物生長過程中或在收穫後自耕土中以液態流失或以氣態逸散之機會亦是大增，不單對於環境不利，對於資源亦是浪費。故由經濟利益所決定之施肥量亦須顧及生態之保護，才是合理的施肥適量。

為決定作物生產上最有利的施肥量，試驗改良場所之土壤肥料部門過去已在不同的地區（氣候、土壤）條件下，就不同的品種進行無數的各種肥料試驗，由肥料之效應推定施肥之適量。同時亦進行施肥位置或時期等各種有關施肥方法試驗，以提高施肥效率，減少肥分流失或逸散機會；可以以較少的肥料達到較多肥料效率的目的。故將適量之肥料在作物生長過程的適當時期，以適當的方法施於適當位置，以提高肥料效率的同時亦獲得作物生產上之最佳利益，可說是合理施肥的基本原則(連，1998)。此部分試驗結果已發行「作物施肥手冊」供農友參考。

然而由於政府的肥料價格穩定政策，台灣農民一直享受比較低廉的肥料。另一方面，由於人工之缺乏和工資之上漲，農民為求確保產量常偏好施用重肥，而施肥方式則趨於粗放。據台中區農業改良場1990~1991年在台中、彰化、南投地區稻田多處之調查，農民之肥

料慣用量平均以氮、磷酐、氧化鉀計，各為200、60、110公斤/公頃，較試驗場之推薦量平均氮、磷酐、氧化鉀130、40、60公斤/公頃各多出54%、50%、83%，可見肥料過量施用之一斑。

過多的肥料或粗放的肥料施用均會增加養分之流失或逸散機會；流失的養分會污染水源，而逸散的氣體亦造成溫室效應。更有甚者，台灣肥料公司民營化後，肥料價格勢必反映市價，且因石化能源有限，未來肥料價格亦不樂觀，故避免肥料濫用、提高肥料效率之合理化施肥，不單為環境勢在必行，對於農民本身經營成本之節省亦甚重要。

二、雞糞堆肥之成分

有機質肥料常見成分不穩定和品質不均的問題，雞糞堆肥亦有相似的現象。堆肥的有機質和養分含量常因堆積之雞糞和調整材的比例，堆肥化過程之溫度、水分和時間的不同而異，若無法控制資材之比例和堆肥化的條件，每一批次所生產的雞糞堆肥的有機質和養分含量都將不同，且變異不小，以往不少業者之肥料袋上所標示的成分含量與實際堆肥成品的成分含量常有落差(陳，2009)。根據市售有機質肥料(李與連，1997)及農糧署97年抽驗樣本之主成分調查結果，顯示雞糞堆肥之主成分含量變異相當大，有部分商品仍不符合肥料管理法中禽畜糞堆肥之規範。

目前政府在有機質肥料品質管理方式，除規範禽畜糞堆肥之規格外(如附錄一)，係以消極的不定期抽驗樣品來加以管制，積極的則以鼓勵塑立個別廠商品牌的信譽，作為堆肥或有機質肥料品質的保證。其最終目的是要把堆肥與有機質肥料的品質維持在一定的水準以上。農友應選用農糧署推薦品牌之禽畜糞堆肥，以確保堆肥之品質。

表3-1-1. 雞糞堆肥成分分析表⁽¹⁾

樣品	水分 (%)	有機質 (%)	碳氮比	氮 (%)	磷酐 (%)	氧化鉀 (%)
成分限制	≤35%	≥40%	10-20	1-4	1-6	0.5-5
雞糞堆肥 ⁽²⁾	12-30	37-82	8.4-16.1	1.5-5.7	2.2-7.6	1.2-3.9
雞糞堆肥 ⁽³⁾	8.8-72	23-87	5.6-9.4	0.4-5.7	0.7-9.6	0.3-6.6

(1) 除水分外，其餘皆以乾基測定

(2) 資料來源：行政院農委會

(3) 資料來源：李和連，1997

三、礦化量估算

有機質肥料之功能雖然很多，惟從許多試驗結果可以了解，以其肥效之表現最為重要。而堆肥中養分要素需經微生物分解有機質才能釋出(即礦化作用)，故施用有機質肥料時，其在施用當作期間可礦化釋出之養分要素量評估乃甚重要(連，1998)。礦化作用的快慢又受資材特性，及環境因子(如水分、通氣性、pH、溫度等)的影響。但鉀素在堆肥中之形態為水溶性，故其礦化率可當100%。磷素在堆肥中之形態及礦化率則依調整材而異。

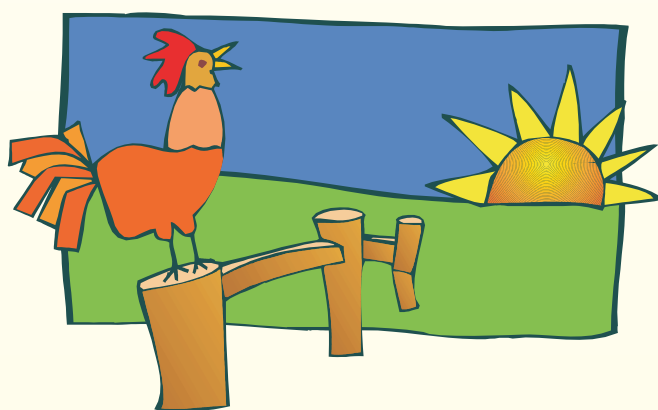
雞糞堆肥之碳氮比屬中低者(10~15)，其在一作期間之氮素礦化率則屬中高(85~50%)；如雞糞堆肥之氮含量為2.0%，而其預估礦化率為70%，則其每公噸施用量之當作氮素釋出量將達14公斤(連，1998)。因礦化率之故，施用初期肥料效率概低於施肥量相當的化學肥料，連年施用後，因其分解殘餘之有機質逐漸累積，礦化率漸增，肥料效率才漸接近施肥量相當之化學氮肥。因此連年施用堆肥時，除了估算當作所施之堆肥之可礦化量外，亦需估算土壤中累積之有機質之礦化量，二者之和為預期可，但此累積之礦化率，理論上，不會超過100%，故其肥料效率在本質上，並不超過施肥量相當的化學肥料。

四、依循「作物施肥手冊」推薦之施肥量及方法

行政院農業委員會和各改良場所編印之「作物施肥手冊」係依據各試驗場所多年來之肥料試驗結果所得，包括各種作物之三要素化學肥料施用適量和施肥方法（包括位置、時期、分配率）等。如能依循該冊所推薦的施肥量及方法施肥，大致上即可合乎現階段之合理化施肥要求(連，1998)。依據各試驗改良場所過去多年來所舉辦的推廣示範，亦顯示以肥料用量比慣用量少之推薦量下，產量與品質不但沒有影響，甚至有增加產量或改善品質之效益。

「作物施肥手冊」中各種作物之三要素推薦量，原則上係以化學肥料施與，但亦可以化學肥料和有機質肥料之配合施用，或完全以有機質肥料之施用來滿足所需要素量。施用有機質肥料時，需預估其可釋出之要素量，並用以抵減化學肥料用量，才能符合合理化施用之目標，不致過量施用(連，1998)。另外，為避免肥分損失，提高肥料利用率，施用堆肥應儘可能與土壤混合或覆土。

有機質肥料所含養分的量及養分間的比例，因有機質肥料種類不同而異。若長期只施用同一種有機質肥料，應注意土壤中養分的平衡是否受到影響(陳，2005)。



五、依土壤檢測和肥料之成分分析調整施肥量

除預估堆肥之礦化量，利用土壤檢測了解土壤肥力狀態以調整施肥量，亦是合理施肥之一環。土壤檢測技術對於稻田磷、鉀肥需要量之預測已有基礎，亦是「作物施肥手冊」上磷、鉀肥用量推薦所借助手段。近年來，由於作物制度趨於複雜，前作遺留的養分亦更趨複雜，又因有機質肥料之施用機會增多，所殘留之有機質亦使土壤之肥力更趨變化，土壤檢測之應用亦更趨重要(連，1998)。一般而言，短期作物可依土壤分析測定來推薦肥料要素用量，長期作物尚需植體(葉片)分析診斷才能推薦合理施用量。

由於有機質肥料之成分複雜，且常有摻雜化肥情形，故除了加強其成分標示的管理外，其成分之分析偶亦有必要。

目前各試驗場所均提供土壤檢測或肥料成分之免費分析服務，各場所可以洽詢之土壤肥料研究單位之地址及電話號碼詳於附錄二。桃園區農業改良場與台南區農業改良場另已分別建立「土壤肥力與作物營養診斷服務查詢」與「土壤檢測服務管理系統」，送樣農友可上網查詢檢測進度與結果。

六、使用腐熟的雞糞堆肥

未腐熟堆肥中之蟲卵和病原菌仍未完全消滅，且帶有臭味。若將其施用於農地，無疑地也將這些病原菌和蟲卵引入農地，使得病原菌危害作物的生長，且傳播到周遭環境中，嚴重時可威脅人畜的健康。蟲卵孵化後，會使得周遭環境，尤其是蒼蠅族群的增加，再加上臭味的飄散，將造成環境衛生及生活環境品質的降低，且威脅人畜的健康。蟲卵孵化後，會使得周遭環境，尤

其是蒼蠅族群的增加，再加上臭味的飄散，將造成環境衛生及生活環境品質的降低，且威脅人畜的健康。此外，未腐熟堆肥施入土壤中，碰到水後會繼續起發酵作用，在發酵過程中會產生熱及有毒揮發性氣體，傷害作物的種子和作物的根系，進而抑制作物的生長(陳，2009)。

堆肥腐熟度的評估方法甚多，且未有絕對的方法，簡易之判定為外觀顏色為深黑色或黑褐色，膨鬆感覺，吸水能力強，味道為泥土味，不能有酸壞臭味、惡臭或濃厚的氨氣味，且遇水後不會發熱。而發酵不良，品質不好的堆肥，通常顏色為黃色或黃褐色(簡等，2005)。其他相關堆肥品質判定(林，2004；陳，2005)如表3-1-2。

七、估算堆肥中重金屬在土壤之累積量

為了增強家禽或家畜的抗病力或加速它們的生長速度，家禽和家畜的飼料中常添加硫酸銅或硫酸鋅。許多研究結果證實禽畜所吃入體內的銅和鋅絕大部分會隨著糞便排出體外，因此部分雞糞中可能含有高量的銅或鋅。為避免重金屬在土壤中累積，應選用農糧署推薦品牌之禽畜糞堆肥。

依據肥料管理法中禽畜糞堆肥品目之標準，雞糞堆肥之銅、鋅含量上限分別為100與500 mg/kg，按土壤中銅、鋅之背景值分別為22與190 mg/kg (Chen & Lee, 1995)，則在施用1960與280公噸/公頃堆肥後，土壤銅、鋅含量即會達到食用作物土壤銅、鋅監測基準120與260 mg/kg。若農地每年施用20公噸/公頃含氮量2%之堆肥，而二個期作之稻穀銅、鋅吸收量約分別為0.024與0.4 kg/ha計算(林，1991)，則在施用14年後，土壤鋅含量即達到食用作物土壤鋅的管制標準。此估算值將依土壤重金屬含量、堆肥重金屬含量、作物種類而異。農民應詳

實地記錄每年豬糞堆肥的施用量，並注意每公頃累積的施用總量，不得超過安全施用量，且應在施用多年後，進行土壤重金屬之檢測，了解累積概況。若能與植物性堆肥輪流使用則可減緩土壤重金屬累積之速度，以防土壤受到重金屬污染。

表3-1-2. 良質與劣質堆肥條件

良質堆肥	劣質堆肥
1. 腐熟程度	
(1) 完全腐熟	(1) 未完全腐熟
2. 方便於搬運與施用	
(1) 乾溼適當(含水率約35%)	(1) 含水率過高或過低
(2) 無臭味及無污穢感	(2) 惡臭、腐酸味(產生甲烷、硫化氫、氨氣)
3. 對植物、土壤具安全性	
(1) 有機質已穩定	(1) 有機質分解尚未穩定、變異大
(2) 碳氮比<20，不會產生氮固定作用	(2) 碳氮比>20，值越高，品質愈差
(3) 不含或僅含少量毒性物質，但均低於安全標準	(3) 含毒性物質及有害成分，且量超過安全標準
(4) 蟲卵或幼蟲已被殺死或不存在	(4) 蟲卵或幼蟲存在，且會孵化成蟲
(5) 病原菌已被殺死或不存在	(5) 病原菌仍存活，施用後會造成病原菌傳播
4. 對植物生長及土壤改良效果	
(1) 肥料成分含量高	(1) 肥料成分含量低
(2) 提高土壤品質，改善土壤性質(如物理、化學及生物性質)	(2) 降低土壤品質，且無改善土壤性質之功能
(3) 增進作物產量和品質	(3) 負面效應大於正面效應，甚至會造成作物減產或死亡
(4) 雜草種子已被殺死或不存在	(4) 雜草存在且仍有發芽能力
5. 其它	
(1) 顆粒粒徑<25 mm	(1) 顆粒粒徑> 25 mm
(2) 不純物質(非有機物)含量<4 %	(2) 不純物質(非有機物)含量>4 %

(資料來源：林，2004、陳，2005、林等，2002)

八、雞糞堆肥施用實例累積量

由於雞糞堆肥對農作物之肥料效應，受制於其本身理化性質及微生物分解、礦化速率之快慢，同時亦受環境因子之影響，造成施用效果差異很大。今引用數個試驗改良場所栽種的實例，以供農民應用參考。

1. 黃和林（2000）在三處不同土系之農地（雲林縣斗南鎮、嘉義縣義竹鄉、台南縣新化鎮），進行雞糞堆肥對水稻（台梗8號）、甘藍（初秋）、落花生（台南11號）及盤固牧草（A254）等作物之肥效試驗。三處試驗田的土壤性質見表3-1-3，雞糞堆肥性質見表3-1-4。不同試驗處理包括：(1)化學肥料區：依作物施肥手冊推薦量施用化學肥料。(2)雞糞堆肥氮1.5倍區：依各作物氮素推薦量之1.5倍換算雞糞堆肥用量。(3)雞糞堆肥氮3倍區：依各作物氮素推薦量之3倍換算雞糞堆肥用量。各期作物施肥量列如表3-1-5。

試驗後四種作物之產量及產量指數列於表3-1-6，水稻試驗結果雞糞堆肥氮1.5倍區，與化學肥料區之產量相比較，產量指數為100% (義竹) 和92% (斗南)，3倍區為105% (義竹) 和91% (斗南)，試驗結果顯示斗南試區之雞糞堆肥氮3倍區，疑因氮素施用過量，而導致稻谷減產。秋作甘藍試驗結果，雞糞堆肥1.5倍及3倍區，與化學肥料區比較，產量指數分別為81%和90%。落花生試驗結果，雞糞堆肥1.5倍及3倍區產量指數則分別為化學肥料區之86%和75%。由上述產量結果顯示，雞糞堆肥氮3倍用量對落花生而言，似亦有氮肥施用過量之減產趨勢。新化試地

之盤固牧草試驗結果，雞糞堆肥1.5倍及3倍區與化學肥料區比較，產量指數分別為144%及170%，施用雞糞堆肥增產的主要原因之一，可能因該試區為強酸性土壤，當施用大量鹼性雞糞堆肥時，由於土壤pH提高，使得肥料效率提高，而顯著增產。

表3-1-3. 試驗田土壤性質

地點	土 類	土系	pH	OM %	B _i -P ----- mg/kg ----	M _i -K
斗南	砂頁岩非石灰性新沖積土	Sn3	5.1	2.7	62.0	220
義竹	砂頁岩石灰性新沖積土	Cf5	7.9	2.4	44.2	47.8
新化	砂頁岩老沖積土	Tn3	4.8	1.9	16.4	37.5

表3-1-4. 供試雞糞堆肥性質

	pH	水分	N	P	K ----- % -----	Ca	Mg	Cu ----- mg/kg ----	Zn
雞糞堆肥	7.8	16	2.46	2.62	3.54	4.83	1.09	78	410

表3-1-5. 不同試驗作物施肥量

作物	雞糞堆肥		化學肥料		
	1.5倍N	3倍N	N - P ₂ O ₅ - K ₂ O		
	噸/公頃		公斤/公頃		
水稻	10	20	160	- 70	- 60
甘藍	15	30	240	- 72	- 120
落花生	2.4	4.8	40	- 60	- 80
盤固草	24	48	400	- 150	- 150

表3-1-6. 水稻、甘藍、落花生、盤固牧草產量及產量指數比較

處 理	水稻 (義竹試地)		水稻 (斗南試地)		甘 藍		落花生		盤固牧草	
	yield	index	yield	index	yield	index	yield	index	yield	index
	kg/ha	%	kg/ha	%	ton/ha	%	kg/ha	%	ton/ha	%
雞糞氮1.5倍	7139	100	6614	92	77.8	81	1894	86	129.9	144
雞糞氮3倍	7458	105	6572	91	86.5	90	1665	75	153.7	170
化學肥料	7115	100	7208	100	95.8	100	2213	100	90.4	100

綜觀三處試地對水稻、甘藍、落花生及牧草之試驗結果顯示，雞糞堆肥對作物之肥料效應，依不同土壤性質及不同作物而異。建議若未能檢測土壤肥力下，雞糞堆肥施用量應少於氮素推薦量之3倍，以免因氮素過量導致減產。

2. 黃（2005）取自某雞農製作之堆肥，由堆肥成分資料（表3-1-7）顯示堆肥之鋅與銅含量超過標準值（銅110、鋅600 mg/kg），故添加其他資材並製成粒劑（成份包括42.5公斤雞糞堆肥、5公斤硫酸銨與1.5公斤海鳥磷肥），使成為符合芒果生產所需之三要素含量比例，且重金屬含量能達到標準之粒狀肥料。以此粒肥進行凱特芒果肥料試驗，四處理為：(1) 農民慣行施肥量，每株施3公斤台肥特5號複合肥料(N-P2O5-K2O 16-8-12)。(2) 按推薦量施用化學肥料，每株施台肥特5號複合肥料2.3公斤。(3) 每株施台肥特5號複合肥料2公斤和10公斤台糖田寶有機肥（N-P2O5-K2O 1.0-0.3-2.0）。(4) 每株施9.6公斤雞糞粒肥。

表3-1-7. 雞糞堆肥成分

堆肥	EC(1:5) dS/m	pH 1:5	有機質 %	氮 -----	磷 -----	鉀 -----	鈣 -----	鎂 -----
雞糞堆肥	10.5	7.9	34.0	1.36	1.72	4.14	3.74	1.28
雞糞粒肥	28.4	6.03	31.1	3.16	2.13	3.27	5.88	1.05

表3-1-7. (續) 雞糞堆肥成分

堆肥	鋅 -----	銅	鐵	錳 -----	鎘 -----	鉻	鎳	鉛
	mg/kg				-----			
雞糞堆肥	914	124	2960	931	0.4	17.6	10.0	ND
雞糞粒肥	625	97	640	687	0.3	9.1	7.2	ND

Nd：未檢測出

試驗前芒果田區土壤肥力見表3-1-8.，因當年多次颱風豪雨的影響，致芒果產量與品質均不佳。雞糞粒肥對凱特芒果產量試驗結果見表3-1-9.，結果顯示產量以第2處理（推薦化肥區）較高，處理1（農民慣行區）最低，處理3及4之產量亦較處理1（農民慣行區）為高；糖度方面的趨勢類同於產量。因本試驗設計將雞糞粒肥的礦化率當做幾乎100%，處理2.化肥的推薦用量，折算成處理4.雞糞粒肥的三要素1倍量施用，且本試驗僅為一年的結果，所以雞糞粒肥區產量的表現不比化學肥料推薦用量區佳，應可理解。

表3-1-8. 試驗前芒果田區土壤肥力

	EC(1:5) dS/m	pH(1:1)	有機質 %	磷 -----	鉀 -----	鈣 mg/kg	鎂 -----
表土	0.25	7.19	2.60	155	60	1937	379
底土	0.27	7.79	1.31	11	46	1030	396

表3-1-9. 施用雞糞粒肥對凱特芒果產量影響

處理	產量 kg/ha	產量指標 %	糖度 Brix	總收益 (元/公頃)
農民慣行區	11,600	87.2	12.93	324,000*
推薦化肥區	13,300	100	14.80	399,000
化肥+有機肥區	12,370	93.0	14.27	371,100
雞糞粒肥區	12,450	93.6	14.13	373,500

*：以外銷日本平均價格30元/公斤計。

3. 蔡（1999）於彰化縣大村鄉及南投縣名間鄉進行施用雞糞堆肥對甘藍菜產量的影響，所用堆肥氮含量為2.15%、磷量為0.28%、鉀為0.99%、有機碳含量為39.0%、pH值約為7.5。試驗前土壤肥力見表3-1-10，肥料處理為：(1) 化學肥料區N-P₂O₅-K₂O 250-80-180公斤/公頃。(2) 雞糞堆肥100噸/公頃。實驗結果（見表3-1-11）大村試區雞糞堆肥處理之產量高於化肥區，名間試區則相反，但兩試區處理間差異均不顯著。本試驗結果顯示，大量施用雞糞堆肥雖然提高土壤有機質（表3-1-12），但與化學肥料相比較，其產量並不能符合經濟效益。

表3-1-10. 試驗前土壤肥力

地點	EC	pH	OM	P	K	Ca	Mg
	dS/m		%	----- mg/kg -----			
大村	0.81	7.52	3.60	29	85	3550	368
名間	0.78	6.32	2.32	26	74	1730	285

表3-1-11. 甘藍採收期之全株鮮重量及產量

處理	植株鮮重	球莖產量	產量指標
	kg/plant	ton/ha	%
大村			
化學肥料區	3.95	46.7	100
雞糞堆肥區	3.92	52.4	112
名間			
化學肥料區	3.40	46.5	100
雞糞堆肥區	3.14	42.2	90.7

表3-1-12. 甘藍採收期之土壤肥力分析

處理	EC	pH	OM	P	K	Ca	Mg
	dS/m		%	----- mg/kg -----			
大村							
化學肥料區	0.96	7.33	3.53	57	96	3663	374
雞糞堆肥區	1.46	7.32	5.42	110	273	4218	564
名間							
化學肥料區	0.79	6.41	2.92	20	71	1728	291
雞糞堆肥區	1.30	6.80	5.20	64	371	2285	476

4. 謝和徐（1993）於彰化縣大村鄉一處粘板岩沖積土，進行施用雞糞堆肥對甜玉米及毛豆產量的影響試驗。甜玉米處理為：(1) 施用化肥 N-P₂O₅-K₂O 200-60-60公斤/公頃。(2) 施用雞糞堆肥20公噸/公頃。甜玉米採收後繼續就原處理繼續種植毛豆，毛豆處理為：(1) 施用化肥N-P₂O₅-K₂O 30-72-60公斤/公頃。(2) 施用雞糞堆肥3公噸/公頃。堆肥成分見表3-1-13，甜玉米及毛豆採收後土壤肥力見表3-1-14。表3-1-15、3-1-16為不同處理甜玉米及毛豆的產量，結果顯示甜玉米雞糞堆肥處理區比化肥區產量低，在毛豆則產量較高，然兩作物均無顯著差異。雖然甜玉米試驗中，雞糞堆肥處理區較化肥區，土壤pH及有機質提高，但並沒有反應在產量增加上。

表3-1-13. 試驗用雞糞堆肥性質

作物	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Cd	Pb
	-----		%	-----		-----			mg/kg	-----			
甜玉米	2.66	2.94	2.71	7.15	0.98	2146	765	854	122	44	9.5	3.60	27.8
毛豆	2.10	2.33	1.83	3.26	1.08	1608	538	508	71	28	5.2	2.20	17.7

表3-1-14. 作物採收後土壤肥力分析

處理	pH	EC	OM	P	K	Ca	Mg
		dS/m	%	-----		mg/kg	-----
甜玉米採收後							
化肥區	5.0	1.18	1.00	610	268	1507	133
堆肥區	7.5	0.45	1.80	1294	493	1231	238
毛豆採收後							
化肥區	5.8	1.65	0.71	635	114	1510	165
堆肥區	7.4	0.50	1.24	1527	188	1747	291

表3-1-15. 甜玉米之株高、產量及糖度

處理	株高 cm	穗長 cm	穗重 g	產量 kg/10a	產量指標 %	糖度 Brix
化肥區	149	15.2	234	1026	100.0	13.5
堆肥區	148	15.0	253	889	86.6	13.1

表3-1-16. 毛豆之株高、產量及豆仁糖度

處理	株高 cm	豆莢數 個/100株	合格莢重 kg/100株	產量 kg/ha	產量指標 %	糖度 Brix
化肥區	103	1663	3.09	7,443	100	10.4
堆肥區	105	1696	3.60	7,859	105.6	11.6

5. 應用堆肥於栽培介質調製，除可做為作物的緩效性肥料、提供較多元的營養成分外、尚含有豐富的微生物族群及良好的生物性。林等（2002）以泥炭苔調配不同比例的細椰纖（體積比1:0、0:1、1:1、1:2、1:3），再分別混合1/5的雞糞堆肥作為栽培介質（不同介質資材的理化性狀見表3-1-17），進行紅苞蔓綠絨盆栽試驗，試驗期間不施肥。種植結果示於表3-1-18，雖然細椰纖本身EC值高，但混合雞糞堆肥達1/5量時，仍未見危害。故建議使用禽畜糞堆肥做為觀賞植物的盆栽介質，在未能檢測介質及堆肥成分之情況，1/5以下的堆肥添加比例是較具安全性的選擇。

表3-1-17. 不同介質的理化性狀

介質	充氣孔隙度 %	總體密度 g ml ⁻¹	容器容量 %	EC(1:5) d/S m	C/N	pH(1:5)	N -----g/ kg -----	P	K
泥炭苔	16.0	0.097	47.4	0.85	60.8	5.3	6.77	0.657	1.21
細椰纖	14.7	0.085	50.0	3.94	69.9	4.9	6.45	0.354	7.21

表3-1-18.紅芭蔓綠絨盆於添加雞糞堆肥的介質6個月後的生育性狀

介 質	株高 cm	葉長 cm	葉寬 cm	葉數 片/株	葉色 SPAD	葉厚 x0.01mm
泥炭苔/細椰纖1:0*	15.4	15.8	9.1	7.0	42.7	53.0
泥炭苔/細椰纖0:1	16.6	20.4	10.8	10.4	44.0	61.9
泥炭苔/細椰纖1:1	14.5	20.4	10.3	8.6	45.4	66.5
泥炭苔/細椰纖1:2	17.8	18.1	11.5	10.0	46.2	63.8
泥炭苔/細椰纖1:3	20.3	20.9	11.1	9.6	46.2	60.4

*調配好的介質再混合1/5的雞糞堆肥

九、結 語

經由以上的例子可以看出，由於堆肥本身和土壤理化性質的影響，施用雞糞堆肥的效果往往不會立即反映到經濟產量。為使雞糞堆肥的使用不致未受其利先蒙其害，建議以下幾點注意事項：1. 農民應先瞭解自身園區的土壤特性，以免施用過量。如例三的大村、名間試區土壤中磷、鈣、鎂肥力已經夠高，不應再大量施用含此類肥分高之雞糞堆肥；此外另需特別留意土壤EC、pH及銅、鋅等重金屬含量，以瞭解該農地是否適合施用及估算其適當用量。2. 雞糞堆肥一般為鹼性，其鹼性強弱與所混合的資材性質及比例有很大的關連，長期習慣施用雞糞堆肥的農民，土壤易呈鹼性，因此種植中不宜再施用其他鹼性資材。也由於雞糞堆肥為鹼性，故不要和含銨態氮的肥料混合使用，最好施用在酸性土壤（如例一之新化試地），效果更易顯現。

3. 設施栽培由於缺乏雨水淋洗，施用雞糞堆肥更需注意長期使用後，可能造成的鹽分累積及養分不平衡問題。



圖3-1-1. 設施栽培因不當施用雞糞堆肥，造成土壤鹽化，致作物缺株及生育參差不齊。



圖3-1-2. 將雞糞堆肥（圖3-1-2左）添加硫酸銨與海鳥磷肥，製成適合芒果用之粒肥（圖3-1-2右）。

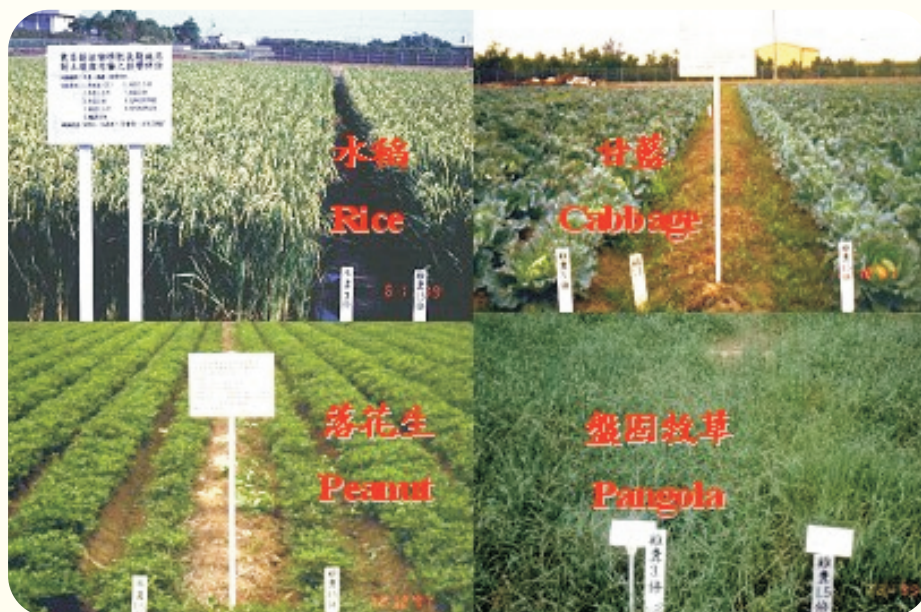


圖3-1-3. 黃和林（2000）在三處不同土系之農地，進行雞糞堆肥對四種作物之肥效試驗。（摘自黃和林，2000）

附錄一

肥料管理法中禽畜糞堆肥之規範

(一) 適用範圍：以禽畜糞為主原料（50%以上），添加適量稻殼、木屑、菇類培植廢棄包之內容物、花生殼、蔗渣等調整材，經過翻堆、發酵腐熟、調配成分、堆置風乾等程序所製成之堆肥。

(二) 性狀：固態

(三) 成分

1. 有機質40 %以上。
2. 全氮(N)含量應在1.0 % ~ 4.0 %，全磷酐(P₂O₅)含量應在1.0 % ~ 6.0%，全氧化鉀(K₂O)含量應在0.5 % ~ 5.0 %。
3. 銅含量 $\leq$ 110 mg/kg，鋅含量 $\leq$ 600 mg/kg，鎘含量 $\leq$ 2.0 mg/kg，砷含量 $\leq$ 25.0 mg/kg，鉻含量 $\leq$ 150 mg/kg，鎳含量 $\leq$ 25.0 mg/kg，汞含量 $<$ 1.0 mg/kg。(98年12月31日止)
4. 銅含量 $\leq$ 100 mg/kg，鋅含量 $\leq$ 500 mg/kg，鎘含量 $\leq$ 2.0 mg/kg，砷含量 $\leq$ 25.0 mg/kg，鉻含量 $\leq$ 150mg/kg，鎳含量 $\leq$ 25.0mg/kg，汞含量 $\leq$ 1.0mg/kg。(99年1月1日起)

(四) 限制事項

1. 不得混入化學肥料，礦物、污泥，植物渣粕、魚粉、肉骨粉、廚餘、炭化稻殼，泥炭等物料或經化學處理之殘渣。
2. 不得混入非屬「肥料登記證申請及核發辦法」第5條第3項規定之事業廢棄物。
3. 水分含量 $<$ 35 %。
4. pH值5.0以上，9.0以下。
5. 碳氮比(C/N) 10以上，20以下。

附錄二

各試驗場所土壤檢測服務之聯絡方式

試驗場所	通訊
農業試驗所	地址：台中縣霧峰鄉萬豐村中正路189號 電話：04-23302301#7424、04-23302301#7426
桃園區農業改良場	地址：桃園縣新屋鄉後庄村16號 電話：03-4768216#330 網址： http://210.69.75.109/soillab/
苗栗區農業改良場	地址：苗栗縣公館鄉館南村261號 電話：037-222111
台中區農業改良場	地址：彰化縣大村鄉田洋村松槐路370號 電話：04-8523101
台南區農業改良場	地址：台南縣新化鎮牧場70號 電話：06-5912901#344 網址： http://210.69.150.231/farm_Tainan/login.aspx
高雄區農業改良場	地址：屏東縣長治鄉德和村德和路2-6號 電話：08-7389076
臺東區農業改良場	地址：臺東市中華路一段675號 電話：089-325110#610
花蓮區農業改良場	地址：花蓮縣吉安鄉吉安村吉安路二段150號 電話：03-8521108#370



雞糞堆肥製作及施用技術手冊

- 發行人：黃英豪
發行所：行政院農業委員會畜產試驗所
編輯委員：召集人：郭猛德
委員：林晉卿、郭猛德、陳琦玲、程梅萍、蔡宜峰
(按姓氏筆劃排列)
- 審稿委員：黃裕銘
執行編輯：鄭閔謙
美術編輯：王斌永
地址：台南縣新化鎮牧場 112 號
網址：<http://www.tlri.gov.tw>
電話：(06)5911211
編印：振緯企業有限公司
地址：台南市公園路 134 號
電話：(06)2350789
出版日期：中華民國 99 年 12 月 1 日
定價：100 元
展售書局：1.國家書店松江門市：104 台北市松江路 209 號 1 樓
電話：02-25180207
2.五南文化廣場台中總店：400 台中市中山路 6 號
電話：02-22260330
3.網路書店：<http://www.govbooks.com.tw>
GPN：1009902269
ISBN：978-986-02-5062-6