

# 應用生物濾床去除氨氣操作條件探討<sup>(1)</sup>

程梅萍<sup>(2)</sup> 廖仁寶<sup>(3)</sup> 蕭庭訓<sup>(2)(4)</sup>

收件日期：97年8月7日；接受日期：97年10月2日

## 摘要

本試驗於箱型送風式堆肥舍測定之豬糞及雞糞堆肥氨氣產量平均值分別為 101、1241 mL/hr/m<sup>3</sup>，三甲基胺產量平均值分別 94、532 mL/hr/m<sup>3</sup>。以木屑濾床測試最佳吸附停留時間結果，當氨氣進入濃度 60-70 ppm 時，測定停留時間 30 秒、60 秒、90 秒條件下之吸附貫穿曲線，貫穿時間分別為 68、139、225 小時，貫穿時間之前氨氣吸附去除效率皆為 100%。分析最終木屑無機氮含量，結果 60 秒組最多。因此，以貫穿前去除率評估，停留時間 30 秒已足夠。而以吸附量及氨氣生物轉換率評估，則以停留時間 60 秒最佳。以不同比例木屑與腐熟豬糞堆肥混合做為生物濾床，比較結果純堆肥組（VI）氨氣去除率最差，純木屑（I）組、木屑堆肥比 4（IV）及 6（V）三組皆在 120 小時貫穿，氨氣去除率較佳。木屑堆肥比 1（II）和 2（III）組氨氣去除率在純堆肥和純木屑之間。120 小時之後，IV 及 V 組出中氣氨濃度較 I 組低，即氨氣去除率較佳。吸附與轉換氨氣量為 V> IV> I> III> II> VI，即以木屑與腐熟豬糞堆肥比例 6:1（w/w）為最佳濾材組成。

關鍵詞：生物濾床、氨氣、去除率。

## 緒言

台灣地區人口密度高且環保意識抬頭，畜牧場及堆肥場常常因臭味問題受到鄰近居民抗議及檢舉，而根據污染防治法施行細則，罰則為新台幣十萬元以上一百萬元以下之罰鍰，情節重大者並可命其停工或停業。因此全國家禽會議及畜產大會中，業者建請研究單位成立計畫，探討畜牧業臭氣防制方法，建立可行的方法供農友採行。

畜產廢棄物產生之惡臭成分均為微生物代謝之終產物或中間物，包括揮發性有機酸、醇類、酚類、酮類、胺類、硫化物、硫醇類和含氮雜環化合物等，其中硫化氫和氨氣為造成惡臭問題的主要

---

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1476 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所經營組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所遺傳育種組。

(4) 通訊作者，E-mail：hsiaosir@mail.tlri.gov.tw。

指標氣體（吳，1990）。惡臭對人類的生理健康有害，在低濃度時刺激眼睛、鼻、喉，高濃度時呼吸障礙、窒息、肺水腫、死亡等（檜垣，1992）。英國學者曾評估多種牧場及廢棄物儲存場中抑制氨氣揮發的方法，結論為由飲食操作改變對牧場及糞尿場皆最有效益，其他的方法為提高墊料碳氮比、通風式畜舍廢氣處理等，對糞尿儲存處理而言，最佳的方法為以工業化規模處理代替儲存（Philips *et al.*, 1999）。

禽畜糞堆肥化是將廢棄物轉化為資源的實用技術，但是堆肥化過程中產生的臭味造成空氣污染問題，過去畜產試驗所主要推廣以木屑脫臭法減低堆肥場臭氣，並建議風量、流速等參數（林，1997；林，1994；林，1993），但是對於吸附動力學等則無深入研究。堆肥化過程中有許多氮素以氨氣形式揮發。日本學者提出雞糞發酵槽排放氨氣濃度 1500 ppm，經木屑脫臭槽排出之濃度 20 ppm 去除率 98.7%，遠離脫臭槽 5 公尺，氨氣濃度為 0（石川，1995），使用含水率 64.0% 之木屑及 60.0% 之稻穀對氨氣之吸附量每公斤乾物質可吸收 5.5 g 及 6.0 g，達到此量必需換新材料（福森，1995）。本所試驗結果以雞糞製作堆肥，堆肥化期間氨氣濃度達到 360 ppm，三甲基胺（trimethylamine, TMA;  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ ）達到 200 ppm，以木屑及土壤脫臭，脫臭效率達 92-100%（林，1997、林，1994、林，1993）。而以植種之酸性泥炭土及豬糞堆肥串聯生物濾床系統去除畜殖堆肥場臭味，進流三甲基胺 650 ppm 及氨氣 260 ppm 去除率達 85% 以上（高等，1996）；以植種 *Arthrobacter* sp. 顆粒活性碳（granular activated carbon）之生物濾床處理豬廢棄物產生之三甲基胺及氨氣，去除率分別為 96.8% 及 97.2%（Ho *et al.*, 2008）。以上文獻均指出木屑脫臭與生物濾床可去除氨氣，然而木屑脫臭主要是物理性吸附，而吸附到達飽和後，必須更換木屑，增加成本。農民在操作上有木屑過於乾燥減低除臭效率、難以判定木屑飽和與否等困難。生物濾床則有生物轉換作用有將吸附氨氣轉換為其他型態氮，可以增加木屑使用期限，降低脫臭成本。但是，對於堆肥場適用之生物濾床操作條件，例如停留時間、濾料成分等則未有一定之標準。

本研究調查箱型送風式堆肥舍進行豬糞及雞糞堆肥化期間三甲基胺及氨氣濃度，以設計生物濾床所進氨氣濃度，並以氨氣進氣探討濾床最佳操作條件及濾料對氨氣去除效率之影響。

## 材料與方法

- I. 堆肥臭味產生量調查：以箱型送風式堆肥舍分別進行豬糞及雞糞堆肥發酵，期間每日測定堆肥上、中、下層溫度，並在適當時間翻堆。另在堆肥中埋壓克力管 2 支，50 公分埋入堆肥，70 公分伸出堆肥，在採樣口以北川式檢知管測定堆肥上部空間氣體三甲基胺及氨氣濃度，壓克力管加蓋後 30 分鐘，再於採樣口測三甲基胺及氨氣濃度，以計算堆肥三甲基胺及氨氣產生量。
- II. 濾床操作條件：試驗設計如圖 1，管柱為直徑 15 公分之壓克力圓管，分進氣、反應及出氣三部份，進氣部有水盤，試驗期間保持具水分狀況；反應部高 36 公分，有三處採樣口，填充 2 kg 水分調整至 60% 之木屑，連續進氣 60-70 ppm 氨氣，其配製是以 1% 氨氣加空氣稀釋，測定空床停留時間（empty bed retention time, EBRT）30 秒、60 秒、90 秒條件下，即流量為 3.5、5.5、11 L/min 時之吸附貫穿曲線，每組二重複。分析進出流氨氣濃度，並採樣分析不同部位濾料之水分、pH 值、各型態氮濃度等。
- III. 濾料試驗：將含水分 60% 之木屑與堆肥以重量比 1:0(I)、1:1(II)、2:1(III)、4:1(IV)、6:1(V) 及 0:1(VI)，混合後填入管柱。試驗條件為連續進 60-70 ppm 氨氣，停留時間 60 秒、流量 5.5 L/min。採樣與分析與操作條件試驗同。
- IV. 氨氣分析方法：採用氨氣檢知管呈色反應及中和滴定法測定，中和滴定法是將氨氣以 0.5% 硼

酸緩衝液吸收 (Xue *et al.*, 1998) 至吸收液呈綠色後，以 0.25 N 硫酸滴定之 (APHA, 1992)。

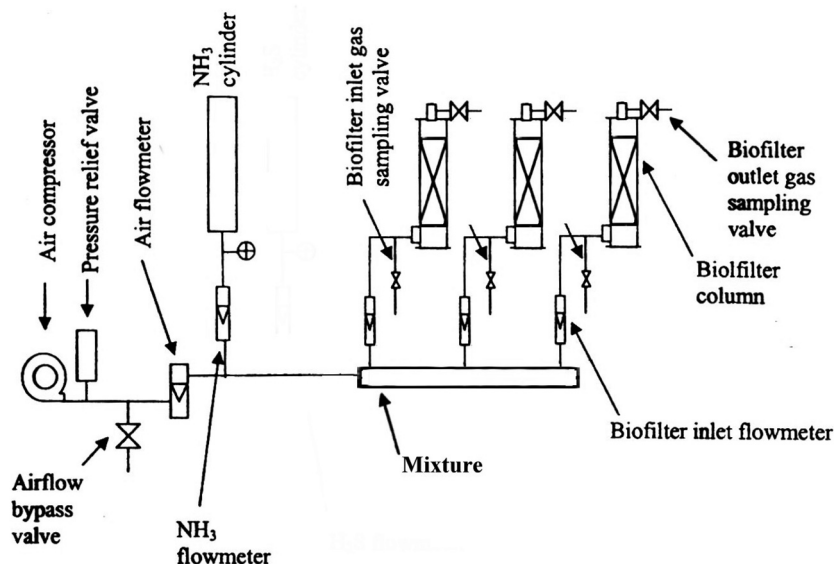


圖 1. 試驗配置圖。

Fig. 1. Diagram of column test.

V. 濾料成分分析：試驗前測定木屑與豬糞堆肥粒徑、總碳，取試驗中及試驗後各組三層樣品分析銨態氮、亞硝酸與硝酸態氮 ( $\text{NO}_x^-$ )、pH 等。粒徑分析採用乾篩法 (dry sieve method)；總碳以碳分析儀 (Carbon Analyzer, Astro 2100) 分析；氮以 20 倍 1M KCl 萃取後，萃取液以蒸餾法測定銨態氮、以鋅粉還原蒸餾法測定  $\text{NO}_x^-$  (程及王，1995)。

## 結果與討論

### I. 堆肥臭味產生量調查

堆肥化期間溫度變化如圖 2，於溫度下降時進行翻堆，雞糞堆肥於 16、27、46 日各翻堆一次，上層（表面下 30cm）溫度較高，達  $68^\circ\text{C}$ 。豬糞堆肥於 6、27、46 日各翻堆一次，溫度最高達  $70^\circ\text{C}$  (圖 2)。翻堆促進分解作用，產生熱能，使溫度升高，同時氨氣和三甲基胺產量也上升，翻堆後 1-3 日達高峰 (圖 3)。所測雞糞堆肥氨氣最高產量為  $3500 \text{ mL/hr/m}^3$ ，遠高於豬糞堆肥之  $370 \text{ mL/hr/m}^3$ 。豬糞及雞糞堆肥氨氣產量平均值分別為  $101$ 、 $1241 \text{ mL/hr/m}^3$ ，三甲基胺產量平均值分別為  $94$ 、 $532 \text{ mL/hr/m}^3$ 。以雞糞堆肥計算，假設  $1 \text{ m}^3$  堆肥氨氣由  $0.5 \text{ m}^3$  脫臭槽處理，停留時間 90 秒，則氨氣進氣濃度為 70 ppm。

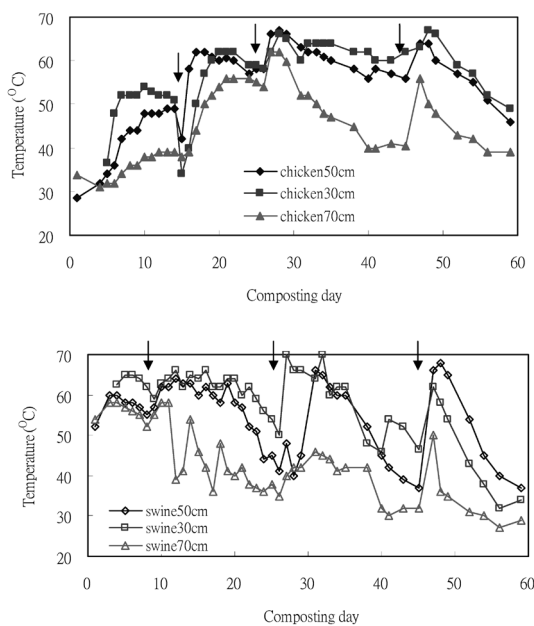


圖 2. 雞糞及豬糞堆肥化期間溫度變化圖（箭頭所指為翻堆日）。

Fig. 2. The temperature changes during composting of chicken and swine manure (arrows: the manure turning day).

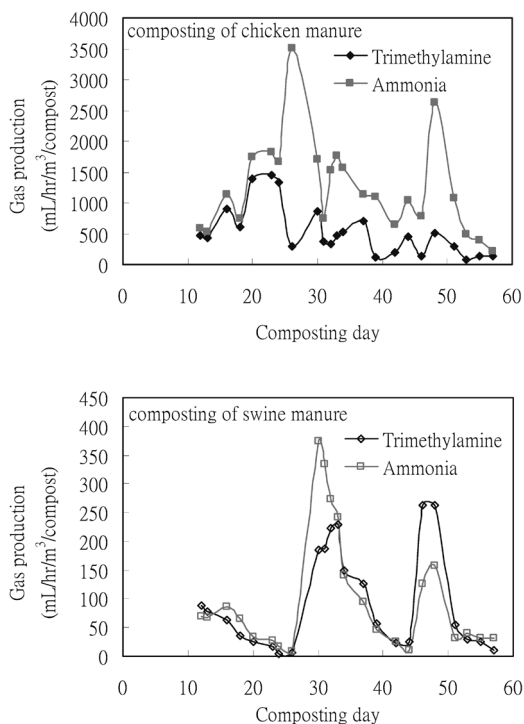


圖 3. 雞糞及豬糞堆肥化期間氨氣及三甲基胺產量變化圖。

Fig. 3. The ammonia and trimethylamine produced during composting of chicken and swine manure.

## II. 濾床操作條件：

試驗所用之木屑粒徑以 0.25-1mm 為主，佔75%（表 1）。管柱試驗氨氣進入濃度 60-70 ppm 時，測定停留時間 30 sec、60 sec、90 sec 條件下之吸附貫穿曲線，貫穿時間分別為 68、139、225 hr，貫穿前通過管柱氨氣體積約為管柱之 8000 倍，貫穿前之氨氣吸附去除效率皆為 100%（圖 4）。總計進氣中氨氣分別為 1.54、1.57、1.62 g，即氨氣負荷量與停留時間呈正相關（負荷量=0.0406×停留時間+1.4929； $R^2=0.99$ ）。文獻指出以木屑混合堆肥為濾料，進氨氣 20 ppm，測試停留時間 5、10、20 秒時，氨氣去除率以 20 秒為最佳，為 90.3%（Sun *et al.*, 2000），另依據 Taghipour 等人之研究，以堆肥、污泥及塑膠片混合為濾料，進氨氣 51ppmv，測試停留時間 20、30、45、60 秒時，停留時間 30-60 秒氨氣去除率皆達 99.9%，20 秒則降至 91%（Taghipour *et al.*, 2008）。本研究結果與文獻值皆指出，濾床操作之停留時間在 30 秒以上，氨氣去除率皆可達最高。也就是以貫穿前去除效率評估，停留時間 30 秒已足夠，停留時間長者，需較大體積脫臭槽，相對地木屑有效時間也較長，亦可能因生物轉換作用使整體氨氣負荷量較高。

表 1. 木屑及豬糞堆肥之粒徑分布

Table 1. Particle size distribution of sawdust and swine compost

Particle size	Saw dust	Compost
	%	%
>2mm	0	2.4
1-2mm	4.6	12.6
0.5-1mm	45.0	30.0
0.25-0.5mm	30.4	21.6
<0.25mm	20.0	33.4

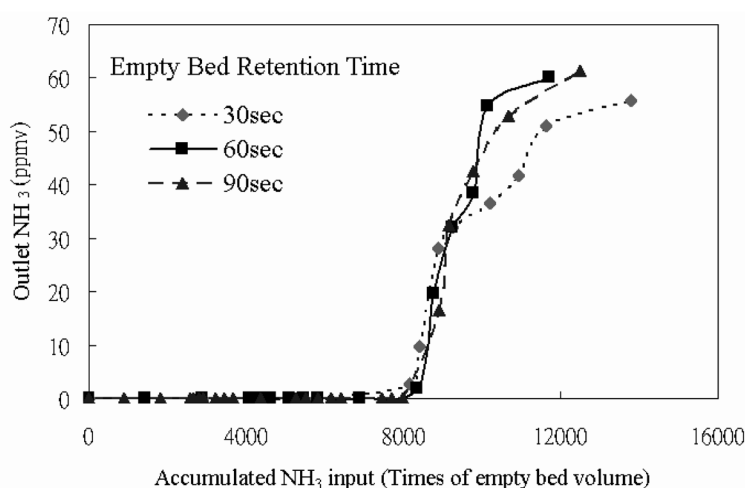


圖 4. 木屑填充濾床不同停留時間之氨氣吸附曲線。

Fig. 4. The ammonia adsorption curves of sawdust filter with different retention times.

分析最終濾料氨氮 ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ) 及亞硝酸及硝酸氮 ( $\text{NO}_x^-\text{-N}$ ) 含量, 結果以停留時間 60 秒組最多 (表 2)。30 秒組最終濾料水分含量和 pH 值則顯著低於其他兩組, 其中水分含量較低, 應為進氣流速較高 (11 L/min), 致使水分逸散之故。將最終濾料中無機態氮 (inorganic N) 除以進氣中氨氮含量計算回收率, 結果以停留時間 60 秒組回收率最高, 表示其生物轉換作用較佳。因此本研究建議以木屑為濾料主成分之濾床, 去除氨氮最佳之停留時間為 60 秒。

表 2. 停留時間對最終濾料含氮量之影響

Table 2. Effect of different retention time on the final nitrogen contents of filters

Retention Time	pH	Moisture Content	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_x^-\text{-N}$	$\text{NH}_3\text{-N}$ Input	Inorganic N* recovery
sec		%	$\mu\text{g/g}$	$\mu\text{g/g}$	$\text{g/g}$	%
30	7.48 <sup>a</sup>	17.8 <sup>a</sup>	1280	151	1585	90.28
60	7.70 <sup>b</sup>	22.8 <sup>b</sup>	1316	323	1616	101.42
90	7.64 <sup>b</sup>	24.9 <sup>b</sup>	1263	242	1668	90.22

\*Inorganic N =  $\text{NH}_4^+\text{-N} + \text{NO}_x^-\text{-N} = \text{NH}_4^+\text{-N} + \text{NO}_2^-\text{-N} + \text{NO}_3^-\text{-N}$

<sup>a,b</sup> Means within the same row without common superscripts differ significantly ( $P < 0.01$ ).

分析管柱不同部位之濾料性質與吸附量, 結果在管柱下層 (0-10cm) 最終濾料水分含量和 pH 值則顯著最低 (表 3), 推測下層進氣部之風壓使水分往上移動, 要保持水分而由管柱上方噴水, 難以達到使下層潤濕的目標。本研究採用進氣部置水盤的方式, 由進氣帶入水份的方式也未達使水分保持 60% 左右的目標, 要保持水分可能須在進氣前設置調濕塔。上層濾料亞硝酸及硝酸氮 604  $\mu\text{g/g}$  明顯較其他兩組高, 此結果可能與上層水分 (37%) 與 pH 值 (7.8), 較適合氨氮之生物轉換作用有關。依據文獻報告硝化菌 (nitrifier) 中代表菌株 *Nitrosomonas europae* 最適合生長之 pH 值分別為 7.5-8 (Schmidt and Besler, 1982)。

表 3. 不同管柱部位之最終濾料成分

Table 3. Final nitrogen and moisture content of filters at the different sites of column

Site	pH	MC	$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_x^-\text{-N}$
cm		%	$\mu\text{g/g}$	$\mu\text{g/g}$
25-35	7.79 <sup>c</sup>	37.2 <sup>c</sup>	1224 <sup>b</sup>	604 <sup>b</sup>
10-25	7.59 <sup>b</sup>	18.6 <sup>b</sup>	1275 <sup>b</sup>	18.7 <sup>a</sup>
0-10	7.35 <sup>a</sup>	6.52 <sup>a</sup>	1361 <sup>a</sup>	93.3 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Means within the same row without common superscripts differ significantly ( $P < 0.01$ ).

### III. 濾料試驗

以木屑與腐熟豬糞堆肥混合做為濾料, 並與純木屑和純堆肥濾床比較, 水分皆調整至 60%, 結果純堆肥組 (VI) 吸附氨氮效率最差, 第 1 hr 時出氣氨氮濃度即為 6 ppm, 去除率只達 86%。76 hr 以後出氣氨氮濃度快速增加, 至 176 hr 甚至比進氣濃度高 (圖 5)。純木屑 (I) 組則在 120 hr 開始貫穿, 貫穿前去除率為 100%。木屑堆肥比 1 (II) 和 2 (III) 組氨氮去除率在純堆肥和純木屑之間, 堆肥成份越高去除率越低, 此兩組在 76 hr 後 (進氣氣量濾床體積之 4410 倍) 開始貫穿, 貫穿前去除率約 98%。木屑堆肥比 4 (IV) 和 6 (V) 組貫穿時間與純木屑組相同 (進氣氣量



為濾床體積之 7010 倍)，貫穿前去除率為 99-100%，但是 120 hr 之後出氣氨氣濃度較純木屑組低，即氨氣去除率較佳（圖 5）。由此試驗結果可以得知，最佳之濾料組成為木屑：堆肥乾重比為 6:1。Taghipour 等人之研究，以堆肥：塑膠片（1.0cm×0.5cm）：活性污泥以體積比 3:2:1 混合為濾料，測試停留時間 60 秒時，10 至 75 天氨氣去除率為 99.9%，然而，達到 97.9% 去除率需 10 天的時間（Taghipour *et al.*, 2008）。Galera 等人以岩棉（rock wool）：堆肥重量比 7:3 並添加 2.5% 活性碳為濾料去除氨氣及硫化氫，則需 5 天時間才達到氨氣最佳去除效率（Galera *et al.*, 2008）。本試驗有添加木屑之濾床則一開始即達最佳去除率，表示木屑有極佳氨氣去除率，塑膠片則僅有增加濾床孔隙度（porosity）的效果，而以堆肥為主之濾床則去除率差，需要一段時間培養濾床中之硝化微生物群，系統才能達到穩定。

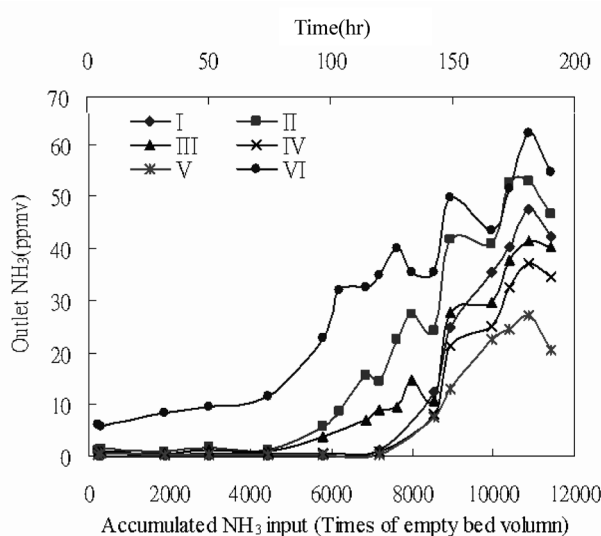


圖 5. 不同濾料之生物濾床氨氣吸附曲線。

濾料木屑：堆肥重量比： I：1:0；II：1:1；III：2:1；IV：4:1；V：6:1；VI：0:1

Fig. 5. The ammonia adsorption curves of biofilters with the different packing materials.

Sawdust : compost ratio(w/w) of packing material: I : 1:0, II : 1:1, III : 2:1, IV : 4:1, V : 6:1, and VI : 0:1.

比較以上各組吸附後濾料成份如表 4，可發現木屑（I）之 pH 值較低，豬糞堆肥（II）之 pH 值較高，此可能是豬糞堆肥氨氣吸附效率較差的原因之一。純豬糞堆肥水含量顯著高於其他組，保水力較佳。 $\text{NH}_4^+\text{-N}$  含量純豬糞堆肥（VI）最高，純木屑（I）最低，其他組  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  含量隨豬糞比例增加而增加，比較  $\text{KN-N}$  含量差異結果亦與  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  相同。這些結果是由於豬糞堆肥含有機氮與銨態氮濃度高之故，以進氣與出氣氨氣濃度比較（圖 5），吸附與轉換氨氣量應為  $\text{V} > \text{IV} > \text{I} > \text{III} > \text{II} > \text{VI}$ ，即木屑與腐熟豬糞堆肥比為 6:1 最佳。

表 4. 生物濾床反應後成分分析表

Table 4. Content chart of the biofilters after reaction

	pH	MC	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>x</sub> <sup>-</sup> -N	KN-N
		%	μg/g	μg/g	μg/g
I	7.63 <sup>c</sup>	38.0 <sup>a</sup>	1522 <sup>f</sup>	1016 <sup>ab</sup>	3617 <sup>d</sup>
II	8.33 <sup>a</sup>	40.9 <sup>a</sup>	3743 <sup>b</sup>	1142 <sup>a</sup>	6162 <sup>b</sup>
III	8.31 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>	3231 <sup>c</sup>	835 <sup>ab</sup>	4444 <sup>c</sup>
IV	8.22 <sup>b</sup>	37.8 <sup>a</sup>	2423 <sup>d</sup>	696 <sup>b</sup>	3256 <sup>c</sup>
V	8.20 <sup>b</sup>	38.9 <sup>a</sup>	2066 <sup>e</sup>	1175 <sup>a</sup>	2821 <sup>f</sup>
VI	8.34 <sup>a</sup>	49.1 <sup>b</sup>	5383 <sup>a</sup>	1051 <sup>ab</sup>	8681 <sup>a</sup>

<sup>a-f</sup> Means within the same row without common superscripts differ significantly ( $P < 0.01$ ).

## 結論與建議

於箱型送風式堆肥舍測定之豬糞及雞糞堆肥氨氣產量，結果雞糞堆肥氨氣和三甲基胺產量大於豬糞堆肥甚多，顯示雞糞堆肥化期間臭味問題之重要性。濾床操作條件試驗結果，以貫穿前吸附效率評估，停留時間 30 秒已足夠；而以吸附量及氨氣轉換率評估，則以停留時間 60 秒最佳。濾料部分則以木屑與腐熟豬糞堆肥混合比例 6：1 為最佳。

堆肥化期間產生之臭氣成分複雜，氨氣只能做為臭氣指標之一，因此進一步的研究將於堆肥實場設立脫臭模型槽進行試驗。另外，將探討直接加入氨氣去除之菌種以提昇脫臭效率之可行性。

## 參考文獻

- 吳宗正。1990。畜產廢棄物臭味偵測與管制。中華生質能源學會會誌 9(3-4)：114-124。
- 林財旺。1993。雞糞堆肥脫臭槽之試作及脫臭效果之測定。畜產研究 26(1)：7-16。
- 林財旺。1994。禽畜糞堆肥化處理。堆肥技術及利用研討會論文集。中華生質能源學會。83年12月 pp. 230-249。
- 林財旺。1997。堆肥場脫臭技術。養豬自動化工手冊。農業機械化研究發展中心、畜牧自動化技術服務團合編 pp. 20-23。
- 高銘木、李春樹、鄭春長、吳新富、蘇振昇。1996。生物濾床去除畜殖堆肥場臭味之模廠試驗研究。第十三屆空氣污染控制技術研討會論文集 pp.175-179。
- 程梅萍、王西華。1995。臺灣地區四種土壤硝化作用及其影響因子之相關性。中國農業化學會誌 33 (3)：280-287。
- 石川幸市。1995。木屑脫臭裝置。畜產環境對策大事典。農山漁村文化協會編。pp. 409-413。
- 福森功。1995。脫臭原理與方法。畜產環境對策大事典。農山漁村文化協會編。pp.101-111。
- 檜桓繁光。1992。環境保全型的養豚經營技術。畜產の研究 46(6)：51-56。



- American Public Health Association(APHA). 1992. Nitrogen. In: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ch. 4500-N, pp.4-81. Washington, D.C.
- Galera, M. M., E. Cho, E. Tuuguu, S. Park, C. Lee and W. Chung. 2008. Effects of pollutant concentration ratio on the simultaneous removal of  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  and toluene gases using rock wool-compost biofilter. *J. Hazardous Materials* 152: 624-631.
- Ho, K., Y. Chung and C. Tseng. 2008. Continuous deodorization and bacterial community analysis of a biofilter treating nitrogen-containing gases from swine waste storage pits. *Bioresource Technology* 99: 2757-2765.
- Phillips, V. R., D. A. Cowell, R. W. Sneath, T. R. Cumby, A. G. Williams, T. G. M. Demmers and D. L. Sandars. 1999. An assessment of ways to abate ammonia emissions from UK livestock buildings and waste stores. Part1: ranking exercise. *Bioresource Technology* 70: 143-155.
- Schimidt E. L. and L. W. Besler. 1982. Nitrifying bacteria. In: Method of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. 2nd ed. Page, A.L.(Ed) pp. 1027-1042. Madison. USA.
- Sun, Y., C. J. Clanton, K. A. Janni and G. L. Malzer. 2000. Sulfur and nitrogen balances in biofilters for odorous gas emission control. *Trans. ASAE* 43(6): 1861-1875.
- Taghipour, M. R. Shahmansoury, B. Bina and H. Movahdian. 2008. Operational parameters in biofiltration of ammonia-contaminated air streams using compost-pieces of hard plastics filter media. *Chemical Engineering Journal* 137: 198-204.
- Xue, S. K., S. Chen and R. E. Hermann. 1998. Measuring ammonia and hydrogen sulfide emitted from manure storage facilities. *Trans. ASAE* 41(4): 1125-1130.

# Operational parameters of biofiltration for ammonia<sup>(1)</sup>

Mei-Ping Cheng<sup>(2)</sup> Ren-Bao Liaw<sup>(3)</sup> and Ting-Hsun Hsiao<sup>(2)(4)</sup>

Received : Aug. 7, 2008 ; Accepted : Oct. 2, 2008

## Abstract

The average ammonia concentrations of gas generated from aerated swine and chicken wastes composting plants measured in this study were 101 and 1241 mL/hr/m<sup>3</sup>, respectively, while those of trimethylamine were 94 and 532 mL/hr/m<sup>3</sup>, respectively. The sawdust-based filters were used to determine the best operational parameters of biofiltration. The breakthrough times of the biofilters with 30 sec, 60 sec and 90 sec retention times(RT) were 68, 139, and 225 hr, respectively. The ammonia removal rates were 100% within the breakthrough time. The results of analyzing the final nitrogen contents of the packing materials showed that the biofilter with RT 60sec adsorbed the largest amount of ammonia. Therefore, the 30 sec of RT was enough as evaluating by ammonia removal rate before breakthrough, while the 60 sec of RT was best as evaluating by ammonia removal and transferred rate. The results of comparing the packing materials, which were mixtures of saw dust and matured swine compost at different ratio showed the ammonia removal rate of compost-only filters (VI) was the lowest. The breakthrough time of the sawdust-only ( I ) biofilter, biofilter IV and V, whose sawdust-compost ratios were 4 and 6, were all 120 hrs. The ammonia removal rates of biofilters II and III whose sawdust-compost rates were 1 and 2, were between the sawdust and compost-only filters. After the 120th hour, the ammonia concentrations of output gases of biofilter IV and V were lower than that of sawdust filter, which meant that biofilter IV and V had higher ammonia removal rate. The ammonia adsorption and transfer amounts of all the packing materials were V> IV> I> III> II> VI. The packing material of sawdust-compost (6:1, w/w) was the best biofilters determined in this study.

Key words : Biofilter, Ammonia, Removal rate.

---

(1) Contribution No. 1476 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Animal Management Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan, 712, Taiwan, R.O.C.

(3) Animal Breeding and Genetics Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan, 712, Taiwan, R.O.C.

(4) Corresponding author, E-mail: hsiaosir@mail.tlri.gov.tw