

以生物濾床去除堆肥場臭味之研究⁽¹⁾

程梅萍⁽²⁾ 廖仁寶⁽³⁾ 蕭庭訓⁽²⁾⁽⁴⁾

收件日期：99年1月25日；接受日期：99年5月4日

摘要

本研究藉由濾床模型與實場生物濾床，探討提升堆肥場脫臭效率之方法。濾床模型試驗分四組，分別為調濕木屑濾床 (SW)、調濕生物濾床 (BW)、木屑濾床 (SD)、生物濾床 (BD) 等，其平均氨氣去除率為 92%、98%、76%、89%，以調濕生物濾床 (BW) 顯著較佳 ($P < 0.05$)，其濾料 pH 值保持在 7.5 以下，水分在 35% 以上，銨氧化菌亦能增殖。實場採用具調濕塔之生物濾床，進氣中氨氣含量濃度為 30-1300 $\mu\text{L/L}$ ，平均濃度為 260 $\mu\text{L/L}$ ，氨氣總去除率為 99.9%，臭味之去除率為 96%。以濾料 3300 公斤之脫臭槽比較，木屑與生物濾床操作成本分別為 99 與 30 元/天，使用生物濾床較木屑脫臭槽具有較高經濟效益。

關鍵詞：生物濾床、脫臭、堆肥。

緒言

畜牧產生之臭味主要發生在畜舍、糞尿處理及土地施灌處，其中堆肥場為糞尿集中處理之處，堆積發酵過程中有機物質分解，產生大量揮發性有機酸、甲基胺、氨氣、硫化物等臭味物質。氨氣為無色、有毒、具腐蝕性惡臭成分 (US EPA, 1995)，在低碳氮比資材的好氣堆肥化過程中，氨氣是主要的副產物 (Hong and Park, 2005)，其產量可達產量為 3500 mL/hr/m³ (程等, 2008)。

目前控制這些臭味物質逸散的方法，有改變飼糧配方、在糞尿中使用化學添加物、糞尿儲存處理處加蓋、生物過濾 (biofiltration)、臭氧處理、物理吸附等等 (Janni *et al.*, 2000)。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 (Galera *et al.*, 2008)。在台灣，對於堆肥舍的臭味去除曾嘗試用水洗塔、吸附法、土壤脫臭法 (洪, 1995) 及生物濾床法等。以木屑及土壤去除雞糞堆肥化期間之氨氣，效率達 92-100% (林, 1993)，以填充塑料之水洗塔去除蛋雞堆肥場臭味，氨氣去除率在 16.7-79.2% (洪, 1995)。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

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1568 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：hsiaosir@mail.tlri.gov.tw。

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而減低除臭效率、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。

氨氣吸收後可經由硝化作用轉換為硝酸氮，關鍵菌種則為硝化菌，分為銨氧化菌 (ammonia oxidizing bacteria, AOB) 及亞硝酸氮氧化菌 (nitrite oxidizing bacteria, NOB) (Kalingan *et al.*, 2004)。但是在含有有機碳 (葡萄糖) 的環境下，自營性硝化菌則難以與異營菌競爭銨氮 (Verhagen *et al.*, 1992)。

本試驗擬以模型試驗比較填充木屑混合堆肥之生物濾床與木屑濾床之氨氣去除率。此外，也探討調濕塔之功能，並進一步評估此生物濾床系統應用在堆肥場實場之除臭效率及經濟效益。

材料與方法

I. 濾床模型試驗

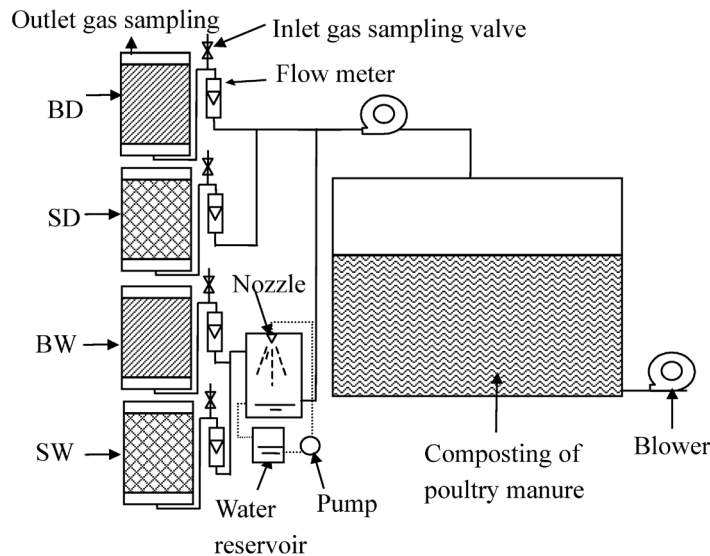


圖 1. 濾床模型試驗配置圖。

Fig. 1. Diagram of pilot scale filtration system.

設計 1m^3 圓柱型模型濾床 4 個，連接送風式箱型堆肥舍，其中 SW、BW 組模型槽連接具有 0.7mm 噴頭之調濕設備 (圖 1)。SW、SD 組填充濾料為木屑 ($<2\text{mm}$)，BW、BD 組填充濾料為木屑混合堆肥 (木屑：堆肥重量比 6:1，程等, 2008) 並植種銨氧化菌分離株 SAOB 至 10^5 - 10^6 cells/g dry wt.。雞糞堆肥依一般堆肥程序進行送風 (2 min/30 min) 及定期調濕翻堆操作，產生之臭氣由與送風機同步之鼓風機抽出後，經分配及經由流量計調整流量後送入 4 個模型濾床，使空床停留時

間 (empty bed retention time) 皆為 60 sec。定期分析木屑濾床及生物濾床進氣與排氣氨氣濃度，以計算氨氣去除率，另採集濾床上 (0-30 cm)、中 (30-60cm)、下層 (60-90cm) 濾料樣品分析成分。

II. 生物濾床實場試驗

送風式箱型堆肥舍 (2.1 m×2.0m×1m) 四組，兩組堆置雞糞堆肥，兩組堆置固液分離後豬糞進行發酵，定期翻堆。四組產生之臭氣皆以鼓風機 (20 m³/min) 抽送入調濕塔後，導入生物濾床 (2.7m×3m×1m)。生物濾床底部排列有導氣管 (distribution duct)，為底部鑽有多孔之塑膠水管，以利將堆肥舍上部空間氣體平均分配至濾床各部 (圖 2)。定期分析調濕塔前 (進氣) 後 (調濕後) 及生物濾床上方 (排氣) 之氨氣濃度及堆肥溫度。採集生物濾床之排氣時，先於濾床上方置 3 個壓克力罩，30 分鐘後始採集樣品，試驗期間進行一次臭味分析。

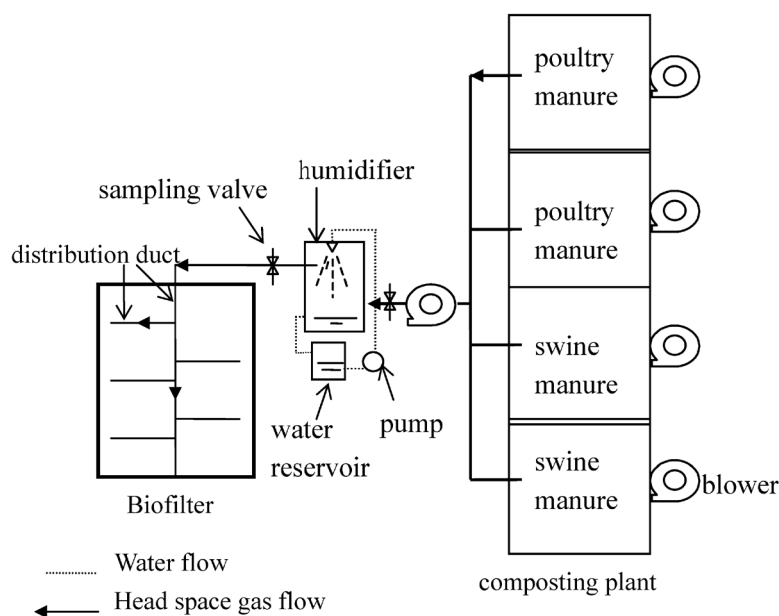


圖 2. 生物濾床實場試驗配置圖。

Fig. 2. Diagram of full scale biofiltration system.

III. 氨氣分析方法

採用氣體檢知器 (GV-100S, Gastec, Japan) 及北川式氣體檢知管 (No. 105SD, Kitagawa, Japan) 測定，檢測範圍為 0.2-20 μ l/L。

IV. 臭味官能測定

以環保署公告「臭氣及異味官能測定法—三點比較式嗅袋法」(NIEA A201.10A) 測定之。

V. 濾料成分分析

含無機態氮量以 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 NO_x⁻ (程及王，1995)。測定自營性銨氧化菌菌數之方法為取 10 g 樣品加入 100 ml 無菌水作成懸浮

液，以無菌水10倍連續稀釋，每一稀釋度取 1ml 菌液於液態培養基中，3 重複，連續 4 周測定亞硝酸氮及硝酸氮呈色反應，結果穩定後以對照表計算菌數 (Schmidt and Besler, 1982)。

VI. 統計分析

本研所得數據利用統計分析系統 (statistical analysis system; SAS) 之一般線性模式程式 (general linear model procedure; GLM) 進行變方分析，並以鄧肯氏多次變域法 (Duncan's multiple range test)，比較處理間差異之顯著性。

結果與討論

I. 濾床模型試驗

濾床模型試驗共進行 260 天，此期間共進行三批次雞糞堆肥發酵。濾床進氣中氨氣濃度因雞糞堆肥發酵日數及翻堆等因素而變化，最高可達 $1150 \mu\text{L/L}$ ，SW、BW、SD、BD 組平均進氣中氨氣濃度分別為 218 ± 180 、 212 ± 150 、 243 ± 184 、 $234 \pm 181 \mu\text{L/L}$ ，SW 及 BW 組進氣前經噴霧調濕，有些微去除氨氣之效果，因此進氣中氨氣濃度較 SD 及 BD 組略低 (圖 3)，平均排氣中氨氣濃度則分別為 9.9 ± 22 、 1.6 ± 2.6 、 38 ± 53 、 $13 \pm 23 \mu\text{L/L}$ ；平均去除率分別為 92%、98%、76%、89%，以 BW 組去除率顯著高於其他組 ($P < 0.05$)；SD 組則顯著低於其他組 ($P < 0.05$)。

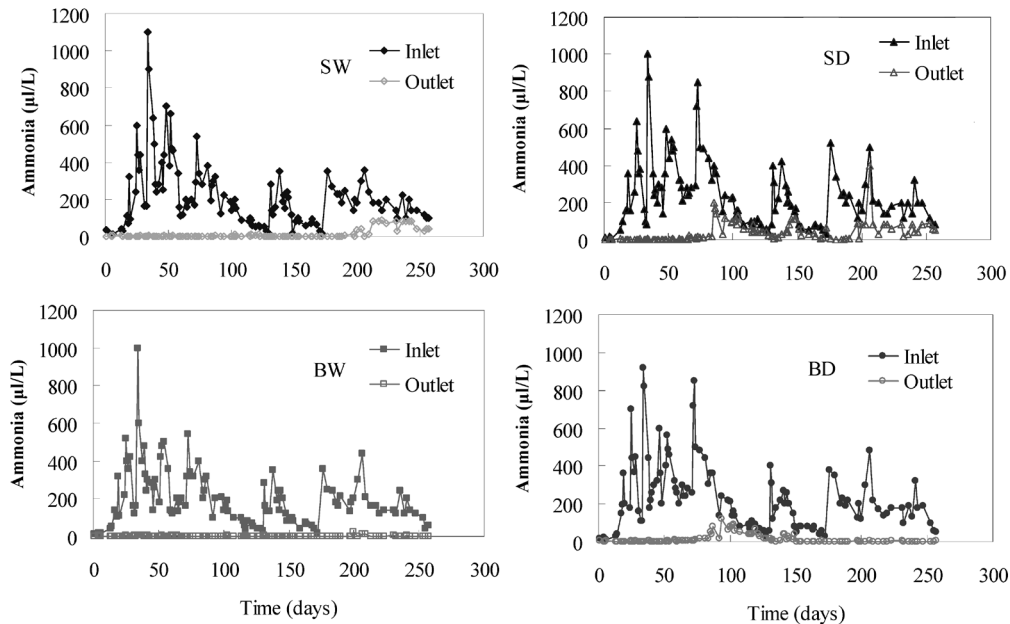


圖 3. 實場模型槽進氣與排氣之氨氣濃度變化圖。

Fig. 3. The ammonia concentrations of inlet and outlet gas from pilot scale biofilters.

SW : sawdust filter with a humidifier; BW : biofilter with a humidifier.

SD : sawdust filter without a humidifier; BW : biofilter without a humidifier.

若以排氣中氨氣濃度超過 $10 \mu\text{L/L}$ 為濾料使用期限，木屑濾料期限為 66 天 (SD 組)，加上調濕設備可延長至 197 天 (SW 組)。而具調濕設備者，生物濾料在試驗期間內 (260 天) 皆可使用 (BW 組)，唯有在試驗第 200 與 206 天時出現排氣氨氣濃度超過 $10 \mu\text{L/L}$ 的短暫不穩定現象。使用生物濾料而不加裝調濕設備在試驗之第 74 至 150 天排氣氨氣濃度超過 $10 \mu\text{L/L}$ (BD 組)。

以氨氣去除率而言，在試驗開始 10 天內，有去除率稍低的現象 (圖 4)，此乃因濾床需一段適應時間 (Taghipour *et al.*, 2008)，而此期間氨氣產生量並不高，濾床排氣中氨氣在 $2 \mu\text{L/L}$ 以下 (圖 3)，並無造成周界濃度超出標準之虞。10 至 70 天各組去除率皆在 98% 以上；未調濕之 SD、BD 組在 70 天左右氨氣去除率開始下降 (圖 4)，SD 組最低去除率為 0%，BD 組則為 22%，至 150 天以後 BD 組生物濾料恢復高去除率並維持至試驗結束，此現象值得進一步探討；而 SD 組木屑則無法恢復高去除率。SW 組在第 122 天短暫出現低去除率 (81%) 的現象，並在第 200 天開始無法維持高去除率，至試驗終止。BW 組則除試驗初期不穩定與第 200 天出現短暫去除率低於 90% 的現象外，去除率皆在 97% 以上至試驗結束。

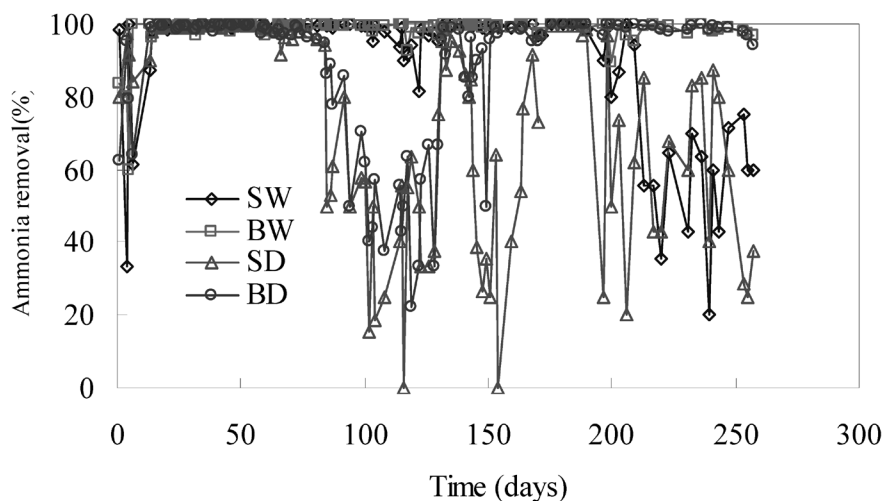


圖 4. 濾床模型試驗中各組之氨氣去除率。

Fig. 4. The ammonia removal rate of pilot scale biofilters.

比對濾料之 pH 值 (圖 5) 可知，BW 組生物濾床在試驗全程濾料 pH 值皆能維持在 7.7 以下，且相當穩定，因此氨氣去除率能保持穩定。BD 組生物濾床在第 74 至 150 天排氣氨氣濃度超過 $10 \mu\text{L/L}$ ，對照其濾料 pH 值第 82 天下層為 7.8，第 93 至 134 天濾料 pH 為 7.53-8.3；而後 pH 下降至 7.7 以下，氨氣去除率也恢復至 98% 以上。在木屑濾床之 SW 組濾床使用期限 (197 天) 前，濾床 pH 為 3.9-6.8 之間，而在後濾床 pH 升至 7.8-8.1；而 SD 組木屑濾床在第 55 天，下層濾料 pH 即高達 8.5，第 69 天除上層外 pH 皆大於 7.7，而後濾料維持 pH 大於 7.7，對照氨氣去除率在 66 天後即降低，可知濾料 pH 值可作為濾床氨氣去除率之指標。

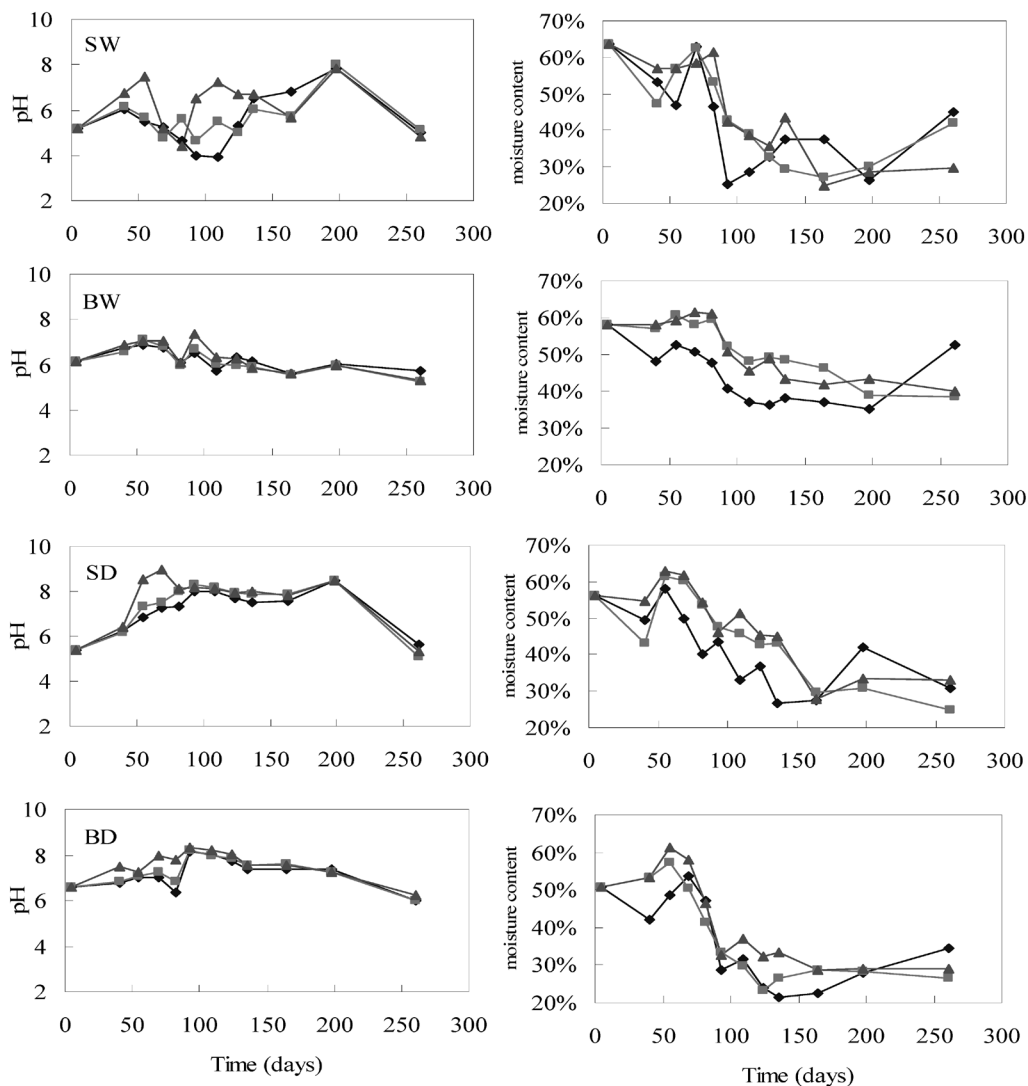


圖 5. 濾床模型試驗濾料pH值與水分含量變化圖。

◆上層；■中層；▲下層

Fig. 5. The pH value and moisture content of pilot scale biofilters.

◆10-30cm；■30-60cm；▲60-90cm

進一步比較濾料pH值與氨氣去除率之關係(圖6)，可明確看出濾料上、中、下層平均pH值超過7.75，氨氣去除率即大幅下降。而濾料吸附氨氣之化學反應是如式1：



由此式可知吸附氨氣需一定之含水量外，吸附後產生之 OH^- 造成pH值上升，導致氨氣去除率下降。由此試驗結果可判定不論是木屑或生物濾床，濾料在pH 7.7以下時，可維持高氨氣去除率。

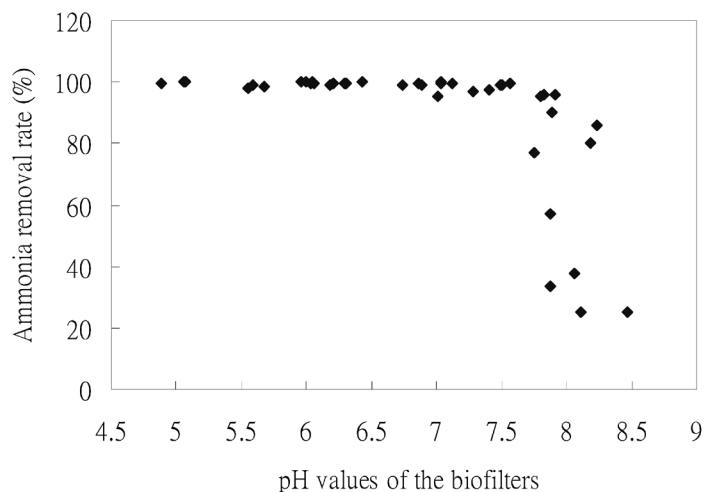


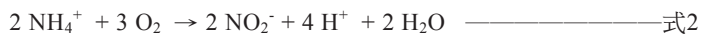
圖 6. 濾料 pH 值與氨氣去除率關係圖。

Fig. 6. Effect of the pH value of the packing materials on ammonia removal rates.

濾床水分含量也是決定去除率之重要因素，文獻指出要有效去除氨氣與臭味濾料水分必須大於 40 %，水分含量的影響大於濾料成分中木片 (wood chip) 與堆肥之比例 (Nicolai and Janni, 2001)。將生物濾料水分由 20 % 提升至 40 % 與 50 %，分別可使氨氣去除率提升 19 % 與 39 % (Hartung *et al.*, 2001)。本試驗結果，BW 組濾料水分含量較穩定，且除上層水分在 35% 以上外，中下層水分皆可保持 40 - 60% (圖 5)，這也是 BW 組濾床能保持高去除率之原因之一。而同樣經過調濕之 SW 組，在第 74 天起水分含量即大幅下降，最低至 25%，表示木屑吸濕能力較堆肥差，即使經過調濕也難以維持濾料水分含量，同時也造成氨氣去除率下降。但是不經過調濕塔木屑濾料水分含量下降更快，SD 組在第 55 天起水分含量即大幅下降，同時 pH 值也上升，至第 66 天排氣中氨氣濃度即達 10 $\mu\text{L/L}$ 以上。

最終 (第 260 天) 濾料中銨氮含量 SW、BW、SD、BD 組分別為 3046 ± 189 、 2900 ± 451 、 1577 ± 460 、 603 ± 53 $\mu\text{g/g dry wt.}$ ，亞硝酸氮及硝酸氮含量則為 477 ± 279 、 298 ± 138 、 519 ± 67 、 131 ± 35 $\mu\text{g/g}$ (圖 7)。在銨氮方面，調濕組 (SW、BW) 高於未調濕組 (SD、BD)。在亞硝酸氮及硝酸氮方面，木屑濾料 (SW、SD) 高於生物濾料 (BW、BD)。

在濾床中吸附的銨離子 (NH_4^+) 會經過硝化作用將銨轉換為亞硝酸氮或硝酸氮 (如式 2、3)，也產生氫離子降低 pH 值，使濾料能吸附更多氨氣。



然而由本試驗結果看來，亞硝酸氮及硝酸氮只在第 55、69 天有累積至 1000 $\mu\text{g/g}$ 以上現象，隨後就降低，表示此時有利用亞硝酸氮及硝酸氮的菌種被富化 (enrichment) 出來，這類菌種在生物濾料效率較高，使其亞硝酸氮及硝酸氮含量較少。

此外，BD 組在 70 天左右氨氣去除率開始下降至 22%，至 150 天以後恢復高去除率並維持至試驗結束 (圖 4)，但是在恢復高去除率的同時濾料中銨氮，卻沒有升高 (圖 7)，銨氮明顯較其他組低，推測在此水分含量低 (20-35%) 的環境下，有另一群直接利用銨氮的菌種被富化出來。生物濾

料中之堆肥除為有機碳、氮等養分來源外，也是各類微生物之豐富來源 (Taghipour *et al.*, 2008)。

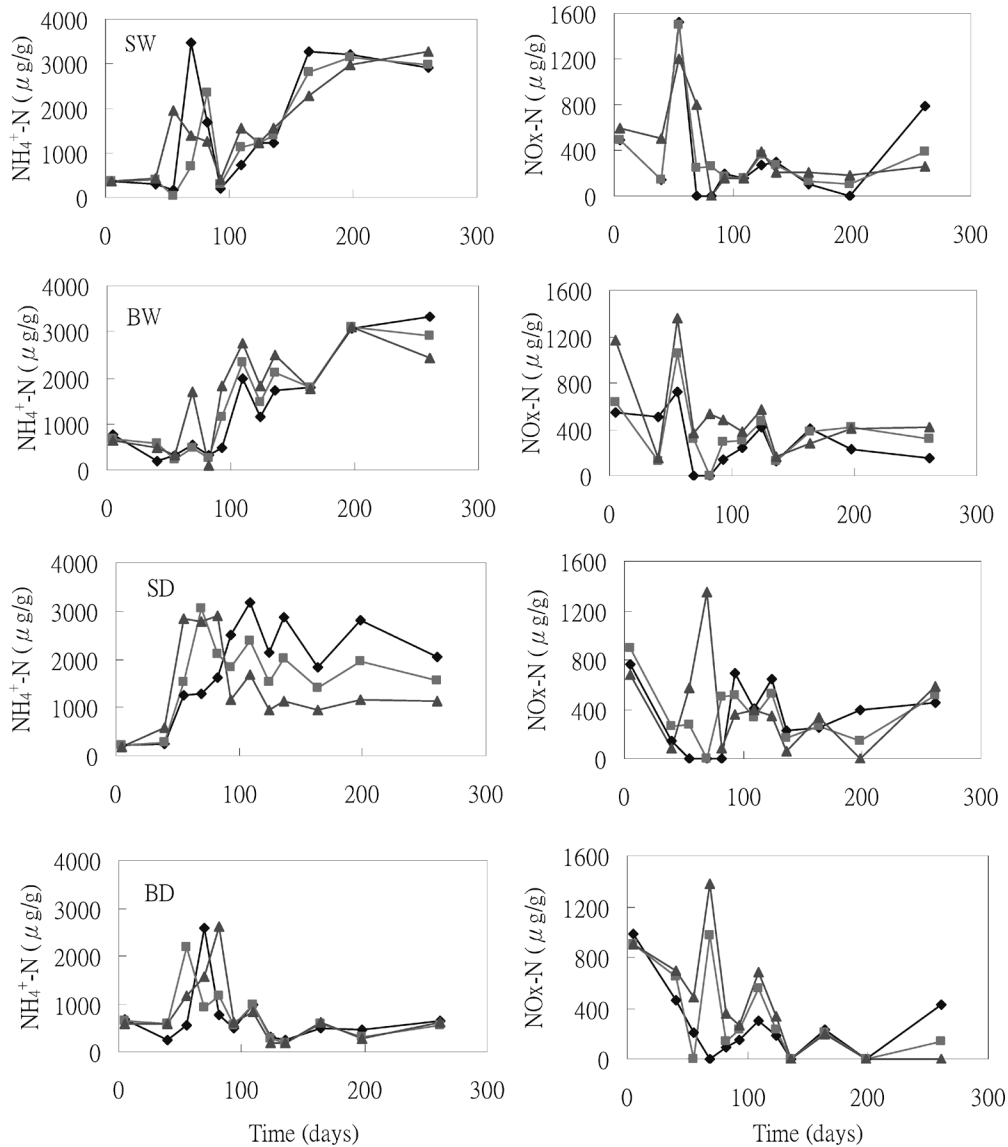


圖 7. 濾床模型試驗濾料銨態氮 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) 及亞硝酸氮與硝酸氮 (NOx-N) 含量變化圖。

◆上層■中層▲下層

Fig. 7. The ammonium-N, nitrite-N and nitrate-N concentrations of pilot scale biofilters.

◆10-30cm；■30-60cm；▲60-90cm

而銨氧化菌數試驗開始時 BW、BD 組為 1.9×10^5 、 2.2×10^6 cells/g，而 SW、SD 組則無測得銨氧化菌。第 82 天 BW、BD 組菌數略有減少，可能為接種菌株對環境之適應問題，SW、SD 組仍無測得銨氧化菌。第 152 天測得 BW 組菌數增加至 1.9×10^8 cells/g，SW、SD 組也開始測得銨

氧化菌 (圖 8)，最終氨氧化菌數依高低排列為 $BW > SW > BD > SD$ 。由此可知，環境適合下鉍氧化菌可自行在濾床增殖 (SW、SD)，但接種可快速提高菌數。

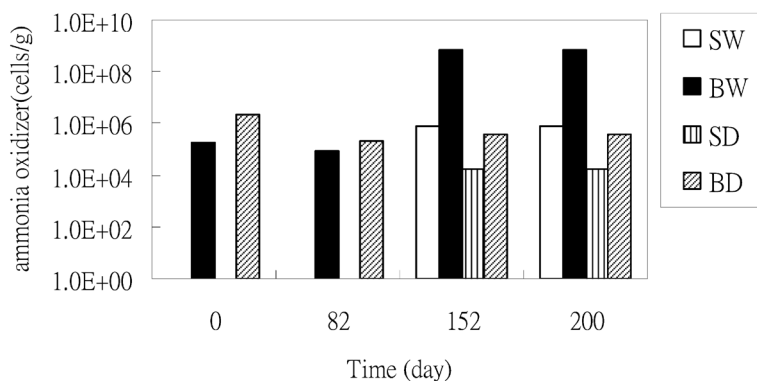


圖 8. 濾床模型試驗鉍氧化菌數變化。

Fig. 8. The cell numbers of ammonia oxidizers in pilot scale filters.

II. 實場生物濾床

生物濾床設計為處理含四組密閉送風式堆肥舍的上部空間氣體，堆肥平均溫度在 $42-65^{\circ}\text{C}$ 之間，溫度之高峰亦為產生氨氣之高峰 (如圖 9)。生物濾床進氣中氨氣含量濃度為 $30-1300 \mu\text{L/L}$ ，平均濃度為 $260 \mu\text{L/L}$ ，經過調濕塔後平均濃度降為 $217 \mu\text{L/L}$ ，再經過生物濾床後平均濃度則為 $0.13 \mu\text{L/L}$ 。生物濾床處理後除在 20 天內可測得 $0.1-1 \mu\text{L/L}$ 氨氣外，21 天以後濾床上方氣體均測不到氨氣。

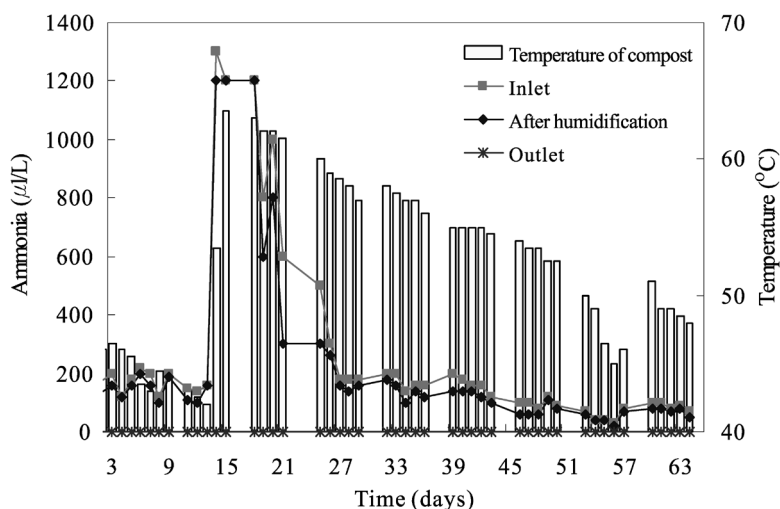


圖 9. 堆肥溫度及實場生物濾床進氣與排氣中氨氮濃度。

Fig. 9. The temperature of compost and the ammonia concentrations of inlet and outlet gas in the full scale biofiltration system.

調濕塔藉由將氨氣溶於水可達到部分去除氨氣之效果，其氨氣去除率介於 0-50% 之間 (圖 10)，變化相當大，此與調濕塔中水之酸鹼值變化可能相關，平均氨氣去除率為 17.9 %。而生物濾床之氨氣總去除率為 99.9 %，在 20 天後之氨氣總去除率皆為 100 % (圖 10)。此外，實場生物濾床試驗 10 天時，上、中、下層濾料銨氧化菌數分別為 2.4×10^6 、 2.1×10^5 及 1.5×10^5 cells/g。

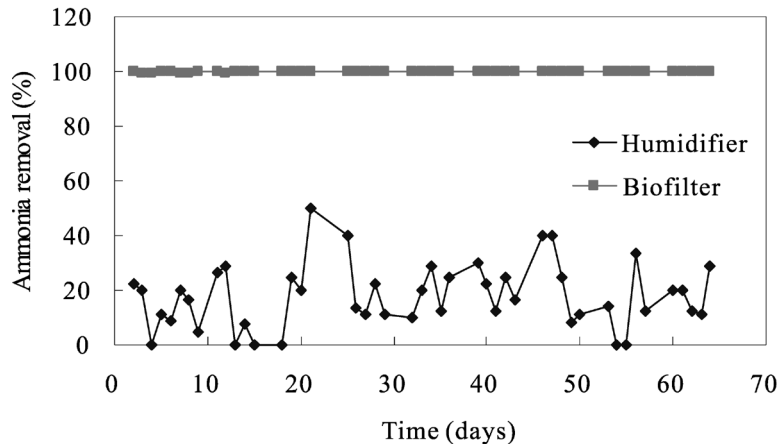


圖10. 實場生物濾床氨氣去除率。

Fig. 10. The ammonia removal rate of full scale biofilter.

生物濾床除氨氣去除效果外，對其他臭味物質之綜合去除率以三點式嗅袋法進行官能測定，在試驗第 42 天時以檢知管測定進氣、調濕後及排氣中氨氣分別為 160、120、0 μ l/L，而以嗅袋法測得知臭味值分別為 1246、333、46 OU (olfametry unit)，進氣與調濕樣品味道性質評為糞臭，而排氣主要為木屑味。以此結果看來，臭味與氨氣測定有相同之趨勢，但非簡單之直線相關，兩者之間的相關方程式需更多之測定值才能定出，但以氨氣作為臭味之指標仍可行。

本試驗之生物濾床去除臭味之總效率為 96 %，而文獻中指出以 GC-MS 測定畜牧場臭味物質約有 300 種化合物，經過兩種生物濾床處理分別剩下 45 與 30 種化合物，以官能測定法生物濾床去除率為 82~99% (Luo and Agnew, 2001)。而以椰子纖維加泥炭 (1:1) 濾料去除豬舍臭味平均去除率為 81% (31.6-96.7%, Hartung *et al.*, 2001)；以大於 20 mm 木片為濾料對豬舍臭味及氨氣去除率分別為 77-95% 及 53-93% (Sheridan *et al.*, 2002)；以糞尿堆肥及椰子殼 1:1 做為濾料，去除牛糞堆肥產生之氨氣，在試驗地 19 天期間，去除率可達 100% (Hong and Park, 2005)。這些試驗雖濾料、空床停留時間、進氣臭味濃度等條件各不相同，但與本研究皆有相似之結果，即水份與 pH 值適當生物濾料，可有效降低畜牧生產產生之臭味。

III. 經濟效益評估

以木屑每公斤 2 元、腐熟堆肥每公斤 4 元計算，生物濾料每公斤 2.3 元，略較木屑濾料每公斤 2 元成本高，但若腐熟堆肥來自堆肥場本身而不計成本，則生物濾料每公斤成本稍低。然而，根據實場模型槽試驗結果，傳統木屑組 (SD 組) 在試驗第 66 天起排氣氨氣濃度超過 10 μ l/L，應進行更換；而具調濕功能的生物濾床則在試驗期間 260 天皆能維持 98% 以上去除率，排氣氨氣濃度甚低，不需更換濾料。以濾料成本而言，木屑為 0.03 元/公斤/天，為生物濾料 0.0088 元/公斤/天之 3.4 倍。但生物濾床需加上調濕設備所需電力與水費成本，水分為循環利用所需水費甚少；噴霧用

馬達 0.5Hp，耗電 0.44 千瓦，每 30 分鐘運轉 2 分鐘，並以每度電 1.65 元計算，電力消耗為 1.16 元/天，以本試驗之實場生物濾床約 3300 公斤計，電力成本為 0.000352 元/公斤/天。因此，若設計為同體積填入 3300 公斤濾料之木屑與生物濾床比較，操作成本分別為 99 元/天，而生物濾床 30 元/天。此外，調濕設備之固定成本為 20000 元，以操作成本每天節省 69 元計，290 天即可平衡固定成本支出。以上計算為假設生物濾料在 260 天更換，而實際上生物濾料應能使用更長時間，因此生物濾料成本應更低。由以上成本計算可知，使用生物濾床較木屑脫臭槽符合經濟效益。

結論與建議

本研究結果實場生物濾床試驗結果進氣中氨氣含量濃度為 30~1300 $\mu\text{L/L}$ ，平均濃度為 260 $\mu\text{L/L}$ ，氨氣總去除率為 99.9%，臭味之去除率為 96%；而以濾料 3300 公斤之脫臭槽比較，木屑與生物濾床操作成本分別為 99 與 30 元/天。此結果證明以具調濕設備生物濾床取代木屑濾床槽可延長濾料使用期限、降低操作成本，並提升脫臭效果。因此，建議現有堆肥場之木屑脫臭設備，加裝調濕設備，並使用改良之生物濾料。

參考文獻

- 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。
- 洪嘉謨。1995。禽糞資源化處理手冊。台灣省畜產試驗所。pp. 24-31。
- 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。
- 程梅萍。1996。 *Rhodococcus* spp.之異營性硝化作用及定量法。國立台灣大學農業化學研究所博士論文。
- 程梅萍、廖仁寶、蕭庭訓。2009。應用生物濾床去除氨氣操作條件探討。畜產研究 42(2): 131-140。
- 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 NH_3 , H_2S and toluene gases using rock wool-compost biofilter. *Journal of Hazardous Materials* 152: 624-631.
- Hartung, E., T. Jungbluth and W. Buscher. 2001. Reduction of ammonia and odor emissions from a piggery with biofilters. *Trans. ASAE*. 44(1): 113-118.
- Hartung, E., M. Martin and T. Jungbluth. 2001. Biofilters-the influence of different filter materials and different operating conditions on the reduction efficiency. *Water Science & Technology* 43(11): 253-260.
- 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.
- Hong, J. H. and K. J. Park. 2005. Compost biofiltration of ammonia gas from bin composting. *Bioresource Technology* 96: 741-745.
- Janni, K.A., L. D. Jacobson, J. R. Bicudo, D. R. Schmidt, H. Guo and R. G. Koehler. 2000. *Livestock and Poultry Odor Workshop: Emissions, Measurement, Control, and Regulation*. University of Minnesota.

- Kalingan, A. E., C. M. Liao, J. W. Chen and S. C. Chen. 2004. Microbial degradation of livestock-generated ammonia using biofilters at typical ambient temperature. *Journal of environmental science and health Part B* 39: 185-198.
- Luo, J. and M. P. Agnew. 2001. Gas characteristics before and after biofiltration treating odorous emissions from animal rendering processes. *Environmental Technology* 22(9): 1091-1103.
- Nicolai, R. E. and K. A. Janni. 2001. Biofilter media mixture ratio of wood chips and compost treating swine odors. *Water Science & Technology* 44(9): 261-267.
- Rotthauwe, J.-H., K. P. Witzel and W. Liesack. 1997. The ammonia mono-oxygenase structural gene *amoA* as a functional marker: molecular fine-scale analysis of natural ammonia-oxidizing populations. *Applied and Environmental Microbiology* 63: 4704-4712.
- Schmidt, 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.
- Sheridan, B., T. Curran, V. Dodd and J. Colligan. 2002. Biofiltration of odour and ammonia from a pig unit - a pilot-scale study. *Biosystems Engineering* 82(4): 444-453.
- 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.
- USEPA. 1995. Control and pollution options for ammonia emissions. EPA-4561R-95-002.
- Verhagen, F., H. Duyts and H. J. Laanbroek. 1992. Competition for ammonium between nitrifying and heterotrophic bacteria in continuously percolated soil column. *Applied and Environmental Microbiology* 58: 3303-3311.

Removal of odour in composting plant by biofiltration ⁽¹⁾

Mei-Ping Cheng⁽²⁾ Ren-Bao Liaw⁽²⁾ and Ting-Shun Hsiao⁽²⁾⁽³⁾

Received : January 25, 2010 ; Accepted : May 4, 2010

Abstract

The odourous gas emitted from composting plant was used to study the deodor efficiency by four pilot-scale and a full-scale biofilters. The four treatments of pilot-scale biofiltration were sawdust filter with a humidifier (SW), biofilter with a humidifier (BW), sawdust filter without a humidifier (SD) and biofilter without a humidifier (BD). The ammonia removal rates by these treatments were 92%, 98%, 76%, and 89%, respectively. The biofilter with humidifier had highest efficiency in keeping the pH under 7.5, moisture content over 35%, and allowing ammonia oxidizing bacteria (AOB) to continue to grow. Therefore, the biofilter with humidifier was set up in full-scale composting plant. The results showed the average ammonia concentrations of the inlet gas were 260 $\mu\text{L/L}$ (30-1300 $\mu\text{L/L}$) and the ammonia and odour removal rates were 99.9 % and 96 %. Evaluation on the biofiltration systems with 3,300 kg of packing materials showed the operation cost of the sawdust filter without humidification and the biofilter with humidification were 99 and 30 NT dollars/day, and the latter was more economical and efficient.

Key words : Biofilter, Deodour, Compost.

(1) Contribution No. 1568 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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

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

