

# 利用洗滌槽去除氨氣之研究

蕭庭訓<sup>1</sup>，程梅萍<sup>1</sup>，黃裕益<sup>2</sup>

<sup>1</sup>行政院農業委員會畜產試驗所經營組

<sup>2</sup>國立中興大學生物產業機電工程學系

## 摘要

本試驗將密閉式豬舍高床下氣體以鼓風機分別導入 2 個容積 150 L 之洗滌模型槽，其底部各裝設 1 個細氣泡式之曝氣盤，槽內分別裝填活性污泥及自來水，測試對氨氣去除效果。結果顯示自來水組之 pH 及溶氧為 7.69 及 6.43 mg/L 顯著高於活性污泥組 7.23、4.69 mg/L ( $P < 0.05$ )，洗滌模型槽之入口處（豬舍高床下）氨氣平均濃度為 3.06 ppm，自來水組及活性污泥組之出口氨氣分別為 0.06 及 0.45 ppm，去除之氨氣達 97.9% 及 85.4% ( $P < 0.05$ )，二處理之氨氣濃度均符合環保署公告之周界排放標準，研究結果顯示豬舍空氣污染物可與其廢水處理場之活性污泥處理單元結合，利用曝氣馬達將畜舍之廢氣作為活性污泥池之供氣來源，同時作為去除豬舍空氣污染物方式之一。

關鍵詞：洗滌槽、活性污泥、氨氣

## 1. 緒論

台灣地區由於土地狹小，人口活動集中於西半部，牧場與住宅區之區分不明顯，且無緩衝帶以減低牧場排放污染物所帶來的影響，豬舍內產生之空氣污染物主要包括孢子、氨氣、二氧化碳、硫化氫、內毒素、粒狀污染物(粉塵與生物氣膠)及異味等 (Heber et al., 1988; Seedorf, 2004)，且與畜舍型態、環境溫度、相對溼度、風速、季節、飼養策略、飼養密度、糞便貯存及清除方式、糞尿 pH、豬隻體重及活動情形、地板型態及材質等有關(Costa et al., 2009; Lachance et al., 2005; Lim et al., 2004)。粉塵來源主要為飼料中之糞便、微細顆粒及動物表皮更新代謝物，粉塵去除方式有從畜舍進出風口的設計、噴油、噴霧、濕餵、添加飼料添加劑等方法 (Takai and Pedersen, 2000)。Aarnink et al. (1997) 在豬舍設計不同之進出

風口來量測豬舍內之粉塵濃度，結果出風口在上方屋頂者較在側面下方者為高；Takai et al. (1995) 發現在豬舍內噴油可減少粉塵量，以蔬菜油在保育豬、中豬及肥育豬之豬舍內進行噴霧，分別減少 76、54 及 52% 之粉塵量。臭氣是糞便中經厭氧發酵分解之揮發性有機酸混合物，豬糞中有超過 100 種成分 (Miner, 1997)，臭氣去除方法有從飼料營養著手，由源頭降低豬隻糞便揮發之臭氣或以物理、化學及生物方法抑制臭氣發生或減少臭氣逸散。飼料添加氯化鈣(Calcium chloride) 可減少豬舍糞便散發氨氣達 33% (Canh et al., 1998)；Colina et al. (2001) 同樣於飼料中添加 Yucca schidigera 抽出物或氯化鈣餵飼保育舍小豬，得到保育舍內較低之氨氣濃度。O'Neill et al. (1992) 提出臭氣控制方法有熱焚化、觸媒焚化、吸附、吸收、生物洗滌、生物濾床、煙囪擴散、臭氧處理、紫外線處理及化學處理等方

法，但因投資之處理成本太高，無法適用於畜牧業。

養豬產業除生產管理技術外，飼養過程中所產生之高濃度廢棄物一直是與人詬病且不容忽視的環境問題，廢水處理問題需面對環保法令日趨嚴格之趨勢問題，依據水污染防治法規（行政院環境保護署，2007）公告畜牧業（一）放流水之 BOD、COD、SS 限值分別為 80、600、150 mg/L。空氣污染部分依據空氣污染防治法規（行政院環境保護署，2011）公告新污染源為 30（指 96 年 9 月 13 日（含）後設立之污染源）、但位於農業區內既設畜牧場所更新且飼養規模未變更者，適用既存污染源之周界排放標準為 50（指 96 年 9 月 13 日前設立之污染源），初步調查顯示畜牧場周界空氣污染物濃度高於 30 之機率頗高，若環保稽查人員於畜牧場周界採集空氣樣品，檢驗結果超過排放標準則罰款 10 至 100 萬元。且畜牧場所產生的惡臭一直是民眾申訴率最高的公害項目之一。故豬場負責人除經營管理外更需深入了解廢水、廢棄物及空氣污染防治技術。

本試驗以生物洗滌方式，利用洗滌模槽與養豬場廢水處理設施之好氣處理單元結合，利用其曝氣馬達規劃將畜舍之廢氣作為活性污泥池之供氣來源，並去除豬舍空氣污染物。

## 2. 實驗設備與方法

### 2.1 試驗豬舍

水簾式試驗肉豬舍，長 26.2 m，寬 5.8 m，豬舍內左右側各 6 欄，計 12 欄，每欄面積 8.3 m<sup>2</sup>。床面採用抗蝕鍍鋅金屬條狀床面，畜舍內環境控制系統包括溫溼度控制、水簾通風（含蜂巢水簾片及變速風扇與控制系統）、糞尿溝沖水、自動餵飼設施等。於豬舍後下方鑿一洞貫穿牆壁直通豬舍內高床下，利用鼓風機抽氣進行試驗，試驗期間飼養肉豬 70 頭，肉豬體重介於 50~90 kg，高床下之糞尿溝沖水每日 1 次。

### 2.2 洗滌模型槽

設計容積 150 L 之洗滌模型槽 2 個如圖 1，各置 1 個細氣泡式之曝氣盤，以 0.5 馬力之魯氏鼓風機，自豬舍高床下抽氣進入洗滌槽，洗滌槽分別裝填豬糞尿廢水處理系統之活性污泥溶液及自來水，設定水深分別為 10、20、30、40 cm，裝填體積分別為 20、40、60、80 L，通風量設定分別為 30、40、50、60 L/min。試驗期間測定進（豬舍高床下）及出（洗滌模型槽）之氨氣濃度並量測大氣溫濕度及洗滌模槽容液之 pH、溶氧（dissolved oxygen, DO）、水溫等，活性污泥組除上述分析項目外增加混合液懸浮固體分析（mixed liquor suspended solid, MLSS）。

### 2.3 環境因子及各項污染物分析方法

- (1) 溫濕度之量測採用熱敏式溫濕度計（Lutron Electronic Enterprise Co. LTD., Taiwan），測量溼度範圍為 10% - 95%，解析度 0.1%，精確度為 ±3%；溫度量測範圍為 0 - 50°C，解析度 0.1°C，精確度為 ± 0.8°C。
- (2) 氨氣以靛酚／分光光度計法分析（NIEA A426.71B）。
- (3) 酸鹼值（pH）以酸鹼值測定儀（pH 330 型，WTW, Germany）分析。
- (4) MLSS 以 103~105 °C 乾燥法（NIEA W210.57A）。

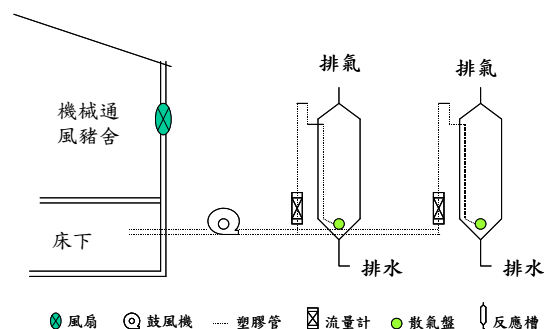


圖 1 洗滌模型槽

## 2.4 資料分析

試驗所得之資料利用統計分析系統 (Statistical Analysis System; SAS), 進行分析, 以一般線性模式程序 (General Linear Model Procedure; GLM) 進行變方分析, 並以鄧肯氏新多次變域測定法 (Duncan's New Multiple Range Test) 比較活性污泥組及自來水組處理間之差異性。

## 3. 結果與討論

本試驗以 0.5 馬力之鼓風機, 自密閉式豬舍高床下抽氣進入裝填活性污泥及自來水之洗滌型槽進行試驗, 裝填容積分別為 20、40、60、80 L, 通氣量為 30、40、50、60 L/min。以通氣量探討活性污泥組與自來水組之 pH、DO、水溫、MLSS 與出口之氨氣變化如表 1, 活性污泥組之 pH、DO 有隨通氣量增加而略升高之趨勢, 測得之氨氣介於 0.35~0.54 ppm 之間, 流速 (通氣量) 增加未發現氨氣濃度增加, 表示槽內活性污泥有分解氨氣之現象, 槽內混合液之 MLSS 濃度介於 1175~1512 mg/L 之間。自來水組之 pH、DO、水溫變化不大, 氨氣隨著流速 (通氣量) 增加而增加 ( $P < 0.05$ ), 因僅有吸附作用無生物處理及流速增加減少氣體與溶液接觸時間。以洗滌模槽之裝填容積探討 2 組之 pH、DO、水溫、MLSS 與出口之氨氣變化如表 2, 活性污泥組呈現低裝填容積具較低的 DO 與較高之水溫, 此乃因低容積吸附氧氣較少及鼓風機熱源使水溫較高之故, 氨氣之濃度介於 0.35~0.52 ppm 之間。自來水組之 pH、DO 變化不大, 水溫仍以低裝填容積者具較高之水溫, 氨氣之濃度介於 0.05~0.09 ppm 之間。

表 3 為洗滌模槽去除豬舍高床下之氨氣效果, 豬舍高床下進氣之氨氣平均濃度為 3.06 ppm, 採樣時之溫度及溼度平均分別為 26.9°C 及 62.7%。自來水組及活性污泥組之 pH、溶氧分別為 7.69、6.43 mg/L 及 7.23、4.69 mg/L,

以自來水組顯著高於活性污泥組 ( $P < 0.05$ )。經自來水組及活性污泥組處理之氨氣濃度分別為 0.06 及 0.45 ppm, 以自來水組顯著低於活性污泥組 ( $P < 0.05$ ), 二處理之氨氣濃度均符合環保署公告之周界排放標準 (氨氣 1 ppm)。自來水組及活性污泥組去除豬舍高床下之氨氣達 97.9% 及 85.4%。表示養豬場之臭氣可與其廢水場之活性污泥處理單元結合來降低部分空氣污染物。

本試驗之氨氣濃度與 Blunden et al. (2008) 指出夏及秋季養豬場之氨氣濃度平均為 2.0 (0.48~5.41) 及 3.51 (2.68~6.26) ppm 相似, 較 Kim et al. (2008) 指出養豬舍逸散之氨氣濃度平均為 7.5 (0.8~21.4) ppm 為低。本試驗之自來水組及活性污泥組去除豬舍高床下之氨氣達 97.9% 及 85.4% 較生物洗滌塔可去除豬舍糞尿溝排氣口之氨氣 37%~53% (Saha et al., 2010) 為高, 與 Melse and Ogink (2005) 之酸洗滌塔對氨氣去除範圍為 40%~100%, 平均為 96% 相似。

## 4. 結論

豬舍高床下之氨氣濃度平均為 3.06 ppm, 經自來水組及活性污泥組處理分別為 0.06 及 0.45 ppm ( $P < 0.05$ ), 去除效率分別達 97.9% 及 85.4%, 二處理之氨氣濃度均符合環保署公告之周界排放標準。本研究顯示養豬場之空氣污染物可與其廢水場之活性污泥處理單元結合達去除效果。

## 參考文獻

1. 行政院環境保護署。2007。水污染防治法規。行政院環境保護署96年12月12日修正。
2. 行政院環境保護署。2011。空氣污染防治法—固定污染源空氣污染物排放標準。行政院環境保護署 100 年 1 月 5 日修正。

3. Aarnink, A. J. A. and M. J. M. Wagemans. 1997. Ammonia vitalization and dust concentration as affected by ventilation systems in houses for fattening pigs. *Transactions of the ASAE* 40(4): 1161-1170.
4. Blunden, J., V. P. Aneja and P. W. Westerman. 2008. Measurement and analysis of ammonia and hydrogen sulfide emissions from a mechanically ventilated swine confinement building in North Carolina. *Atmospheric Environment* 42(14): 3315--3331.
5. Canh, T. T., A. J. A. Aarnink, Z. Mrog, A. W. Jongbloed, J. W. Schrama and M. W. A. Versteegen. 1998. Influence of electrolyte balance and acidifying calcium salts in the diet of growing-finishing pigs on urinary pH, slurry pH and ammonia volatilization from slurry. *Lives. Prod. Sci.* 56: 1-13.
6. Colina, J. J., A. J. Lewis, P. S. Miller and R. L. Fischer. 2001. Dietary manipulation to reduce aerial ammonia concentrations in nursery pig facilities. *J. Anim. Sci.* 79:3096-3103.
7. Costa, A., F. Borgonovo, T. Leroy, D. Berckmans and M. Guarino. 2009. Dust concentration variation in relation to animal activity in a pig barn. *Biosystems Engineering* 104(1): 118-124.
8. Heber, A. J., M. Steoik, J. M. Faubion and L. H. Willard. 1988. Size distribution and identification of aerial dust particles in swine finishing building. *Transaction of the ASAE* 31(3): 882-887.
9. Kim, K. Y., H. J. Ko, H. T. Kim, Y. S. Kim, Y. M. Roh, C. M. Lee and C. N. Kim. 2008. Quantification of ammonia and hydrogen sulfide emitted from pig buildings in Korea. *Journal of Environmental Management* 88(2): 195-202.
10. Lachance, Jr. I., S. Godbout, S. P. Lemay, J. P. Larouche and F. Pouliot. 2005. Separation of pig manure under slats: to reduce releases in the environment. *ASAE Paper No.* 054159.
11. Lim, T. T., A. J. Heber, J. Q. Ni, D. C. Kendall and B. T. 2004. Effects of manure removal strategies on odor and gas emissions from swine finishing. *Transactions of the ASAE* 47(6): 2041-2050.
12. Melse, R. W. and N. W. M. Ogink. 2005. Air scrubbing techniques for ammonia and odor reduction at livestock operations: review of on-farm research in the Netherlands. *Transactions of the ASAE* 48(6): 2303-2313.
13. Miner, J. R. 1997. Nuisance concerns and odor control. *Journal of Dairy Science* 80(10): 2667-2672.
14. O'Neill, D. H., I. W. Stewart and V. R. Phillips. 1992. A review of the control of odour nuisance from livestock buildings. 2. The costs of odour abatement systems as predicted from ventilation requirements. *J. Agric. Eng. Res.* 51(3): 157-165.
15. Saha, C. K., G. Zhang, P. Kai and B. Bjerg. 2010. Effects of a partial pit ventilation system on indoor air quality and ammonia emission from a fattening pig room. *Biosystems Engineering* 105(3): 279-287.
16. Seedorf, J. 2004. An emission inventory of livestock-related bioaerosols for Lower Saxony, Germany. *Atmospheric Environment* 38: 6565-6581.

17. Takai, H. and S. Pedersen. 2000. A comparison study of different dust control methods in pig buildings. *Applied Engineering in Agriculture* 16 (3):269-277.
18. Takai, H., F. Møller, M. Iversen, S. E. Jorsal and V. Bille-Hansen. 1995. Dust control in pig house by spraying rapeseed oil. *Transactions of the ASAE* 38(5): 1513-1518.

表 1.不同通氣量之洗滌模槽參數變化

處理	流速 L/min	pH	DO mg/L	水溫 °C	MLSS mg/L	氨氣 ppm
活性污泥組	30	7.07	4.30	25.1	1175	0.35
	40	7.24	4.52	24.9	1325	0.54
	50	7.28	4.88	24.8	1212	0.51
	60	7.34	5.07	24.3	1512	0.39
自來水組	30	7.72	6.45	24.6	—	0.04 <sup>b</sup>
	40	7.72	6.41	24.5	—	0.05 <sup>ab</sup>
	50	7.65	6.40	24.4	—	0.06 <sup>ab</sup>
	60	7.68	6.47	24.1	—	0.10 <sup>a</sup>

DO: dissolved oxygen; MLSS: mixed liquor suspended solid.

<sup>a,b</sup> 同欄標示不同英文字母時，表示差異顯著 (P<0.05)。

表 2.不同容積之洗滌模槽參數變化

處理	容積 L	pH	DO mg/L	水溫 °C	MLSS mg/L	氨氣 ppm
活性污泥組	20	7.09 <sup>ab</sup>	4.22 <sup>b</sup>	25.4 <sup>a</sup>	1154	0.46
	40	7.39 <sup>a</sup>	4.53 <sup>ab</sup>	24.5 <sup>bc</sup>	1295	0.56
	60	7.05 <sup>b</sup>	5.33 <sup>a</sup>	25.1 <sup>ab</sup>	1450	0.35
	80	7.39 <sup>a</sup>	4.70 <sup>ab</sup>	24.1 <sup>c</sup>	1324	0.42
自來水組	20	7.69	6.73	25.2 <sup>a</sup>	—	0.05
	40	7.66	6.82	24.3 <sup>ab</sup>	—	0.09
	60	7.73	6.06	24.3 <sup>ab</sup>	—	0.05
	80	7.70	6.12	23.8 <sup>b</sup>	—	0.06

<sup>a,c,b</sup> 同欄標示不同英文字母時，表示差異顯著 (P<0.05)。

表 3.活性污泥組及自來水組之洗滌模槽去除豬舍高床下之氨氣

組別	溫度 °C	溼度 %	pH	DO mg/L	水溫 °C	MLSS mg/L	氨氣 ppm
豬舍高床下	26.9	62.7	—	—	—	—	3.06 <sup>a</sup>
自來水組	—	—	7.69 <sup>a</sup>	6.43 <sup>a</sup>	24.4	—	0.06 <sup>c</sup>
活性污泥組	—	—	7.23 <sup>b</sup>	4.69 <sup>b</sup>	24.8	1315	0.45 <sup>b</sup>

<sup>a,b,c</sup> 同欄標示不同英文字母時，表示差異顯著 (P<0.05)。