

密閉式肉雞舍排氣中空氣污染物去除研究

程梅萍, 蕭庭訓

行政院農業委員會畜產試驗所經營組

摘要

本研究之目的為建立密閉式雞舍風扇出口異味與粉塵之去除方法，在肉雞舍風扇出口處，架設遮陽網並安裝 0.3、0.5 及 0.7 mm 霧徑之噴霧設備，探討在各不同霧粒噴霧處理對粉塵量、三甲基胺 ((CH₃)₃N)、氨氣 (NH₃) 濃度及異味之去除效果。結果顯示在無噴霧、0.3、0.5 及 0.7 mm 霧徑處理下，氨氣與三甲基胺濃度分別為 4.82、4.12、3.83、及 3.64 ppm 與 5.25、4.75、4.32 及 3.99 ppm，無噴霧處理組之氨氣、三甲基胺濃度顯著高於其他噴霧組 (P<0.01)，0.7 mm 霧徑組之氨氣及三甲基胺濃度均顯著低於其他各組 (P<0.01)。粉塵量在無噴霧、0.3、0.5 及 0.7 mm 霧徑處理下為 5.7、6.04、5.57 及 5.01 mg/m³，0.7 mm 霧徑組之粉塵量顯著性低於 (P<0.01) 其他各組。三點比較式嗅袋法測定異味，在無噴霧、0.3、0.5 及 0.7 mm 霧徑處理下，分別為 121.8、113.2、127.4 及 72.0，各處理組間無顯著性差異，以 0.7 mm 霧徑處理組較低。本試驗結果顯示密閉式雞舍風扇排出口之污染物可藉由遮陽網及噴霧設施之組合處理降低污染程度。

關鍵詞：密閉式肉雞舍、粉塵、氨氣

1. 緒論

密閉式雞舍可提高飼養密度並降低成本，另一方面過度密集飼養也會造成飼養環境中粉塵、氣體、異味之提高 (Whyte, 1995)，Andersen et al. (2004) 指出畜舍內粉塵對飼養工作者獸醫造成呼吸道疾病，影響家禽飼養業者及鄰近居民之健康。密閉式雞舍之通風系統除降溫之功能外，也具導入新鮮空氣之功能並將粉塵、異味抽出畜舍。在此同時，禽舍風扇出口之粉塵及異味則造成空氣污染問題，在台灣地區土地利用密集之情況下，常造成附近居民之抗議。

雞舍產生之空氣污染物主要是粉塵及氨氣 (Whyte, 1995)。在國外密集式畜舍平均粉塵濃度為 5-20 mg/m³ (Donham, 1986)，主要之顆粒 80%-90% 來自飼料，而其餘來自羽毛、墊料及排泄物 (Martin et al., 1996)。這些粉塵並可能帶有細菌、真菌、內毒素及異味等。雞

舍氨氣主要來自排泄物中尿酸經微生物快速分解之產物，Groot Koerkamp et al. (1998) 指出歐洲家禽舍氨氣濃度範圍為 6 - 30 ppm，低通風率禽舍氨氣濃度為 25 ppm 甚至高達 40 ppm。台灣地區某開放式蛋雞舍內氨氣濃度量測值為 20 - 45 ppm (雷等, 1996)。

影響雞舍粉塵及氨氣之因素有溫溼度、通氣、墊料形式、禽類年齡、飼料型式等 (Yoder and Van Wicken, 1988)。但台灣地區高溫多濕之環境，致使微生物在墊料分解產生異味，仍需藉機械強制通風移除。在環保及產業競爭下，台灣地區之養雞業有轉向密閉式環境控制雞舍發展的趨勢，目前此類雞舍以密閉式雞舍佔多數。依據空氣污染防治法規(行政院環境保護署, 2007)公告畜牧場周界異味污染物濃度限值，既設牧場及新設牧場分別為 50 及 30，畜牧場周界氨氣濃度限值为 < 1 ppm。初步調查顯示畜牧場周界異味污染物濃度高

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。密閉式雞舍因靠風扇強制排氣，造成雞舍內呈負壓狀態，迫使外界新鮮空氣穿透密閉系統進入雞舍內，達舍內換氣及降溫效果，因其廢氣排放較為集中，故於風扇排出口處之空氣品質最差，因此，本研究在雞舍風扇出口處，架設防塵網並安裝噴霧設備，探討在各不同霧粒下之管理條件對異味與粉塵之去除效果，建立密閉式雞舍異味與粉塵之去除方法。

2. 實驗設備與方法

2.1 實驗設計

實驗場養雞場為雙層密閉式（外圍為烤漆浪板密閉），下層高 2.75 m，飼養肉雞 21,000 隻、上層屋簷高 1.94 m，飼養肉雞 21,000 隻。（如圖 1）。室內設有風扇 9 具風扇，動力為 220 V，1 馬力。飼養密度分別為每平方公尺 15.6 隻。

在試驗雞舍風扇出口處架設防塵網並安裝噴霧設備（圖 2），分別於風扇出口面及上方防塵網下各安裝 3 排及 2 排噴霧設備，每排噴霧設備具 15 粒噴霧頭，進行試驗時再更換 0.3、0.5、0.7 mm 不同霧徑之噴霧頭。於涼熱季在白肉雞 34 日齡時，於密閉式雞舍通風口防塵網內進行不同霧粒之噴霧，並分別在防塵網內與外測定氨氣、硫化氫、粉塵及異味等空氣污染物。

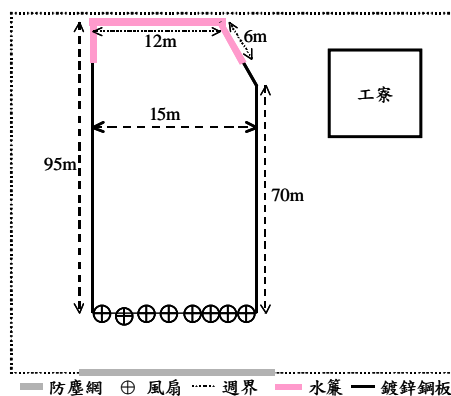


圖 1 實驗雞舍平面圖

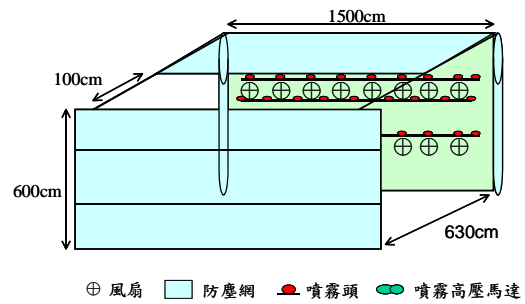


圖 2 密閉式雞舍出風口噴霧設備

2.2 分析方法

粉塵分析參考 Wang et al. (2002)以直徑 47 mm，孔徑 0.45 μ m 之濾紙裝設於粉塵收集器 (Gast Manufacturing Co. LTD., England) 採樣後將濾紙置於培養基攜回實驗室。氨氣採用北川式檢知器測定，硫化氫採用攜帶式三合一測定儀 (model GX-82NHS, RIKEN KEIKI Co., JAPAN)、風速以風速計 (Thermo anemometer AVM01, PROVA) 測定之。異味採樣後以三點比較式嗅袋法 (環保署檢驗方法 NIEA A201.10A) 測定。

2.3 統計分析

試驗所得之資料，利用統計分析系統 (Statistical Analysis System; SAS)，進行統計分析，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) 比較處理間差異之顯著性。

3. 結果與討論

3.1 遮陽網內與外之粉塵量與異味濃度

試驗雞場每年飼養 6 批，本試驗測定分析三批，在雞隻飼養至 32 至 35 日齡時，活體重約為 1.8 kg 左右，進行粉塵、氨氣、三甲基胺、異味之採樣測定，試驗期間於密閉式雞舍風扇出口遮陽網內進行未噴霧與噴霧 (0.3、0.5、0.7 mm 霧徑) 處理，並分別在遮陽網內與外各

2 個採樣點採樣測定粉塵、氨氣、三甲基胺、異味。

在不同季節遮陽網內之氨氣、三甲基胺濃度以第三季為最高，第四季次之，第一季最低(表 1)。第三季所得之氨氣、三甲基胺濃度高於其他各季，應與環境溫度有關，第三季為夏季溫度較高至使氨氣濃度上升，使尿酸分解速率較高，是氨氣較高之主因，Hayes et al. (2006) 亦發現夏季氨氣濃度 (9.8 ppm) 較春、冬季為高分別為 9.7、8.8 ppm。粉塵量以第四季比其他兩季為高，第三季次之，第一季最低，此結果與 Homidan et al. (1998) 提出溫度提高 2 °C，即約由 23.8°C 升至 25.8°C，粉塵濃度由 9.26 mg/m³ 顯著提高至 12.5 mg/m³，而得到溫度高時，粉塵濃度高的結論不同，究其原因可能與墊料水分含量及環境溼度有關，因第四季為涼季，環境溫度及溼度較低，墊料水分含量較低，粉塵漂浮於雞舍內，經由風扇排出造成雞舍外粉塵量較多；Yoder and Van Wicken (1988) 與 Takai et al. (1998) 指出影響雞舍粉塵之因素有溫溼度、通風狀態、墊料形式、禽類年齡、飼料型式、動物活動力等，本試驗第四季粉塵量較多另一原因為當飼料於低溼度環境時，其水分含量較低，粉塵量亦會較多，Müller and Wieser (1987) 認為粉塵之主要顆粒 80%-90% 來自飼料其餘來自羽毛及排泄物。Just et al. (2011) 與 Takai et al. (1998) 之研究指出密集式畜舍平均粉塵濃度為 4.5 mg/m³ 及 3.6 mg/m³，與本試驗結果相仿。本試驗量測之異味值均高於固定污染源空氣污染物農業區排放標準，業者須設防治設施或其他方式因應。

在不同季節遮陽網內與外之氨氣、三甲基胺濃度及粉塵量與異味，不論未噴霧或以不同霧徑噴霧處理，遮陽網前之濃度均比網後為高，顯示遮陽網與噴霧處理對氨氣、三甲基胺濃度及粉塵量與異味等污染物有去除作用。

3.2 空氣污染物以不同霧徑處理之結果

密閉式雞舍風扇排出口之空氣污染物在遮陽網內經不同霧徑處理之結果如表 2，在無噴霧、0.3、0.5 及 0.7 mm 霧徑處理下氨氣與三甲基胺濃度分別為 4.82、4.12、3.83、及 3.64 ppm 與 5.25、4.75、4.32 及 3.99 ppm，無噴霧處理組之氨氣、三甲基胺濃度顯著高於其他組 (P<0.01)，0.5 與 0.7 mm 霧徑組，兩組間並未有顯著性差異，但以 0.7 霧徑組之氨氣及三甲基胺濃度較低，0.7 mm 霧徑組之氨氣及三甲基胺濃度均顯著低於其他各組 (P<0.01)，此結果顯示氨氣、三甲基胺可藉噴霧處理降低其濃度。在無噴霧、0.3、0.5 及 0.7 mm 霧徑處理下粉塵量為 5.7、6.04、5.57 及 5.01 mg/m³。0.7 mm 霧徑組之粉塵量顯著性低於無噴霧、0.3、0.5 mm 霧徑組，粉塵量在無噴霧、0.3、0.5 mm 等 3 組間並無顯著性之差異，試驗所得之粉塵量與 Wathes (1998) 調查歐洲國家肉雞場之粉塵濃度介於 3.8 至 10.4 mg/m³ 相近，顯示肉雞場之粉塵量有其一定污染程度。異味濃度在無噴霧、0.3、0.5 及 0.7mm 霧徑處理下，分別為 121.8、113.2、127.4 及 72.0，各處理組間無顯著性差異，以 0.7 mm 霧徑處理組為最低。

表 2 雞舍風扇出口處污染物經遮陽網及噴霧處理之效果

Treatment	NH ₃ ppm	(CH ₃) ₃ N ppm	Dust mg/m ³	Odor —
none	4.82 ^a	5.25 ^a	5.71 ^a	121.8
0.3mm	4.12 ^b	4.75 ^b	6.04 ^{ab}	113.2
0.5mm	3.83 ^{bc}	4.32 ^{bc}	5.57 ^{ab}	127.4
0.7mm	3.64 ^c	3.99 ^c	5.01 ^b	72.0

NH₃: Ammonia; (NH₃)₃N: Trimethyl amine.

^{a,b,c} 同欄標示不同英文字母時，表示差異顯著 (P<0.01)。

4. 結論

在密閉式肉雞舍風扇出口處，架設遮陽網

並安裝 0.3、0.5 及 0.7 mm 不同霧徑之噴霧器，對粉塵量、三甲基胺、氨氣濃度及異味具有去除效果，以遮陽網搭配 0.7 mm 霧徑之噴霧器去除效果較佳。由本試驗資料顯示雞舍風扇出口處之異味無論有或無處理皆超過標準值，養雞業者應正面臨雞舍空氣污染物逸散問題。

本試驗結果顯示密閉式雞舍風扇排出口之污染物可藉由遮陽網及噴霧設施之組合處理降低污染程度本試驗之粉塵及空氣污染物去除設施可應用於密閉式肉雞舍，作為去除空氣污染物設施，降低對環境污染，該設施宜再進行於風扇出口處不同距離對空氣污染物之去除效果作研究，以求得處理效果之最佳距離。

參考文獻

1. 行政院環境保護署。2007。空氣污染防制法規—固定污染源空氣污染物排放標準。中華民國96年9月11日行政院環境保護署環署空字第0960068131號令修正。
2. 雷鵬魁、黃國定、鄭俊男。1996。開放式蛋雞舍內溫溼度與氨氣濃度之量測分析。農業機械學刊 5(3):41-50。
3. Andersen, C. I., S. G. Von Essen, L. M. Smith, J. Spencer, R. Jolie and K. J. Donham. 2004. Respiratory symptoms and airway obstruction in swine veterinarians: A persistent problem. *American Journal of Industrial Medicine* 46: 386-392.
4. Donham, K. J. 1986. Hazardous agents in agricultural dusts and methods of evaluation. *American Journal of Industrial Medicine* 10:205-220.
5. Donham, K. J. 1987. Health hazards of air in swine buildings: state of the art. Proc. Am. Ass. Swine Practitioners, Indianapolis, IN, March 8-10.
6. Groot Koerkamp, P. W. G., J. H. M. Metz, G. H. Uenk, V. R. Phillips, M. R. Holden, R. W. Sneath, J. L. Short, R. P. White, J. Hartung, J. Seedorf, M. Schroder, K. H. Linkert, S. Pedersen, H. Takai, J. O. Johnsen and C. M. Wathes. 1998. Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70: 79-95.
7. Hayes, E. T., T. P. Curran and V. A. Dodd. 2006. Odour and ammonia emissions from intensive poultry units in Ireland. *Bioresource Technology* 97:933-939.
8. Homidan, A. A., J. F. Robertson and A. M. Petchey. 1998. Effect of environmental factors on ammonia and dust production and broiler performance. *British Poultry Science* S9-S10.
9. Just, N., S. Kirychuk, Y. Gilbert, V. Le'tourneau, M. Veillette, B. Singh and C. Duchaine. 2011. Bacterial diversity characterization of bioaerosols from cage-housed and floor-housed poultry operations. *Environmental Research* 111(4): 492-498.
10. Martin, W. T., Y. H. Zhang, P. Willson, T. P. Archer, C. Kinahan and E. M. Barber. 1996. Bacterial and fungal flora of dust deposits in a pig building. *Occupational and Environmental Medicine* 53: 484-487
11. Müller, W. and P. Wieser. 1987. Dust and microbiol emissions from animal production. In: Strauch, D. (Ed.): *Animal production and environmental health*. Elsevier sci. pub., Amsterdam, Oxford, 47-89.
12. Takai, H., S. Pedersen, J. O. Johnsen, J. H. M. Metz, P. W. G. Groot Koerkamp, G. H. Uenk, V. R. Phillips, M. R. Holden, R. W. Sneath, J. L. Short, R. P. White, J. Hartung,

- J. Seedorf, M. Schröder, K. H. Linkert and C. M. Wathes. 1998. Concentrations and Emissions of Airborne Dust in Livestock Buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70: 59-77.
13. Wathes, C. M., V. R. Phillips, M. R. Holden, R. W. Sneath, J. L. Short, R. P. White, J. Hartung, J. Seedorf, M. Schroder, K. H. Linkert, S. Pedersen, H. Takai, J. O. Johnsen, P. Koerkamp, G. H. Uenk, J. H. M. Metz, T. Hinz, V. Caspary and S. Linke. 1998. Emissions of aerial pollutants in livestock buildings in Northern Europe: Overview of a multinational project. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70: 3-9.
14. Wang, X., Y. Zhang, G. L. Riskowski and M. Ellis. 2002. Measurement and Analysis of Dust Spatial Distribution in a Mechanically Ventilated Pig Building. *Biosystems Engineering* 81(2): 225-236.
15. Whyte, R. T. 1995. Air pollution and health of poultry farmer. *World's Poultry Science Journal* 49(2):139-156.
16. Yoder, M. F. and G. L. Van Wicken. 1998. Respirable aerosol generation by broiler chickens. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 31: 1510-1517.

表 1. 遮陽網及噴霧設施對密閉式雞舍風扇出口處異味及粉塵量比較

Season	Fogger	NH ₃ (ppm)		(CH ₃) ₃ N (ppm)		Dust (mg/m ³)		Odor	
		front	back	front	back	front	Back	front	back
1	none	4.53±0.18	2.47±0.03	4.03±0.15	2.37±0.18	4.53±0.39	3.39±0.44	103.7±22.6	61.7±2.72
	0.3	3.93±0.18	1.87±0.19	4.10±0.20	2.50±0.23	7.05±0.60	4.95±0.17	167.3±70.8	88.3±22.4
	0.5	3.87±0.18	1.50±0.10	3.57±0.23	2.43±0.12	6.24±0.23	3.73±0.45	275±75.2	91.7±26.7
	0.7	3.80±0.10	1.87±0.19	3.60±0.40	2.07±0.22	5.10±0.42	3.31±0.58	84.3±16.7	64.0±5.51
3	none	7.85±0.47	5.68±0.14	8.35±0.38	6.20±0.29	7.31±0.63	4.47±0.50	-	-
	0.3	6.38±0.47	4.80±0.80	7.38±0.27	5.23±0.10	6.83±0.41	4.80±0.41	-	-
	0.5	6.60±0.41	4.63±0.53	7.35±0.18	4.90±0.21	6.80±0.68	4.63±0.83	-	-
	0.7	6.13±0.54	3.97±0.33	6.63±0.30	4.37±0.19	7.78±1.48	3.97±0.26	-	-
4	none	5.85±0.38	2.53±0.43	6.25±0.29	3.58±0.46	9.18±0.51	5.22±0.32	216.7±69.1	105.3±27.8
	0.3	5.20±0.27	2.28±0.37	6.05±0.40	2.82±0.37	7.58±0.36	5.19±0.44	115.2±39.4	82.0±21.5
	0.5	4.67±0.53	1.80±0.33	5.48±0.62	2.05±0.39	7.98±0.66	4.91±0.58	84.6±17.8	58.1±11.0
	0.7	5.03±0.44	1.65±0.27	5.48±0.52	2.13±0.34	7.18±0.46	3.88±0.61	82.1±4.35	57.6±1.34

NH₃: Ammonia; (NH₃)₃N: Trimethyl amine.