

水簾式豬舍應用於保育豬之研究⁽¹⁾

鄭俊哲⁽²⁾ 許致和⁽³⁾ 黃裕益⁽³⁾ 雷鵬魁⁽³⁾

收件日期：91 年 4 月 11 日；接受日期：91 年 6 月 19 日

摘 要

本研究利用小型密閉水簾式豬舍進行環境控制之實驗，探討飼養保育豬隻之性能表現。本研究係設計一自動控制通風降溫的系統，並收集保育豬隻飼養期間溫度、相對濕度、通風量與氨氣、硫化氫及粉塵濃度等資料，評估密閉水簾式畜舍之保育豬飼養效果。試驗期間並收集保育豬之資料包括增重、採食量及存活頭數等，以計算其飼料效率及育成率，與現有飼養方式作比較。

結果顯示，自動控制策略可適切的控制保育舍內所需之溫度，並可依實際需求設定之。豬舍內硫化氫濃度稍高，最大值可達到 0.038 ppm，此現象可能會造成豬隻的生長遲緩。豬隻之增重較傳統飼養方式低，但飼料效率有較佳的結果，育成率達 100%。

關鍵詞：畜舍、環控、水簾、保育豬。

前 言

在民國 86 年豬隻口蹄疫爆發前，養豬產業一直為本土相當重要的農產業之一，對日本外銷供應量佔年產量四成以上。於口蹄疫事件後，國內豬肉轉以內銷為主，而年飼養頭數仍維持在 650 萬頭左右，年產值約佔畜牧業的 40% (臺灣區肉品發展基金會，1998)。在我國加入世界貿易組織，開放豬肉進口政策，勢必對國內養豬業者造成另一波嚴重衝擊；有鑑於此，行政院農委會於民國 87 年 10 月提出「養豬產業白皮書」，輔導國內養豬產業升級，其政策目標為：調整養豬產業結構，建立精緻化及具競爭力之養豬產業；強化豬隻疾病監控體系，減少豬病經濟損失；生產並供應衛生安全豬肉，提昇國人食肉品質；落實養豬污染防治，徹底解決養豬污染問題。

在調整養豬結構中，除改變其飼養規模外，飼養管理及環境控制亦為重要之課題。保育豬隻對疾病的抵抗能力及環境的適應能力較弱，不適的環境將導致增重及飼料利用效率的降低，產生疫病減低仔豬育成率。國內的研究已經證實採用模組化環控豬舍應用於分娩舍及保育舍，其增重及飼料效率優於傳統豬舍(鄭，1997)；若以密閉式飼養環境配合豬隻統進統出的管理方式，對保育豬的防疫工作應有正面影響。水牆降溫技術引進國內多年，在應用於畜禽舍的研究中，雷(1994)指出水牆

- (1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1111 號。
- (2) 行政院農業委員會畜產試驗所經營組。
- (3) 國立中興大學農業機械工程學系。

在籠飼蛋雞舍有良好的降溫效果，高(2000)亦指出夏季時種豬舍使用水牆可有效解決豬隻熱緊迫問題，而此技術尚未實際應用於保育豬舍之研究，其環境控制效能相對於仔豬成長性能的表現頗值得探討。故本研究之主要目的在於探討利用蒸發冷卻之水牆系統應用於保育豬舍的環控效果，並探討密閉式畜舍內之環境品質是否適合保育豬隻，進而與傳統豬舍飼養之豬隻比較其在生長性能上之差異。

材料與方法

I. 水簾密閉式豬舍

其主要構造如圖 1 所示，由H型鋼及鋼板搭建而成，於屋頂與四牆表面隔空鋪設隔熱材質，設施內部尺寸為 12 m (長) × 3 m (寬) × 2.55 m (高)，總容積為 91.8 m³。仔豬生長床面以欄柵及柵門隔開六個欄位，每個欄位平面空間為 2 × 2 = 4 m²。畜舍入口側裝設水簾，依所需之冷卻負荷計算(黃等，2000) 所需之水簾片面積為 2.56 m²，水簾規格為 6 in (15.24 cm) 厚；水簾外部裝設可由下往上捲動之帆布簾，在寒冷季節可遮蓋水簾，調整進入舍內之通風量。畜舍另一側裝設 36 in (91.44 cm) 規格之喇叭型風扇 (愛羅科技AT36ZC型，850 rpm， 11,270 CFM，18.7 CFM/Watt)，以排風的方式將舍內空氣向外排出。圖 2 為畜舍外觀，設施在建造時採用高絕熱材質，並加強氣密性。

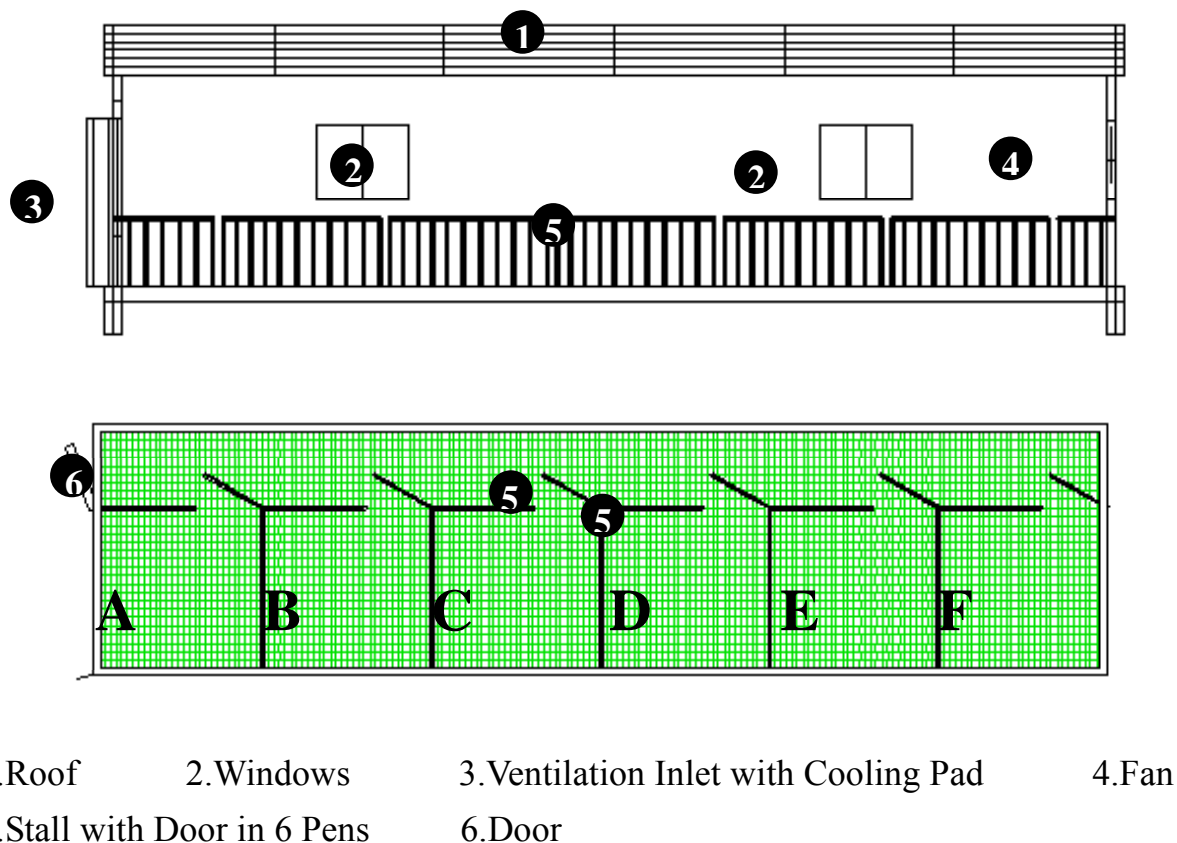


圖 1. 水簾密閉式保育舍構造示意圖。

Fig. 1. Diagram of nursery barn with evaporative cooling pad .



圖 2. 水簾密閉式保育舍外觀。

Fig. 2. Photo of nursery barn.

II. 儀器配置安裝與量測

在豬隻於畜舍內飼養期間，為方便長期監控舍內外環境，在舍內安裝一組多功能環境記錄器並配合多組感測器，感測器的裝置位置如圖 3，其型式列於表 1。外界溫濕度計裝置在水簾入風口上方屋簷遮蔽處，避免陽光直射影響量測溫度。外界空氣經水簾處理後，入風口處之相對濕度計能量測其相對濕度，而其乾球溫度則能由 A 欄位上方之三組熱對偶線量測。每個欄位上方分別有三組熱對偶線，依欄位由上到下分別編號 A1，A2，A3，B1，B2，B3，C1，C2，C3，D1，D2，D3，E1，E2，E3，F1，F2 及 F3 共 18 組；最下方之熱對偶線離地約 1 m，接近豬隻所感受之溫度，其上方之兩組熱對偶線則依次各距離 0.4 m。舍內累積熱能之空氣被抽離畜舍時，裝設於風扇前的相對濕度計能量測其相對濕度，其它感測器分別能量測排出空氣的粉塵量、氨氣濃度、硫化氫濃度及排出風速。排出風速值僅為觀察風扇轉速變化，做為探討舍內氣體濃度變化之參考。風扇實際通風率則以攜帶型熱線式風速計於舍外喇叭型風罩口量測；量測方式為將風罩口依環狀區域平均劃分 21 點，反覆 3 次讀值求其風速總平均，經由與排風罩口截面積換算則可得到通風量，其計算公式如式(1)；將舍內空氣全部更新一次所需之最少時間定義為換氣時間，式(2)為換氣時間計算公式：

$$\text{通風量(CFM)} = \text{平均風速(m/s)} \times \text{排風罩截面積(m}^2\text{)} \times 2118.8 \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{換氣時間(sec)} = 2118.8 \times \text{畜舍容積(m}^3\text{)} \div \text{通風量(CFM)} \dots\dots\dots(2)$$

收集之各組數據由多功能環境記錄器每小時記錄其平均值。舍內溫度由 18 組舍內溫度之平均值表示，比較舍內平均溫度與外界溫度之變化並討論其關係。式(3)為水簾效率之定義，A1，A2 及 A3 的平均溫度視為經水簾處理後之空氣溫度，由舍內外之溫濕度資料利用 PLUS 大氣熱力性質分析軟體則可得到大氣之濕球(Wet bulb)溫度，資料將用於計算及探討水簾效率。將飼養期間所收集之環境資料依連續折線圖整理，並列出其最大值、最小值及平均值，則可討論其在畜舍內的變化，並比較其是否符合環境品質要求的標準。

$$\text{水簾效率} = \frac{\text{外界乾球溫度} - \text{水簾出口之乾球溫度}}{\text{外界乾球溫度} - \text{外界濕球溫度}} \dots\dots(3)$$

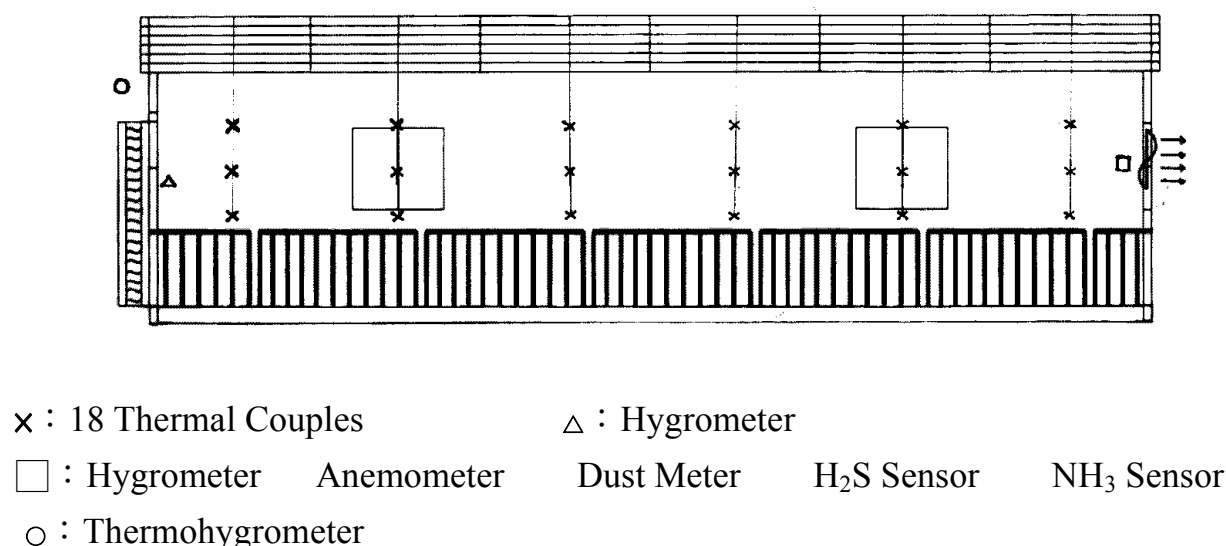


圖 3. 實驗用感測儀器位置圖。

Fig. 3. Sites of sensors located in the water pad pig housing.

表 1. 實驗所用感測器資料

Table 1. Sensors used in this experiment

Sensor	Type	Unit	Range	Precision	Correction
Datalogger	Campbell Scientific 21X	---	---	±0.025%	---
Temp. Outdoor	PT100Ω	°C	-15~60 °C	± 0.2 °C	
RH Outdoor		%	5~98 %	± 2.5 % RH	MgCl ₂ / LiCl
Thermal Couple		°C	0~100 °C	± 0.3 °C	0 °C / 100 °C
Hygrometer		%	5~98 %	± 2.5 % RH	MgCl ₂ / LiCl
Anemometer		m / s	0~60 m/s	± 0.5 %	
NH ₃ Sensor		ppm	0~50 ppm	± 5 ppm	25 ppm
H ₂ S Sensor		ppm	0~50 ppm	± 5 %	25 ppm
Dust Meter		mg/m ³	0.01~100 mg/m ³	± 10 %	50 mg/m ³

III. 畜舍之通風及水簾的啟動控制

在畜舍中央裝有感溫棒連接自動控制系統，控制系統可輸入三個階段的溫度設定，分別為 T1、T2 及 T3。在設定上 T3 的溫度高於 T2 高於 T1，當感溫棒所感測之環境溫度高於 T1 時，風扇可啟動第一段轉速，而當感溫棒感測之環境溫度高於 T2 時，風扇啟動第二段轉速，同時水簾自動起動開始潤濕，若感測之環境溫度高於 T3，則風扇會以最大風速運轉，水簾降溫效能也會相對提昇；同理，若環境溫度降回低於設定值，通風及水簾降溫作業亦返回前段設定。為配合作業需要，通風及水簾起動之自動作業亦可切換為手動操作或關閉。水簾的作動除了取決於室內溫度外，亦參考大氣相對濕度；控制系統內裝設一組定時開關，在 20:00 至翌晨 8:00 為相對溼度較高時，定時器將限制水簾作動，僅由強制通風降溫，若要強制啟動水簾可切換至手動開關。

T1、T2 及 T3 的值可隨仔豬不同日齡隨時調整，本實驗原則上之設定為 T1 固定設定 15°C 以維持基本通風，若舍內溫度低於 15°C 則不強制通風，由入風口自然對流換氣以達到保溫，在仔豬剛進豬舍時，T2 及 T3 分別設定為 27°C 及 30°C，之後隨仔豬週齡逐漸調整，待 10 週齡後 T2 及 T3 之設定分別降至 24°C 及 27°C。第一段風速之設定 5,000 CFM 之通風量以維持 30~40 sec 的換氣時間，亦即完

全更新畜舍內空氣所需之時間。第二段風速的設定需考慮配合通過水簾片的風速，依水簾片之規格則通過風速必需至少 1.2 m/s 才有明顯效果，而風速超過 1.8 m/s 則對效率影響不大，配合水簾面積 2.56 m² 則必需有 6,508 CFM 之通風量，若畜舍內之氣密性達到 95%，亦即有 5% 空氣由水簾片以外之縫隙進入舍內，則風扇之通風量必須達到 6,850 CFM 以上，故第二段風速設定為 7,000 CFM 使其能達到水簾作業所需之通風量。第三段溫度設定為因應緊急降溫狀況，故使其有最大通風能力 11,200 CFM，以配合水簾作業時通過風速能達到 1.8 m/s；風扇通風有效率之考量，不可能百分之百達到設定值，實際之通風率依據量測風口平均風速計算。

IV. 豬隻之飼養管理

試驗對象為 4~6 週齡左右之仔豬，6 個欄位分別飼養 7~10 頭，在舍內飼養 5~7 週。以排風扇通風並配合水簾、保溫燈控制豬隻飼養環境，飼養第一週之舍內溫度以 27~30℃ 為宜，之後隔週調降溫度；在飼養末期(約 10 週齡後)，則可取下保溫燈，並且須注意舍內降溫的重要性，在熱季可啟動水簾降溫。溫度控制可採用監測儀器並配合自動控制技術，唯需注意每週依保育豬生長適合溫度更改設定。餵飼作業採任食，自由飲水，排泄物收集系統定時自動操作，可減少人員進出畜舍次數及作業時間，以避免對仔豬造成驚擾。

在仔豬進入畜舍前記錄其總體重及平均日齡，並於仔豬離舍時記錄其總增重及飼養天數；若仔豬在試驗過程中夭折，則需記錄其體重及日齡。飼養期間計算消耗之飼料總量，則由其飼料採食量與豬隻總增重的比值，可計算飼料效率；由豬隻離舍頭數及進入畜舍頭數之比值，可計算仔豬於舍內之育成率。

結果與討論

本研究設施興建於本所彰化種畜繁殖場內，於民國八十八年設施裝置水簾完成後，陸續於 88 年 4 月、9 月及 89 年 4 月進行三次試驗。88 年 9 月之實驗，因遭逢 921 震災之影響，環境資料無法正確收集，故僅就另兩次試驗收集之溫度、濕度、氨氣、硫化氫、粉塵等資料進行討論。

I. 豬舍內溫度控制分析

表 2 為實際於風扇排風罩口量測風扇於三段轉速時的平均風速及計算所得的通風量與換氣時間。以飼養 60 頭保育豬估計在低溫時畜舍內所需最小通風率為 900 CFM，而在高溫時所需最小通風率為 2,100 CFM，畜舍通風在本次試驗中是足夠的，而在寒冷季節則必需以帆布遮掩水簾進風口調整通風量，或是再調整風扇轉速。

表 2. 三階段風速設定的通風性能

Table 2. Ventilation of fan by 3-step temperature controller

Item	Unit	Step 1	Step 2	Step 3
Velocity	m/sec	2.35	2.93	5.04
Ventilation	CFM	5,212	6,526	11,208
Air Change	Sec	36.96	29.58	17.22

圖 4 為 88 年 4 月 20 日上午 8 時至 88 年 5 月 9 日下午 8 時之舍內外溫度變化曲線，由其變化可看出在外界高溫時，其舍內溫度有效控制在 30℃ 以下，明顯低於外界溫度；而夜晚外界溫度較低時，

密閉式畜舍發揮保溫的效果，舍內溫度均較外界溫度為高。在 4 月 20 日至 4 月 30 日期間溫度控制採用 T1、T2 及 T3 分別為 15℃、25℃ 及 28℃；在這段期間內，日間舍內溫度超過 25℃ 時水簾開始作動，舍內溫度高於 28℃ 時風扇運轉加強，由變化曲線可看出舍內溫度在略高於 25℃ 則逐漸低於外界溫度，外界溫度越高時舍內外溫度差異越明顯，在 25℃ 以下時舍內溫度則逐漸高於舍外溫度，此期間變化與溫控之策略吻合。在 5 月 1 日取下保溫燈，溫度控制並改為 T1(15℃)、T2(24℃)及 T3(27℃)，該日舍內溫度略呈下降可推論為取下保溫燈所致；隔日即遭逢連續梅雨季，空氣相對濕度達到 99%，舍外溫度均在 20~25℃ 之間，雖然差異不大仍然可看出舍內溫度略高於舍外溫度，研判主要為舍內保育豬的體熱累積所致。

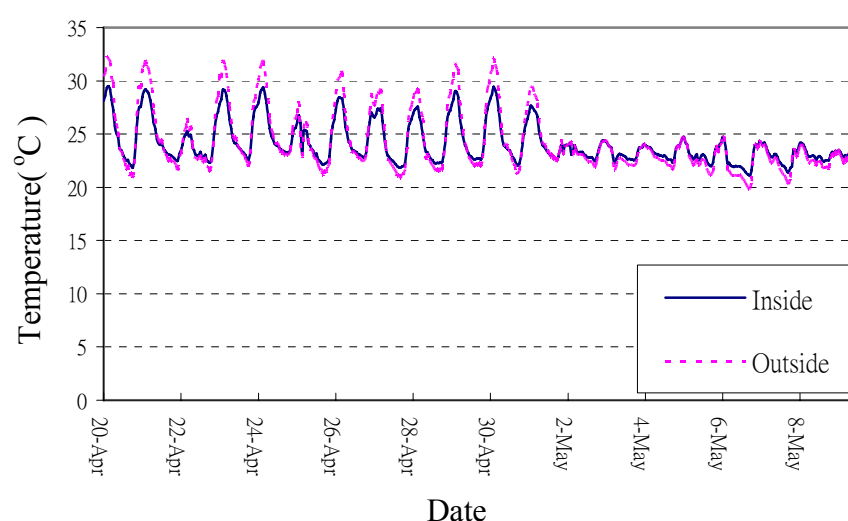


圖 4. 試驗畜舍內外溫度變化曲線。

Fig. 4. Changes of temperature in experiment.

第三次實驗的舍內外溫度變化與圖 4 有類似情況，即在高溫環境時舍內溫度較舍外低，而於夜晚舍內達到保溫的效果；隨著仔豬週齡更改溫度設定，舍內之最高溫及最低溫均有逐漸降低的趨勢。資料顯示前面幾天在舍外溫度低時，舍內溫度仍維持 23℃ 以上，研判除了豬隻體熱的累積外，保溫燈也是極佳之增溫因素。在 5 月 11 日以前的環境控制分別設定 T1(15℃)、T2(27℃)及 T3(30℃)，在舍外溫度高於 27℃ 時，舍內溫度逐漸下降，亦符合溫度設定要求。

將兩次試驗的舍內外主要溫度值整理成表 3，可看出在密閉式保育舍內室內外均溫差異不大。舍內溫度最高為 29.9℃，最低為 19.9℃；最低溫是發生在保育豬 10 週齡左右已不需保溫燈保溫的情況下，故舍內溫度均在符合豬隻生長的範圍內。同一日最大溫差不超過 9℃，較舍外有同一日溫差達 12.4℃ 之情形，舍內之降溫及保溫控制可達到更合適保育豬生長的效果。

表 3. 舍內外溫度比較

Table 3. The temperature inside and outside of the nursing house

Test No.	Avg. Temp. (°C)		Max Temp. (°C)		Min Temp. (°C)		Max Difference in Temp. (°C)	
	Inside	Outside	Inside	Outside	Inside	Outside	Inside	Outside
Test 1	24.1	24.3	29.8	32.1	21.8	19.9	7.5	11.5
Test 2	24.7	23.6	29.9	32.3	19.9	18.3	9.0	12.4

就研究資料中溫差較大之各點進行分析，發現 89 年 5 月 7 日水簾降溫效果最為明顯，圖 5 為該日之溫度分佈。當舍內溫度超過 27℃ 時水簾開始啟動降溫，舍內溫度超過 30℃ 時風扇加大轉速使溫

度降至 30°C 以下，風速再減緩，如此反覆控制維持溫度在 30°C 以下。該日下午 2 時的溫溼度資料為：外界 31.3°C 52.5% RH，水牆內 27.7°C 88.5% RH，經 PLUS 軟體計算外界溼球溫度為 23.5°C 。計算水牆效率為 46.2%，此為該兩次資料中水牆效率較佳的一點；探討水牆效率在本實驗中偏低的原因，一為時值五月並非盛暑，外界溫度雖有超過 30°C 的時候，然而最高溫僅在 32.3°C 以下之短暫數小時，且為多雨季節，白天相對濕度普遍超過 50%；另一原因為水牆設定在舍內溫度超過 27°C 才開始作動，其完全潤濕需要半小時以上時間，若換通風量大時潤濕時間更延長；若外界增溫太快，水牆在未充份潤濕的情況下便難以發揮其效率；此外，依表 2 資料通風量已經足夠，但馬達供給水簾之水量若不足亦無法充分發揮水簾之效果，故水牆馬達之供水量應再做研究調整。若試驗在盛夏進行，外界溫度較高且通常上午即有 30°C 以上高溫，在全日持續高溫中水牆潤濕時間充足且啟動關閉次數不會太頻繁，水牆應有較佳的效率，試驗因為配合母豬產期未能在酷熱季進行，此亦為本研究需改進之處。

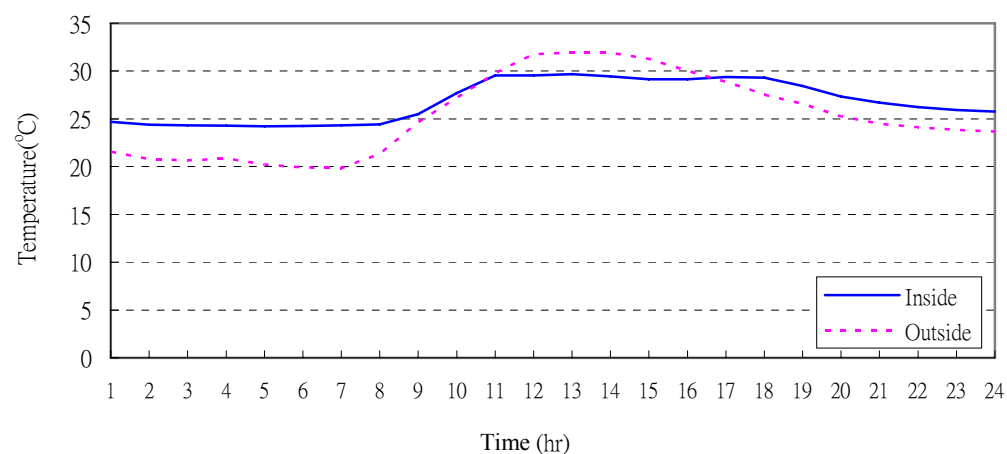


圖 5. 2000/05/07 之水簾內外溫度比較。

Fig. 5. Air temperature inside and outside nursery barn equipped with cooling pad in 2000/05/07.

II. 相對濕度之變化

舍內之相對濕度隨外界相對濕度與水牆加濕而有所影響，圖 6 為第一次試驗中相對濕度在畜舍內的變化。前期分佈白天在 40% 以上，夜晚溼度極高，最高值達到儀器量測的極限 98%；後期因梅雨季節大氣相對濕度持續在 90% 以上，進而影響舍內相對濕度。相對濕度偏高除了影響水簾效率以外，由於舍內溫度在夜間亦維持在露點溫度以上，故無產生凝結水問題。

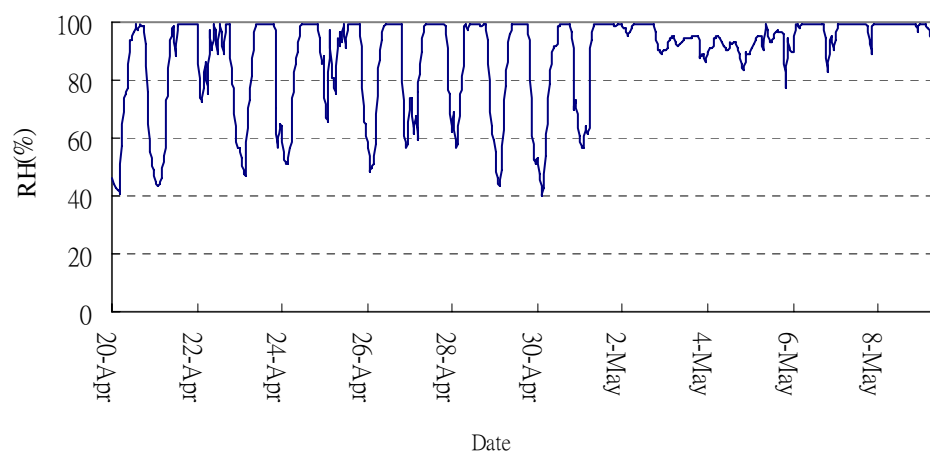


圖 6. 畜舍內的相對濕度。

Fig. 6. Relative humidity inside the building.

III. 豬舍內空氣品質

由於第一次試驗中訊號傳輸線遭豬隻啃咬導致短路，在畜舍內之環境品質資料僅能呈現第三次試驗中 89 年 5 月 5 日至 89 年 5 月 26 日的資料進行探討。圖 7 表示舍內氨氣濃度的變化，除了在期間數日有週期性的突然增加外，舍內氨氣濃度均呈一穩定值約在 2.2 ppm 左右，期間最大值為 4.3 ppm；鄭(1997)研究中密閉式模組化保育舍在夏季舍氨氣濃度在 1.25~2 ppm 之間，本研究較之為高，但仍然符合人畜健康的標準，並且不會感覺惡臭。以圖 8 表示 5 月 11 日單日之變化分析濃度增加之原因，發現在夜晚及清晨濃度增加，比較該數日間之舍內溫度與舍內風速資料得知其原因，夜間溫度下降導致通風量下降所致。

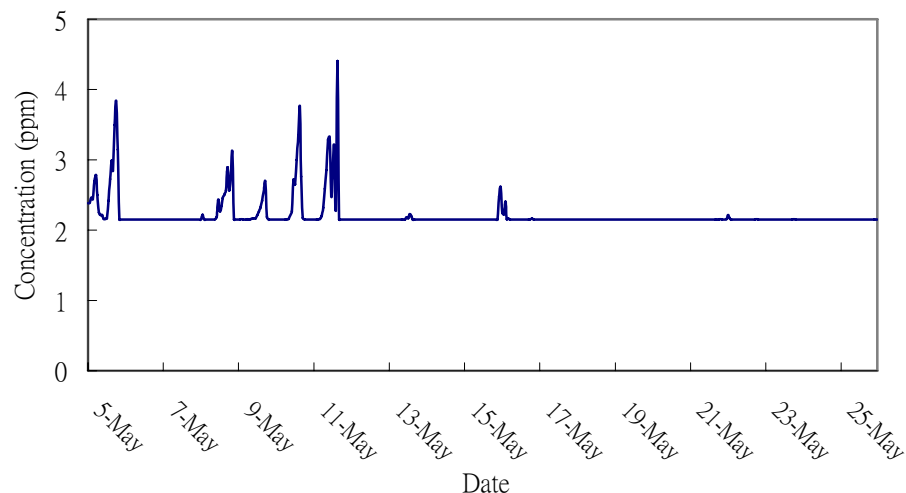


圖 7. 舍內氨氣濃度變化。

Fig. 7. Ammonia concentration measured inside the building.

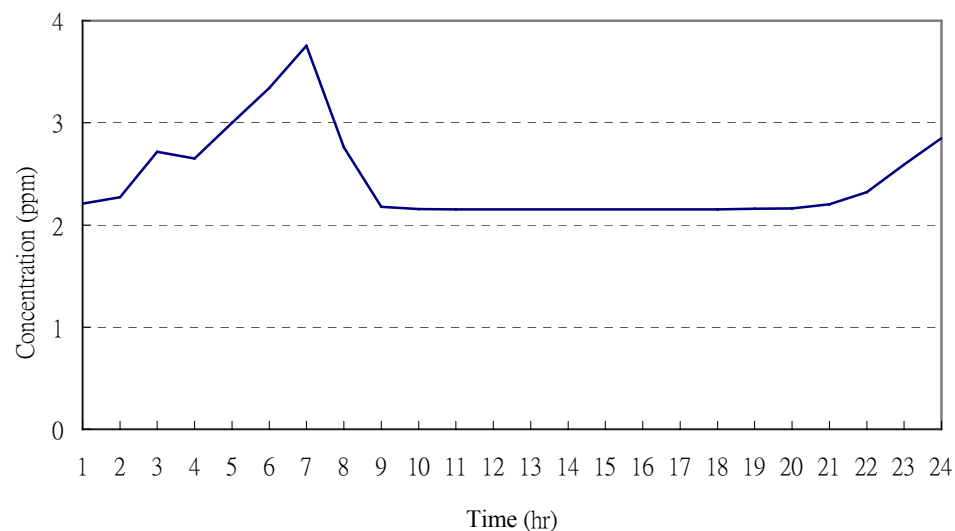


圖 8. 2000/05/11 單日間舍內氨氣濃度變化。

Fig. 8. Ammonia concentration measured in 2000/05/11.

圖 9 為舍內硫化氫濃度的變化，三次脈衝現象為干擾導致，整體分佈在 0.018 至 0.038 ppm 之間，平均為 0.03 ppm，期間濃度由 0.018 ppm 逐漸增加至 0.035 ppm 左右漸趨平穩，研判為濃度隨保育豬糞便量增加而提高。ASAE(1991)之研究提出動物連續暴露於 24 ppm 濃度以上的硫化氫中經 8 小時以上會產生懼光、無食慾和緊張；於本試驗研究中，舍內雖不致感覺惡臭，但對保育豬隻生長性能部份將探討其是否有採食量減少的傾向。根據溫度資料顯示，在硫化氫增高之數日內舍內溫度均低於 30°C，故風量控制在第二段以下，若能稍微調整第二段通風量便能解決硫化氫偏高的問題。

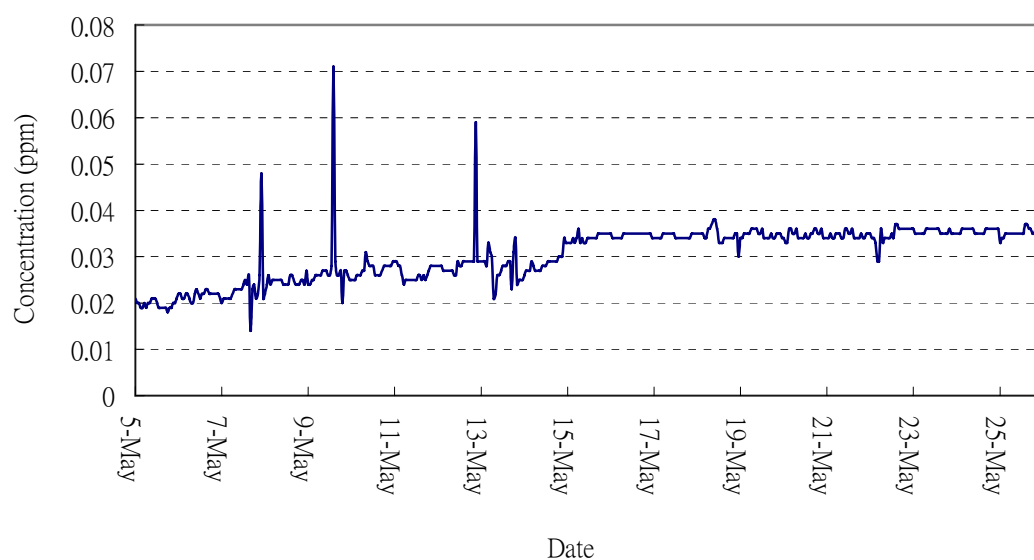


圖 9. 舍內硫化氫濃度變化。

Fig. 9. Hydrogen sulphide concentration inside the building.

圖 10 所示為粉塵濃度的變化，分佈範圍在 $1 \sim 6 \text{ mg/m}^3$ 之間變動平均值為 3.28 mg/m^3 ，與一般畜舍小於 1 到 15 mg/m^3 比較為合理的範圍，唯濃度值有隨飼養日期漸增的趨勢，推論粉塵會在舍內累積；以豬隻 10 週齡時粉塵濃度最高 5.8 mg/m^3 研判，在飼養期間累積量不致對豬隻造成影響，等到豬隻統出後注意畜舍的清潔即可。在鄭(1997)的研究中，氨氣及硫化氫濃度在密閉式模組化豬舍內無累積現象，而粉塵濃度隨飼養時間增長而上昇，本研究之成果與之印證有相同之結論，唯粉塵濃度較之為低，經確認為其研究採用粉狀飼料，而本研究採用粒狀飼料所造成的差異。

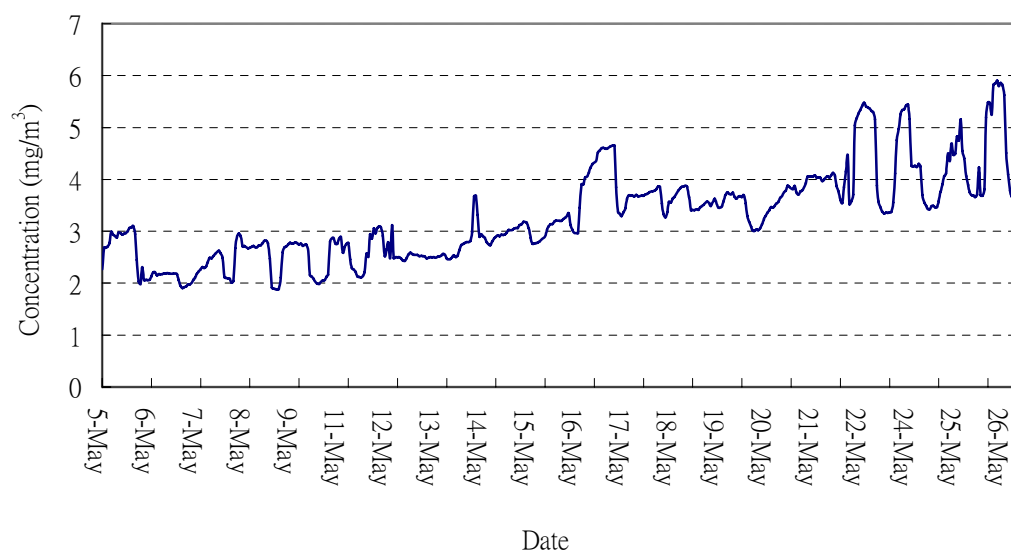


圖 10. 舍內粉塵濃度變化。

Fig. 10. Dust concentration inside the building.

IV. 豬隻生長性能分析

保育豬的飼養管理資料整理成表 4。在平均增重上 3 次試驗均較參考資料(顏, 1995)為低，第 1 及第 3 次試驗稍低於參考值，而第 2 次試驗接近參考值；但是第 2 次試驗期間因逢地震有數日電力中斷，畜舍採將門窗打開自然通風方式，但並不能因此斷定開放環境對保育豬隻有較佳之增重；參考資料之值為一年中平均的性能呈現，而第 1 及 3 次試驗期間均為 4 到 6 月，天氣溫度較 9 月底開始之第 2 次試驗低，因為未在冬季試驗，故此差異亦可能為天氣溫度造成。在飼料用量方面，三次試驗保育豬進食量都明顯低於參考值，若不考慮豬隻品種可能造成的差異，則在採食量的結果上密閉舍較一般畜舍為差，此處可推論 ASAE(1991)所述硫化氫高於 24 mg/m^3 時會影響豬隻食慾所致。攝

食量及增重雖然較低，在三次試驗中飼料效率明顯優於一般保育舍之豬隻，亦即用較少之飼料能換取相同之增重，為密閉式保育舍內豬隻生長性能較優越的部份。由於保育豬採食量較低，可看出在 5 到 25 kg 的飼養過程中，本研究之保育豬生長遲緩約 15%。在溫度、相對溼度、通風量及環境品質均合適的範圍內，第三次試驗豬隻育成率僅 85%，其原因為仔豬死亡係因進入保育舍前即受母體垂直感染霍亂弧菌，故在舍內逐漸死亡；且死亡日期均在 2000/05/08 前，在此之前硫化氫濃度在 0.24 mg/m³ 以下，故並非環境品質所造成之影響；除此外另兩次試驗保育豬均有 100% 之育成率。由育成率可說明密閉式環控畜舍有較佳之育成率。

表 4. 豬的生長性能資料

Table 4. Growth performance of nursery pig

Item	Unit	Test no.			References standard
		1	2	3	
Date Move in	Year/Mon/Day	1999/04/06	88/09/16	2000/04/13	---
Feeding Days	day	55	44	55	48
Avg. Weight when Move in	kg/head	5.2	5.8	5.2	5
Avg. Weight when Move out	kg/head	25.0	23.8	25.55	25
Avg. Growth	kg/head-day	0.36	0.41	0.37	0.42
Avg. Feeding	kg/head-day	0.62	0.81	0.67	0.89
Efficiency of feed	---	1.72	1.96	1.82	2.14
Move in Pigs	head	49	48	52	---
Move out Pigs	head	49	48	44	---
Survival rate	%	100	100	85	92

由本研究各項討論顯示水簾密閉式畜舍能達到所需之降溫及保溫效果，在外界溫度 31.3℃ 時能維持舍內溫度在 27.7℃；而在夜間外界 19.9℃ 時舍內溫度能維持在 21.8℃，且舍內環境品質在合理可接受的範圍，唯硫化氫可能稍高影響保育豬之食慾，使其成長稍緩，但不致造成保育豬其它生長不良之影響；密閉式水簾畜舍對保育豬生長的影響可由其生長性能資料看出，保育豬在舍內雖然採食量及增重較低，卻有較佳之飼料效率；因此密閉式水簾保育舍對保育豬之育成率有優秀之結果。

結論與建議

在 88 年 4 月至 89 年 6 月間三次試驗中，雖遭逢天災等狀況數據無法完全收集，但是由所收集之部份亦可探討出研究之成果，並有以下之結論：

- I. 保育豬的飼養需注意保溫，本研究所採用之密閉式水牆保育舍配合三段式溫度控制策略，在外界溫度過高時能利用水簾降溫將舍內溫度控制在所需之溫度內，且不致過低，如外界 31.3℃ (RH 52.5%) 時能將溫度降至 27.7℃；而在外界低溫時，亦能提昇舍內溫度於所需範圍內，在外界 19.9℃ (RH 98 %) 時舍內溫度能維持在 21.8℃。
- II. 舍內之空氣品質，硫化氫稍高於標準達到 0.038 ppm，而高於 0.024 ppm 即可能影響保育豬食慾，使其生長有延遲現象，此問題可在風量的調整上獲得解決；除此外氨氣及粉塵濃度均在合理範圍。
- III. 在夜晚及雨季時，舍內相對濕度會隨外界相對濕度增高，但由於舍內溫度適合，不致於產生凝結水媒介病原或縮短使用器具之壽命。

- IV. 試驗期間保育豬雖生長較遲緩，但飼料效率明顯優於一般豬舍，且在正常條件下保育豬之育成率可達到 100%。
- V. 研究中水簾僅發揮 46.2%之效率，一方面為外界高溫僅達 31.3℃，另一方面保育舍需注意保溫，溫度低於 30℃風扇轉速即下降，故無法讓水簾充份發揮其效能。
- VI. 本研究為配合懷孕母豬產期，實驗未在酷熱季及寒季進行，此為本研究不足部份；故應針對此缺失進行研究，以做為水簾效率及最適合風速調整之參考。
- VII. 本研究能提高仔豬育成率及飼料效率，其提高之經濟效益是否符合密閉畜舍設備與水簾使用所需之成本，需進一步做研究討論。

謝 誌

本研究之完成需感謝行政院農業委員會計畫提供經費(編號 87-自動化-牧-01(6))。研究期間承蒙本所彰化種畜繁殖場陳立人場長及胡見龍股長提供養豬相關資訊並配合保育豬的飼養管理，使研究得以順利進行，特致謝忱。

參考文獻

- 行政院農業委員會。1998。養豬產業白皮書。行政院農業委員會。
- 高信豪。2000。熱環境模式應用於水簾式畜舍環控管理系統之研究。碩士論文。臺中，國立中興大學研究所。
- 黃裕益、謝廣文、鄭俊哲。2000。水簾式豬舍內環境之探討與評估。畜產研究 33(4)：369～383
- 雷鵬魁。1994。蒸發水牆在籠飼蛋雞舍應用之研究。農林學報 43(2)：11～20。
- 臺灣區肉品發展基金會。1998。臺灣養豬統計手冊。財團法人臺灣區肉品發展基金會。
- 鄭俊哲。1997。模組化豬舍之環控研究。碩士論文。臺中，國立中興大學農業機械工程學研究所。
- 顏宏達。1995。營養需要。臺灣農家要覽畜牧篇。修訂版 pp.：44～50。台北，豐年社出版。
- ASAE Standards. 1991. Design of Ventilation System for Poultry and Livestock Shelters. Standard ASAE. EP270.5.

The Study of Nursery Pigs Applies Livestock Housing with Cooling Pad⁽¹⁾

Chun-Che Cheng⁽²⁾, Chih-Ho Hsu⁽³⁾, Yu-I Huang⁽³⁾ and
Preng-Kwei Lei⁽³⁾

Received : Apr. 11, 2002 ; Accepted : Jun. 19, 2002

Abstract

A pig house with cooling pad was designed to study the environmental controller for nursing pigs. Performance of pigs were also evaluated in this study.

An automatic control policy was designed for cooling and ventilation in this study. Environmental parameters such like temperature, relative humidity, ventilation rates, ammonia concentrations, hydrogen sulphide concentrations and dust concentrations were measured during the experiment. Weight gains, and feed weight were also collected to calculate feed conversion efficiency. Survival rates was also recorded for comparing with existing systems.

The following experimental results were obtained The automatic control policy could properly control temperature inside the building and the setting of temperature control could be adjusted according to demand for nursery pigs. Concentrations of hydrogen sulphide were higher than under normal conditions and could reach 0.038 ppm. It resulted in lower growth rates than that under normal condition. Weight gains were lower than those of existing systems, and the feed conversion rates were better than those of tradition of system. Survival rates could reach 100% in this study.

Key Words : Livestock housing, Environmental control, Cooling pad, Nursery pig.

(1) Contribution No.1111 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Dept. of Livestock Management, COA-TLRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C..

(3) Master, Dept. of Agricultural Machinery Engineering, National Chung-Hsing University.