

公開  
不公開

執行機構識別碼：080202ADU1

# 行政院農業委員會九十二年度科技研究計畫研究報告

資訊庫編號：921816

計畫名稱： 溫室效應對家禽之影響及水禽溫室氣體排放係數之建立

計畫編號： 92 農科-8.2.2-牧-U1(3)

執行期限： 92 年 1 月 1 日至 92 年 12 月 31 日

計畫主持人： 王淑音

研究人員： 許振忠、謝憲蔚

執行機關： 中國文化大學

合作機關： 國立中興大學

## 摘要

本計畫旨在探討溫室效應對家禽所產生之緊迫影響，本試驗以白色肉雞為試驗動物，進行氧化亞氮之緊迫效應評估。緊迫分別為急性(acute)緊迫及長期(chronic)緊迫。緊迫源分為控制組、熱緊迫(35 °C)、氧化亞氮(10 ppm, 20 mg/m<sup>3</sup>)、熱與氧化亞氮等四組。評估項目有血液甲狀腺素、Glucose、pCO<sub>2</sub>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、MDA (Malondialdehyde)、Haematocrit、pH等測定。急性及長期熱緊迫均使體溫、呼吸速率升高，血液pH值上升，二氧化碳分壓降低，而同時暴露於N<sub>2</sub>O下雞隻之熱緊迫反應皆有舒緩之趨勢。N<sub>2</sub>O對體重亦有促進之趨勢。甲狀腺素隨年齡而減少，但於暴露緊迫原後皆上升，即使是熱緊迫亦然，表示處理之緊迫超越溫度之影響。此外土番鴨飼養10週，每週以呼吸室測量其溫室氣體排放量以估算其排放係數，結果估測之甲烷及氧化亞氮排放係數分別為2.071 x 10<sup>-3</sup>及 7.15 x 10<sup>-6</sup> kg/bird/life cycle。白羅曼鵝飼養13週估算之甲烷及氧化亞氮排放係數分別為2.915 x 10<sup>-3</sup>及 65.018 x 10<sup>-6</sup> kg/bird/life cycle。依此推估91年度台灣肉鴨/肉鵝飼養排放之腸內發酵CH<sub>4</sub>及N<sub>2</sub>O分別為60.2/18.0及0.21/0.402公噸。綜合溫室效應得知，熱及甲烷效應皆對家禽造成負面之影響，而N<sub>2</sub>O則否，甚至有促進性狀或減緩緊迫反應之效應。

關鍵語：溫室效應、氧化亞氮、熱緊迫、生理反應、水禽、排放係數。

## 前言

本計畫旨在探討溫室效應對家禽所產生之緊迫影響,本試驗以白色肉雞為試驗動物,進行氧化亞氮之緊迫效應評估。緊迫分別為急性(acute)緊迫及長期(chronic)緊迫。緊迫源分為控制組、熱緊迫(35 °C)、氧化亞氮、熱與氧化亞氮等四組。評估項目有血液甲狀腺素、Glucose、pCO<sub>2</sub>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、MDA (Malondialdehyde)、Haematocrit、pH 等測定。急性及長期熱緊迫均使體溫、呼吸速率升高,血液 pH 值上升,二氧化碳分壓降低,而同時暴露於 10ppm (20 mg/m<sup>3</sup>)N<sub>2</sub>O 下雞隻之熱緊迫反應皆有舒緩之趨勢。N<sub>2</sub>O 對體重亦有促進之趨勢。甲狀腺素隨年齡而減少,但於暴露緊迫原後皆上升,即使是熱緊迫亦然,表示處理之緊迫超越溫度之影響。此外土番鴨飼養 10 週,每週以呼吸室測量其溫室氣體排放量以估算其排放係數,結果估測之甲烷及氧化亞氮排放係數分別為 2.071 x 10<sup>-3</sup> 及 7.15 x 10<sup>-6</sup> kg/bird/life cycle。白羅曼鵝飼養 13 週估算之甲烷及氧化亞氮排放係數分別為 2.915 x 10<sup>-3</sup> 及 65.018 x 10<sup>-6</sup> kg/bird/life cycle。依此推估 91 年度台灣肉鴨/肉鵝飼養排放之腸內發酵 CH<sub>4</sub> 及 N<sub>2</sub>O 分別為 60.2/18.0 及 0.21/0.402 公噸。綜合溫室效應得知,熱及甲烷效應皆對家禽造成負面之影響,而 N<sub>2</sub>O 則否,甚至有促進性狀或減緩緊迫反應之效應家禽為台灣之主要畜牧產業之一,台灣地處亞熱帶區,氣候炎熱,加上近年來溫室效應日益顯著,家禽面對之熱緊迫機率上升。在溫室效應增強下溫度上升會影響動物的適應,並抑制內分泌,影響家畜生長、生產及繁殖 (Fuquay, 1981)。成雞曝露在 30°C 的環境下,會使呼吸過速 (Mitchell and Siegel, 1973)、飼料效率下降、雞隻存活率下降、育成率減低、受精率降低、產蛋率、孵化率、蛋重及蛋殼品質皆受影響 (Wallis and Balnave, 1984; Teeter and Smith, 1986)。呼吸速率的增加伴隨著二氧化碳之排除過多,導致血液之 PCO<sub>2</sub> 降低,造成鹼中毒,血液 pH 質亦受影響而上升 (Sanchez *et al.*, 1994; 張與許, 1999)。此外,環境溫度提高,為了散失體熱,皮膚表面血管會舒張以增加血流量以便散熱 (McGuire *et al.*, 1989)。血流量增加之情況下,雞隻血球容積比 (Hsu and Hsu, 1990) 降低。熱緊迫下,內泌素如甲狀腺素、腎上腺素、生長激素,激性腺素等亦產生極大之變化。此外,熱緊迫也可能造成脂肪之氧化,並反應在血中 MDA 值之升高 (Altan *et al.*, 2000)。高溫時患病率升高、抑制

雞隻的免疫系統，病媒活動增強，可能產生新的疾病，造成雞隻全區域性的大量死亡。Palmer (1996)提出動物在不穩定的環境下發育，會反應在其身體兩側之不對稱性。Yalcin *et al.*, (2001) 便發現此不對稱性亦發生在熱緊迫及限飼之肉雞，且肌肉、呼吸及消化系統較骨骼系統為明顯。可見兩側不對稱性應可作為動物受到熱緊迫或其他逆境之反應指標。

高溫也造成禽畜糞尿增加，消化吸收能力下降，糞尿中營養成份增加，使得糞尿處理過程中釋放出更多的溫室氣體(陳, 1996)。目前有關溫室效應對禽畜之影響之研究皆著重在熱效應，在溫室氣體(如  $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ )本身對動物之影響層面之研究較為缺乏。本計劃初步發現短暫且重複暴露於  $7.14 \text{ mg/m}^3$  甲烷環境影響雞隻之體重下降，對其他生理及屠體性狀無顯著影響。熱緊迫則使體溫、呼吸速率升高，血液二氧化碳分壓降低、pH 值升高，而在多次短暫熱緊迫後，雞隻呈現些微之調適現象。慢性熱緊迫會影響家禽之許多生理現象，但動物有逐漸適應之趨勢，尤其於再度重複暴露於溫室效應緊迫時，於四週到六週齡時，其生理反應較為緩和。此外，慢性熱緊迫造成動物之身體兩側出現不對稱性。本計畫擬延續探討氧化亞氮對家禽所產生之緊迫影響，以供未來研究禽畜之調適及溫室氣體減量措施之參考。根據大氣中氧化亞氮濃度目前約為  $0.312 \text{ ppm}$ (Rodhe, 1990)，估計觀察緊迫所需之濃度至少應有 3 倍左右。為求突顯家禽之反應，預估應以  $10 \text{ ppm}$  ( $20 \text{ mg/m}^3$ ) 左右之濃度進行緊迫實驗較合理。本計畫擬繼續觀測氧化亞氮對家禽造成之生理變化以作為調適之參考。

家禽溫室氣體之釋放量分為腸內發酵與糞尿處理兩部門。目前已完成之計劃成果，測定之部分屬於腸內發酵之釋放係數：白色肉雞飼養週期中所排放之溫室氣體(黃與王, 2000)以每隻雞每生命週期( $\text{mg}$  or  $\text{ug}$  or  $\text{kg/bird/life cycle}$ )計算，其數值如下：甲烷總排放量在冷、溫、熱三季實驗期間中，分別為 20.44、16.26、10.79 $\text{mg}$ ；氧化亞氮分別為 22.88、46.01、16.19 $\text{ug}$ ；二氧化碳則分別為 1.53、1.15、0.79 $\text{kg}$ 。有色肉雞(黃 2001)之釋放係數( $\text{mg}$  or  $\text{ug}$  or  $\text{kg/bird/life cycle}$ )於熱、冷季飼養期間，三種氣體各為：甲烷 43.49、126.15 $\text{mg}$ ；氧化亞氮 43.20、283.80 $\text{mg}$ ；二氧化碳為 3.68、2.03 $\text{kg}$ 。蛋雞(王等, 2002)之釋放係數( $\text{mg}$  or  $\text{ug}$  or  $\text{kg/bird/life}$

cycle) 甲烷、氧化亞氮各為：生長雞的  $3.561 \times 10^{-3}$  及  $1.333 \times 10^{-5}$  kg/bird/growing period；以及產蛋雞的  $1.061 \times 10^{-2}$  及  $9.469 \times 10^{-5}$  kg/bird/year；在糞尿處理部門中已測定者包括肉雞糞尿處理過程中每隻雞所釋放溫室氣體(王等, 2001)(以每隻雞每生命期排泄總份量處理過程為計算單位(g/bird/life cycle or mg/bird/life cycle)表示如下：甲烷在熱、溫、冷季三季試驗中，總排放量為 12.490、3.245、0.045g，氧化亞氮為 4.00、2.01、17.53mg，二氧化碳則為 59.90、63.99、73.25g。蛋雞糞尿處理過程中以每公噸生糞處理過程所釋放溫室氣體表示(kg/Mt)如下(王等, 2003)：甲烷、氧化亞氮、二氧化碳分別為 7.857、0.072、476.6。以上所提供之係數可應用於家禽之溫室氣體總排放量估算，尚缺之部分為鵝、鴨等之腸內發酵係數及雞以外家禽之糞尿處理係數，估計這些排放量或因係腸內發酵，排放量有限，或因飼養頭數遠低於雞，糞尿處理較不顯著，故不影響總排放量之估算甚鉅。但欲使排放之估算精確，未來仍需進行完整之係數測量。從 88-90 年度，我國曾積極致力於畜牧業溫室氣體排放係數之建立，並得到專家學者之共識，必須加強建立本土特色禽畜種之排放係數。在家禽方面，雖飼養數量較多之肉雞、蛋雞、皆已建立係數，而鴨與鵝等具本土特色之禽種則尚未建立。本計劃擬延續家禽之溫室氣體排放係數估測，期使家禽數據趨於完整。

## 材料與方法

### 一、動物飼養

#### 甲、Acute effect:

白色肉雞飼養於正常環境，於 2、4、6 週齡分別進行緊迫試驗。每週齡之試驗分四組，1. 控制組、2. 注入 10 ppm ( $20\text{mg}/\text{m}^3$ ) 之氧化亞氮 3. 溫控於  $35^\circ\text{C}$ 、4. 注入 10 ppm ( $20\text{mg}/\text{m}^3$ ) 氧化亞氮並維持  $35^\circ\text{C}$ 。進行試驗時，將動物置入呼吸室當中 2 小時，於試驗開始與試驗結束時分別測量呼吸速率及直腸溫度。試驗結束後，立即抽血以供甲狀腺素、Glucose、 $\text{pCO}_2$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、

MAD (Malondialdehyde)、Haematocrit、pH 等生理值之測定。

#### 乙、Chronic effect:

白色肉雞全程飼養於溫熱環境(32°C)。其餘作法皆同 acute effect 之做法。

#### 二、測定項目：

甲、直腸溫度：以體溫監測器之探針深入直腸約 3cm，直接紀錄體溫。

乙、血樣：以翼靜脈採血並置於添加抗凝劑之試管中，離心後保存血漿以便其他測定項目使用。

丙、甲狀腺素：以免疫分析法定之。

丁、pH 值、pCO<sub>2</sub>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Glucose 以血氣分析儀與血液生化分析儀測定。

戊、Haematocrit：利用毛細管取全血約 0.05ml，置於離心機離心十分鐘後取出，與 reading chart 對照，讀取血球所佔比例。

己、MDA (Garcia *et al.*, 2000)：利用呈色反應，於波長 586nm 測吸光值。

庚、Glucose：以葡萄糖試劑套組(ThermoTrace)於 96 well culture plate 反應，以 Elisa Reader 讀取吸光值，比對標準品讀取數據。

#### 三、水禽溫室氣體排放係數：

肉鴨及肉鵝以商業化方式飼養，於飼養期間，分 13-15 次(約每週一次)，以呼吸室及氣相色層分析方法分析測量其甲烷及氧化亞氮之釋放量，並計算其生命週期之排放係數。

#### 四、氣體分析：

甲、甲烷分析：使用 Propark Q (Supelco, PA, USA) 的不鏽鋼管柱 (1/8" x 2 m)。在爐溫 70°C、injection 130°C、detector 130°C、流速 10 ml/min 下以 FID 進行分析，甲烷停留時間 (retention time) 為 1.86 分鐘。

乙、氧化亞氮：使用 Propark Q (Shimadzu, Japan) 的不鏽鋼管柱 (3/8" x 3

m)。在爐溫 60℃、Injection 100℃、detector 340℃、流速 30ml/min 下以 P-10 (90% Ar+10% CH<sub>4</sub>之混合氣體) 為攜帶氣體，以 ECD 為檢測器進行分析，經測定氧化亞氮停留時間為 3.2 分鐘。

## 結果與討論

估測之肉鴨、白羅曼鵝之溫室氣體腸內發酵排放係數與已發表之家禽排放係數整合後表示於表 1。91 年度家禽溫室氣體腸內發酵排放量亦經整合於表 2。土番鴨經飼養 10 週，每週以呼吸室測量其溫室氣體排放量以估算其排放係數，結果估測之甲烷及氧化亞氮排放係數分別為  $2.915 \times 10^{-3}$  及  $65.018 \times 10^{-6}$  kg/bird/life cycle (圖 1、圖 2)。依此係數推估 91 年度台灣肉鴨飼養排放之腸內發酵甲烷及氧化亞氮分別為 62.4 及 0.21 公噸(表 2)。

白羅曼鵝經飼養 13 週，每週以呼吸室測量其溫室氣體排放量以估算其排放係數，結果估測之甲烷及氧化亞氮排放係數分別為  $2.071 \times 10^{-3}$  及  $7.15 \times 10^{-6}$  kg/bird/life cycle(圖 3、圖 4)。依此係數推估 91 年度台灣肉鴨飼養排放之腸內發酵甲烷及氧化亞氮分別為 18 及 0.402 公噸(表 2)。

本試驗估測之鴨、鵝甲烷腸內發酵係數皆較白色肉雞及有色肉雞為高，鴨之氧化亞氮之排放則較白色肉雞高，但與有色肉雞接近；鵝之氧化亞氮排放則接近蛋雞。推測可能因其水禽類消化系統較接近半草食類或草食類，以致後腸發酵較肉雞發達。更新母雞與產蛋雞則因其飼養期較長，累積之排放量較多，排放係數便較高。肉鴨與鵝之甲烷腸內發酵之年總排放量佔家禽中之 11%與 3.3%，氧化亞氮則佔家禽中之 3%與 5.8%，此乃因其飼養數量較少之故，若其飼養隻數與肉雞同，則其排放量將會相當可觀。綜言之，家禽之腸內發酵溫室氣體排放係數相較於其他家畜視微乎其微的，但若家禽產業龐大，考量其飼養數量，則其排放量當不可忽略之。

在急性溫室效應緊迫試驗中，白色肉雞之生命期間，重複數次(2、4、6 週齡)暴露於短暫之緊迫源(熱及/或氧化亞氮)，以觀察其生理反應。雞隻之生理反應列於表 3、表 4。肉雞六週齡之上市體重並不受熱緊迫之影響(表 3)，但重複暴露於氧化

亞氮環境有使體重升高之趨勢，此現象從二週齡即已顯現。比較緊迫之反應(緊迫後-緊迫前= $B-A$ )發現血容比在二週齡時較四及六週齡對緊迫刺激敏感( $p < 0.001$ )，顯示動物對緊迫有適應性之產生，且熱緊迫較正常溫度下之雞隻血容比容易下降( $p < 0.001$ )。此因環境溫度提高，為了散失體熱，皮膚表面血管會舒張以增加血流量以便散熱(McGuire *et al.*, 1989)，血流量增加之情況下，雞隻血容比(Hsu and Hsu, 1990)即降低。肉雞之肛溫並不受氧化亞氮(10ppm, 20mg/m<sup>3</sup>)之影響(表 3)，但肉雞於短暫暴露於熱緊迫後會使肛溫明顯高於緊迫前( $B-A$ ,  $p < 0.001$ )。肉雞之呼吸速率明顯受熱緊迫影響，於短暫暴露於熱緊迫後會明顯高於緊迫前( $p < 0.0001$ )，但氧化亞氮有減緩熱緊迫之趨勢( $B-A$ ,  $p < 0.001$ )。熱及氧化亞氮對血液性狀之影響見於二氧化碳分壓及氧分壓值之變化(表 4)。每次熱緊迫皆有使血液之二氧化碳分壓下降之趨勢。

在慢性溫室效應緊迫試驗中，白色肉雞長期飼養於溫熱環境之生命期中，重複數次(2、4、6週齡)暴露於短暫之緊迫源(熱及/或氧化亞氮)，以觀察其生理反應。雞隻之生理反應列於表 5 及圖 5-7。每次熱緊迫皆有使血液之二氧化碳分壓下降之趨勢( $P < 0.05$ )。短暫重複之熱緊迫仍可使長期飼養於溫熱環境之雞隻體重較輕(圖 5)。上市體重平均為 1.84 公斤，較飼養於常溫之肉雞(2.15 kg, 急性緊迫實驗)輕。重複暴露於氧化亞氮環境(B、D 組)有舒緩體重降低之趨勢。短暫熱緊迫足以使呼吸速率加快( $B-A$ ,  $P < 0.05$ )，但於六週齡時，反應不如 2、4 週齡敏銳表示相當程度之熱適應性。氧化亞氮之存在不影響呼吸速率(圖 6)。肉雞之肛溫並不受氧化亞氮之影響(圖 7)，但肉雞於短暫暴露於熱緊迫後會使肛溫明顯高於緊迫前。脂肪過氧化物及血糖並未有明顯之緊迫效應(圖 8, 9)。甲狀腺素隨年齡而減少，但於暴露緊迫原後皆上升，即使是熱緊迫亦然，表示處理之緊迫超越溫度之影響(圖 10)。

綜言之，急性及長期慢性熱緊迫使雞隻體溫、呼吸速率升高，血液二氧化碳分壓降低，而同時暴露於 10ppm(20 mg/m<sup>3</sup>)氧化亞氮下雞隻之熱緊迫反應有舒緩之趨勢。N<sub>2</sub>O 對體重亦有促進之趨勢。甲狀腺素隨年齡而減少，但於暴露緊迫原後皆上升，即使是熱緊迫亦然，表示處理之緊迫超越溫度之影響。長期飼養於熱環境下，對溫室效應較無明顯反應，此應為其較適應熱環境之故。



### 參考文獻

- 王淑音, 黃大駿與許皓翌。2001。肉雞糞尿處理溫室氣體排放之推估。臺灣農業化學與食品科學。39(6):415-422。(COA: 89 科技-1.9-牧-61)
- 王淑音、馬維君與黃大駿。2002。臺灣地區蛋雞產業之腸內發酵溫室氣體排放估測。中國畜牧學會會誌。31(3):221-230。
- 王淑音與馬維君。2002。蛋雞糞尿處理之溫室氣體排放。華岡農科學報。10:1-14。
- 陳保基。1997。熱季對肉用種雞生產性能之影響。飼料營養。86(8):14-30。
- 張介銘、許振忠。1999。高環境溫度下飼糧中添加抗壞血酸與維生素E對白肉雞生產性能與免疫反應之影響。中畜會誌28(增刊):174。
- 黃大駿。2000。台灣地區肉雞產業溫室氣體排放之探討。中國文化大學碩士論文。
- 黃大駿與王淑音。2000。臺灣地區白色肉雞產業之溫室氣體排放。中國畜牧學會會誌。29(1):65-75。(COA: 88-AST-1.11-AID-01)
- Altan, O., A. Altan, I. OGuz, A. Pabugguoglu, S. Konyalioglu. 2000. Effects of heat stress on growth, some blood variables and lipid oxidation in broilers exposed to high temperature at an early age. *British Poultry Science*. 41: 489-493.
- Fuquay, J. W. 1981. Heat Stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.* 52: 164-174.
- Garcia, J.J., E. Marinez-Ballain, M. Robinson, J.L. Allue, R.J. Reiter, C. Osuna and D. Acuna-Castroviejo. 2000. Protective effect of b-carbolines and other antioxidants on lipid peroxidation due to hydrogen peroxide in rat brain homogenates. *Neuroscience Letters* 294:1-4.
- Hsu, C. I. And J. C. Hsu. 1990. Effect of dietary ascorbic acid supplementation on the performance and some blood characters of broiler and Taiwan country chickens under a hot season in Taiwan. *Proceedings the 5th AAAP Anim. Sci. Congress*, Vol. 3: 218
- McGuire, M. A., D. K. Beede, M. A. DeLorenzo, C. J. Wilcox, G. B. Huntington, C. K. Reynolds and R. J. Collier. 1989. Effects of thermal stress and level of feed intake on portal plasma flow and net fluxes of metabolites in lactating Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 67(4): 1050-1060.
- Mitchell, B. W. and H. S. Siegel. 1973. Physiological response of chickens to heat stress measure by radio telemetry. *Poultry Sci.* 52: 1111-1119.
- Palmer, A.R. 1996. Waltzing with asymmetry. *BioScience*. 46:518-532.
- Rodhe H., 1990. A Comparison of the Contribution of Various gas to the greenhouse

effect. *Science*, 248:1217-1219.

Sanchez, W. K., M. A. McGuire and D. K. Beede. 1994. Macromineral nutrition by heat stress interaction in dairy cattle: Review and original research. *J. Dairy Sci.* 77: 2051.

Teeter, R. G. and M. O. Smith. 1986. High chronic ambient temperature stress effect of broiler acid-base balance and then response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride and potassium carbonate. *Poult. Sci.* 65:1777-1781.

Yalcin S., S. Ozkan, L. Turkmüt, P.B. Siegel. 2001. Responses to heat stress in commercial and local broiler stocks. 2. Developmental stability of bilateral traits. *British Poultry Science.* 42:153-160.

Yang, A., E.A. Dunnington, P.B. Siegel. 1997. Developmental stability in stocks of white leghorn chickens. *Poultry Science.* 76:1632-1636.

Wallis, I. R. and D. Blauve. 1984. The influence of environmental temperature, age and sex on the digestibility of amino acid in growing broiler chickens. *Brit. Poult. Sci.* 25:401-407.

# Effect of greenhouse gas on poultry and the establishment of GHG emission factors for water fowl

Shu-Yin Wang

## ABSTRACT

This project was designed to study the effect of GHG to the physiological responses of poultry as future reference as poultry acclimation to the GHG effect. Broiler chickens were raised at normal temperature (acute) or 32 °C (chronic) and exposed to heat (35 °C) and/or nitrous oxide (10 ppm, 20mg/m<sup>3</sup>) at 2 weeks interval. Plasma thyroxine, PCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, MDA (Malondialdehyde), Haematocrit and pH etc. were evaluated before and after stress exposure. Results of acute and the chronic GHG effects both showed that heat stress reduced body weight, PCO<sub>2</sub>, increased respiration rate and rectal temperature and pH of the blood. Exposure to N<sub>2</sub>O seemed to alleviate the negative effect of the heat stress. Plasma thyroxine decreased as birds aged, however increased after exposure to any stress source, including heat stress. These results indicated that the stress itself caused an increase thyroxine release regardless of heat stress. In addition, the CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O enteric fermentation emission factors for ducks/geese were 2.071 x 10<sup>-3</sup>/2.915 x 10<sup>-3</sup> and 7.15 x 10<sup>-6</sup>/65.018 x 10<sup>-6</sup> /kg/bird/life cycle, respectively. The total emission of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O for ducks/geese in the year of 2001 were 60.2/18.0 and 0.21/0.402 tons, respectively. In summary, heat stress and methane gas were all shown to exert negative effect to the poultry physiology. However, nitrous oxide gas seemed to alleviate the negative heat stress effect.

**Key Words:** Greenhouse effect, Nitrous oxide, Heat stress, water fowls, physiological response, emission factor.

表 1: 家禽之甲烷及氧化亞氮腸內發酵排放係數

Species	CH <sub>4</sub> (kg/bird/life cycle)	N <sub>2</sub> O
白色肉雞	0.01587 × 10 <sup>-3</sup>	0.03 × 10 <sup>-6</sup>
有色肉雞	0.08482 × 10 <sup>-3</sup>	16.35 × 10 <sup>-6</sup>
更新母雞 <sup>a</sup>	3.561 × 10 <sup>-3</sup>	13.33 × 10 <sup>-6</sup>
產蛋雞 <sup>b</sup>	10.61 × 10 <sup>-3</sup>	94.7 × 10 <sup>-6</sup>
肉鴨	2.071 × 10 <sup>-3</sup>	7.15 × 10 <sup>-6</sup>
白羅曼鵝	2.915 × 10 <sup>-3</sup>	65.018 × 10 <sup>-6</sup>

<sup>a</sup> kg/bird/growing period

<sup>b</sup> kg/bird/year.

表 2: 91 年度甲烷及氧化亞氮腸內發酵排放量

Species ( number of bird slaughtered per year)	CH <sub>4</sub> (tons/year)	N <sub>2</sub> O
白色肉雞 (188,667,000)	2.994	0.006
有色肉雞 (164,406,000)	13.945	2.688
更新母雞 (24,449,000)	87.06	0.326
產蛋雞 <sup>a</sup> (34,870,000)	370.0	3.302
肉鴨 (29,065,000)	60.2	0.208
白羅曼鵝 (6,175,000)	18	0.402

表 3. 急性溫室效應對白色肉雞隻生理影響

		體重 BW(g)	呼吸速率(次/分)		肛溫(°C)	
			緊迫前(A)	緊迫後(B)	緊迫前(A)	緊迫後(B)
WK2	A	295±27.2	77±9.3	82±9.4	40.0±0.21	40.5±0.15
	B	321±30.1	74±9.1	81±10.9	40.4±0.25	40.3±0.24
	C	290±37.8	68.9±4.8 <sup>a</sup>	197.4±8.2 <sup>b</sup>	40.2±0.1 <sup>a</sup>	42.8±0.82 <sup>b</sup>
	D	295±24.2	71±12.4 <sup>a</sup>	109±15.3 <sup>b</sup>	40.3±0.2 <sup>a</sup>	42.6±1.58 <sup>b</sup>
WK4	A	1150±80.1	65±8.3	64.5±3.3	38.8±0.25	40.5±0.2
	B	1279±92.9	70±13.4	66.3±8.7	40.7±0.18	40±0.23
	C	1072±92.2	49.4±7.9 <sup>a</sup>	107.8±14.3 <sup>b</sup>	40.0±0.52 <sup>a</sup>	42.1±0.59 <sup>b</sup>
	D	1117±121.2	58.3±14.8 <sup>a</sup>	89.3±18.6 <sup>b</sup>	40.3±0.43 <sup>a</sup>	41.5±0.67 <sup>b</sup>
WK6	A	2083±230.3 <sup>xy</sup>	41±5	53±8.8	39.2±0.22	39.1±0.21
	B	2302±211.8 <sup>x</sup>	51±11.6	49±12.2	39.7±0.14	38.9±0.21
	C	2013±195.9 <sup>y</sup>	49±9.8 <sup>a</sup>	81±11.8 <sup>b</sup>	39.5±0.43 <sup>a</sup>	42±0.89 <sup>b</sup>
	D	2194±254.8 <sup>xy</sup>	50±14.5 <sup>a</sup>	70±16.6 <sup>b</sup>	39.3±0.26 <sup>a</sup>	41.7±1.3 <sup>b</sup>

Different letters (x,y) indicate significant difference within a column. Different letters (a,b) indicate significant difference within a row.

A : 控制組

B : 氧化亞氮 (N<sub>2</sub>O) , 10 ppm (約 20mg/m<sup>3</sup>)

C : 熱緊迫 (H.S.) , (38°C)

D : H.S.+ N<sub>2</sub>O

表 4. 急性溫室效應對白色肉雞隻血液之影響(A:control B:N<sub>2</sub>O C:Therm D: N<sub>2</sub>O+Therm)

	血容比(%)				血液二氧化碳分壓				血氧分壓				重碳酸根濃度			
	緊迫前	緊迫後	緊迫前	緊迫後	緊迫前	緊迫後	緊迫前	緊迫後	緊迫前	緊迫後	緊迫前	緊迫後	緊迫前	緊迫後	緊迫前	緊迫後
WK2	A	32±2.94	35±1.71	7.38±0.07	7.37±0.04	42±5.31	44±3.59	48±4.25	48±15.15	24±1.6	25±2.41					
	B	32±2.94	33±2.71	7.38±0.07	7.4±0.05	42±5.31	38±4.76	48±4.25	48±4.47	24±1.6	23±2.60					
	C	32±2.94	31.2±2.02	7.38±0.07	7.43±0.1	42±5.31	31±6.37	48±4.25	42±9.05	24±1.6	20±2.59					
	D	32±2.94	32±2.92	7.38±0.07	7.41±0.04	42±5.31	37±4.22	48±4.25	39±11.63	24±1.6	23±2.46					
WK4	A	31.4±1.82	31.4±2.23	7.47±0.03	7.40±0.02	39±10.5	45±3.02	44±5.87	45±4.66	28±1.20	28±1.85					
	B	31.6±8.58	28.9±2.73	7.43±0.04	7.39±0.04	43.2±0.03	44±4.69	37±8.00	47±7.52	29±1.19	30±1.67					
	C	30.3±3.9	31.8±2.69	7.44±0.06	7.43±0.04	38±2.1	34±4.59	49±5.95	40±8.80	27±2.07	24±4.07					
	D	30.9±2.65	27.3±2.27	7.44±0.05	7.44±0.03	42±4.87	38±2.83	43±6.16	46±4.31	27±1.41	25±1.77					
WK6	A	32±2.86	32±3.02	7.45±0.03	7.34±0.04	39±3.7	51±3.55	41±5.52	39±6.07	26±1.64	26±2.62					
	B	30±1.81	31±2.31	7.45±0.05	7.33±0.07	41±4.60	60±10.47	40±7.21	36±8.50	28±1.89	31±1.60					
	C	30±1.84	28±1.5	7.42±0.04	7.40±0.14	43±2.66	42±17.23	41±2.56	33±6.05	28±2.93	24±2.26					
	D	29±2.40	28±1.61	7.39±0.05	7.42±0.03	46±3.39	42±5.13	41±6.93	35±5.64	27±2.3	26±1.51					

A : 控制組    B : 氧化亞氮 (N<sub>2</sub>O) , 10 ppm (約 20mg/m<sup>3</sup>)    C : 熱緊迫(H.S., 38°C)    D : H.S.+ N<sub>2</sub>O

表 5. 慢性溫室效應對白色肉雞隻生理影響

		血容比		pH		PCO <sub>2</sub>		PO <sub>2</sub>		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
		緊迫前	緊迫後	緊迫前	緊迫後	緊迫前	緊迫後	緊迫前	緊迫後	緊迫前	緊迫後
2 wk	A	30±2.4	28±1.1	7.37±0.06	7.35±0.05	45±4.5	44±2.4	45±5.4	43±9.3	25±2.5	24±2.7
	B	30±2.4	28±2.4	7.37±0.06	7.34±0.06	45±4.5	45±3.8	45±5.4	41±5.4	25±2.5	23±2.1
	C	30±2.4	28±2.7	7.37±0.06	7.39±0.03	45±4.5	42±2.5	45±5.4	43±5.4	25±2.5	25±1.4
	D	30±2.4	29±1.4	7.37±0.06	7.39±0.07	45±4.5	39±3.1	45±5.4	47±6.6	25±2.5	24±2.2
4 wk	A	29±4	26±2.6	7.31±0.05	7.36±0.06	49±4.1	50±4.7	37±4.5	41±7.6	24±1.2	27±2.1
	B	26±2.3	26±2	7.37±0.04	7.39±0.03	43±3	48±3.6	37±4.5	41±6	25±2.3	29±1.3
	C	27±1.9	26±2.3	7.35±0.05	7.41±0.05	41±3.1	42±4.8	45±5.3	47±5.7	22±1.4	26±1.7
	D	29±1.6	27±1	7.37±0.03	7.4±0.06	46±3.2	44±6.3	41±14.2	43±7.1	26±1.8	28±1.9
6 wk	A	25±2.5	27±3.7	7.40±0.04	7.40±0.02	43±4.5	51±3.1	35±6.3	34±5.9	25±2.1	28±1
	B	29±1.3	28±1.4	7.40±0.03	7.40±0.4	44±3.1	46±4.1	40±3.9	36±1.6	26±1.6	27±0.8
	C	26±2.6	25±2.2	7.36±0.03	7.41±0.07	46±6.9	41±3.6	40±5.7	35±4.7	27±8.9	26±7.9
	D	27±1.1	25±1.1	7.41±0.03	7.43±0.03	39±4.8	38±3.2	45±3.6	40±4.6	24±2.3	25±2.1

A : 控制組 B : 氧化亞氮 (N<sub>2</sub>O) · 10 ppm (約 20mg/m<sup>3</sup>) C : 熱緊迫 (H. S.) · (35°C) D : H.S.+ N<sub>2</sub>O

圖1 肉鴨甲烷排放情形

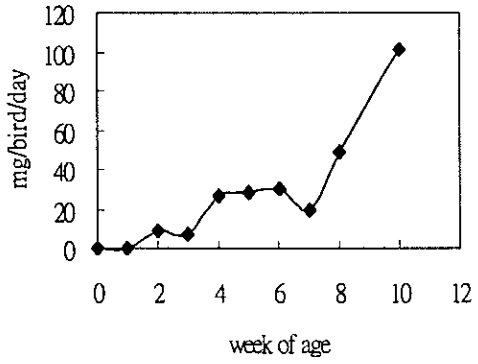
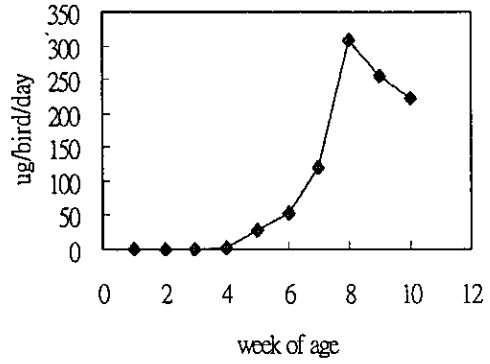
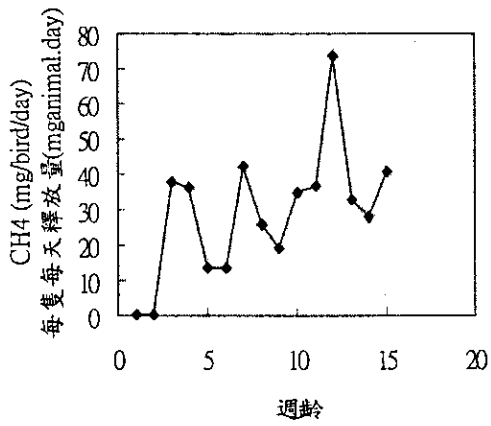


圖2 肉鴨氧化亞氮排放情形



白羅曼鵝甲烷排放情形



白羅曼鵝氧化亞氮排放情形

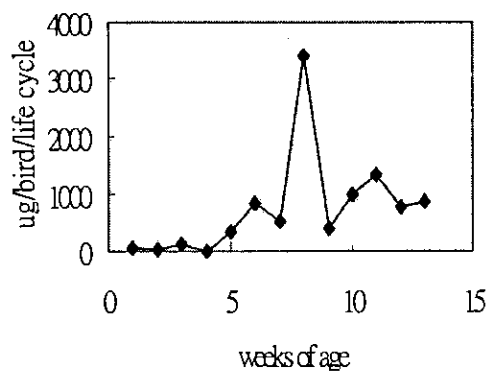




圖 5

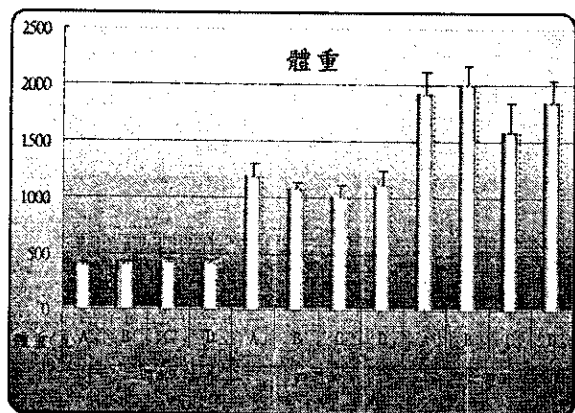


圖 6

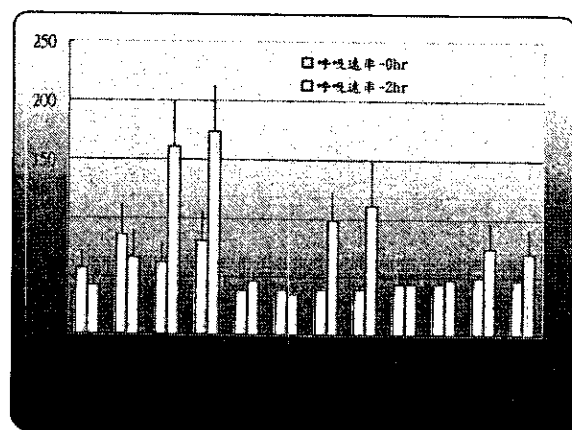


圖 7

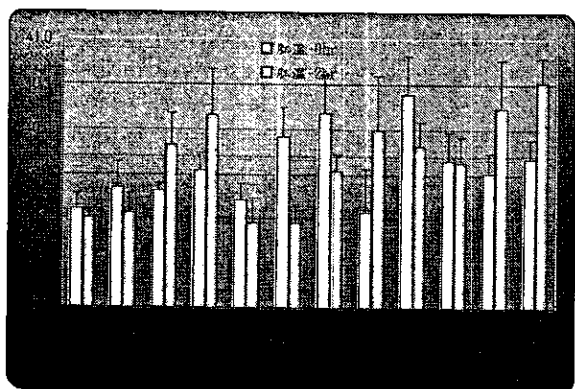


圖 8

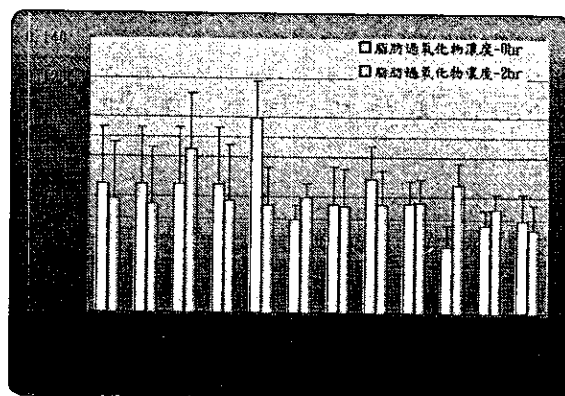


圖 9

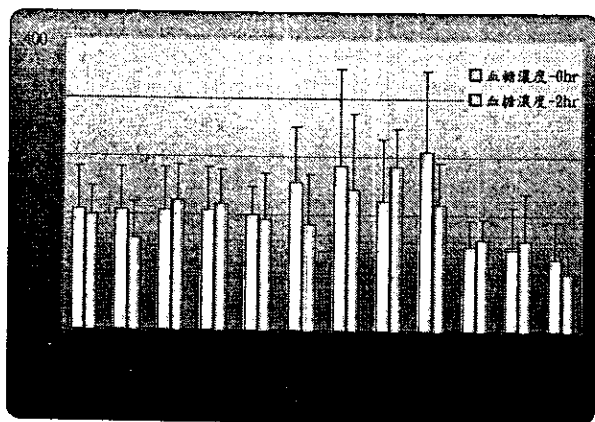


圖 10

