

## 鴨排泄物量及其成分之研究<sup>(1)</sup>

林榮新<sup>(2)</sup> 蘇晉暉<sup>(2)</sup> 李舜榮<sup>(2)</sup> 蘇天明<sup>(3)</sup> 張伸彰<sup>(4)</sup>  
郭猛德<sup>(3)</sup> 黃振芳<sup>(2)(5)</sup>

收件日期：99 年 6 月 10 日；接受日期：100 年 1 月 27 日

### 摘要

本研究旨在探討菜鴨及土番鴨飼糧成分與排泄物理化性狀間的關係，建立鴨隻排泄量基本資料，提供鴨排泄物污染量及廢水處理之基礎數據。試驗一：8 隻菜鴨分別於換羽期及產蛋期各進行兩次的糞便收集。每次連續收集三天，每天上午及下午各收集一次，收集後立即秤重及記錄，並保存於 4℃ 冷藏至樣品全部採集完成，接著將糞便予以混合並進行後續分析。換羽期及產蛋期使用同批鴨隻，試驗期間飼糧與飲水皆採任食，並採樣飼糧進行化學成分分析。試驗二：以 10 週齡之三品種土番鴨及二品種土番鴨各 10 隻為試驗動物，材料及方法與試驗一相同。試驗結果顯示，菜鴨隻日採食量在產蛋期為 145.6 g，顯著地較換羽期的 86.1 g 高，糞便排泄量 273.5 g 較換羽期的 137.1 g 為高 ( $P < 0.05$ )。而糞便含水率 88.3% 亦顯著地高於換羽期糞便的 84.7%。菜鴨換羽期及產蛋期排泄物的 BOD 濃度分別為  $182 \times 10^3$  及  $293 \times 10^3$  mg/L，而 COD 濃度則分別為  $638 \times 10^3$  及  $775 \times 10^3$  mg/L。三品種土番鴨及二品種土番鴨的平均體重分別為 2,497 g 及 3,124 g。三品種土番鴨之採食量為 122.4 g 顯著較二品種土番鴨之 226.2 g 少 ( $P < 0.05$ )，而每日平均排泄物量為 194.2 g 亦較二品種土番鴨之 374.5 g 少 ( $P < 0.05$ )。二品種土番鴨排泄物的 BOD 濃度為  $236 \times 10^3$  mg/L，顯著較三品種土番鴨的  $198 \times 10^3$  mg/L 高 ( $P < 0.05$ )，而 COD 濃度則無顯著差異。綜上結果得知，產蛋期菜鴨的隻日採食量顯著較換羽期多，排泄物的 BOD 及 COD 濃度亦較換羽期高；三品種土番鴨之隻日採食量與排泄物量皆顯著地較二品種土番鴨為少 ( $P < 0.05$ )。本試驗獲致結果，可提供養鴨場設計廢水處理設備之參考。

關鍵詞：鴨、排泄物、理化性狀。

---

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1629 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所宜蘭分所。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所經營組。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所彰化種畜繁殖場。

(5) 通訊作者，E-mail：huangaif@mail.tlri.gov.tw。

## 緒言

畜牧廢棄物經處理再回歸大地滋養作物，合乎生於土而歸於土的自然法則。據調查台灣地區一般耕地土壤有機質含量偏低，有 44.8% 的土壤有機質含量低於 2.0%，而每年所產生的農牧廢棄物數量龐大，包括作物殘株及禽畜糞等估計有 2,034 萬噸以上，其中含有大量生質能源及植物養分，如能妥善利用，回歸土壤，不僅可紓解環境污染問題，並有助於增進土壤生產力（張，1995；張，2002）。

郭（1994）指出，鴨隻飼養於舍內有水池或籠飼採用大量水沖洗，每日每隻產生約 36 L 的鴨糞廢水，水質的 BOD 及 SS 濃度分別為 900 及 1,900 mg/L。Abulreesh *et al.*（2004）觀察野生鴨與鵝出沒的水池（面積 2410 m<sup>2</sup>），其水中大腸桿菌及總細菌數分別為  $8.1 \times 10^2$  cfu/mL 及  $4.7 \times 10^7$  cfu/mL，且水中大腸桿菌及糞鏈球菌的數目，與水禽總數或每單位面積水禽數皆呈正相關。林等（2004）指出，三段式處理系統可以降低養豬廢水中的大腸桿菌數及生菌數，並認為豬場在沒有疫情發生及豬隻健康的前提下，經三段式處理後，放流水不但可沖洗豬舍，同時也可供作豬隻水浴用，以節約用水、減少放流水排放量，並減輕養豬在環保上面臨的壓力與負擔。本研究旨在建立鴨隻排泄量的基本資料，冀作為業者設計廢水處理設備之參數，並提供學術研究之基礎資料，以及法令修訂的參考。

## 材料與方法

### I. 試驗動物及處理

試驗一：使用褐色菜鴨 8 隻，分別於換羽期（8 月份）及產蛋期（11 月份，產蛋率達 90% 以上）進行兩次糞便的收集，兩次採樣的鴨隻為同一批。試驗開始前，試驗鴨隻移至個別籠適應一個月後，進行連續三天的採食量記錄及糞便採集。試驗期間飼糧與飲水皆採任食。每天上午及下午各收集糞便一次，收集後立即秤重及記錄，並置於 4℃ 冷藏至全部樣品採集完成、予以混合均勻後立即秤重，以了解含水率變化，並分別送交財團法人臺灣省農畜發展基金會（BOD 及 COD）、畜產試驗所經營組（總氮及總磷）及營養組（礦物質），進行成分分析。此外，另取約 1 公斤飼糧進行化學成分分析，結果見表 1。

試驗二：分別使用三品種（改鴨♀ x 番鴨♂）與二品種（北京鴨♀ x 番鴨♂）土番鴨各 10 隻。三品種土番鴨於 8 月份進行糞便收集，二品種土番鴨則於 11 月份進行糞便收集。於鴨隻滿 10 週齡時收集排泄物及飼糧進行成分分析，糞便收集流程及分析方法與試驗一相同。

### II. 測定項目與分析方法

#### （i）測定項目

鴨隻飼糧測定項目包括：水分、總氮、總磷、銅、鋅、鐵、錳、鉀、鉛、鎘、鉻、汞。鴨隻排泄物測定項目包括：水分、總氮、總磷、銅、鋅、鐵、錳、鉀、鉛、鎘、鉻、汞、BOD、COD。

#### （ii）分析方法

1. 糞便和飼糧的含水率，以及糞便、尿液，及飼糧中總氮、總磷含量：依照 AOAC（1990）所述方法測定。
2. 糞便及飼糧乾物質中礦物質含量：依照 AOAC（1990）所述方法，以原子吸收光譜儀

(atomic absorption spectrophotometer Z8100, Hitachi) 測定。

3. 糞便的 BOD 及 COD 濃度：鴨糞樣品先經烘乾後，取適量之樣品與蒸餾水混合後，再分別參考行政院環境保護署公告的 NIEA W510.54B (行政院環境保護署環境檢驗所，2000) 及 NIEA W515.54A (行政院環境保護署環境檢驗所，2007) 方法測定。

### III. 統計分析

菜鴨換羽期、產蛋期的採食量、排泄物性狀，及二品種土番鴨、三品種土番鴨的採食量、排泄物性狀的比較，以 SAS 套裝軟體的 t-test 模式進行分析 (SAS, 1999)。

## 結果與討論

本研究所列的飼糧及排泄物成分含量或濃度，皆以乾基表示。菜鴨及土番鴨飼糧的組成及其成分分析結果，如表 1 所示。菜鴨飼糧中的總氮及總磷含量分別為 3.16% 及 1.75%，經鴨隻攝食、消化、吸收後，其在換羽期糞便中的總氮及總磷含量分別為 5.87% 及 4.85%；而在產蛋期糞便中的總氮及總磷含量則為 6.71% 及 4.80% (表 2)。土番鴨飼糧中的總氮及總磷含量分別為 2.55% 及 1.56% (表 1)，經鴨隻攝食、消化、吸收後其排泄出來後的變化，在三品種土番鴨排泄物中的總氮及總磷含量分別為 4.19% 及 5.29%；而在二品種土番鴨排泄物中的總氮及總磷含量分別為 3.86% 及 4.86% (表 3)；由此得知，飼糧的總氮及總磷經鴨隻攝食、消化、吸收後，其排泄物中的總氮及總磷含量反而較飼糧的含量為高。菜鴨飼糧中銅、鋅、鐵、錳、鉛、鎘及鉻的含量分別為 19.35 ppm、163.20 ppm、103.10 ppm、138.00 ppm、0.04 ppm、0.08 ppm 及 4.90 ppm，汞含量為 43.20 ppb，而鉀含量則為 0.87%；換羽期鴨隻糞便中的銅、鋅、鐵、錳、鉛、鎘及鉻的含量分別為 32.92 ppm、651.43 ppm、316.55 ppm、376.32 ppm、0.89 ppm、0.32 ppm 及 7.97 ppm，汞含量為 53.76 ppb，而鉀含量則為 2.33%；由此結果得知，排泄物中金屬元素的含量也有較飼糧中的含量為高的現象。此外，飼糧經產蛋期菜鴨攝食、消化、吸收後，排泄物中的銅、鋅、鐵、錳、鉛、鎘及鉻的含量分別為 73.51 ppm、786.00 ppm、193.55 ppm、483.81 ppm、0.31 ppm、0.31 ppm 及 13.20 ppm，汞含量為 24.42 ppb，鉀含量為 2.36%；由以上結果可發現，除排泄物中汞含量為 24.42 ppb 較飼糧中的汞含量 43.20 ppb 為低外，產蛋期菜鴨排泄物中金屬元素的含量亦皆較飼糧中的含量高 (表 2)；由此可知，排泄物中含有豐富的氮、磷、鉀以及鐵等元素，若製作成堆肥，將可提高土壤地力，並有效地將廢棄物資源化利用。謝等 (2003) 指出，將排泄物製作成堆肥，植物可獲得生長所需的養分，如堆肥中所含的氮、磷、鉀及微量元素等，但堆肥的使用應以符合作物需求為前提，以避免施用過量，致經由逕流及滲漏水而污染地表水及地下水質。

土番鴨飼糧中銅、鋅、鐵、錳、鉛、鎘及鉻的含量分別為 10.90 ppm、139.35 ppm、110.70 ppm、128.80 ppm、0.14 ppm、0.06 ppm 及 4.30 ppm，汞含量為 45.85 ppb，鉀含量為 0.65% (表 1)。然土番鴨飼糧經三品種土番鴨攝食、消化、吸收後，排泄出來的排泄物中的銅、鋅、鐵、錳、鉛、鎘及鉻的含量分別為 45.76 ppm、795.05 ppm、366.60 ppm、488.45 ppm、0.82 ppm、0.27 ppm 及 12.92 ppm，汞含量為 31.24 ppb，鉀含量為 1.91% (表 3)；由此得知，排泄物中汞含量為 31.24 ppb 較飼糧中的汞含量 45.85 ppb 為低外，其餘排泄物中金屬元素的含量則皆較飼糧含量高 (表 3)，此與菜鴨產蛋期的結果相似。相同的飼糧經二品種土番鴨攝食、消化、吸收後，排泄物中的銅、鋅、鐵、錳、鉛、鎘及鉻的含量分別為 55.67 ppm、782.35 ppm、192.33 ppm、513.64 ppm、0.33 ppm、0.22 ppm 及 12.46 ppm，汞含量為 22.65 ppb，鉀含量為 1.93%；由此得知，排泄物中汞含量為 22.65

ppb 顯著較飼糧中的汞含量 45.85 ppb 為低外，排泄物中金屬元素較飼糧中的含量高（表 3）；本試驗結果顯示，鴨隻排泄物中的鋅、鐵、錳、鉛、鎘及鉻等金屬元素含量皆有較飼糧含量為高的情形。林等（2002）指出，鴨隻對銅需求量甚少，在未額外添加的情形下，以玉米—大豆粕為主要原料的飼糧，所含的銅已足以供給鴨隻營養所需，為免鴨隻排泄物製作堆肥後大量重金屬累積，可考慮產蛋期菜鴨的飼糧添加低劑量的銅，甚至不添加。洪等（2000）指出，若能將禽畜堆肥回歸牧草地，不但可以改善土壤質地，增進地力，維持土壤生產力，而且可以減少禽畜排泄物對環境可能造成的污染問題，但對於製作堆肥的禽畜排泄物其品質應該嚴格管制，以免造成土壤的二次污染。

菜鴨換羽期及產蛋期的平均體重相近，分別為 1,162 g 及 1,270 g 菜鴨隻日採食量在產蛋期的 145.6 g 顯著較換羽期的 86.1 g 多（ $P < 0.05$ ），而菜鴨產蛋期之採食量較高的可能原因有二，其一為試驗的季節，由於菜鴨換羽期的試驗季節在 8 月份，此時屬於熱季，氣候炎熱而影響到換羽期鴨隻的食慾所致。而菜鴨產蛋期的試驗季節在 11 月份，此時氣候較為涼爽而促進產蛋期鴨隻的食慾，因此產蛋期的鴨隻其採食量顯著較換羽期的鴨隻多（表 2）。其二為產蛋期所需營養分較高，故其採食量亦較多。莊及夏（2009）指出，菜鴨飼養在 30℃ 的高溫組其採食量顯著低於 20℃ 的低溫組。林等（2006）指出，水簾式鴨舍組隻日平均採食量為 167.1 g，而傳統式鴨舍組隻日平均採食量為 162.5 g，水簾式鴨舍組比傳統式鴨舍組超出 2.7%（ $P < 0.05$ ），且發現水簾式鴨舍組在夏季菜鴨飼養上，具有提升產蛋率及降低死亡率的效果。黃等（2009）指出，菜鴨飼養在 32℃ 的處理組其採食量、產蛋率、蛋重以及蛋殼厚度皆顯著較飼養在 22℃ 與 12℃ 的處理組為低。Hagen and Heath（1976）指出，北京鴨最適溫度為 10-15℃；如氣溫超過 25℃ 時鴨隻會有喘氣現象（panting），當北京鴨飼養在 29℃ 氣溫下，其增重較飼養於 18.3℃ 時減少 30%（Bonverot *et al.*, 1974）。綜合以上所述，在高溫環境下除了會影響鴨隻採食量外，亦會影響其生產性能。

林等（1996）指出，鴨隻排泄量因品種不同和個體大小而異，再者飼料採食量及飼料組成的不同，其排泄量及理化性狀亦有別。菜鴨隻日採食量在產蛋期為 145.6 g 顯著較換羽期的 86.1 g 多，其排泄量 273.5 g 亦顯著較換羽期菜鴨的 137.1 g 高（ $P < 0.05$ ）；由此可知，產蛋期菜鴨其採食量較多，產生的排泄量亦會較多（表 2）。產蛋期菜鴨的排泄物含水率為 88.3%，顯著地較換羽期菜鴨的 84.7% 高（ $P < 0.05$ ）（表 2）。產蛋期菜鴨的排泄物含水率顯著地較換羽期菜鴨高，究其因，可能是產蛋鴨之營養需求較高因此其採食量增多，故其飲水量亦會增加所致。林等（1996）指出，菜鴨排泄物的平均含水率為 86.1%，由此得知，本試驗的結果與之相似。換羽期及產蛋期菜鴨的排泄物總氮含量則分別為 5.87% 及 6.71%，總磷含量則分別為 4.85% 及 4.80%，此兩時期的排泄物中總氮及總磷含量相當接近（表 3）。

菜鴨排泄物的生化需氧量（BOD）與化學需氧量（COD）濃度，如表 2 所示。換羽期及產蛋期菜鴨排泄物的 BOD 濃度分別為  $182 \times 10^3$  及  $293 \times 10^3$  mg/L，而排泄物的 COD 濃度則為  $638 \times 10^3$  及  $775 \times 10^3$  mg/L；由此可知，產蛋期菜鴨其採食量顯著較換羽期菜鴨為多，排泄物的 BOD 及 COD 濃度亦有較大的趨勢；究其因，可能是產蛋期鴨隻為應產蛋所需故營養需求較高，致其採食量也比換羽期相對較多。林等（1996）指出，新鮮鴨糞的 COD 濃度為  $111 \times 10^3$  mg/L，明顯比本試驗的結果為少，主要是由於本試驗係採乾基計所致；本試驗若以新鮮鴨糞計，推算換羽期與產蛋期菜鴨排泄物的 COD 濃度分別約為 98 與  $91 \times 10^3$  mg/L，與林等（1996）所得數據相近。胡（2005）測得鵝隻的隻日糞便排泄量約在 454 – 478 g；於有水池的場所飼養，其排泄物在水池中被稀釋後，測得原廢水的 BOD、COD、SS 濃度分別為 455、758、312 mg/L，故鵝場廢水也必須經處理才能排放。產蛋期菜鴨的糞尿中所含的 BOD / COD 比值為 0.38 顯著較換羽期菜鴨 0.28 高（ $P < 0.05$ ）。林等（2009）指出，畜試土雞及來亨雞約 0.2，紅羽土雞約 0.1，BOD / COD 的比值可作為生物可

分解性的參考，比值越大越容易分解。由於產蛋期菜鴨的糞尿中所含的 BOD / COD 比值為 0.38，數值明顯較上述雞隻為大，顯示相較於雞糞，鴨糞在堆肥化過程中更容易被微生物所分解。

三品種土番鴨及二品種土番鴨的平均體重分別為 2,497 g 及 3,124 g，其隻日平均採食量分別為 122.4 g 及 226.2 g，每日平均排泄物量則分別為 194.2 g 及 374.5 g（表 3）。因三品種土番鴨的體型較二品種土番鴨小，故其採食量及排泄物亦較少。此外，氣候亦可能造成採食量差異，因三品種土番鴨的試驗季節在 8 月份，氣候炎熱可能影響三品種土番鴨的食慾；而二品種土番鴨的試驗季節在 11 月份，此時氣候較涼爽而促進二品種土番鴨的食慾。賴等（2003）指出，宜蘭縣蘇澳地區 6–8 月的氣溫最高 33.8℃，最低 24.4℃，平均 28.2℃，相對濕度平均高達 80%，除了高溫會影響土番鴨的生長性能外，高濕度對鴨隻生長性能的影響可能更加嚴重。三品種土番鴨排泄物的平均含水率為 88.7%，顯著較二品種土番鴨的 87.2% 高（ $P < 0.05$ ），二品種土番鴨的 BOD 濃度為  $236 \times 10^3$  mg/L，則較三品種土番鴨的  $198 \times 10^3$  mg/L 為高（ $P < 0.05$ ），但排泄物的 COD 濃度分別為  $800 \times 10^3$  及  $875 \times 10^3$  mg/L，兩者間無顯著差異（表 3）。洪（1999）指出，豬隻糞尿排泄量的多寡或其理化性狀的分析值，研究結果差異頗大；原因可能與飼糧組成、品質和餵飼方式有關。洪（1987）指出，考慮台灣地區的地理位置及養鴨的實際環境條件及鴨農以大量的水清洗鴨舍的習性等因素，鴨場廢水的處理建議以厭氣處理為主，再輔以好氣處理，使能符合放流水標準。

菜鴨和土番鴨每隻每日的平均乾物質攝入量、糞便排泄量，以及氮、磷、鉀與金屬元素的蓄積量，如表 4 所示。在換羽期及產蛋期菜鴨部分，產蛋期菜鴨隻日攝入飼糧乾物質、以及氮、磷、鉀的隻日攝入量皆顯著地較換羽期為多，除了錳和汞兩者相近外，金屬元素的隻日攝入量也比換羽期為多（ $P < 0.05$ ）；排泄量方面，除了鐵的隻日排泄量兩者相近外，產蛋期菜鴨糞便乾物質、氮、磷、鉀、銅、鋅、錳、鎘、BOD 和 COD 等的隻日排泄量皆較換羽期為多（ $P < 0.05$ ），而鉛和汞的隻日排泄量則較換羽期為少（ $P < 0.05$ ）。在三品種及二品種土番鴨方面，二品種土番鴨隻日攝入飼糧乾物質、以及氮、磷、鉀的隻日攝入量皆顯著地較三品種土番鴨為多，除了鋅和汞兩者相近外，銅、鐵、錳和鉻等金屬元素的隻日攝入量也比三品種土番鴨為多（ $P < 0.05$ ），而鉛和鎘的隻日攝入量則顯著較三品種土番鴨為少；排泄量方面，除了鐵和鉛的隻日排泄量兩者相近外，二品種土番鴨糞便乾物質、氮、磷、鉀、銅、鋅、鐵、錳、鎘、鉻、汞、BOD 和 COD 等的隻日排泄量，皆較三品種土番鴨為多（ $P < 0.05$ ）。不論換羽期菜鴨、產蛋期菜鴨、三品種及二品種土番鴨，在試驗期間其隻日攝入量和排泄量之間，皆有部分金屬元素呈負平衡現象，惟皆屬微量，推測係由於原蓄積於鴨隻體內者，在試驗期間排泄所致。鉛、鎘、鉻及汞非屬鴨隻營養所需，一般餵飼鴨隻的商業飼糧及本試驗飼糧中皆未添加，惟本試驗使用之飼糧經化學分析檢出微量，推測源自原料組成中的磷酸二鈣及碳酸鈣（蘇等，2009）。再者，肥料種類品目及規格（農糧署，2010）規定，從民國 99 年開始鉛、鎘、鉻及汞等有害成分在畜禽糞堆肥（品目編號 5–09）中的含量，分別不得超過 150 mg/kg、2.0 mg/kg、150 mg/kg 及 1.0 mg/kg，此亦暗示在正常飼養的情況下，畜禽排泄物中確實有上述金屬元素微量存在。

表 1. 試驗飼糧組成及其成分分析

Table 1. The composition of basal diets and their analyzed values

Ingredients ( kg )	Laying duck	Mule duck
Yellow corn	499.35	519.40
Soybean meal, 44%	270.00	100.00
Wheat bran	65.00	100.00
Barley	-----	200.00
Yeast	20.00	20.00
Rice hull	-----	24.00
Limestone, pulverized	66.00	16.00
Dicalcium phosphate	15.00	15.00
Fish meal	33.00	-----
Choline chloride, 50%	0.80	0.80
Salt	4.00	3.00
Soybean oil	25.00	-----
Lysine	0.03	-----
DL-Methionine	0.50	0.50
Carophyll Red®	0.02	-----
Vitamin premix <sup>a</sup>	1.00	1.00
Mineral premix <sup>b</sup>	0.30	0.30
Total	1000.00	1000.00
Analyzed values		
Moisture, %	9.51	10.05
Dry matter basis		
Nitrogen, %	3.16	2.55
Phosphorus, %	1.75	1.56
K, %	0.87	0.65
Cu, ppm	19.35	10.90
Zn, ppm	163.20	139.35
Fe, ppm	103.10	110.70
Mn, ppm	138.00	128.80
Pb, ppm	0.04	0.14
Cd, ppm	0.08	0.06
Cr, ppm	4.90	4.30
Hg, ppb	43.20	45.85

<sup>a</sup> Supplied per kilogram of diet: Vitamin A, 15,000 IU; Vitamin D, 3,000 IU; Vitamin E, 22.5 mg; Vitamin K, 6 mg; Thiamin, 3 mg; Riboflavin, 9 mg; Pyridoxin, 6 mg; Vitamin B<sub>12</sub>, 0.03 mg; Ca-pantothenate, 18 mg; Niacin, 60 mg; Biotin, 0.03 mg; Folic acid, 1.5 mg.

<sup>b</sup> Supplied per kilogram of diet: Fe, 90 mg; Mn, 100 mg; Zn, 90 mg; Cu, 15 mg; Se, 0.15 mg; I, 1 mg; Co, 0.25 mg.

表 2. 菜鴨採食量、排泄物量及其成分分析

Table 2. The quantity of feed intake and excreta and the analyzed values of excreta from Tsaiya ducks <sup>a</sup>

Traits	Molting	Laying	Significance <sup>b</sup>
Feed intake, g/day	86.10 ± 8.80	145.60 ± 8.50	*
Excreta, g/day	137.10 ± 8.90	273.50 ± 7.80	*
Dry matter of excreta, %	15.30 ± 0.60	11.70 ± 0.60	*
Moisture of excreta, %	84.70 ± 0.60	88.30 ± 0.60	*
Dry matter basis			
Nitrogen, %	5.87 ± 0.25	6.71 ± 0.31	NS
Phosphorus, %	4.85 ± 0.13	4.80 ± 0.17	NS
K, %	2.33 ± 0.07	2.36 ± 0.08	NS
Cu, ppm	32.92 ± 1.43	73.51 ± 2.43	*
Zn, ppm	651.43 ± 15.53	786.00 ± 24.90	*
Fe, ppm	316.55 ± 52.93	193.55 ± 32.34	NS
Mn, ppm	376.32 ± 5.54	483.81 ± 14.50	*
Pb, ppm	0.89 ± 0.15	0.31 ± 0.07	*
Cd, ppm	0.32 ± 0.01	0.31 ± 0.02	NS
Cr, ppm	7.97 ± 2.19	13.20 ± 0.45	*
Hg, ppb	53.76 ± 2.31	24.42 ± 1.52	*
BOD, ×10 <sup>3</sup> mg/L	182.00 ± 6.00	293.00 ± 22.00	*
COD, ×10 <sup>3</sup> mg/L	638.00 ± 16.00	775.00 ± 63.00	NS
BOD/COD ratio	0.28 ± 0.01	0.38 ± 0.01	*

<sup>a</sup> means ± SE.<sup>b</sup> NS: P > 0.05, \*: P < 0.05.

表 3. 土番鴨採食量、排泄物量及其成分分析

Table 3. The quantity of feed intake, excreta and the analyzed values of excreta from mule ducks <sup>a</sup>

Traits	Three-way crossed	Two-way crossed	Significance <sup>b</sup>
Feed intake, g/day	122.4.0 ± 12.90	226.20 ± 21.90	*
Excreta, g/day	194.2.0 ± 25.40	374.50 ± 32.10	*
Dry matter of excreta, %	11.3.0 ± 0.30	12.80 ± 0.30	*
Moisture of excreta, %	88.7.0 ± 0.30	87.20 ± 0.30	*
Dry matter basis			
Nitrogen, %	4.19 ± 0.23	3.86 ± 0.19	NS
Phosphorus, %	5.29 ± 0.11	4.86 ± 0.10	*
K, %	1.91 ± 0.05	1.93 ± 0.05	NS
Cu, ppm	45.76 ± 3.31	55.67 ± 1.25	*
Zn, ppm	795.05 ± 27.15	782.35 ± 14.21	NS
Fe, ppm	366.60 ± 56.00	192.33 ± 18.42	*
Mn, ppm	488.45 ± 9.31	513.64 ± 6.39	*
Pb, ppm	0.82 ± 0.47	0.33 ± 0.09	NS
Cd, ppm	0.27 ± 0.01	0.22 ± 0.01	*
Cr, ppm	12.92 ± 0.69	12.46 ± 0.29	NS
Hg, ppb	31.24 ± 0.65	22.65 ± 1.89	NS
BOD, ×10 <sup>3</sup> mg/L	198.00 ± 10.00	236.00 ± 11.00	*
COD, ×10 <sup>3</sup> mg/L	875.00 ± 40.00	800.00 ± 23.00	NS
BOD/COD ratio	0.23 ± 0.01	0.30 ± 0.01	*

<sup>a</sup> means ± SE.<sup>b</sup> NS: P > 0.05, \*: P < 0.05.



表 4. 菜鴨及土番鴨隻日攝入量、排泄物量及蓄積量

Table 4. The quantity of daily intake, output and retention per bird in Tsaiya and mule ducks

Traits	Tsaiya duck		SE	Mule duck		SE
	Molting	Laying		Three-way crossed	Two-way crossed	
Intake						
Feed <sup>*</sup> , g	77.70 <sup>b</sup>	131.6 <sup>a</sup>	7.80	110.20 <sup>b</sup>	203.0 <sup>a</sup>	16.20
TN, g	2.71 <sup>b</sup>	3.73 <sup>a</sup>	0.25	2.90 <sup>b</sup>	5.03 <sup>a</sup>	0.41
TP, g	1.31 <sup>b</sup>	2.38 <sup>a</sup>	0.14	1.67 <sup>b</sup>	3.27 <sup>a</sup>	0.26
K, g	0.68 <sup>b</sup>	1.13 <sup>a</sup>	0.07	0.73 <sup>b</sup>	1.30 <sup>a</sup>	0.10
Cu, mg	0.91 <sup>b</sup>	2.55 <sup>a</sup>	0.12	1.09 <sup>b</sup>	2.42 <sup>a</sup>	0.19
Zn, mg	13.81 <sup>b</sup>	19.58 <sup>a</sup>	1.28	15.18	20.51	1.81
Fe, mg	6.40 <sup>b</sup>	16.30 <sup>a</sup>	0.82	8.85 <sup>b</sup>	28.64 <sup>a</sup>	2.07
Mn, mg	12.59	15.01	1.10	14.76 <sup>b</sup>	27.15 <sup>a</sup>	2.16
Pb, µg	2.33 <sup>b</sup>	6.58 <sup>a</sup>	0.32	25.36 <sup>a</sup>	1.22 <sup>b</sup>	1.90
Cd, µg	5.44 <sup>b</sup>	11.84 <sup>a</sup>	0.63	8.82 <sup>a</sup>	1.02 <sup>b</sup>	0.66
Cr, mg	0.39 <sup>b</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.04	0.46 <sup>b</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.07
Hg, µg	4.41	3.91	0.36	6.83	6.05	0.66
Output						
Feces <sup>*</sup> , g	20.70 <sup>b</sup>	32.2 <sup>a</sup>	1.70	21.8 <sup>b</sup>	48.0 <sup>a</sup>	3.60
TN, g	1.24 <sup>b</sup>	2.15 <sup>a</sup>	0.13	0.92 <sup>b</sup>	1.89 <sup>a</sup>	0.20
TP, g	1.00 <sup>b</sup>	1.54 <sup>a</sup>	0.08	1.14 <sup>b</sup>	2.36 <sup>a</sup>	0.19
K, g	0.48 <sup>b</sup>	0.76 <sup>a</sup>	0.05	0.41 <sup>b</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.07
Cu, mg	0.68 <sup>b</sup>	2.36 <sup>a</sup>	0.11	0.98 <sup>b</sup>	2.65 <sup>a</sup>	0.17
Zn, mg	13.42 <sup>b</sup>	25.13 <sup>a</sup>	1.06	16.88 <sup>b</sup>	37.26 <sup>a</sup>	2.53
Fe, mg	6.77	6.46	1.37	7.90	9.20	1.48
Mn, mg	7.77 <sup>b</sup>	15.44 <sup>a</sup>	0.61	10.53 <sup>b</sup>	24.70 <sup>a</sup>	1.84
Pb, µg	17.70 <sup>a</sup>	9.72 <sup>b</sup>	2.39	17.55	18.15	8.86
Cd, µg	6.47 <sup>b</sup>	9.80 <sup>a</sup>	0.56	5.77 <sup>b</sup>	10.38 <sup>a</sup>	0.78
Cr, mg	0.16 <sup>b</sup>	0.43 <sup>a</sup>	0.04	0.28 <sup>b</sup>	0.60 <sup>a</sup>	0.05
Hg, µg	1.11 <sup>a</sup>	0.77 <sup>b</sup>	0.05	0.59 <sup>b</sup>	1.06 <sup>a</sup>	0.13
BOD, g	3.76 <sup>b</sup>	9.45 <sup>a</sup>	0.63	4.23 <sup>b</sup>	11.56 <sup>a</sup>	1.01
COD, g	13.19 <sup>b</sup>	24.85 <sup>a</sup>	1.67	18.46 <sup>b</sup>	39.03 <sup>a</sup>	3.51
Retention						
TN, g	1.48	1.58	0.24	1.98 <sup>b</sup>	3.14 <sup>a</sup>	0.25
TP, g	0.31 <sup>b</sup>	0.84 <sup>a</sup>	0.13	0.53 <sup>b</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.11
K, g	0.20 <sup>b</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.06	0.32	0.37	0.06
Cu, mg	0.23	0.19	0.08	0.12	-0.22	0.12
Zn, mg	0.38 <sup>a</sup>	-5.55 <sup>b</sup>	1.11	-1.70 <sup>a</sup>	-16.75 <sup>b</sup>	1.25
Fe, mg	-0.37 <sup>b</sup>	9.84 <sup>a</sup>	1.12	0.94 <sup>b</sup>	19.44 <sup>a</sup>	1.79
Mn, mg	4.82 <sup>a</sup>	-0.43	0.89	4.23	2.45	0.83
Pb, µg	-15.37 <sup>b</sup>	-3.14 <sup>a</sup>	2.56	7.81	-16.93	8.91
Cd, µg	-1.03 <sup>b</sup>	2.04 <sup>a</sup>	0.84	3.05 <sup>a</sup>	-9.36 <sup>b</sup>	0.68
Cr, mg	0.23	0.21	0.04	0.18 <sup>b</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.03
Hg, µg	3.30	3.14	0.36	6.24	5.00	0.65

\*dry matter basis.

<sup>a, b</sup> Means within the same row and within the same breed without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 誌謝

本試驗承蒙行政院農業委員會經費補助（96 農科-10.1.1-畜-L2），與本分所林連宗先生、曾萬來先生、陳麗晴小姐、鐘欣婷小姐、張喬茵小姐協助動物試驗進行，以及財團法人臺灣省農畜發展基金會、畜產試驗所經營組與營養組同仁協助分析糞尿中 BOD 和 COD 含量，飼料與糞尿中總氮、總磷含量，以及飼料與糞尿中礦物質含量，謹誌謝忱。

## 參考文獻

- 行政院環境保護署環境檢驗所。2000。水中生化需氧量檢測方法，<http://www.niea.gov.tw/niea/WATER/W51054B.htm>，中華民國 89 年 11 月 15 日公告，97 年 4 月 20 日下載。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2007。水中化學需氧量檢測方法-重鉻酸鉀迴流法，<http://www.niea.gov.tw/niea/WATER/W51554A.htm>，中華民國 96 年 8 月 1 日公告，97 年 4 月 20 日下載。
- 行政院農業委員會農糧署。2010。肥料種類品目及規格，[http://www.afa.gov.tw/laws\\_index.asp?CatID=228](http://www.afa.gov.tw/laws_index.asp?CatID=228)，中華民國 99 年 7 月 29 日公告修正，99 年 12 月 28 日下載。
- 林金鳳、龍沙平、鄭瑞基、張嘉豐。2004。三段式處理水長期循環利用對生長豬之影響。畜產研究 37（3）：267-273。
- 林誠一、洪嘉謨、郭猛德、黃加成、潘金木、賴銘癸。1996。鴨廢棄資源處理手冊。台灣省畜產試驗所，台南縣。
- 林誠一、馮澤仁、黃振芳、賴銘癸、黃加成。2002。飼糧中銅添加量對菜鴨蛋及糞便銅含量之影響。畜產研究 35（4）：367-374。
- 林誠一、黃振芳、胡怡浩、林榮新、陳明源、李舜榮。2006。水簾式與傳統式鴨舍對熱季菜鴨產蛋性能之影響。畜產研究 39（3）：175-182。
- 林義福、施柏齡、林茂荃、劉曉龍。2009。雞排泄物量及其成分含量之研究。畜產研究 42（4）：291-298。
- 洪國源、許福星、盧啓信。2000。施用牛糞及豬糞堆肥對狼尾草產量、品質及土壤地力之影響。畜產研究 33（1）：84-94。
- 洪嘉謨。1987。鴨排泄物處理之研究：鴨糞厭氣發酵處理。畜產研究 20（1）：1-14。
- 洪嘉謨。1999。跨世紀養豬排泄廢棄資源處理技術。台灣省畜產試驗所，台南縣。
- 胡見龍。2006。行政院農業委員會畜產試驗所九十五年度科技計畫。畜產試驗所。台南縣。
- 郭猛德。1994。家禽排泄物處理推廣手冊。台灣省畜產試驗所，台南縣。P.24。
- 莊雅淳、夏良宙。2009。環境溫度對菜鴨生長性能之影響。中畜會誌 38（增刊）：179。
- 黃振芳、蘇晉暉、鄭穹翔、魏恒巍、蘇和平、林佳靜、林榮新。2009。環境溫度對菜鴨生產性能及蛋品質之影響。中畜會誌 38（增刊）：281。
- 張定偉。2002。養牛場廢水施灌狼尾草對牧草產量品質及土壤性質之影響。畜產研究 35（3）：187-203。
- 張淑賢。1995。有機資材利用之試驗研究現況與展望。台灣省農業試驗所特刊第 50 號。pp.1-14。
- 賴銘癸、黃振芳、林誠一、林榮新。2003。飼糧中添加抗壞血酸對夏季土番鴨生長性能及屠體組成之影響。畜產研究 36（4）：283-290。

- 謝昭賢、程梅萍、蕭庭訓、郭猛德。2003。家畜禽糞堆肥對盤固草試區逕流水質之影響。畜產研究 36 (3): 203-212。
- 蘇天明、李免蓮、吳遵文、蕭庭訓、李恒夫、廖宗文、郭猛德。2009。不同體重肉豬糞尿排泄量及其成分調查。中畜會誌 38 (2): 97-107。
- Abulreesh, H. H., T. A. Paget and R. Goulder. 2004. Waterfowl and the bacteriological quality of amenity ponds. J. Water Health 2:183-189.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. of Offic. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Bouverot, P., B. Hildwein and D. LeGoff. 1974. Evaporative water loss, respiratory pattern, gas exchange and acid-base balance during thermal panting in Pekin ducks exposed to moderate heat. Resp. Physiol. 21: 255-269.
- Hagen, A. A. and J. E. Heath. 1976. Metabolic responses of white Pekin duck to ambient temperature. Poult. Sci. 55: 1899-1906.

## A survey of duck excreta: quantity and composition <sup>(1)</sup>

Jung-Hsin Lin<sup>(2)</sup> Chin-Hui Su<sup>(2)</sup> Shuen-Rong Lee<sup>(2)</sup>

Tein-Ming Su<sup>(3)</sup> Shen-Chang Chang<sup>(4)</sup> Meeng -Der Koh<sup>(3)</sup>

and Jeng-Fang Huang<sup>(2)(5)</sup>

Received : Jun. 10, 2010 ; Accepted : Jan. 27, 2011

### Abstract

The aim of this study was to investigate the relationship between the composition of diets and the physio-chemical traits in excreta from Tsaiya and mule ducks. Establishment of the database for duck excreta can further provide a reference for the studies of excreta and wastewater pollution in ducks. Experiment 1: excreta from eight laying Tsaiya ducks were collected twice a day for three continuous days in laying period and molting period, respectively. For each day, excreta was collected in the morning and in the afternoon, then weighted and recorded immediately. Samples were kept at 4°C until all collection finished, then all samples were mixed for analysis. The ducks employed in molting period and laying period were the same. Diets and water were provided *ad libitum*. Besides, the diets were collected for common analysis. Experiment 2: ten three-way crossbred and two-way crossbred mule ducks were used at 10 weeks old for collection of excreta using the same procedure as in the Experiment 1. The results indicated that feed intake of Tsaiya ducks at laying period was significant higher than that in molting period (145.6 g vs. 86.1 g,  $P < 0.05$ ). The ducks in laying period also had a heavier weight of excreta (273.5 g vs. 137.1 g,  $P < 0.05$ ). The excreta from Tsaiya ducks in laying period had more moisture than in molting period (88.3% vs. 84.7%,  $P < 0.05$ ). The BOD concentration of excreta from Tsaiya ducks in molting and laying period were  $182 \times 10^3$  and  $293 \times 10^3$  mg/L, respectively, and the COD concentration were  $638 \times 10^3$  and  $775 \times 10^3$  mg/L, respectively. The body weight of the three and two-way crossed mule ducks were 2,497 g and 3,124 g, and there was a lower feed intake in three-way crossed mule (122.4 g) duck than two-way crossed mule duck (226.2 g) ( $P < 0.05$ ). The three-way crossed mule duck had a significant lower excreta weight (194.2 g) than two-way crossed mule duck (374.5 g). Taken together, the Tsaiya ducks in laying period had higher feed intake, weight of excreta, BOD and COD concentrations than those in molting period. The BOD concentrations of excreta from two-way crossbred mule ducks were higher significantly than those from three-way crossbred ( $236 \times 10^3$  vs.  $198 \times 10^3$  mg/L,  $P < 0.05$ ). However, the COD values didn't differ significantly ( $P > 0.05$ ). Therefore, the feed intake of Tsaiya duck in the laying period was significantly higher than that in the molting period, thereby giving rise to higher excreta BOD and COD in the laying period as well. And there were lower feed intake and excreta in three-way crossed mule ducks than two-way crossed ones significantly

( $P < 0.05$ ). These findings would provide references for designing of wastewater treatment facility in duck houses.

Key words : Duck, Excreta, Physio-chemical traits.

- 
- ( 1 ) Contribution No.1629 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.
  - ( 2 ) Ilan Branch , COA-LRI, Ilan 268, Taiwan, R.O.C.
  - ( 3 ) Livestock Management Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.
  - ( 4 ) Changhua Animal Propagation Station, COA-LRI, Changhua, Taiwan, R.O.C.
  - ( 5 ) Corresponding author. E-mail: [huangajf@mail.tlri.gov.tw](mailto:huangajf@mail.tlri.gov.tw)

