褐色菜鴨殘差飼料採食量之遺傳參數估算[1]

劉秀洲[2] 杜宗哲[3] Christel Marie-Etancelin[4] 李淵百[3]
黃振芳[2] 陳志峰[3][5]

收件日期：100 年 6 月 1 日；接受日期：100 年 12 月 22 日

摘要

本試驗旨在估算褐色菜鴨產蛋期間各週齡之殘差飼料採食量，並分析為期不同週數的檢定期與全檢定期間殘差飼料採食量之相關程度，以作為改進褐色菜鴨飼料轉換率之選拔依據。褐色菜鴨檢定族群雛鴨於12週齡上籠，並於22至52週齡進行各週飼料採食量、蛋產量、體重及體重變化檢定。週平均飼料採食量、週平均產蛋量、週平均飼料轉換率、週平均體重、週平均體重變化分別為894 ± 192 g、398 ± 100 g、2.56 ± 1.49 g、1276 ± 133 g及-2 ± 46 g。結果顯示，以四週為檢定期之殘差飼料採食量與檢定全期者間表型相關達0.90，高於為期一、二週檢定期之0.79及0.85。而四週為檢定期之殘差飼料採食量與檢定全期者間之遺傳相關介於0.93至1之間，其遺傳率則介於0.3至0.43之間，顯示產蛋鴨之殘差飼料採食量性狀係屬中等遺傳率者，預期針對殘差飼料採食量性狀之遺傳選拔應屬有效者。後續族群將於34至37週齡進行殘差飼糧採食量相關性狀檢定，數代後再進行相關選拔效率評估。

關鍵詞：褐色菜鴨、飼料殘差採食量、飼料轉換率。

緒言

褐色菜鴨為台灣優良之蛋鴨品種，體型小、產蛋多、蛋重大，且蛋殼堅固，不但為我國食蛋之重要來源之一，亦為加工蛋（皮蛋、鹹蛋）之主要來源。飼料約佔家禽生產的 60%以上的成本支出，所以只要增加飼料轉換率（feed conversion ratio; FCR）、降低飼料浪費皆可立即降低飼養成本，增加農民之經營效益。有關飼料轉換率的測定及選拔，係一耗費時間、人力及財力的工作；傳統模式係藉由針

---

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1723 號。
(2) 行政院農業委員會畜產試驗所宜蘭分所。
(3) 國立中興大學動物科學系。
(4) National Institute of Agricultural Research, SAGA, Toulouse, France
(5) 通訊作者，E-mail: cfchen@dragon.nchu.edu.tw。

對蛋產量及體重選拔，以獲得與飼料轉換率相關的反應數據，進而改進飼料轉換率（Lutting, 1990）。1990年後，部分學者在選拔工作中導入飼料消耗量的數據或包含飼料消耗量計算所得之參數，據稱能進一步增加選拔效率。而殘差飼料採食量（residual feed consumption; RFC）的測定工作早在1941年由馬里蘭大學的Byerly所提出（Byerly, 1941 as cited in Bordas and Minvielle, 1999)，在預測工具中，體重、產蛋重量、體重變化是最常運用於線性迴歸預測採食量的因子。由多次迴歸方程式估算所得預期採食量，與實際採食量間的差值即為殘差飼料採食量（Koch *et al*., 1963; Bordas and Mérat, 1981），動物的飼料採食量與生產、維持的能量需要及體組成分的改變等參數有密切相關。就產蛋鴨隻而言，這些參數與產蛋數、體重有密切相關，也可能與體重的改變量集體組成分有關（Byerly *et al*., 1980; Chen *et al*., 2008; Marie-Etancelin *et al*., 2008），亦即高殘差飼料採食量（R+）的動物，其飼料轉換率較低殘差飼料採食量者（R-）為差。而雞隻殘差飼料採食量性狀在諸多的研究顯示係屬於高遺傳變異率者（0.4－0.5, Lutting and Urff, 1991）。洛島紅雞隻在經歷長期之飼料殘差雙向選拔後，高飼料量採食品系（R+）與低飼料量採食品系（R-）間，在32－36週齡之殘差飼料採食量及飼料總消耗量等性狀呈現顯著性差異（Bordas *et al*., 1992, 1996）。殘差飼料消耗量與蛋產量（egg mass）、產蛋數、蛋重及體重均無顯著相關，而與飼料採食量之遺傳相關則高達0.5。為進行飼料轉換率選拔，首先需測定期間鴨隻的體重增加程度，其次需測定個體（或具親屬關係之群體）之飼料消耗量；多數試驗結果顯示個體檢定方式對於利用育種改善飼料轉換率是一個較佳的方式（Klemm *et al*., 1994）。確定一個適當的測試期間，是了解性狀表現測試的必要手段之一；在北京鴨的試驗結果顯示，如果針對飼料轉換率性狀進行選拔，測試期間應涵括肥育期間的最後一週（通常為第7週）；若有足夠的個別測試籠，足以容納較多數目的測試鴨隻，則其測試期間可以適量縮短（Klemm *et al*., 1994）一般而言，針對飼料轉換率進行選拔，並未建立所謂對照族群，而多以雙向選拔方式（divergent selection）為之，藉由多代選拔資料，了解經選拔後對於其他生產性狀之影響。至於褐色菜鴨之飼料轉換率選拔部分文獻闕如，故本試驗針對各週齡個體之飼料消耗量、產蛋數等性狀資料進行收集，估算褐色菜鴨產蛋期間各週齡之殘差飼料採食量，並分析不同週數檢定期與全檢定期間之相關程度，以作為改進褐色菜鴨飼料轉換率之選拔依據。

材料與方法

I. 試驗動物

選留本分所繁殖孵化之褐色菜鴨雛鴨，0－3週間在育雛舍內以紅外線燈泡保溫飼養，3週後移至平飼高床鴨舍育成，並於12週齡逢機選取正常鴨隻上籠檢定。飼料及飲水皆採任飼，0－8週齡餵飼鴨群含粗蛋白質19%，代謝能2900 kcal/kg之育雛料，8週至初產前餵飼鴨群含粗蛋白質14%，代謝能2800 kcal/kg之育成料，初產後則餵飼含粗蛋白質18.7%，代謝能2900 kcal/kg之產蛋料，檢定期間每3－4天供給700 g 產蛋料，並以面寬15公分之特製壓克力製飼料槽餵給，以防隔壁鴨隻盜食。飲水以乳頭式飲水器供應，兩隻共用一個引水乳頭。每3或4天定時測定鴨隻飼料消耗量，每週秤取鴨重1次，每天收集產蛋並秤取蛋重。

II. 檢定項目

(i) 檢定期間測定個體在產蛋期（22－52 週齡）之飼料採食量、蛋產量、體重變化及平均體重，並據以計算個體之飼料殘差採食量；飼料殘差採食量依下列方程式計算：$R = FI - \overline{FI} = FI - [a(\overline{BW})^{0.5} + b(\Delta BW) + c(EM) + d]$，其中 FI 為實測採食量、$\overline{FI}$ 為預估採食量、$\overline{BW}$ 為平均體重、ΔBW 為體重變化、EM 為蛋產量。

(ii) 統計分析

利用 SAS 統計軟體相關模式（CORR procedure）進行檢定期間（22－52 週齡）每一週（24, 25, 26, …, 52 週齡, n＝29）、每二週（24－25, 25－26, 26－27, … ,51-52 週齡, n＝28）及每四週（24－27, 25－28, 26－29, …, 49-52 週齡, n= 26）飼料殘差採食量與整個檢定期間（22－52 週齡）飼料殘差採食量之表型相關分析。

利用 VCE4 軟體（Groeneveld, 1996）進行變方及遺傳參數分析，方程式如下：

$$y_{ij} = \mu + g_i + e_{ij}$$

y_{ij} ＝ 觀測值

μ ＝ 族群平均值

g_i ＝ 逢機累加基因效果

e_{ij} ＝ 逢機標準機差

結果與討論

試驗鴨群自 22 週至 52 週齡，每週檢定每隻鴨之飼料採食量、產蛋量、鴨重及鴨重變化。試驗結果顯示，整個檢定期間鴨隻平均週採食量為 894 ± 192 g (圖 1) ，檢定後期鴨隻較前期者採食較多之飼料量，鴨隻飼料採食量隨週齡增加及蛋重增加而增加。每隻鴨每天約採食 127 g，較李等（1991）籠飼組平均消耗量 189 g 減少許多，亦較賴等（2000）單籠單隻的平均消耗量 147 g 為低，推測應為檢定方式及飼料槽設計差異影響。

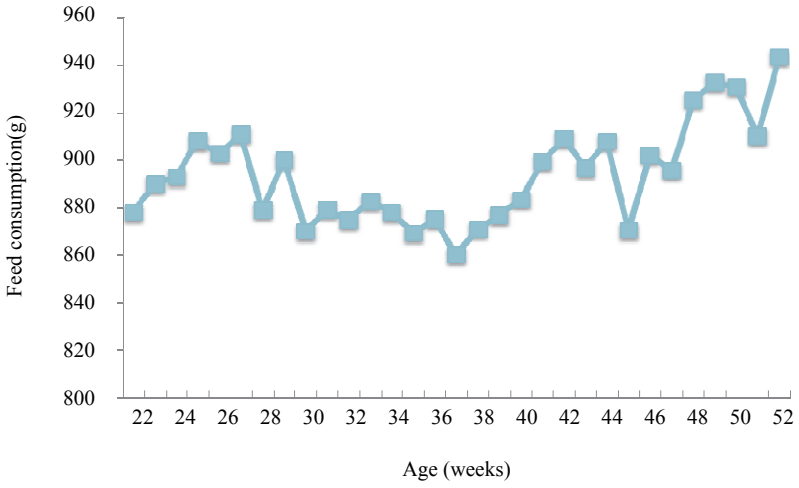

圖 1. 褐色菜鴨單週平均飼料採食量。

Fig. 1. The average weekly feed consumption of Brown Tsaiya ducks.

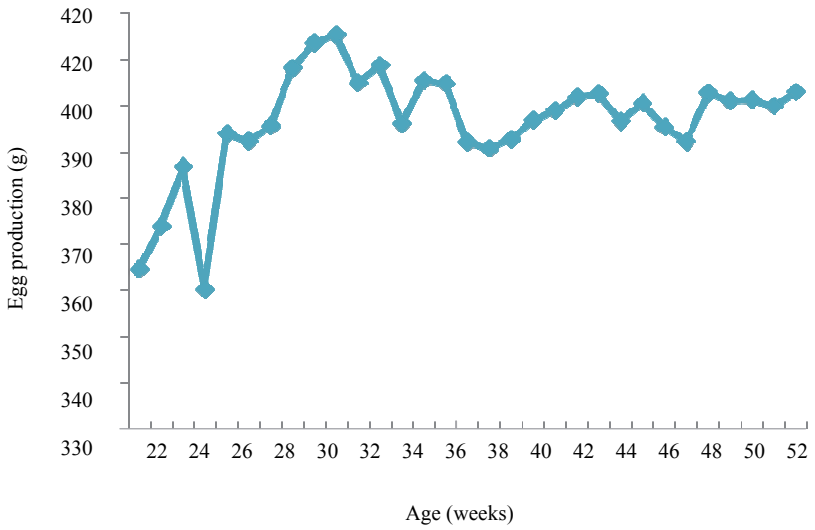

圖 2. 褐色菜鴨單週平均蛋產量。

Fig. 2. The average weekly egg production of Brown Tsaiya ducks.

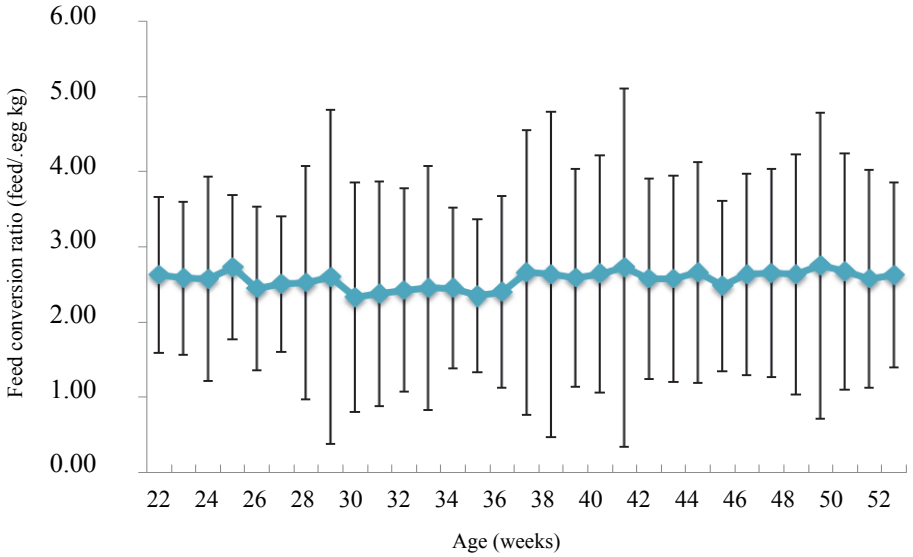

圖 3. 褐色菜鴨單週平均飼料轉換率。

Fig. 3. The average weekly feed conversion ratio of Brown Tsaiya ducks.

檢定期間，鴨隻平均週產蛋量為 398 g (圖 2)，每隻每天約生產 57 g 的蛋，如果以每顆鴨蛋 65 g 計算，則每週每隻鴨生產 6.1 枚蛋，換算成平均產蛋率為 87%，則較賴等（2000）單籠單隻 40 週齡及 72 週齡之平均產蛋率 77.5 及 70.9%為高。產蛋高峰於 31 週齡出現 415 g，隨後下降，直至檢定結束仍維持每週每隻鴨平均 400 g 蛋產量，顯示檢定鴨群並未因頻繁之飼料秤重、鴨隻體重測定等人為干擾，對鴨隻產蛋性能產生嚴重不良影響。

鴨隻週平均體重為 1276 ± 133 g，除產蛋初期數週（23 – 26 週齡）鴨隻平均體重超過 1.3 kg 外，其餘檢定週齡鴨隻平均體重皆不足 1.3 kg，且平均每週體重變化為-2 g。檢定鴨隻 22 – 52 週週平均飼料轉換率為 2.56 ± 1.49 (圖 3)， 其中 29、38、41 及 49 週齡之標準偏差大於其他檢定週齡，分別為 2.60 ± 2.22、2.63 ± 2.16、2.73 ± 2.38 及 2.75 ± 2.03。檢定期間以 30 – 36 週齡之飼料轉換率較檢定前期及後期為低，而最小飼料轉換率標準偏差落於第 27 週，其餘各檢定週齡飼料轉換率標準偏差頗大，暗示褐色菜鴨選拔飼料轉換率的可能性。

根據檢定數據進行遺傳估算，若分別以 1、2、4 週為檢定期，其與全期（22 – 52 週齡）之殘差飼料採食量表型相關如圖 4 所示。為期 1 週之檢定期，其表型相關介於 0.65 至 0.86 間，又以 32、34 及 40 週齡之 0.86 最高；為期 2 週之檢定期，其平均表型相關介於 0.77 至 0.92 間，以 32 – 33 週齡之 0.91 最高；為期 4 週之檢定期，其平均表型相關介於 0.85 至 0.95 間，以 32 – 35 週齡皆高於 0.93。再以 4 週為檢定期，進行與全期間之殘差飼料採食量遺傳相關分析，則發現在 26 個樣本中，僅有 50%的樣本收斂，並估算得遺傳相關介於 0.93 至 1，且以 30 – 34 週齡為檢定期與全期之遺傳相關高達 0.99 為最高 (圖 5)。

研究顯示家禽之飼料轉換效率皆屬中等遺傳率者 (Bordas and Mérat, 1981; Fairfull and Chambers, 1984; Hartmann and Mérat,1986; Pauw, 1987; Lutting and Urff, 1991; Bordas *et al*., 1992)，Tixier-Boichard *et al*.（1995）試驗估算公雞之飼料轉換效率遺傳率為 0.33，而母雞者則為 0.27。而本試驗褐色菜鴨各週齡殘差飼料採食量之遺傳率估算結果如圖 6 所示，26 個觀測值中，僅有 16 觀測值收斂並估算得遺傳率，其餘 10 個觀測值未估算得收斂後之遺傳值。4 週檢定期飼料殘差之遺傳率介於 0.30 至 0.43，並以 34 – 37 週齡之 0.43 為最高者，其遺傳率亦有隨鴨隻年齡增加而降低之趨勢。經估算結果，褐色菜鴨飼料殘差性狀屬中等遺傳率者，此數據與 Basso *et al*. （2010）估算北京鴨之殘差飼料採食量遺傳率為 0.31，且與飼料採食量之遺傳相關高達 0.94 結果相類似，顯示產蛋鴨之殘差飼料採食量，如同其它物種，係可選拔者。

針對北京鴨進行之飼料轉換率選拔試驗結果顯示，測試期間應涵括肥育期間的最後一週（通常為第 7 週），若有足夠的個別測試籠，足以容納較多數目的測試鴨隻，則其測試期間可以適當縮短（Klemm *et al*., 1994）。為獲得可信賴的數據，慎選殘差飼料採食量相關性狀測定週齡及測定期間是必要考量因素，測定週齡太早將面臨飼料浪費嚴重問題，同時如果測定期間短於 2 週，對於整個產蛋期間的資料代表性則略嫌不足（Basso *et al*., 2010）。所以，根據資料分析結果，選擇 34 – 37 週齡為期 4 週期間作為檢定期，在褐色菜鴨產蛋期間的殘差飼料採食量選拔上，應為可行之測定時間，除可避免產蛋早期飼料浪費之問題產生外，亦應可獲致較佳的選拔效果。

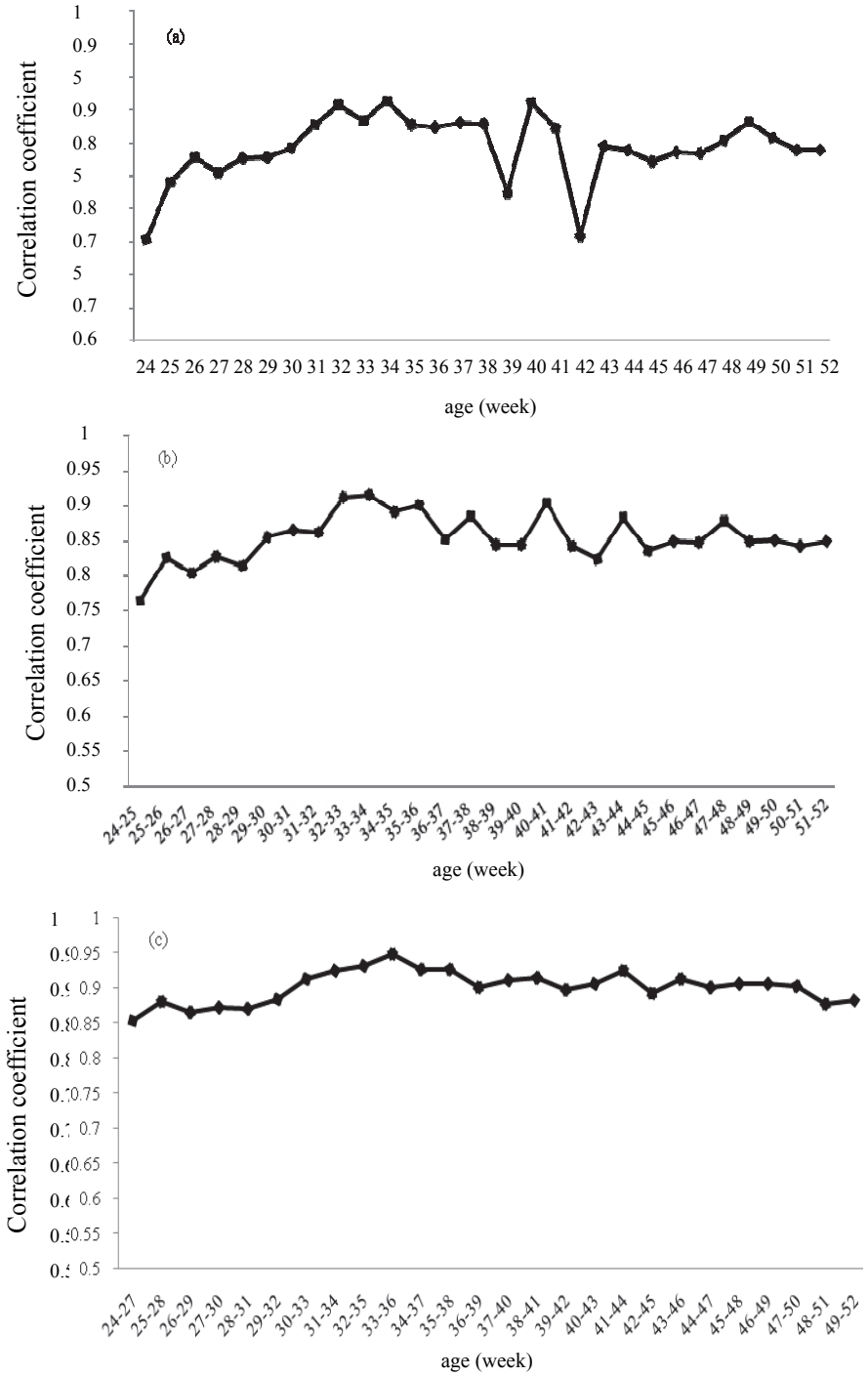

圖 4. 為期 1、2、4 週檢定期與全檢定期間殘差飼料採食量之表型相關。

Fig. 4. Phenotypic correlation of residual feed consumption between (a) one-week, (b) two-week, (c) four-week recording duration and whole recording duration.

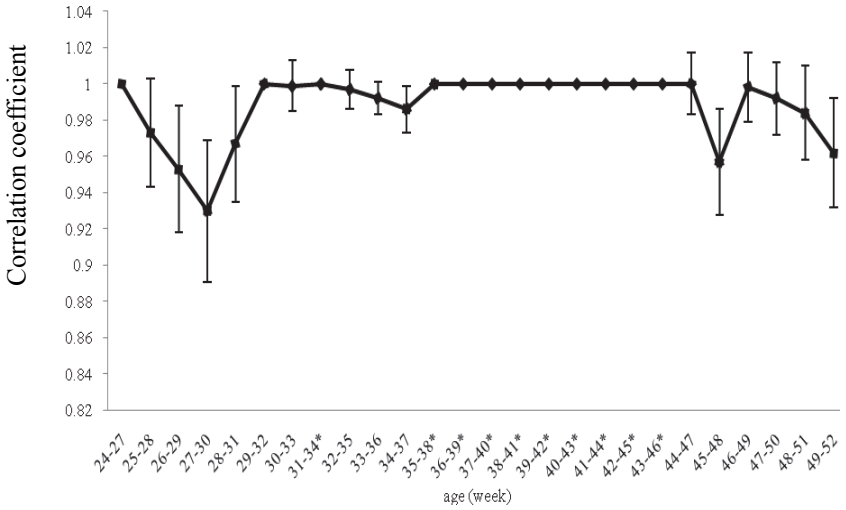

圖 5. 為期 4 週檢定期與全期檢定期間殘差飼料採食量之遺傳相關。

Fig. 5. Genetic correlation of residual feed consumption between four-week recording duration and whole recording duration.

* Optimization did not finish with status 1. Standard errors are therefore not meaningful.

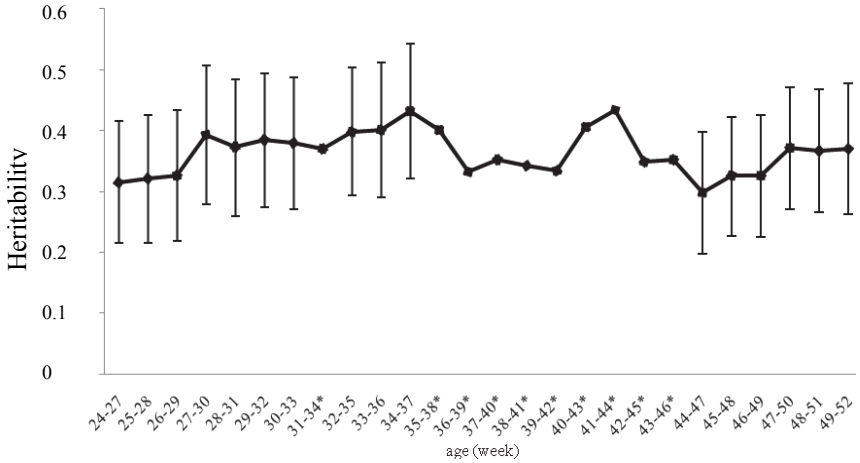

圖 6. 估算每 4 週檢定期殘差飼料採食量之遺傳率。

Fig. 6. Heritability of residual feed consumption for each four-week recording duration.

* Optimization did not finish with status 1. Standard errors are therefore not meaningful.

致謝

本試驗承行政院農業委員會經費支持（98 農科-2.1.3-畜-L1(1)）。試驗期間蒙蕭孟衿小姐、林美葉小姐、林秀齡小姐、馮國銘先生、黃順和先生、柯惠君小姐等同仁協助現場工作，謹申謝忱。

參考文獻

李舜榮、潘生才、徐庶財、陳保基。1991。產蛋菜鴨籠飼之探討。畜產研究 24(2)：177－184。

賴銘癸、康清亮。2000。褐色菜鴨籠飼面積與族群大小對生產性能之影響。畜產研究 33(3)：281－289。

Basso, B., F. Dubos, P. Morganx and C. Marie-Etancelin. 2010. Feed efficiency in laying duck: measurement, genetic variability and correlations with other traits. 13th European Poultry Conference, Tours. I: 621.

Bordas, A. and F. Minvielle. 1999. Patterns of growth and feed intake in divergent lines of laying domestic fowl selected for residual feed consumption. Poult. Sci. 78: 317-323.

Bordas, A., M. Tixier-boichard and P. Mérat. 1992. Direct and correlated responses to divergent selection for residual food intake in Rhode Island Red laying hens. Br. Poult. Sci. 33: 741-754.

Bordas, A. and P. Mérat. 1981. Genetic variation and phenotypic correlation of food consumption of laying hens corrected for body weight and production. Br. Poult. Sci. 22: 25-33.

Bordas, A., P. Mérat and F. Minvielle. 1996. Heterosis in egg laying lines under divergent selection for residual feed consumption. Poult. Sci. 75: 20-24.

Byerly, T. C. 1941. Feed and other costs of producing market eggs. Page 29 in: Bulletin A1. Maryland Agriculture Experimental Station, University of Maryland, College Park, MD.

Byerly, T. C., J. W. Kessler, R. M. Gous and O. P. Thomas. 1980. Feed requirements for egg production. Poult. Sci. 50: 2500-2507.

Chen, C. F., N. Z. Huang, D. Gourichon, Y. P. Lee, M. Tixier-Boichard and A. Bordas. 2008. Effect of introducing the naked neck gene in a line selected for low residual feed consumption on performance in temperature or subtropical environments. Poult. Sci. 87: 1320-1327.

Fairfull, R. W. and J. R. Chambers. 1984. Breeding for feed efficiency: poultry. Can. J. Anim. Sci. 64: 513-527.

Groeneveld E. 1996. VCE4, User’s guide and reference, Manual version 1.0, Institute of Animal Husbandry and Animal Behavior, Neustadt, Germany.

Hartmann, W. and P. Mérat. 1986. Recent research on the breeding of egg production stock. 7th European Poultry Conference, Paris. I: 49-59.

Klemm, R., K. Reiter and H. Pingel. 1994. Results and effects of direct selection for feed efficiency in the domestic ducks: 2. Report: Methodical and aspects. Arch. Geflglek. 56(5)：216-221.

Koch, R. M., L. A. Swiger, D. Chambers and K. E. Gregory, 1963. Efficiency of feed use in beef cattle. J. Anim. Sci. 22:：486-494.

Lutting, P. 1990. Genetic variation of energy partitioning in laying hens: causes of variation in residual feed consumption. World's Poult. Sci. 46: 133-152.

Lutting, P. and E. M. Urff. 1991. Residual feed consumption in laying hens. 2. Genetic variation and correlations. Poult. Sci. 70: 1663-1672.

Marie-Etancelin, C., H. Chapuis, J. M. Brun, C. Larzul, M. M. Mialon-Richard and R. Rouvier. 2008.

Genetics and selection of mule ducks in France: a review. World's Poult. Sci. J. 64: 187-208.

Pauw, R. 1987. Analysis of several selection criteria evaluating efficiency in laying hens. Doctoral Thesis. University of Bonn, Fed. Rep. Germany.

SAS. 1999. SAS User's Guide: Statistics, 6.12 ed., SAS Inst., Cary, NC. USA.

Tixier-Boichard, M., D. Boichard, E. Groeneveld and A. Bordas. 1995. Restrict maximum likelihood estimates of genetic parameters of adult male and female Rhode Island Red chickens divergently selected for residual feed consumption. Poult. Sci. 74: 1245-1252.

Genetic parameters of residual feed intake in the Brown Tsaiya duck (1)

Hsiu-Chou Liu(2) Tsung-Che Tu(3) Christel Marie-Etancelin(4)
Yen-Pai Lee (3) Jeng-Fang Huang(2) and Chih-Feng Chen(3) (5)

Received: Jun. 1, 2011; Accepted: Dec. 22, 2011

Abstract

The objective of this study was to estimate weekly residual feed consumption (RFC) of Brown Tsaiya duck during egg laying period, for understanding the correlation between different recording periods and whole recording period, and as reference for further selection. Ducks were individually caged after 12 weeks of age, and data of feed consumption, egg mass, body weight and body weight change were collected every week from 22 to 52 weeks of age. The results indicated that average feed consumption per week, average egg mass per week, average weekly feed conversion ratio, average body weight per week and average body weight change were 894 ± 192 g, 398 ± 100 g, 2.56 ± 1.49 g, 1276 ± 133 g and -2 ± 46 g, respectively. Phenotypic correlations of RFC between four-week recording duration and whole recording duration was 0.95, higher than that of one- and two-week recording duration. The genetic correlations of RFC between four-week recording duration and whole recording duration ranged from 0.93 to 1.00. Heritability of RFC ranged from 0.30 to 0.43. This indicated that RFC was moderately to highly heritable and would respond to genetic selection. Data regarding of residual feed consumption related traits will be collected at age from 34 to 37 weeks for continual generations, and then the selection efficiency evaluation will be conducted.

Key Words: Brown Tsaiya duck, Residual feed consumption, Feed conversion ratio.

---

(1) Contribution No. 1723 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.
(2) Ilan Branch Institute, COA-LRI, Ilan 26846, Taiwan, R. O. C.
(3) Department of Animal Science, National Chung-Hsing University, Taichung 40227, Taiwan, R. O. C.
(4) National Institute of Agricultural Research, SAGA, Toulouse, France
(5) Corresponding author, E-mail:cfchen@dragon.nchu.edu.tw