

# 土番鴨三階段飼餵之粗蛋白質 需要量之探討<sup>(1)</sup>

李育才<sup>(2)</sup> 陳添福<sup>(3)</sup> 潘金木<sup>(4)</sup> 林誠一<sup>(4)</sup>

收件日期：88 年 1 月 21 日；接受日期：88 年 3 月 26 日

## 摘 要

本試驗旨在以粗蛋白質為變因，探討土番鴨三階段飼餵之可行性，試驗飼糧之 CP 於 0~3 週齡分為 18、16 與 14% 等三處理，4~7 週齡之 CP 均為 16%，8~10 週齡之 CP 分為 16、14 與 12% 等三處理，總計共九處理組，CP 18、16、14 與 12% 之飼糧離胺酸與含硫胺基酸含量分別為 1.09 與 0.68%，1.05 與 0.68%，1.01 與 0.67% 及 0.98 與 0.67%。每處理圈飼 20 隻土番鴨，公母各半，採三重複且試驗兩次，秤量 0、3、7 及 10 週齡體重及飼料消耗量。試驗結果顯示，於 0~3 週齡以 CP 18% 者有最佳之增重 (617.08 g/bird) 與飼料效率 (2.33)，4~7 週齡以前期飼餵 CP 18% 者有最低之增重 (1278.77 g/bird) 與飼料效率 (4.21)，8~10 週齡則各處理組間在增重與飼料效率未有差異 ( $P>0.05$ )。由本試驗可知，若棄二階段改採三階段飼養方式，並於飼糧中添加離胺酸與甲硫胺基酸達推薦量，則 0~3 週齡或可向下挑戰 CP 14%，再藉 4~7 週齡之 CP 16% 補償性生長，肥育期亦可再調控 CP 至 12%，如此未影響上市體重。

關鍵詞：土番鴨、三階段飼餵、粗蛋白質。

## 緒 言

諸多研究已闡明，肉雞可於育雛期階段，利用限飼 (Plavnik and Hurwitz, 1988) 或降低飼料營養濃度 (Leeson *et al.*, 1991)，經育成期的補償性生長，而使上市之體重、飼料利用效率與對照組均無差異 ( $P>0.05$ )，然現今因肉雞產業僅僅 7 週不到便達上市體重，欲從補償性生長 (compensatory growth) 獲得益處，似乎較無明顯改進空間。反觀土番鴨方面，生長 10 週才上市，且上市時之體重比肉雞重，又生性耐粗，相信更能發揮補償性生長潛在效果與利潤。

目前土番鴨飼餵均採二階段制度，即 0~3 週 (CP=19%) 與 3~10 週 (CP=16%) (沈, 1988)，然據林等 (1994a,b) 於土番鴨之研究，發現飼料利用效率隨著週齡之增加而逐漸變低，其中 9~10 週之飼料利用效率更高達 9.35 (採食量/增重)，另飼料採食量亦隨週齡增長而增加，為使飼料能更有功效且減少支出成本，土番鴨飼餵制度採三階段 (0~3、4~7、8~10 週) 或許可行。為試驗

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 954 號。

(2) 臺灣大學農業推廣委員會。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所畜牧場。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所宜蘭分所。

土番鴨採三階段飼料制度是否可行，因此補償性生長之變因（例：限飼、蛋白質、能量等）乃先採改變飼糧中蛋白質含量，以進行土番鴨三階段飼料之探討。

## 材料與方法

### I. 試驗動物與處理方法：

本試驗共進行兩次，每次均分 9 個處理組，每處理 3 重複，試驗動物為購自商業孵化場的一日齡屬間雜交之土番鴨【♂番鴨×♀改鴨（♂北京鴨×♀萊鴨）】，每重複 20 隻（公母各半），每處理組計 120 隻，表 1 為試驗中 4 種飼糧之基礎組成與部份主要組成分之計算值及分析值，試驗飼糧粗蛋白質為 18、16、14 及 12%，其離胺酸與含硫胺基酸含量分別為 1.09 與 0.68%，1.05 與 0.68%，1.01 與 0.67% 及 0.98 與 0.67%。

### II. 試驗設計：

各處理組於各期試驗飼糧之粗蛋白質含量如表 2 所示，而代謝能則以麩皮與粗糠作為調整各組代謝能，使試驗飼糧代謝能含量均在 2954~2979 kcal/kg 之範圍內。

### III. 測定項目：

試驗之第 0、3、7 與 10 週齡時，秤試驗鴨隻之個別體重及各組之飼料消耗量，以計算各組各期之增重及飼料效率。

### IV. 統計分析：

試驗所得之資料經 SAS (1988) 統計分析行變方分析後，再以鄧肯式新多變域法 (Duncan's new multiple range test) (Steel and Torrie, 1980) 測定各組間之差異顯著性。

## 結果與討論

土番鴨三階段飼料之試驗中，試驗飼糧之粗蛋白質為 18、16、14 及 12%，於試驗飼糧中添加離胺酸與含硫胺基酸，使其離胺酸與含硫胺基酸含量達鴨隻營養分需要量手冊（沈，1988）之推薦量。各試驗飼糧因蛋白質含量之高低對土番鴨於 0~3、4~7 及 8~10 週齡等三個生長階段中之增重表現，如表 3 所示。由育雛期 0~3 週齡之結果顯示，處理組 1、2、3 (CP=18%) 之增重表現最佳 ( $P<0.05$ )，平均為 617.08 公克重 (表 4)，其次為處理組 4、5、6 (CP=16%)，平均為 545.53 公克重，居末者為處理組 7、8、9，平均僅 463.78 公克重。增重表現最佳之處理組 1、2、3 其飼糧 CP 含量 18%，為現今土番鴨商業養殖的推薦用量（沈，1988），而平均 617.08 公克之增重成績，相較於若干土番鴨研究報告之同期增重記錄（林等，1994a,b），其值相當。此外，處理 CP=18、16、14% 等三者之平均值間，均有統計上的顯著差異效應 ( $P<0.05$ )（表 4），以增重水平最佳與居末者相較，差異高達 153.30 (617.08-463.78) 公克重，該值已達土番鴨隻此期正常體重 620 公克重之 2 成以上（李等，1998），足見飼糧中蛋白質含量為 16 與 14% 時，雖補充離胺酸與甲硫胺基酸達推薦量，仍將明顯影響 0~3 週齡之生長表現。另據沈 (1977) 以土番鴨 0~3 週齡飼糧中所需蛋白質與能量之研究指出，當代謝能含量固定為 2750 kcal/kg 時，提高飼糧中蛋白質含量由 15% 提高到 18% 時，將可顯著增進鴨隻增重率 ( $P<0.05$ )。

表 1. 試驗飼糧組成 (%)

Table 1. The composition of experimental diets (%)

Ingredients	Starter			
	Grower		Finisher	
	A	B	C	D
Yellow corn	60.8	65.0	66.6	68.3
Soybean meal (44% CP)	21	17.5	14.5	11.5
Wheat bran	6	4	2	0
Rice hull	1	3	5	7
Fish meal	2.5	2	1.5	1
Yeast meal	2.5	2	1.5	1
Soybean oil	3	3	3	3
Limestone, pulverized	1	1	0.8	0.7
Dicalcium Phosphate	1.2	1.4	1.8	2
Iodized salt	0.3	0.3	0.3	0.3
L-Lysine	0.1	0.2	0.3	0.4
DL-Methionine	0.1	0.15	0.2	0.3
Vit-premix <sup>a</sup>	0.3	0.3	0.3	0.3
Min-premix <sup>b</sup>	0.2	0.2	0.2	0.2
Corn starch			2	4
Total	100	100	100	100
Calculated value				
CP, %	18	16	14	12
ME, kcal/kg	2954	2960	2969	2979
Ca, %	0.88	0.89	0.89	0.88
Total phosphorus, %	0.68	0.67	0.68	0.66
Lys, %	1.09	1.05	1.01	0.98
Met+Cys, %	0.68	0.68	0.67	0.67
Analyzed value				
CP, %	17.15	15.80	13.80	11.52
Ca, %	1.05	0.92	0.93	0.89
Total phosphorus, %	0.69	0.63	0.66	0.62

<sup>a</sup> Vit-premix supplementation per kg of diet : Vitamin A, 10,000 IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 1,000 IU; Vitamin E, 25 IU; Vitamin K, 3 mg; Thiamin, 3 mg; Riboflavin, 5 mg; Pyridoxine, 3 mg; Vitamin B<sub>12</sub>, 0.03 mg; Ca-pantothenate, 10 mg; Niacin, 50 mg; Biotin (1.0%), 0.1 mg; Folic acid, 3 mg; Choline-Cl (50%), 1,000 mg.

<sup>b</sup> Min-premix supplementation per kg of diet : Mn, 60 mg (MnSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O); Zn, 60 mg (ZnO); Cu, 5 mg (Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O); Se, 0.1 mg (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>).

在育成期 4~7 週齡之生長階段，九個處理組均餵飼 CP=16% 之飼糧，為使換料銜接不至造成鴨隻緊迫，進而造成試驗誤差，於第四週初先換置 1/3，次日加換置 1/2，第三日換 2/3，直到第四日始全換成下階段之試驗用料。由表 3 顯示整體之增重表現以處理組 1、2、3 等三組（育雛期 CP=18%）分別排列末三位，其平均增重 1278.77 公克（表 4），而其他處理組 4、5、6 之平均增重 1408.80 公克（育雛期 CP=16%），與處理組 7、8、9 之平均增重 1414.12 公克（育雛期 CP=14%），彼等增重均較高於處理組 1、2、3 者，且此六處理組彼此間未有顯著差異（P>0.05），

換言之，本試驗育雛期飼料 CP=16、14% 者，其在育成期間（飼料 CP=16%）之增重表現，前者增重比率為 258% (1408.80/545.53)（表 4），後者為 305% (1414.12/463.78)，二者皆明顯超過育雛期飼料 CP=18% 者於此 4~7 週齡育成期之增重比率 207% (1278.77/617.08)。推因可能育雛期 0~3 週齡為土番鴨生長為最敏感之階段，由 1 日齡約 50 公克之體重短短 21 天後便躍升至約 650 公克重，足足有 13 倍增幅，然受制於低蛋白質之壓抑，蛋白質攝取不夠之狀況致使直至育成期在迴饋性之補償性生長 (compensatory growth) (Bennett *et al.*, 1995) 效果之助長下，激高增重水準，惟育成期若飼料 CP 高過 16% 之狀況是否能再激增補償性生長之效果，由本試驗設計與數據未能下定論，然由處理組 4、5、6 與處理組 7、8、9 之相比較未有差異看來，足見育成期 CP 在 16% 之水準下，已足夠土番鴨於此階段之生長所需，否則後者將比前者更具補償性生長效果，也因此 CP=16% 之水準正是時下推薦量 (沈，1988)。

表 2. 各處理組於三階段期間之飼料粗蛋白質含量

Table 2. The dietary CP levels of treatments among three-stage feedings

Experimental design	Stage 1 0~3 wks	Stage 2 4~7 wks	Stage 3 8~10 wks
CP%			
	18		16
	16	16	14
	14		12
Treatment	CP%		
1	18	16	16
2	18	16	14
3	18	16	12
4	16	16	16
5	16	16	14
6	16	16	12
7	14	16	16
8	14	16	14
9	14	16	12

表 3. 土番鴨三階段之增重

Table 3. The body weight gain of mule ducks in three stages

Treat	0~3 wk	4~7 wk	8~10 wk	0~10 wk
	g/bird			
1	614.85 <sup>a</sup>	1324.75 <sup>bc</sup>	1029.81 <sup>a</sup>	2969.45 <sup>a</sup>
2	615.55 <sup>a</sup>	1242.01 <sup>c</sup>	985.45 <sup>a</sup>	2842.95 <sup>a</sup>
3	620.85 <sup>a</sup>	1269.55 <sup>bc</sup>	1000.32 <sup>a</sup>	2890.70 <sup>a</sup>
4	568.90 <sup>b</sup>	1359.95 <sup>abc</sup>	1053.52 <sup>a</sup>	2982.30 <sup>a</sup>
5	556.45 <sup>b</sup>	1474.05 <sup>a</sup>	935.63 <sup>a</sup>	2966.10 <sup>a</sup>
6	511.25 <sup>c</sup>	1408.35 <sup>ab</sup>	1041.67 <sup>a</sup>	2959.32 <sup>a</sup>
7	444.85 <sup>d</sup>	1428.95 <sup>a</sup>	1005.60 <sup>a</sup>	2879.45 <sup>a</sup>
8	500.35 <sup>c</sup>	1354.35 <sup>abc</sup>	945.03 <sup>a</sup>	2799.75 <sup>a</sup>
9	446.15 <sup>d</sup>	1443.10 <sup>a</sup>	946.68 <sup>a</sup>	2835.85 <sup>a</sup>
C.V.	12.83	16.14	36.00	10.03

<sup>a,b,c,d</sup> Values within the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

表 4. 飼糧中蛋白質含量對土番鴨平均增重與增重比率之效應

Table 4. The effect of dietary protein levels on the mean and percentage body weight gain of mule ducks

CP level	Stage 1 0~3 wks	CP level	Stage 2 4~7 wks	BW gain percentage*	CP level	Stage 3 8~10 wks	BW gain percentage#
	g/bird		g/bird	%		g/bird	%
18%	617.08 <sup>a</sup>	16%	1278.77 <sup>b</sup>	207.22	16%	1029.65 <sup>a</sup>	13.32
16%	545.53 <sup>b</sup>	16%	1408.80 <sup>a</sup>	258.24	14%	995.41 <sup>a</sup>	13.64
14%	463.78 <sup>c</sup>	16%	1414.12 <sup>a</sup>	304.91	12%	955.35 <sup>a</sup>	14.38
C.V.	13.18		10.81			35.49	

<sup>a,b,c</sup> Values within the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

\* (The body weight gain in 4~7 weeks) : (The body weight gain in 0~3 weeks)

# (The body weight gain in 8~10 weeks) : (The body weight gain in 4~7 weeks)

至於 8~10 週齡肥育期的增重表現，九個處理組間均未有顯著差異存在 ( $P > 0.05$ ) (表 3)，且增重比率均在 13.32~14.38% 範疇中 (表 4)，累計全期 0~10 週齡之增重表現 (表 3)，各組增重程度相當，差異並不顯著 ( $P > 0.05$ )。探究 8~10 週齡此階段土番鴨之增重表現為何不因飼糧中蛋白質含量高低而有所消長？可能之原因係土番鴨飼養至 8 週齡後，其已非生長高峰，相對的對蛋白質之需求也降低，而本試驗 8~10 週齡之最低蛋白質含量為 12% (處理組 3、6、9)，雖比鴨隻營養分手冊 (沈，1988) 蛋白質推薦量 16% 為低，但因添加離胺酸與甲硫胺基酸達推薦量，故似已足夠此階段土番鴨正常生長所需，再由 4~7 週齡之增重比率 207.22~304.91% 與 8~10 週齡增重比率 13.32~14.38% (表 4) 兩範疇看來，確實生長速率已明顯降低，而 4~7 週齡此期前已述及，當飼糧中蛋白質含量 16% 時，已然足夠此階段生長高峰所需，甚至行有餘力行補償性生長，因此 8~10 週齡之飼糧中蛋白質含量應更低於 16%，然低至何水平？由本試驗資料顯示，當蛋白質含量為 12% 時，尚不影響土番鴨 8~10 週齡之增重表現。至於 8~10 週齡此階段，各組均未再現補償性生長，據 Lesson *et al.* (1991) 藉稀釋飼糧營養濃度探討商用肉雞品系與補償性生長的關係試驗中指出，肉雞於第 4 天至 11 天餵飼 25、40、55% 之蛋白質稀釋試驗料，於第 12 天後改回正常推薦量之飼料，結果顯示於第 21 天便因代償性生長而使各處理組之體重趨於一致，第 21 天後則再也無代償性生長，肇因補償性生長會隨著雞禽日齡的增長而逐漸消弭，換言之，進行之中之補償性生長效率將隨著日齡的增加而逐漸減低至無，同理本試驗第 8~10 週在經歷育成期長達 4 週之代償性生長下，此期末已未有補償性生長效應。

各組採食量與飼料效率如表 5 所示，採食量方面 0~3 與 4~7 週齡兩階段未有處理上的效應 ( $P > 0.05$ )，僅 8~10 週齡期以 CP 12% 之處理組群每隻日採食量最大，平均為 237.56 公克，CP 16% 之處理組群每隻日採食量最小，平均為 221.49 公克，兩者間有差異存在 ( $P < 0.05$ )，如此看來，在肥育期 8~10 週齡期間，採食量有隨著 CP 之增高而有採食下降之傾向。關於 8~10 週齡造成採食量之高低取決於飼糧中之蛋白質含量，可能原因係土番鴨為維持與肥育之需求，每日所需蛋白質克數為定數，因而為求體內營養達到定數促使攝取較多飼料以滿足所需，此為生物本能，另由 8~10 週齡採食量看來，CP 16% 應是最佳增重之營養水準，此又印證鴨隻營養分手冊 (沈，1988) 之推薦量，而 CP 14% 之水準似乎是介於臨界需求邊緣，然 CP 12% 又顯不足，以致要藉增加採食量來彌補，因此若考量經濟層面來評估 8~10 週齡之 CP 水準，雖然 CP 12% 之整體表現尚可，但因增加採食量之前提下，將消弭經營成本降低的先決條件。

飼料效率（採食量/增重）方面（表 5），在 0~3 週齡期以 CP 18% 有最佳的飼料效率，相較於 CP 16、14% 者，有顯著差異（ $P < 0.05$ ），肇因採食量在此期未有多大出入（表 5），因而飼料效率隨著增重之變因，造就現出統計上差異。然 4~7 週齡期之飼料效率則有別於 0~3 週齡之表現，相反的反而以前期飼餵 CP 18% 者有最低的飼料效率（4.21），其因乃補償性生長效果所導致，前期飼餵 CP 14% 者於 4~7 週齡之代償性生長相對最大，當然飼料效率越好（3.90），據 Scheideler and Baughman (1993) 指出，補償性生長效果之最主要經濟效益在於明顯改善飼料利用率，而前期飼餵 CP 16% 者於 4~7 週齡之飼料效率為 3.96，與最佳飼料效率（3.90）並無差異（ $P > 0.05$ ），由此推測 4~7 週齡之 CP 16% 者應是該期之最佳營養推薦量。8~10 週齡期則因未有補償性生長效果與增重各處理組群相當的情況下，各處理組群未有差異（ $P > 0.05$ ），雖採食量有所高低，但差距不大，總體而言，8~10 週齡之飼料效率不致因採食量而影響之。

表 5. 飼糧中蛋白質含量對土番鴨飼料效率及採食量之效應

Table 5. The effects of dietary protein levels on feed efficiency and feed intake in mule ducks

CP level	Feed efficiency			Feed intake		
	0~3 wks	4~7 wks	8~10 wks	0~3 wks	4~7 wks	8~10 wks
	Feed/Gain			g/day, bird		
18%	2.33 <sup>a</sup>			68.57 <sup>a</sup>		
		4.21 <sup>b</sup>			191.96 <sup>a</sup>	
16%	2.82 <sup>b</sup>	3.96 <sup>a</sup>	6.40 <sup>a</sup>	73.25 <sup>a</sup>	199.88 <sup>a</sup>	221.49 <sup>b</sup>
		3.90 <sup>a</sup>			196.13 <sup>a</sup>	
14%	2.97 <sup>b</sup>		6.72 <sup>a</sup>	65.56 <sup>a</sup>		229.52 <sup>ab</sup>
12%			6.43 <sup>a</sup>			237.56 <sup>a</sup>
C.V.	4.99	3.35	7.04	7.55	3.55	3.25

<sup>a,b,c</sup> Values within the same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

為何土番鴨前生長階段處於營養不良的環境下，而後之生長階段在取得足夠營養日糧後，假以時日便能彌補上階段營養不足之生長？據 Yu and Robin (1992) 綜評報告中指出，性別、品種、季節、營養受限期間與補償性生長期間等等皆影響肉雞補償性生長之表現，而真正補償性生長原理則牽涉到禽類體內之生理、營養、代謝與內分泌等等，彼等環環相扣，至今仍未有整套明確解說以釐清來龍去脈，相關研究報告有 Zubair and Leeson (1994) 指出，雞隻在限食階段期間，體內消化管道重佔體重之比例較高於任食者；又 Palo *et al.* (1995b) 之實驗指出，限食之雞隻在前胃、胰臟與沙囊等器官所佔體重比例明顯高於任食者之比例，肝細胞之數目與大小也明顯低於任食者，但體內各消化器官在恢復任食之第 4 週均恢復與對照組相同，Palo *et al.* (1995a) 更發現補償性生長期間之空腸 (jejunum) 內麥芽糖酶 (maltase) 與蔗糖酶 (sucrase) 相對活性較高，先前 Winick and Noble (1966) 早就以細胞學觀點解釋補償性生長之原因，其認為生長初期營養不良會造成細胞數目變少，生長後期營養不良會導致細胞大小變小，因此若營養不足太嚴苛，將永久影響日後生長表現。

近年來，由於營養工作者與育種專家的努力，使得肉雞生長速度逐年增加，到達上市體重之飼養天數也縮短，因此肉雞被認為沒有足夠時間得以利用補償性生長來獲得利潤，其使用限食主要是

在改進屠體品質 (Fontana *et al.*, 1993)、減少骨骼或心臟病變 (Robinson *et al.*, 1992)、或減少猝死症 (sudden death syndrome) (Mollison *et al.*, 1984), 補償性生長只是附帶, 相對地某些生長期長之火雞 (Rose and Michie, 1982) 則能將補償性生長之增重表現發揮至極, 同樣地, 肉鴨 10 週齡之生長期中, 在本試驗亦發現補償性生長之強烈表現。現今肉雞短短 7 週飼養期, 便使用育雛、育成及肥育三種飼料, 更有專家學者鼓吹將 3 週之育雛料縮短至 1~2 週 (William, 1993), 藉以降低飼料成本, 因育雛料比育成料單價高。尤有甚者, 為儘可能符合肉雞各生長階段之生長速度營養需求, 更建議更改為四階段餵飼 (Waldroup *et al.*, 1992)。反觀肉鴨現今仍停留在二階段的餵飼制度, 由本試驗可知, 土番鴨 4~10 週齡之階段中, 生長速率明顯在後半段有極大落差, 因此若棄二階段改採三階段飼養方式, 於飼糧中添加離胺酸與甲硫胺基酸達推薦量, 則 0~3 週齡或可向下挑戰 CP 14%, 再藉 4~7 週齡 CP 16% 之補償性生長以彌補前期生長落差, 肥育期亦可再調控 CP 至 12%, 如同本試驗之處理 9, 當然主事者亦需衡量季節、單位飼料價格、市場之需求等等經濟上的綜合評估, 再擇優取捨。

## 參考文獻

- 李育才、陳添福、林誠一、潘金木、黃加成。1998。飼料中添加乾米酒粕餵飼土番鴨之生產效果與經濟效益。畜產研究 31(3): 239~250。
- 沈添富。1977。鴨營養研究。1. 土番鴨之蛋白質與能量之需要量。中畜會誌 6(1-2): 21~29。
- 沈添富。1988。鴨隻營養分需要量手冊。國立台灣大學畜牧學系, 台北市。
- 林誠一、曾弘智、陳婉琳、盧世哲、潘金木、王政騰。1994a。胺苯亞砷酸餵飼土番鴨之效果及組織殘留量。畜產研究 27(2): 97~107。
- 林誠一、曾弘智、陳婉琳、盧世哲、潘金木、王政騰。1994b。抗生素餵飼土番鴨之效果及組織殘留量—純黴素、康黴素之探討。畜產研究 27(2): 137~148。
- Bennett, C. D., H. L. Classen and C. Riddell. 1995. Live Performance and health of broiler chickens fed diets diluted with whole or crumbled wheat. *Canad. J. Anim. Sci.* 75: 611~614.
- Fontana, E. A., W. D. Weaver, JR., D. M. Denbow and B. A. Watkins. 1993. Early feed restriction of broilers: Effect on abdominal fat pad. Liver and gizzard weights, fat deposition and carcass composition. *Poultry Sci.* 72: 243~250.
- Leeson, S., J. D. Summers and L. J. Caston. 1991. Diet dilution and compensatory growth in broilers. *Poultry Sci.* 70: 867~873.
- Mollison, B., W. Guenter and B. R. Boycott. 1984. Abdominal fat deposition and sudden death syndrome in broilers: the effects of restricted intake, early life calorie (fat) restriction, and calorie:protein ratio. *Poultry Sci.* 63: 1190~1200.
- Palo, P. E., J. L. Sell, F. J. Piquer, M. F. Soto-Salanova and L. Vilaseca. 1995a. Effect of early nutrient restriction on broiler chickens. I. Performance and development of the gastrointestinal tract. *Poultry Sci.* 74: 88~101.
- Palo, P. E., L. S. Jerry, F. J. Piquer, L. Vilaseca and M. F. Soto-Salanova. 1995b. Effect of early nutrient restriction on broiler chickens. 2. Performance and digestive enzyme activities. *Poultry Sci.* 74: 1470~1483.
- Plavnik, I. and S. Hurwitz. 1988. Early feed restriction in chicks: effect of age, duration, and sex. *Poultry Sci.* 67: 384~390.

- Robinson, F. E., H. L. Classen, J. A. Hanson and D. K. Onderka. 1992. Growth performance, feed efficiency and the incidence of skeletal and metabolic disease in full-fed and feed restricted broiler and roaster chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 1 : 33~41.
- Rose, S. P. and W. Michie. 1982. The food intakes and growth of choice-fed turkeys offered balancer mixtures of different compositions. *Br. Poult. Sci.* 23 : 547~554.
- SAS. 1988. SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst., Cary, NC.
- Scheideler, S. E. and G. R. Baughman. 1993. Computerized early feed restriction programs for various strains of broiler. *Poultry Sci.* 72 : 236~242.
- Steel, R. D. G. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. 2nd ed., McGraw-Hall Book Co., New York.
- Waldroup, P. W., S. E. Watkins, J. T. Skinner, M. H. Adams and A. L. Waldroup. 1992. Effect of dietary amino acid level on response to time of change from starter to grower diets for broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 1 : 360~366.
- William, A. D. C. 1993. Change to grower feed at an earlier age may reduce feed costs. *Feedstuffs*. April. No : 5. pp. 14~17.
- Winick, M. and A. Noble. 1966. Cellular response in rats during malnutrition at various ages. *J. Nutr.* 89 : 300~306.
- Yu, M. W. and F. E. Robin. 1992. The application of short-term feed restriction to broiler chicken production: a review. *J. Appl. Poult. Res.* 1 : 147~153.
- Zubair, A. K. and S. Leeson. 1994. Effect of early feed restriction and realimentation on heat production and changes in sizes of digestive organs of male broilers. *Poultry Sci.* 73 : 529~538.



## Investigation of Requirement of Crude Protein for Three-Stage Feeding of Mule Ducks<sup>(1)</sup>

Yu-Tsai Li<sup>(2)</sup>, Tian-Fwu Chen<sup>(3)</sup>,  
Ching-Moo Pan<sup>(4)</sup> and Chung-Yi Lin<sup>(4)</sup>

Received Jan. 21, 1999; Accepted March 26, 1999

### Abstract

The purpose of this experiment was to test the three-stage feeding and to investigate the requirement of crude protein of mule ducks. Crude protein (CP) of starter diets were formulated to provide 18, 16 and 14% from 0 to 3 weeks of age. The CP of grower diets was 16% for 4 to 7 weeks of age and 16, 14 and 12% were used in finisher diets from 8 to 10 weeks of age. All of the experimental diets were added L-lysine and DL-methionine to the recommended level. This experiment comprised nine treatments. Twenty mule ducks (10 ♂ + 10 ♀) in each pen with triplicates per treatment were used in each experiment and the experiment was repeated once. Body weight and feed consumption of duck were measured at 0, 3, 7 and 10 weeks of age. The results indicated that feeding 18% CP starter diet resulted significantly ( $P < 0.05$ ) in higher weight gain (617.08 g/bird) and feed efficiency (2.33) for 0 to 3 weeks of age. For 4 to 7 weeks of age, those feeding 18% CP starter diet from 0 to 3 weeks of age had the lower weight gain (1278.77 g/bird) and feed efficiency (4.21). There were no differences for weight gain and feed efficiency among treatments from 8 to 10 weeks of age. According to the growing result, if three-stage feeding was used instead of two-stage feeding and L-lysine and DL-methionine were added to the recommended level, mule ducks could be raised with starter diet at 14% CP level from 0 to 3 weeks of age and then fed grower diet at 16% CP level for compensatory growth from 4 to 7 weeks

---

(1) Contribution No. 954 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) The Committee of Agricultural Extension, National Taiwan University.

(3) Livestock Farm, COA-TLRI, Hsinhua, Taiwan, R.O.C.

(4) I-Lan Station (Duck Research Center), COA-TLRI, Wuchieh, I-Lan, Taiwan, R.O.C.

of age. From 8 to 10 weeks of age, the CP of finisher diet could be changed to 12%. In this way, it may result in the same market weight for mule ducks as in two-stage feeding.

Key words : Mule ducks, Three-stage feeding, Crude protein.