

飼糧中銅添加量對菜鴨蛋及糞便銅含量之影響⁽¹⁾

林誠一⁽²⁾ 馮擇仁⁽²⁾ 黃振芳⁽²⁾ 賴銘癸⁽²⁾ 黃加成⁽²⁾

收件日期：91 年 7 月 16 日；接受日期：91 年 9 月 12 日

摘 要

本試驗乃在探討飼糧中不同銅含量對菜鴨蛋及排泄物中銅含量之影響，期能減少畜產品銅之殘留及對環保、廢棄物處理、土壤污染所造成公害問題。試驗分為四個處理，飼糧以玉米、大豆粕為基礎，等能量、等蛋白質，CP 18%、ME 2750 kcal/kg，銅添加量分別為 0、50、100、300 mg/kg，每處理四重複，每重複 15 隻。試驗結果顯示，飼糧中不同銅添加量對褐色產蛋菜鴨產蛋性能以銅添加量 100 mg/kg 和 300 mg/kg 組為最佳，有顯著差異（ $P<0.05$ ）。蛋重方面，無添加組（對照組）蛋重較重，比其他各添加組平均值為高，呈顯著差異（ $P<0.05$ ），蛋殼強度，各組平均值介於 6.2-6.3kg 之間，沒有顯著差異（ $P>0.05$ ），採食量各組平均值之範圍為 156-160 公克/隻/日，差異不顯著（ $P>0.05$ ），糞便中銅含量，無添加組（對照組）於各週齡間始終一致，而各添加組隨飼糧含銅量增加而增加，而且排泄物中銅含量在第二週就明顯增加（ $P<0.05$ ），各添加組糞便中銅含量平均值與對照組平均值比較後顯示 50 mg/kg 組為 4.5 倍，100 mg/kg 組為 8.0 倍，300 mg/kg 組為 23.2 倍。而鴨蛋中銅之含量，蛋黃中含量平均值介於 1.60-1.64 mg/kg，蛋白 1.34-1.37 mg/kg，全蛋 1.47-1.49 mg/kg，各處理組間皆沒有顯著差異（ $P>0.05$ ），各組內週別間蛋中銅含量變異雖較大，但各組間銅添加濃度對蛋中銅含量影響差異不顯著（ $P>0.05$ ）。

關鍵詞：鴨蛋、排泄量、銅含量。

緒 言

褐色菜鴨為本省產蛋鴨品系，是生鮮鴨蛋生產消費及供製皮蛋、鹹蛋的主要材料，而飼糧中銅為禽畜體不可或缺的微量礦物質之一，維持禽畜正常生長，養分吸收及代謝的必須元素。但禽畜飼糧中銅的添加，其排泄物中銅含量，造成土壤污染，為環保意識及作物栽培所顧忌，且飼糧中過量之銅，也使家禽產蛋性能及生長受阻，甚至銅中毒之虞。高銅排泄物影響廢棄物處理效率，長年累月，土壤中沉積潛在，為環保之污染源。台灣地區土壤中重金屬含量偏高範圍，銅 721 mg/kg，佔總面積之 4.14%（黃及楊，1998）。而雞糞、豬糞堆肥銅含量分別為 8-236 mg/kg，24-316 mg/kg（陳，1993），依中央標準局（1989）規定，有機堆肥中銅含量不得超過 100 mg/kg。飼糧中銅含量在 600 及 800 mg/kg，其肝臟銅含量為飼糧中無添加銅飼糧組之 10 倍和 13 倍，排泄物也有 3.2 倍，而蛋中

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1133 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所宜蘭分所。

銅殘留量以 400 mg/kg 時達最高峰未再有上升，但也有無添加銅飼糧組之 4 倍 (Chiou *et al.*, 1997；陳，1995；洪，1991；Jackson and Stevenson, 1979)。皮蛋製造浸漬液中添加銅量 200 mg/kg 以上時，與皮蛋中銅殘留量相關係數偏低，但與蛋殼表面斑點數呈正比例 (王及謝，1995)。由此可知飼糧高銅含量將殘留於蛋、排泄物，造成蛋品及環保之影響實有待探討。

在廢棄物處理上，當銅離子濃度在 60 到 80 mg/kg 時，將影響厭氣發酵處理失效，190-400 mg/l 可使沼氣生成減少 18%，970-1230 mg/l 時沼氣生成就停止 (夏，1993；沈及洪，1993)。鴨隻營養分需要量手冊 (國立台灣大學畜牧學系，1988)，對鴨隻銅推薦量為 8-14 mg/kg，美國 NRC (1994)，對未成熟雞隻飼糧中銅含量達 250 mg/kg 即可顯現毒性。而畜產品高濃度銅殘留，將是食品衛生及消費者健康上的問題，為此飼糧中銅含量以「最低限量之訂定應用」，使能符合生理、營養的需求外，並兼顧食品衛生、生產效率、降低公害為解決之道。

材料與方法

I. 試驗材料：

褐色菜鴨 240 隻，逢機分為 4 個處理組，每處理組 4 重複，每重複 15 隻。

II. 試驗設計：

褐色菜鴨 0-3 週飼養於育雛室，並以紅外線保溫燈保溫，4-9 週飼養於半開放式平飼鴨舍至第 10 週齡上籠，繼續飼養，於第 24 齡週時開始進行試驗。試驗飼糧以玉米-大豆粕為主，等能量等蛋白質，CP%18%，ME2750 kcal/kg。飼料中銅(硫酸銅 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)之添加量分別為 0 (對照組)、50、100、300 mg/kg，即有 4 個銅含量之處理組，基礎飼量組成如表一所示。

III. 測定項目：

每天記錄隻/日產蛋率、蛋重，每二週測定體重、飼料消耗量，以便計算飼料利用效率。並利用原子吸光譜儀及蛋殼強度計，測定鴨蛋中銅含量及蛋殼強度。依 AOAC 法分析糞便中銅含量。

IV. 分析方法：

蛋殼強度測定：以蛋殼強度垂直張力測定器 (弘達儀器公司 HT8335PM)，該機型蛋殼強度單位為 kg，每二週測定一次。

飼糧及糞便中銅含量測定：精秤乾燥粉末 (飼料及鴨糞) 含水率 15% 以下約 1.0 - 2.0 g，以 $600 \pm 1.5^\circ\text{C}$ 灰化 4 小時，加 6 N HCl 酸解 20 -30 分鐘，以 # 5B 濾紙定量，再以 0.1N HCO_3 依 6：4 之比例稀釋測定。

蛋中銅含量測定：先將蛋黃、蛋白分離，分別各秤 20 g 於坩堝中經 135°C 烘乾 12 小時，移入灰化爐緩慢加溫至 $600 \pm 1.5^\circ\text{C}$ 灰化 4 小時，冷卻加入 1 N 硝酸及 65% 濃硝酸酸解，以 # 40 濾紙過濾定量後供測定。

統計分析：所得資料採用 SAS(1988)套裝軟體之一般線性模式 (General Linear Model procedure, GLM)，進行變方分析及鄧肯氏多變域分析顯著性。

表 1. 基礎飼糧組成(%)

Table 1. The components of basal diet (%)

Ingredients	Treatment			
	1	2	3	4
Yellow corn	50.4	50.4	50.4	50.4
Wheat bran	8.0	8.0	8.0	8.0
Soybean meal	27.4	27.4	27.4	27.4
Fish meal (65%)	2.0	2.0	2.0	2.0
Soybean oil	3.5	3.5	3.5	3.5
Dicalcium phosphate	1.4	1.4	1.4	1.4
Limestone	6.4	6.4	6.4	6.4
Iodized salt	0.3	0.3	0.3	0.3
DL-methionine	0.1	0.1	0.1	0.1
Vitamin premix ^a	0.3	0.3	0.3	0.3
Mineral premix ^b	0.2	0.2	0.2	0.2
CuSO ₄ · 5H ₂ O	0	0.005	0.01	0.03
Total	100	100	100	100
Calculated value				
Crude protein (%)	18			
ME, kcal/kg	2750			
Analyzed value				
Crude protein (%)	18.2			
Calcium (%)	3.11			
Total phosphorus (%)	0.90			
Cu (mg/kg)	8.62	59.62	107.74	307.64

a : Vitamins supplementation per kg diet :

Vitamin A, 10,000 IU ; Vitamin D₃, 1,000 IU ; Vitamin E, 25 IU ; Vitamin K, 3 mg ; Thiamin, 3 mg ; Riboflavin, 5 mg ; Pyridoxine, 3 mg ; Vitamin B₁₂, 0.03 mg ; Ca-pantothenate, 10 mg ; Niacin, 50 mg ; Biotin, 0.1 mg ; Folic acid, 3 mg ; Choline-Cl (50%) , 1,000 mg.

b : Minerals supplementation per kg diet :

Mn, 60 mg (MnSO₄·H₂O) ; Zn, 60 mg (ZnO) ; Se, 0.1 mg (Na₂SeO₃) .

結果與討論

飼糧中不同銅添加量對褐色萊鴨產蛋性能之結果如表二所示，產蛋以銅添加量 100 mg/kg 和 300 mg/kg 組(飼糧銅含量分析值為 107.7 和 307.6 mg/kg)最佳，有顯著差異($P < 0.05$)。據 Chiou *et al.* (1997) 報告稱，來航雞飼糧銅含量在 200 mg/kg 時，對其採食量、產蛋率及蛋重有顯著之正面效果，與本試驗結果相似，如超出 400 mg/kg 以上，反而有負面效益。Jackson and Stevenson (1979) 亦稱，對於不同品系蛋雞飼糧銅含量在 235 和 170 mg/kg 可得最高產蛋率，主要是超出 400 mg/kg 以上時可降低採食量；而 NRC (1980) 推薦之飼糧銅含量最高耐受量為 300 mg/kg 。

蛋重而言，無添加組(對照組)蛋重較重，比其它各添加組平均值較重有顯著差異($P < 0.05$)，因為無添加組產蛋數少，產蛋率低，故平均蛋重亦大。Chiou *et al.* (1997) 也証實，產蛋雞飼糧含低銅量對蛋重較佳，超出 400 mg/kg 含銅量，會使蛋重偏低。Jackson and Stevenson (1979) 亦稱飼

糧含銅量在 235 mg/kg，對蛋重較有利。其次蛋殼強度，各組蛋殼強度測定值都甚佳，平均值介於 6.2-6.3 kg 之間，因本試驗供試鴨隻為產蛋初期，故蛋殼厚，強度甚韌，各組間均沒有顯著差異 ($P > 0.05$)。本試驗用之褐色菜鴨體型小，平均成熟體重 1.2-1.4 kg，產蛋高峰持續性長，以 27-36 週齡產蛋率為 97 %，平均蛋重 63 g，蛋殼強度與厚度各為 4.9 kg 及 398 μ m，比雞蛋的蛋殼品質優良，破損率亦低 (Chen and Shen, 1989)。

各處理組飼糧中不同銅含量對產蛋期體重損耗率及採食量如表三所示，體重損耗率以無添加組最低，其他各添加組均在 6.3% - 8.4% 之間，且處理間呈顯著差異 ($P < 0.05$)，此體重變化，目前尚屬合理範圍，因產蛋期只有十二週，往後應視產蛋期、蛋重及採食量之不同，體重也會有所變化，所以目前似尚難評斷其添加量與體重損耗之相關性。據蛋雞高銅含量飼糧 600 mg/kg 餵 28 天以後，就會顯著的體重減輕，乃因採食量受抑制所致 (Chiou *et al.*, 1997; Jackson and Stevenson (1979)，而本試驗各處理組採食量平均值之範圍為 156-161 g (隻/日)，處理組間差異不顯著 ($P > 0.05$)。

表 2. 飼糧銅含量對產蛋菜鴨產蛋性能之影響

Table 2. Effect of dietary copper level on laying performance of laying Tsaiya ducks

Item	Copper levels, mg/kg			
	0	50	100	300
Egg production (%)	78.45 \pm 1.54 ^b	79.64 \pm 1.87 ^b	84.9 \pm 1.41 ^a	84.63 \pm 1.28 ^a
Egg weight, (g)	60.86 \pm 0.24 ^a	60.03 \pm 0.24 ^b	60.11 \pm 0.23 ^b	59.66 \pm 0.22 ^b
Egg shell quality (kg)	6.32 \pm 0.45 ^a	6.30 \pm 0.10 ^a	6.19 \pm 0.04 ^a	6.22 \pm 0.48 ^a

^{a, b} The value with different superscripts within the same row are significantly different ($P < 0.05$).

表 3. 飼糧銅含量對採食量及體重損耗率之影響

Table 3. Effect of dietary copper level on body weight loss and feed intake of laying Tsaiya ducks

Item	Copper levels, mg/kg			
	0	50	100	300
Feed intake (g/day/bird)	156.26 \pm 2.76 ^a	160.41 \pm 3.33 ^a	158.80 \pm 2.67 ^a	160.93 \pm 2.62 ^a
Body weight change (%)	-3.97 ^c	-6.84 ^b	-8.40 ^a	-6.31 ^b

^{a, b} The value with different superscripts within the same row are significantly different ($P < 0.05$).

飼糧中不同銅添加量對褐色菜鴨糞便中銅含量之結果如圖 1 所示，無添加組（對照組）糞便中銅含量變化不大平均在 36.9 mg/kg，而各添加組，隨飼糧含銅量增加而糞便中銅含量在第二週就有明顯增加然後維持一定濃度 ($P < 0.05$)，各添加組糞便中銅含量平均值與對照組者之比較值，50 mg/kg 組為 4.5 倍，而 100 mg/kg 組為 8.0 倍，300 mg/kg 組為 23.2 倍，此與各相關研究結果相似 (陳，1995；洪，1991)，肝臟是維持組織中礦物質的恆定貯藏，並負有運輸及排泄的功能，亦能貯存體內多餘的銅濃度和循環的作用，但一旦超出體內對銅濃度的耐受量極限時，則會影響銅濃度在體內的恆定貯存 (Lin and Hsu, 2000)；所以在動物腸道中各有限制銅含量的吸收機制 (Jackson and Stevenson, 1979)，而腎臟也會同樣提高飼糧銅含量的排泄作用。

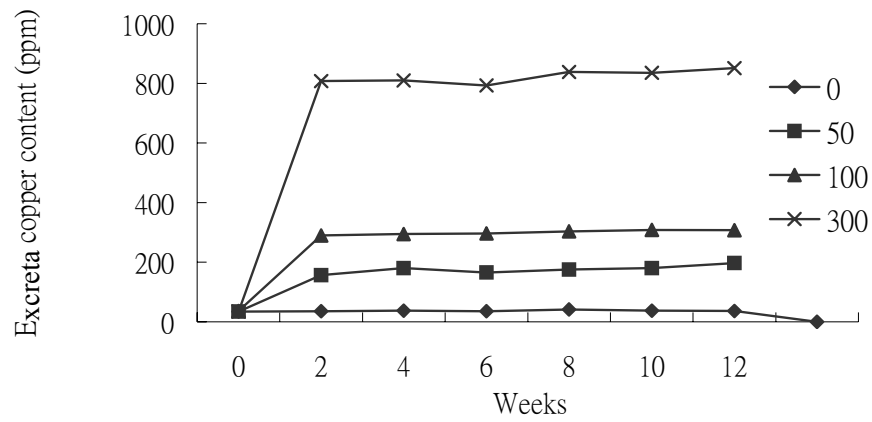


圖 1. 飼糧中銅含量對糞便銅含量之影響。

Fig 1. Effects of dietary copper level on its residue in the excreta.

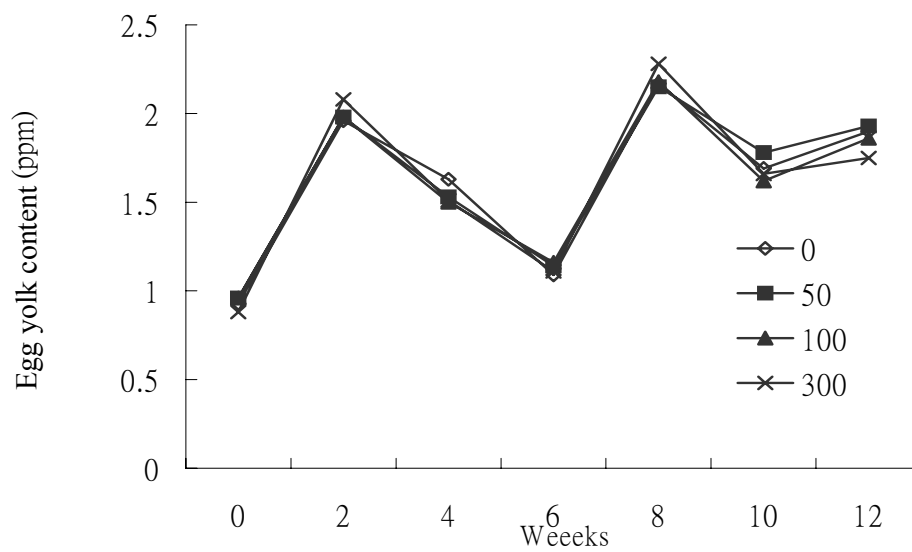


圖 2. 飼糧中銅含量對蛋黃殘留之影響。

Fig 2. Effect of dietary copper level on its residue in the egg yolk.

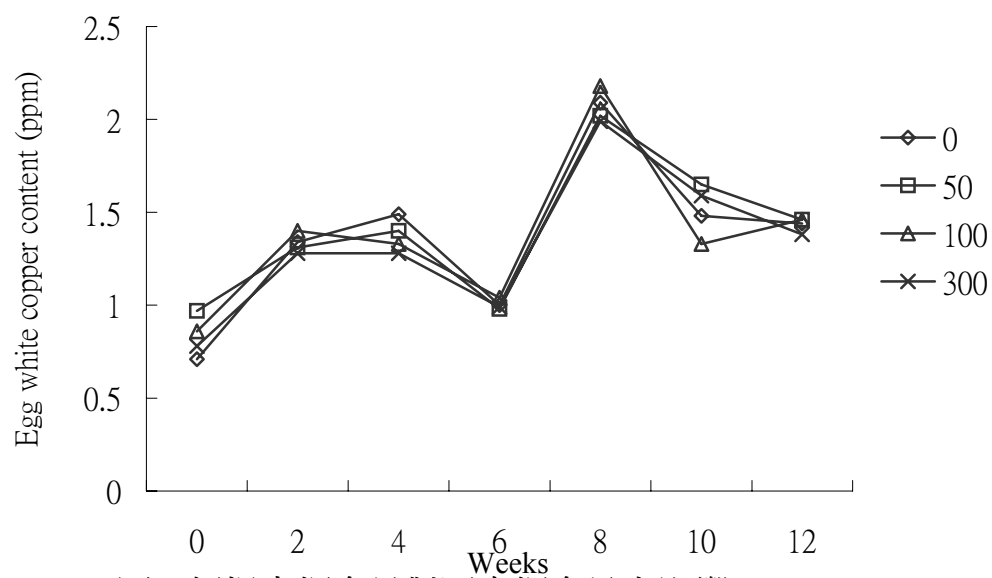


圖3. 飼糧中銅含量對蛋白銅含量之影響。

Fig. 3. Effect of dietary copper level on its residue in the egg white.

飼糧中銅含量濃度對蛋黃、蛋白的銅含量之影響如圖 2、3 所示，各組蛋黃銅含量 12 週之平均值範圍為 1.61- 1.64 mg/kg，蛋白為 1.34-1.37 mg/kg，全蛋為 1.47-1.49 mg/kg，各處理組間無顯著差異 ($P>0.05$)，即使各處理組內在試驗期間 12 週內（週別）蛋中銅含量變異較大，但各處理組間銅添加濃度與蛋中銅含量平均濃度變異甚小。根據 Jeng and Yang (1995) 調查台灣地區鴨蛋銅含量後指出，銅在蛋白中含量為 0.83 mg/kg (0.56-1.08)，蛋黃中含量為 1.36 mg/kg (0.95-1.95) 及全蛋中含量為 1.06 mg/kg，鴨場間蛋白或蛋黃銅含量都沒有顯著差異；謝 (1989) 報告亦指出全蛋中銅含量為 3.42 mg/kg；對雞蛋而言，Pennington and Calloway (1973) 研究指出銅含量濃度在全蛋中 1.0、蛋黃中 3.1 和蛋白中 0.5 mg/kg；Tanaka *et al.* (1973) 指出蛋白、蛋黃中銅之含量分別為 0.40 和 1.32 mg/kg，由此可知各學者之研究報告所得結果差異也甚大，只有蛋黃中銅含量比蛋白高的結果是一致的，且達顯著差異 ($P<0.05$)，也與本試驗結果相吻合。另據 Chiou *et al.* (1997) 報告，試驗飼糧銅添加量在 200-800 mg/kg，在蛋中銅含量分佈以飼糧添加銅 400 mg/kg 達最高點且呈拋物曲線 (Quadratic fashion)，此濃度為無添加組 (對照組) 的 4 倍量 ($P<0.05$)。Jackson and Stevenson (1981) 報告，氧化銅添加飼糧中銅含量為 150 – 750 mg/kg，顯出蛋中含量以飼糧銅添加 450 mg/kg 為最高值呈拋物曲線。這與本試驗結果最高銅添加量為 300 mg/kg，蛋白、蛋黃及全蛋中銅含量幾乎都沒有上升，此與上述報告不相吻合。Pennington and Calloway (1973) 以原子吸光儀測定去殼雞蛋中銅含量，無添加組為 1.49 ± 0.15 mg/kg，而高含量銅添加組為 1.47 ± 0.11 mg/kg 此結果顯示，高濃度銅添加量之飼糧的攝食，不致於轉移至蛋中。如此各有不同研究結果，而相關鴨的資料尚很匱乏，實有待進一步探討。飼糧中高銅含量通常用作家禽的殺菌劑 (antimicrobe) 及生長促進劑使用，銅也是必需礦物質之一，而產蛋期褐色菜鴨對銅需要量甚微，本試驗對照組銅添加量 0 mg/kg (分析值 8.61 mg/kg)，已符合鴨營養需要量，而不致於缺乏。中央標準局 (1989) 堆肥品質，家禽肥料 (堆肥) 銅含量規定為 100 mg/kg 以下，據陳 (1993) 報告稱台灣地區土壤中重金屬可容許最大負荷量，擬出堆肥中銅容許上限值為 256 mg/kg，因此低量銅 (0~50 mg/kg) 添加於飼料中，應不致引起銅排泄量過高而造成環境污染之虞。

結論與建議

綜上試驗結果顯示，飼糧中銅之添加對產蛋期褐色菜鴨之採食量、產蛋率、蛋重及蛋中銅含量，未受銅添加濃度增加而有顯著影響。糞便中銅含量則隨添加濃度增加而明顯增加，由於鴨隻對銅需求量甚少，在未額外添加情形下，日糧中銅含量已足可供給所需，為免鴨隻排泄物作成堆肥後大量重金屬累積，危害環境與作物，可考慮產蛋期褐色菜鴨之飼糧添加低劑量或不添加銅為宜。

誌謝

本試驗承蒙畜產試驗所宜蘭分所飼料系全體同仁協助，蔡美鳳小姐、陳麗晴小姐協助實驗室分析，才能使試驗順利完成，特此申謝。

參考文獻

中央標準局。1989。禽畜糞加工肥料。中國國家標準。經濟部中央標準局印行，總號 11924，類號 4394。

- 王政騰、謝佳慧。1995。氧化鉛、氧化銅及硫酸銅添加量對皮蛋品質之影響。食品科學 22(5)：521～527。
- 沈韶儀、洪嘉漠。1993。豬排泄物中重金屬對厭氣醱酵的影響。畜禽飼料銅鋅之添加對環保之影響 論文集 pp. 73～83
- 洪炎明。1991。飼糧中鈣、銅對產蛋性能及鈣、銅利用之影響。嘉義農專學報 27：79～99。
- 夏良宙。1993。豬隻飼料中添加硫酸銅作為生長促進劑之利弊。畜禽飼料銅鋅之添加對環保之影響 論文集 pp. 10～24
- 陳尊賢。1993。評估長期施用禽畜糞有機堆肥對農業土壤品質之影響。畜禽飼料銅鋅之添加對環保之影響論文集。台灣省畜產試驗所專輯第 22 號 pp. 116～131。
- 陳國隆。1995。日糧銅和砷含量對產蛋雞生產狀況，肝臟機能及肝臟，雞蛋、排泄物殘留之研究。國立中興大學碩士論文。
- 國立台灣大學畜牧學系。1988。鴨隻營養分需要量手冊。台北市。
- 黃國青、楊忠亮。1998。草食動物鉛銅含量與公共衛生之探討。第一屆畜牧廢棄資源利用推廣研究成果研討會論文集 pp. 7～18，台灣省畜牧獸醫學會。
- 謝豪晃。1989。本省蛋鴨場之水質、飼料及鴨蛋中鉛與銅含量調查研究。未發表。屏東。
- Chen, W. L. and T. F. Shen. 1989. Comparative studies on the utilization of calcium between laying Tsaiya duck and Leghorn hen. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 2：67～75.
- Chiou, W. S., K. L. Chen and B. Yu. 1997. Toxicity, tissue accumulation and residue in egg and excreta of copper in laying hens. Anim Feed Sci. Tech. 67：49～60.
- Jackson, N. and M. H. Stevenson. 1979. Effect of the protracted feeding of copper sulfate-supplemented diets to laying, domestic fowl on egg production and on specific tissue, with special reference to mineral content. Br. J. Nutri. 42：253～266.
- Jackson, N. and M. H. Stevenson. 1981. A study of the effect of dietary added cupric oxide on the laying domestic fowl and a comparison with the effects of hydrate copper sulfate. Br. J. Nutri. 45：99～110.
- Jeng, S. L. and C. P. Yang. 1995. Determination of lead, cadmium ; mercury and copper concentrations in duck eggs in Taiwan. Poultry Sci. 74：187～193.
- Lin, Y. F. and A. L. Hsu. 2000. Effects of copper and zinc supplementation on growth performance, tissue accumulation and residues in excrete of broiler chicken. J. Chin. Soc. Anim. Sci. 29(2)：117～124.
- National Research Council (NRC). 1994. Toxicity of certain inorganic elements. Animal National Academy Press. Washington D. C., P. 59.
- Pennington, J. T. and D. H. Calloway. 1973. Copper content of foods. J. Am. Diet Assoc. 63：143～153.
- Tanaka, Y., K. Ikebe, R. Tanaka and N. Kunita. 1973. Contents of heavy metals in foods (1). Food Hyg. Soc. Jpn. 14 (2)：196～201.

Dietary Copper Supplementation Effects on Egg Content and Excreta in Laying Tsaiya Ducks ⁽¹⁾

Chung –Yi Lin ⁽²⁾ Tzer-Ren Ferng ⁽²⁾ Jeng –Fang Huang ⁽²⁾
Ming-Kuei Lai ⁽²⁾ and Chia-Cherng Huang ⁽²⁾

Received : Jul. 16, 2002 ; Accepted : Sep. 12, 2002

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of dietary copper supplementation on egg content and excreta in laying Tsaiya ducks. Two hundred and forty ducks were randomly assigned into four isonitrogenous (CP=18%) and isocaloric (ME= 2750 kcal/kg) diet treatments with dietary supplementation of 0,50,100 and 300 mg/kg copper respectively. There were four replicates with 15 birds per replicate in each treatment. The results showed that significant better egg production was observed in the groups treated with 100 and 300 mg/kg dietary copper supplementation ($P<0.05$). Eggshell strength and feed intake were not different among treatments ($P>0.05$). Copper content in the excreta changed at a small scale in the control group throughout this study. However, a dramatic increase in copper content in the excreta was observed after two weeks of copper supplementation in the diet. The copper content in the excreta increased with the increase in dietary copper level. The copper content in the excreta for treatments supplemented with 50,100 and 300 mg/kg dietary copper increased by 4.5, 8.0 and 23.2 folds compared with the control group, respectively.

The copper content in the eggs was similar among treatments. The copper content ranges were 1.60-1.64, 1.34-1.37, and 1.47-1.49 mg/kg in the yolk, white, and whole egg, respectively. A large variation was observed during the treatment time course. To meet with environmental regulations, the dietary copper supplementing level should be less than 50 mg/kg for laying Tsaiya ducks.

Key words : Duck egg , Excreta , Copper content.

(1) Contribution No. 1133 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) I-Lan Branch Institute, COA-TLRI, I-Lan, Taiwan, R.O.C.

圖 1. 飼糧中銅含量對糞便銅含量之影響。

Fig. 1. Effects of dietary copper level on its residue in the excreta.

圖 2. 飼糧中銅含量對蛋黃殘留之影響。

Fig. 2. Effect of dietary copper level on its residue in the egg yolk.

圖 3. 飼糧中銅含量對蛋白銅含量之影響。

Fig. 3. Effect of dietary copper level on its residue in the egg white.