

粗糠調整飼糧粗纖維含量對白羅曼鵝生長性狀及 消化道發育之影響⁽¹⁾

陳盈豪⁽²⁾⁽⁶⁾ 林炳宏⁽³⁾ 施柏齡⁽⁴⁾ 許振忠⁽⁵⁾

收件日期：103 年 6 月 30 日；接受日期：103 年 11 月 20 日

摘 要

本試驗之目的乃以粗糠為主要纖維來源，探討不同飼糧粗纖維含量對 2—6 週齡白羅曼鵝生長、消化道重量、長度與其內容物 pH 值之影響。本研究分成兩個試驗進行，試驗一以 72 隻 2 週齡體重相近的雌白羅曼鵝，分成三個處理組，四重複，分別餵飼含粗纖維 4、8 及 12% 之同代謝能及等蛋白質之飼糧。試驗二以 60 隻 2 週齡體重相近的雌鵝分成三處理組分別餵飼玉米—大豆粕基礎飼糧、基礎飼糧添加 4% 粗糠與基礎飼糧添加 8% 粗糠之飼糧。二個試驗進行 4 週，試驗期間飼料與水採任食，每週稱量鵝隻採食量及個別體重；試驗結束時，鵝隻經稱重後屠宰測定消化道內容物之 pH 值、長度與重量。結果顯示，試驗一提高飼糧粗纖維含量不影響生長鵝之體增重與採食量，並且鵝隻採食含 12% 飼糧粗纖維處理組之砂囊 pH 值最高，同時盲腸長度隨飼糧粗纖維含量增加有增長之趨勢，含食糜之小腸相對重量亦隨飼糧粗纖維含量之增加而顯著的增重 ($P < 0.05$)。試驗二，提高飼糧粗纖維含量可使 2—4 週齡之鵝隻體增重及採食量增加，但飼料轉換率以基礎飼糧添加 4% 粗糠最佳 ($P < 0.05$)；提高飼糧纖維含量亦可增加鵝盲腸長度及增加砂囊、小腸與盲腸重量，但相對肝臟重量隨飼糧纖維含量之增加而減少。在同能量與等蛋白之條件下，生長鵝飼糧中粗纖維含量可調配達 12%。考量體增重、飼料轉換率與腸道長度與重量，在 2—6 週齡生長鵝之玉米—大豆粕基礎飼糧中可額外添加 4% 粗糠。

關鍵詞：飼糧纖維、生長性狀、生長鵝、粗糠、消化道。

緒 言

鵝是臺灣第三大的家禽事業，依農業統計年報 (2012) 資料顯示，臺灣在 2012 年屠宰鵝隻數達 492 萬餘隻，而同年底鵝的在養隻數為 185 萬餘隻。鵝是草食的禽類，能利用纖維質飼糧。蘇等人 (1996) 指出，4 週齡白羅曼鵝對含 8% 粗纖維飼糧之中性洗劑纖維與酸性洗劑纖維之消化率分別為 34.6% 與 15.7%。由於臺灣糧食作物以稻米為主，年產 1,700,229 公噸，粗糠係碾製糙米的副產物，年產稻殼 (粗糠) 332,014 公噸 (農業統計年報，2012)。最近國際能源危機，部分穀物如玉米被加工生產為生質燃料；另外，受到氣候變遷，穀物收成減量的影響，使得國內飼料進口成本節節上漲，因此如何降低飼料成本已成為現今畜牧生產重要課題之一。臺灣早期鄉間農家在庭院養雞有以粗糠調配飼料；又鵝能消化植物纖維，故鵝飼料配方採用粗糠為飼料原料之一，則可降低飼料成本。

飼糧纖維為植物之細胞壁，其主要成分，包含纖維素、半纖維素、木質素與果膠等。提高飼糧纖維含量可減少蛋雞啄羽 (Hetland *et al.*, 2005)，並且不同飼糧纖維含量或來源會影響鳥禽消化道之性狀，包括腸道長度、重量與形態 (Abdelsamie *et al.*, 1983; Chiou *et al.*, 1996; Gasaway, 1976a; 1976b; Halvorson *et al.*, 1987; Miller, 1975; Moss, 1972; 1974; Moss and Trenholm, 1987; Weiss and Scott, 1979)。陳等 (1992) 指出，在等蛋白與同能量飼糧中，以純化粉末纖維素調整不同纖維含量，則可使雛鵝體增重增加及盲腸長度增長。許 (1996) 認為飼糧纖維含量不宜過低，因纖維質飼料有刺激消化道的作用，並可清除腸胃之廢物，而維持消化機能的正常，有助於鵝的正常生長。白羅曼鵝在 10 週齡以後體重之增加，腸繫膜脂肪蓄積為因素之一，以 10 週齡鵝腸繫膜脂肪占活體重 1.73%，至 11、12 與 13 週齡

(1) 國科會總結報告 (NSC86-2313-B-005-023)。

(2) 東海大學畜產與生物科技學系。

(3) 國立嘉義大學動物科學系。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(5) 國立中興大學動物科學系。

(6) 通訊作者 E-mail: yh7chen@thu.edu.tw。

其腸繫膜脂肪佔活體重則分別為 1.94%、2.02% 與 2.27%，即分別增加 12%、17% 與 31% (陳及許，2004)，而白羅曼鵝最適上市週齡為 13 週齡 (陳等，2003)。肥育期鵝隻腸繫膜脂肪之大量堆積，將限制其腹腔腸道容積擴展之空間而影響採食量，此將不利於鵝隻肥育上市；因此提供生長鵝飼糧纖維以促進其腸道早期發育，使腸道容積增大是飼養業者不可忽視的課題。以純化粉末狀纖維素作為飼糧纖維之主要來源，可促進鵝腸道的發育 (陳等，1992)，但其係工業製造且生產成本高，而粗糠係農產副產物並富含粗纖維，依臺灣飼料成分手冊 (2011) 粗糠之粗纖維含量為 47.5%。故本試驗以粗糠為主要飼糧纖維之來源，並調整飼糧粗纖維含量，再分成二個方向探討，一、同能量與等蛋白質飼糧中，以粗糠調整不同粗纖維含量對鵝隻生長與腸道發育之影響；二、以玉米—大豆粕基礎飼糧中添加不同含量之粗糠，即當飼糧中蛋白質、代謝能及粗纖維含量皆不相同下對鵝隻生長與腸道發育之影響，以提供業者及學術研究者之參考應用。

材料與方法

I. 試驗分組與動物管理

(i) 試驗一：等蛋白與同代謝能飼糧中不同粗糠添加量對雛白羅曼鵝生長性狀及消化道發育之影響

雛鵝在 2 週齡前，飼養於墊高 60 cm 之籠子 (90 × 56 × 60 cm)，並以保溫燈育雛，飼餵商業粒狀飼料 (粗蛋白質 20%)。雛鵝滿 1 週齡時，停止保溫，並選取體重相近之 2 週齡雛白羅曼鵝，分成三個處理組，每處理組 4 籠，每籠關 2 隻，每批次 24 隻 (第 1 與第 2 批次，使用 12 隻)，合計四批次，共使用 72 隻，分別餵飼含三種不同粗纖維含量 (4, 8, 12%) 之同熱能與等蛋白質之試驗飼糧，飼糧營養分需要量參考美國國家研究委員會 (NRC, 1994) 之標準調配。飼糧配方和營養分組成列於表 1。粗糠來源為臺灣臺中市烏日區碾米廠，並以粉碎機經 60 網孔粉碎之，試驗期為 4 週 (2 – 6 週齡)。試驗期間飼料及飲水採任食。

表 1. 試驗飼糧配方與營養成分組成

Table 1. The formula and composition of experimental diet

Ingredients	Experiment 1			Experiment 2
	Dietary fiber levels, %			Basal diet
	4	8	12	
	----- % -----			
Yellow corn	62.40	46.20	30.00	66.00
Soybean meal, 44%	26.00	23.00	20.10	27.10
Full fat soybean meal, 36%	2.00	8.50	15.00	-
Fish meal, 60%	4.00	4.00	4.00	4.00
Soybean oil	0.38	3.87	7.37	-
Dicalcium phosphate	0.17	1.80	1.84	1.13
Calcium carbonate, pulverized	0.11	0.05	-	0.90
Salt	0.40	0.40	0.40	0.40
Choline chloride	0.07	0.07	0.07	0.07
DL-methionine	0.10	0.11	0.12	0.10
Premix*	0.30	0.30	0.30	0.30
Rice hull	2.50	11.7	20.80	-
Total	100	100	100	100
Calculated nutrient composition				
Crude protein, %	20.06	20.05	20.8	20.04
Metabolizable energy, kcal/kg	2,916	2,915	2,916	2,938
Crude fiber, %	4.00	7.99	12.09	2.88
Analyzed nutrient composition				
Crude protein, %	19.46	19.67	19.69	19.97
Crude fiber, %	3.60	8.39	11.92	2.65
NDF, %	4.19	9.69	14.20	-
ADF, %	12.21	22.75	35.69	-

* Supplied per kilogram of diet: Vitamin A, 120,000 IU; Vitamin D₃, 2,000 IU; Vitamin E, 10 IU; Vitamin K, 2 mg; Vitamin B₂, 5 mg; Vitamin B₆, 2 mg; Vitamin B₁₂ 10 µg; Biotin, 50 µg; Niacin, 40 mg; Folic acid, 1 mg; Mn, 80 mg; Fe 50 mg; Cu, 5 mg; Se, 0.1 mg; I, 5 mg; Co, 1 mg.

(ii) 試驗二：在基礎飼糧中不同粗糠添加量對雛白羅曼鵝生長性狀及消化道發育之影響

雛白羅曼鵝之育雛管理同試驗一。雛鵝 2 週齡時選取體重相近者共 60 隻，分成三個處理組，每個處理 5 籠，每籠 4 隻，三個處理組分別餵飼以玉米—大豆粕之基礎飼糧 (粗蛋白質 20%，代謝能 2,936 kcal/kg，如表 2)、基礎飼糧 +4% 粗糠 (粗蛋白質 19.38%，代謝能 2,853 kcal/kg) 及基礎飼糧 +8% 粗糠 (粗蛋白質 18.78%，代謝能 2,774 kcal/kg)。粗糠來源與處理同試驗一，試驗期為 4 週 (2 – 6 週齡)。試驗期間飼料及飲水採任食。

表 2. 不同飼糧粗纖維含量對 2 – 6 週齡生長鵝生長性狀之影響 (試驗一)

Table 2. Effects of dietary crude fiber levels on growth performance of goslings during 2-6 weeks of age (experiment 1)

Items	Dietary fiber levels, %			SE	Significance	
	4	8	12		L	Q
Initial body weight, g	280.3	279.7	279.9	3.8	NS	NS
Final body weight, g	2,320.3	2,358.9	2,366.9	32.6	NS	NS
Daily gain, g/day/bird						
2-4 wks of age	67.9	68.6	71.1	1.8	NS	NS
4-6 wks of age	77.4	79.9	79.2	1.8	NS	NS
2-6 wks of age	72.6	74.2	75.2	1.5	NS	NS
Feed consumption, g/day/bird						
2-4 wks of age	127.7	133.5	138.6	3.8	NS	NS
4-6 wks of age	184.1	191.0	194.2	3.5	NS	NS
2-6 wks of age	155.9	162.3	166.4	2.4	NS	NS
Feed conversion rate, feed, kg/gain, kg						
2-4 wks of age	1.88	1.95	1.94	0.03	NS	NS
4-6 wks of age	2.40	2.43	2.47	0.06	NS	NS
2-6 wks of age	2.16	2.21	2.22	0.03	NS	NS

NS: Not significant ($P > 0.05$).

L: Linear; Q: Quadratic.

II. 試驗採樣

(i) 試驗一

於試驗結束前一日分批輪迴 (rotation run) 絕食 6 小時後，分批輪迴恢復供食，於恢復供食 6 小時後分批輪迴屠宰。每個處理組逢機取鵝隻體重相近者 4 隻，每批次屠宰 12 隻，共屠宰 48 隻，採斷頸法放血犧牲，並取出肝臟、砂囊、小腸、盲腸與結直腸等。

(ii) 試驗二

試驗結束時每個處理組於每籠逢機取鵝隻體重相近者各 2 隻，共 30 隻，以供屠宰採樣，鵝隻屠宰前之處理及屠宰取樣方法同試驗一。

III. 試驗項目之分析與測量

(i) 飼糧之化學分析：飼糧中粗纖維及粗蛋白質含量依照飼料化驗分析技術手冊 (1987) 所述之方法測定之。中性洗劑纖維 (neutral detergent fiber, NDF)，依 Van Soest and Wine (1967) 所述之方法測定之。酸性洗劑纖維 (acid detergent fiber, ADF) 依 Van Soest (1963) 所述之方法測定之。

(ii) 生長性狀：試驗鵝隻除於試驗開始至結束其間，每週個別鵝隻體重以電子磅秤稱之，及以電子磅秤稱量每週每籠飼料採食量。

(iii) 腸道重量與長度之測定：腸道各部位重量以電子磅秤稱量之；腸道長度之測定，係將消化道分成小腸、盲腸 (包括左與右盲腸) 及結直腸後，以尺測量之。

(iv) 腸道內容物 pH 值之測定：將鵝隻腸道依砂囊、小腸之十二指腸、空腸與迴腸、盲腸及結直腸等部位，以解剖刀劃出一小創口，用測黏稠物專用之電極棒伸入腸道內容物以測 pH 值 (Suntex sp2200)。

(v) 盲腸組織與內容物重量：盲腸以手術剪刀剪開後，以刮勺取出內容物，而盲腸組織則以生理鹽水沖洗後並滴乾，再將兩者重量以電子磅秤稱量之。

IV. 統計分析

試驗之各項所得資料使用統計分析系統 (Statistical Analysis System, 2007, 簡稱 SAS) 的套裝軟體, 依 GLM (general linear models) 程序進行變方分析, 並以最小平方平均值法比較各處理組間平均值 (least squares means) 之差異顯著性。迴歸分析檢定粗纖維含量與檢測項目之線性或二次曲線。

結果與討論

I. 試驗一：等蛋白與同代謝能飼糧中不同粗糠添加量對雛白羅曼鵝生長性狀及消化道發育之影響

(i) 生長性能

飼糧中不同纖維含量對生長鵝 2 – 6 週齡之生長性能影響, 結果如表 2 所示。從表 2 顯示, 鵝隻之隻日增重以 8% 飼糧纖維含量之處理組較其他組為佳之趨勢, 惟處理組之間並無顯著的差異。鵝隻對飼料採食量雖隨飼糧纖維含量之增加而有增加之趨勢, 惟在各處理組之間, 亦未達顯著差異。由上述可知, 在同熱能與等蛋白飼糧條件下, 以粗糠調整粗纖維含量達 12%, 對鵝隻生長性狀不會有不良之影響。本試驗飼糧纖維含量不影響鵝隻生長性狀之結果與陳等 (1992) 以純化粉狀纖維素為飼糧纖維主要來源, 生長鵝在同熱能與等蛋白飼糧條件下, 12% 粗纖維處理組有較佳的體增重之結果不一致, 其原因不明, 可能與提供不同粗纖維之來源有關。至於詳細消化生理機制仍須待進一步深入探討。

(ii) 腸道長度

在等蛋白同能量飼糧中, 生長鵝小腸及結直腸長度不受飼糧纖維含量之影響 (表 3)。Moss and Trenholm (1987) 指稱, 松雞餵飼高纖維含量飼糧, 其盲腸長度較餵飼低纖維飼糧處理組者為長; 陳等 (1992) 指出飼糧纖維可促進鵝盲腸長度之增加。本試驗鵝隻盲腸之長度也有隨飼糧纖維含量之增加而增長的趨勢 ($P < 0.1$)。

表 3. 不同飼糧粗纖維含量對 6 週齡生長鵝腸道長度與內容物 pH 值之影響 (試驗一)

Table 3. Effects of dietary crude fiber levels on length and pH value of intestinal tract contents in goslings at 6 weeks of age (experiment 1)

Items	Dietary fiber levels, %			SEM	Significance	
	4	8	12		L	Q
----- g/bird -----						
Body weight	2,289	2,357	2,374	42	NS	NS
----- cm/bird -----						
Absolute length						
Small intestine	200.7	207.1	208.5	2.3	NS	NS
Colon & rectum	10.34	10.49	10.75	0.2	NS	NS
Ceca	47.2	48.7	51.1	0.9	†	NS
----- cm/100 g BW -----						
Relative length						
Small intestine	8.86	8.87	8.98	0.16	NS	NS
Colon & rectum	0.46	0.45	0.46	0.01	NS	NS
Ceca	2.08	2.09	2.20	0.05	NS	NS
pH value						
Gizzard	2.85 ^a	2.95 ^{ab}	3.20 ^b	0.06	*	NS
Duodenum	6.05	6.06	6.03	0.03	NS	NS
Jejunum	6.89	6.92	6.87	0.07	NS	NS
Ileum	6.94 ^a	7.01 ^{ab}	7.10 ^b	0.03	*	NS
Caecum	6.24	6.26	6.14	0.05	NS	NS
Colon & rectum	6.56	6.45	6.77	0.08	NS	NS

^{a, b} Means within the same row without the same superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

L: Linear; Q: Quadratic; NS: Not significant ($P > 0.05$); †: $P < 0.1$; *: $P < 0.05$.

(iii) 腸道內容物之 pH 值

生長鵝飼不同飼糧纖維含量之後，腸道內容物之 pH 值，以砂囊為最低 (表 3)，而至小腸 pH 值漸升，此係由於胰液分泌以中和內容物之酸度有關。本試驗中鵝隻砂囊之 pH 值最低與 Clemens *et al.* (1975) 及陳等 (1992) 之報告顯示鵝砂囊之 pH 值為最低的結果相同。隨著飼糧纖維含量之增加，鵝隻在 6 週齡時砂囊之 pH 值亦隨之增加，而飼糧含 12% 飼糧纖維處理組鵝隻之砂囊 pH 值顯著高於飼糧含 4% 飼糧纖維處理組者 ($P < 0.05$)，砂囊 pH 值隨著飼糧纖維含量增加而顯著地呈線性增加，且飼糧纖維含量與砂囊中 pH 值呈顯著之正相關 ($r = 0.32$; $P < 0.05$)，此與陳等 (1992) 指出飼糧高飼糧纖維可提高鵝隻砂囊 pH 值之結果相似。飼糧纖維可提高砂囊之 pH 值與其具有緩衝能力，可中和胃酸有關 (Stroud *et al.*, 1985; Tadesse, 1986)。生長鵝迴腸 pH 值隨飼糧粗纖維含量增加而增加，並且迴腸 pH 值與飼糧粗纖維呈現線性關係 ($P < 0.05$)，至於十二指腸、空腸、盲腸及結直腸之 pH 值，在各處理組之間皆無顯著的差異。Sudo and Duke (1980) 指稱，火雞採食高纖維飼糧，其盲腸 pH 值較低，與本試驗鵝盲腸 pH 值亦有隨飼糧纖維含量增加而有降低之趨勢與之相符合。

(iv) 肝臟及腸道含內容物之重量

不同飼糧粗纖維含量對生長鵝肝臟及腸道含內容物重量之影響，列於表 4。從表 4 顯示，生長鵝肝臟及結直腸含內容物絕對重量在各處理組間並無顯著之差異，但砂囊、小腸與盲腸含內容物絕對重量在各處理組間則有顯著之差異 ($P < 0.05$)。肝臟相對重量 (g/100g BW) 隨著飼糧粗纖維含量增加而顯著的降低 ($P < 0.01$)，肝臟相對重量隨著飼糧粗纖維含量增加而顯著地呈線性降低，且飼糧纖維含量與肝臟相對重量之負相關值為 $r = -0.45$ ($P < 0.01$)。陳等 (1992) 指出，以纖維素為主要飼糧纖維來源，可降低肝臟相對重量，而本試驗結果與之相同。飼糧纖維可使鵝隻肝臟相對重量減輕之原因，推測可能與肝之脂質代謝改變有關，Akiba and Matsumoto (1977) 謂飼糧纖維可能減低肝臟之脂質合成，並促進脂肪之運輸。許 (1992) 指出，飼糧纖維含量可降低鵝肝臟脂質合成相關酵素 (ATP 一檸檬酸分解酶、脂肪合成分解酶) 之活性，故肝臟積蓄脂肪能力下降，而影響其重量。含內容物之小腸絕對重量及相對重量隨著飼糧纖維含量增加而顯著地呈線性增加，採食 8% 與 12% 飼糧粗纖維處理組鵝隻小腸總重量較 4% 飼糧粗纖維處理組分別增重 11.0% 與 23.8%，而含內容物之小腸絕對重量及相對重量與飼糧纖維含量之相關係數均為 $r = 0.41$ ($P < 0.01$)。飼糧含 12% 飼糧纖維之鵝隻，其小腸含內容物相對重量顯著大於其他處理組 ($P < 0.05$)，而鵝隻腸道內容物之相對重量增加，可能為禽類攝食高纖維飼糧時，因纖維飼糧之膨鬆性及增快食糜通過腸道速率所致 (陳等, 1991)，致使採食量增加，故鵝隻腸道容積增大 (Savory and Gentle, 1976b)。砂囊絕對重量及相對重量皆隨飼糧纖維含量之增加而增加，而砂囊絕對重量及相對重量與飼糧粗纖維含量之相關係數均為 $r = 0.37$ ($P < 0.05$)。另外，生長鵝採食含 12% 飼糧粗纖維有較重的盲腸絕對與相對重量 ($P < 0.05$)。

表 4. 基礎飼糧添加不同量粗糠對 6 週齡生長鵝肝臟與腸道含內容物重量之影響 (試驗一)

Table 4. Effects of dietary fiber levels on the weight of liver and intestinal tract tissue with contents of goslings at 6 weeks of age (experiment 1)

Items	Dietary fiber levels, %			SEM	Significance	
	4	8	12		L	Q
Absolute weight	----- g -----					
Liver	92.2	89.5	81.8 [†]	2.4	[†]	NS
Gizzard	121.2 ^a	141.0 ^b	143.6 ^b	3.4	**	NS
Small intestine	95.4 ^a	105.9 ^{ab}	118.1 ^b	3.1	**	NS
Ceca	15.3 ^{ab}	13.0 ^a	18.1 ^b	0.9	NS	[†]
Colon & rectum	7.7	7.3	8.8	0.4	NS	NS
Relative weight	----- g/100 g BW -----					
Liver	4.03 ^b	3.79 ^b	3.44 ^a	0.07	**	NS
Gizzard	5.29 ^a	6.03 ^b	6.05 ^b	0.11	**	NS
Small intestine	4.16 ^a	4.50 ^{ab}	4.99 ^b	0.11	**	NS
Ceca	0.66 ^{ab}	0.55 ^a	0.76 ^b	0.04	NS	*
Colon & rectum	0.33	0.31	0.37	0.02	NS	NS

^{a, b} Means within the same row without the same superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

L: Linear; Q: Quadratic; NS: Not significant ($P > 0.05$); †: $P < 0.1$; *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$.

II. 試驗二：在基礎飼糧中不同粗糠添加量對雛白羅曼鵝生長性狀及消化道發育之影響

(i) 生長性能

添加不同量粗糠之飼糧對 2 – 6 週齡生長鵝之生長性能之影響，結果列示於表 5。從表 5 之結果顯示，2 – 4 週齡鵝隻之隻日增重以外加 4% 與 8% 粗糠含量之處理組較基礎飼糧組為佳 ($P < 0.05$)，分別增加 12% 及 13%；且鵝隻之隻日增重與粗糠含量呈線性關係，惟在 4 – 6 週齡及試驗全期三個處理組之間並無顯著的差異。在各生長階段鵝隻對飼料採食量均隨飼糧中粗糠添加量之增加而呈線性增加 ($P < 0.05$)；此亦說明基礎飼糧額外添加 4% 與 8% 粗糠後之處理組，使粗纖維含量由 2.65% 增加 4.33% 與 5.92%，因而飼糧所含之能量被粗糠所稀釋，而造成生長鵝之飼料採食量增加。2 – 4 週齡鵝隻採食基礎飼糧額外添加 4% 粗糠處理組之飼料轉換率較其他處理組為佳，但在 4 – 6 週齡鵝隻飼料轉換率隨粗糠使用量達 8% 而變差 ($P < 0.05$)。綜合上述鵝隻之生長性狀，在基礎飼糧額外添加 4% 粗糠對鵝隻早期生長有助益，並且飼料效率不會變劣。試驗一之飼糧粗纖維含量達 12%，對鵝隻採食量與體增重均無影響，但在試驗二之基礎飼糧額外添加 4% 與 8% 粗糠，卻能顯著的改進 2 – 4 週齡生長鵝之體增重，造成此現象之原因應與試驗二鵝隻之採食量隨粗糠含量之增加而增加有關。另外，可能還有其他原因，例如，腸道長度增長及腸道容積增大，而有利於腸道對內容物營養分之吸收。

(ii) 腸道長度

在 6 週齡雛白羅曼鵝之小腸總長度有隨飼糧粗纖維含量增加而增長之現象，但各處理間差異不顯著 (表 6)。Miller (1975) 指出綠頭鴨採食高纖維含量之飼糧，則小腸長度有增長之趨勢，故本試驗二結果與之相似。在本試驗二中，盲腸之總長度隨飼糧粗纖維含量增加而顯著增長 ($P < 0.05$)，此結果與陳等 (1992) 謂飼糧纖維可增加鵝隻盲腸長度之報告相同。飼料含 4% 與 8% 粗糠處理組鵝隻之盲腸長度，分別較飼料基礎飼糧處理組者長 11.3% 與 17.4%；盲腸之相對長度 (cm/100g BW) 亦隨粗纖維含量增加而顯著增長 ($P < 0.05$)，盲腸總長度與纖維含量則呈正相關 ($r = 0.54$, $P < 0.01$)。試驗二在基礎飼糧額外添加 4% 與 8% 粗糠對生長鵝盲腸長度之增長效果，較試驗一中在同能量與等蛋白飼糧下提高飼糧纖維含量對盲腸長度之增長為佳，故採食量應是影響腸道長度之重要影響因子之一。

表 5. 基礎飼糧添加不同量粗糠對 2 – 6 週齡生長鵝生長性狀之影響 (試驗二)

Table 5. Effects of basal diet supplemented with different rice hull levels on growth performance of goslings during 2-6 weeks of age (experiment 2)

Items	Treatments			SEM	Significance	
	Control (BA) ¹	BA + 4% rice hull	BA + 8% rice hull		L	Q
Initial weight, g	342.3	342.4	342.8	1.0	NS	NS
Final weight, g	2,706.4	2,760.0	2,825.7	11.1	NS	NS
Daily gain, g/day/bird						
2-4 wks of age	65.4 ^a	73.2 ^b	73.9 ^b	0.3	**	NS
4-6 wks of age	103.5	99.5	103.5	1.5	NS	NS
2-6 wks of age	84.4	86.3	88.7	0.4	NS	NS
Feed consumption, g/day/bird						
2-4 wks of age	135.8 ^a	141.4 ^{ab}	148.3 ^b	1.8	**	NS
4-6 wks of age	226.2 ^a	236.8 ^{ab}	251.0 ^b	4.6	*	NS
2-6 wks of age	181.0 ^a	189.1 ^{ab}	199.6 ^b	2.9	*	NS
Feed conversion rate, feed, kg/gain, kg						
2-4 wks of age	2.06 ^b	1.91 ^a	2.00 ^{ab}	0.02	NS	**
4-6 wks of age	2.37 ^a	2.52 ^{ab}	2.60 ^b	0.02	***	NS
2-6 wks of age	2.21 ^a	2.21 ^a	2.30 ^b	0.01	*	NS

^{a, b} Means within the same row without the same superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

L: Linear; Q: Quadratic; NS: Not significant ($P > 0.05$). *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$.

¹BA: basal diet. Analyzed values of crude fiber for BA, BA adding 4% rice hull and BA adding 8% rice hull are 2.65%, 4.33% and 5.92%, respectively.

(iii) 腸道內容物之 pH 值

試驗二不同能量與不等蛋白飼糧中，生長鵝砂囊內容物之 pH 值雖隨飼糧粗糠含量增加而呈增加之現象，但各處理間差異不顯著；不同粗糠含量對雛鵝小腸之十二指腸、空腸與迴腸、盲腸、大腸之結直腸之內容物 pH 值亦無顯著差異 (表 6)。在試驗一同能量與等蛋白飼糧中，砂囊與迴腸內容物之 pH 值隨飼糧粗糠含量增加而呈增加 (表 3)。比較試驗一與試驗二之主要飼糧纖維來源皆同為粗糠，但對砂囊內容物 pH 值之影響效果卻不同，造成此現象之原因推測可能由於試驗一之高飼糧纖維處理組之粗纖維含量達 12%，而試驗二高飼糧纖維處理組之粗纖維含量僅約 6% (未列於表 1)，故基礎飼糧添加 8% 粗糠對砂囊內容物 pH 值之緩衝效果較有限。

(iv) 腸道重疊

試驗二各處理組鵝隻肝臟相對重量隨飼糧粗糠含量之增加而減少 (表 7)，肝臟相對重量與飼糧粗糠含量之相關值為 $r = -0.47$ ($P < 0.05$)，砂囊絕對重量與飼糧粗糠含量呈正相關 ($r = 0.64$, $P < 0.001$)，砂囊相對重量與飼糧粗糠含量之相關值為 $r = 0.65$ ($P < 0.001$)。本試驗一 12% 飼糧粗纖維與試驗二基礎飼糧添加 8% 粗糠處理組均可促使鵝之砂囊絕對重量增加 ($P < 0.05$)，此與 Kehoe *et al.* (1988) 指出粗纖維可增加綠頭鴨砂囊絕對重量之結果相似；另外，試驗一 12% 飼糧粗纖維處理組鵝隻砂囊之相對重量較 4% 飼糧粗纖維處理組者重 18.5%，以及試驗二餵飼含 8% 粗糠處理組鵝隻砂囊之相對重量較對照組者重 20.7%，上述均與 Hetland *et al.* (2005) 報告顯示，餵飼小麥基礎飼糧並且可採食粗木屑之平飼蛋雞砂囊相對重量較對照組為重並且約增加 25.8% 之結果相似。粗糠使砂囊增重之原因可能與砂囊磨粗纖維有關 (Kehoe *et al.* 1988)，而使砂囊壁肌肉發達而致重量增加；另外，採食量之增加亦為影響因子之一。本試驗鵝隻之砂囊重量隨飼糧粗纖維之增加而增重的結果與火雞 (Halvorson *et al.*, 1987) 與雞 (Longe, 1984) 採食高飼糧纖維可使砂囊重量增加之結果一致。

表 6. 基礎飼糧添加不同量粗糠對 6 週齡生長鵝腸道長度與內容物 pH 值之影響 (試驗二)

Table 6. Effects of basal diet supplemented with different rice hull levels on length and contents pH value of alimentary canal tissue in goslings at 6 weeks of age (experiment 2)

Items	Treatments			SEM	Significance	
	Control (BA) ¹	BA + 4% rice hull	BA + 8% rice hull		L	Q
----- g/bird -----						
Body weight	2,805	2,805	2,897	51.0	NS	NS
----- cm/bird -----						
Absolute length						
Small intestine	214.4	220.3	221.5	2.8	NS	NS
Ceca	48.8 ^a	54.3 ^{ab}	57.3 ^b	1.2	**	NS
Colon & rectum	13.7	14.6	14.0	0.3	NS	NS
----- cm/100 g BW -----						
Relative length						
Small intestine	7.68	7.88	7.69	0.14	NS	NS
Ceca	1.76 ^a	1.94 ^b	1.99 ^b	0.06	NS	NS
Colon & rectum	0.49	0.52	0.49	0.01	NS	NS
pH value						
Gizzard	2.41	2.58	2.68	0.12	NS	NS
Duodenum	6.03	5.99	5.89	0.05	NS	NS
Jejunum	6.20	6.02	6.08	0.06	NS	NS
Ileum	7.18	7.10	7.17	0.02	NS	NS
Caecum	6.29	6.04	6.60	0.08	NS	NS
Colon & rectum	6.88	6.75	6.60	0.07	NS	NS

^{a, b} Means within the same row without the same superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

L: Linear; Q: Quadratic; NS: Not significant ($P > 0.05$); **: $P < 0.01$.

¹BA: basal diet. Analyzed values of crude fiber for BA, BA adding 4% rice hull and BA adding 8% rice hull are 2.65%, 4.33% and 5.92%, respectively.

試驗二飼糧能量與蛋白皆不等，鵝隻含內容物之小腸絕對重量隨粗糠含量之增加而增重 ($P < 0.05$; 表 7)，而在基礎飼糧添加 4% 及 8% 粗糠分別可使鵝隻小腸重量增重 6.0% 及 12.8%。小腸總重量與粗糠含量呈正相關 ($r = 0.40$; $P < 0.05$)。總盲腸重量隨飼糧粗糠含量增加而增重 ($P < 0.05$)，餵飼基礎飼糧添加 8% 粗糠處理組鵝隻之盲腸重量較對照組者為重，增加 80.5%。在基礎飼糧中添加粗糠使飼糧粗糠含量提高，可使盲腸內容物及組織重量增加 ($P < 0.05$)；總盲腸絕對重量與粗糠含量呈正相關 ($r = 0.49$, $P < 0.05$)；盲腸相對總重量與粗糠含量呈正相關 ($r = 0.42$; $P < 0.05$)。盲腸內容物絕對重量與粗糠含量呈正相關 ($r = 0.49$, $P < 0.05$)，盲腸內容物相對重量與粗糠含量亦呈正相關 ($r = 0.45$, $P < 0.05$)。基礎飼糧添加粗糠亦使鵝隻盲腸組織重量增加，以添加 4% 粗糠處理組之盲腸組織重量顯著大於對照組 ($P < 0.05$)。

增加採食纖維質飼料與腸道增長及砂囊增重有關 (Abdelsamie *et al.*, 1983; Moss, 1972; Savory and Gentle, 1976a)，而本試驗鵝隻盲腸增長及含內容物之小腸重量增加，均與採食高含量粗纖維有關，因鵝隻腸道容積隨飼糧粗纖維增加而擴大。Savory and Gentle (1976b) 指出，腸道容積增大係要維持一定的消化能力。比較試驗一與試驗二飼糧粗纖維含量對盲腸及小腸重量之影響結果有所迥異，此可歸因於與鵝隻採食量有關，因為在試驗一等熱能同蛋白但不同飼糧粗纖維含量之飼料，各處理組鵝隻之採食量並無差異，而試驗二在基礎飼糧額外添加粗糠，當飼糧粗纖維含量提高，採食量增加。Lu and Hsu (1990) 之試驗結果顯示，在基礎飼糧中添加粗糠，鵝隻之採食量增加。Ankney (1977) 與 Fenna and Boag (1974) 認為採食量增加為增加腸道長度之主因。但從試驗一之結果發現鵝隻盲腸長度增長，飼糧纖維含量亦是重要的影響因素之一。

表 7. 基礎飼糧添加不同量粗糠對 6 週齡生長鵝肝臟及腸道含內容物重量之影響 (試驗二)

Table 7. Effects of basal diet supplemented with different rice hull levels on weight of liver and alimentary canal tissue with contents of goslings at 6 wks of age (experiment 2)

Items	Treatments			SEM	Significance	
	Control ¹ (BA)	BA + 4% rice hull	BA + 8% rice hull		L	Q
Absolute weight	----- g -----					
Liver	124.9	113.9	115.8	2.6	NS	NS
Gizzard	148.6 ^a	148.8 ^a	186.0 ^b	3.5	***	*
Small intestine	121.5 ^a	128.8 ^{ab}	137.1 ^b	3.2	*	NS
Total caecum	13.8 ^a	17.8 ^{ab}	20.4 ^b	1.0	*	NS
Colon & rectum	11.3	13.8	11.9	0.7	NS	NS
Ceca tissue	7.3 ^a	9.2 ^b	9.1 ^{ab}	0.4	†	NS
Ceca content	6.7 ^a	8.5 ^a	11.9 ^b	0.9	*	NS
Relative weight	----- g/100 g BW -----					
Liver	4.45 ^b	4.07 ^a	4.00 ^a	0.18	*	NS
Gizzard	5.32 ^a	5.30 ^a	6.42 ^b	0.10	***	*
Small intestine	4.35	4.59	4.78	0.13	NS	NS
Total caecum	0.50 ^a	0.64 ^{ab}	0.70 ^b	0.04	*	NS
Colon & rectum	0.40	0.49	0.41	0.02	NS	NS
Ceca content	0.24 ^a	0.31 ^{ab}	0.40 ^b	0.03	*	NS
Ceca tissue	0.26	0.33	0.32	0.02	NS	NS

^{a, b} Means within the same row without the same superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

L: Linear; Q: Quadratic; NS: Not significant ($P > 0.05$); †: $P < 0.1$; *: $P < 0.05$; ***: $P < 0.001$

¹BA: basal diet. Analyzed values of crude fiber for BA, BA adding 4% rice hull and BA adding 8% rice hull are 2.65%, 4.33% and 5.92%, respectively.

結 論

在同熱能與等蛋白之條件下，生長鵝飼糧中粗纖維含量可調配達 12%，而不影響生長性狀；提高飼糧纖維含量達 8% 以上，可提升砂囊與小腸內容物之 pH 值。另外，在玉米—大豆粕基礎飼糧額外添加粗糠，可促進生長鵝體增重與腸道發育。在 2—6 週齡生長鵝基礎飼糧可添加 4% 粗糠對體增重、飼料換肉率與腸道長度與重量並無不良影響。

致 謝

本試驗進行期間，承蒙國科會經費補助 (NSC86-2313-B-005-023)，國立中興大學畜產研究所研究生張介銘及中興大學潘鳳美女士協助飼料調配及採樣，謹致由衷的謝意。

參考文獻

- 許振忠。1996。畜牧 (一)。東大圖書，臺北，pp. 176-181。
- 許富忠。1992。飼糧纖維含量對生長鵝肝臟脂質蓄積及脂質合成相關酵素活性之影響，碩士論文，國立中興大學。
- 陳盈豪、許振忠、余碧。1992。日糧纖維含量對生長鵝之生長性狀、腸道發酵與纖維素活性之影響。中畜會誌 21：15-28。
- 陳盈豪、許振忠、劉琳琳。1991。高低日糧纖維含量對鵝食糜通過消化道速率之影響。東海學報 32：765-774。
- 陳盈豪、許振忠。2004。在肥育期白羅曼鵝與華鵝消化道發育之探討。東海學報 45：1-7。
- 陳盈豪、許振忠、施柏齡、劉登城、陳明造。2003。肉鵝適當上市週齡之研究。中畜會誌 32：111-121。
- 農業統計年報。2012。行政院農業委員會，臺北，pp. 25-125。
- 飼料化驗技術手冊。1987。臺灣省政府農林廳，南投，p. 174。
- 臺灣飼料成分手冊。2011。行政院農業委員會畜產試驗所，臺南，p. 39。
- 蘇瓊珍、許振忠、余碧。1996。飼糧纖維含量對生長鵝飼料中營養成分利用率之影響 II。乾物質、粗脂肪、能量、中性洗劑纖維及酸性洗劑纖維。中畜會誌 25：129-138。
- Abdelsamie, R. E., K. N. P. Ranaweera and W. E. Nano. 1983. The influence of fiber content and physical texture of the diet on the performance of broilers texture of diet on the performance of broilers in the tropics. Br. Poult. Sci. 24: 383-390.
- Akiba, Y. and T. Masumoto. 1977. Effects of dietary fibers on liver lipid accumulation in chicks. Jap. J. Zootch. Sci. 48: 554-562.
- Ankney, C. D. 1977. Feeding and digestive organ size in breeding lesser snow geese. The Auk 94: 275-282.
- Chiou, P. W. S., T. W. Lu, J. C. Hsu and B. Yu. 1996. Effect of different sources of fiber on the intestinal morphology of domestic geese. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 9: 539-550.
- Clemens, E. T., C. E. Stevenes and M. Southworth. 1975. Site of organic acid production and pattern of digesta movement in gastrointestinal tract of geese. J. Nutr. 105: 1341-1350.
- Fenna, L. and A. Boag. 1974. Adaptive significance of the caeca in Japanese quail and spruce grouse. Can. J. Zool. 52: 1577-1584.
- Gasaway, W. C. 1976a. Seasonal variation in diet, volatile fatty acid production and size of the cecum of rock ptarmigan. Comp. Biochem. Physiol. 54A: 109-114.
- Gasaway, W. C. 1976b. Volatile fatty acids and metabolizable energy derived from fermentation in the willow ptarmigan. Comp. Biochem. Physiol. 54A: 115-121.
- Halvorson, J. C., P. E. Waibel and M. A. Shehata. 1987. Effects of white lupine in diets of growing turkeys. Poultry Sci. 67: 596-607.
- Hetland, H., B. Svihus and M. Choct. 2005. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. J. Appl. Poult. Res. 14: 38-46.
- Kehoe, F. P., C. D. Ankney and R. T. Alisauskas. 1988. Effects of dietary fiber and diet diversity on digestive organs of captive Mallards (*Anas platyrhynchos*). Can. J. Zool. 66: 1597-1602.

- Lu, J. J. and A. Hsu. 1990. Studies on rice hull as feedstuffs for geese. Proceedings the 5th AAAP Anim. Sci. Congress. Vol. 3: 220.
- Longe, O. G. 1984. Effects of increasing the fiber content of a layer diet. Br. Poult. Sci. 25: 187-193.
- Miller, M. R. 1975. Gut morphology of mallards in relation to diet quality. J. Wildl. Manage. 39: 168-173.
- Moss, R. 1972. Effects of captivity on gut lengths in red grouse. J. Wildl. Manage. 36: 99-105.
- Moss, R. 1974. Winter diets, gut lengths and interspecific competition in Alaskan ptarmigan. Auk. 91: 737-746.
- Moss, R. and I. B. Trenholm. 1987. Food intake, digestibility and gut size in red grouse. Br. Poult. Sci. 28: 81-89.
- NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry, 9th ed. National Academy Press, Washington, D. C. USA. pp. 40-41.
- SAS. 2007. "SAS/GRAPH user's guide". SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Savory, C. J. and M. J. Gentle. 1976a. Effects of dietary dilution with fibre on food intake and gut dimensions of Japanese quail. Br. Poult. Sci. 17: 561-570.
- Savory, C. J. and M. J. Gentle. 1976b. Changes in food intake and gut size in Japanese quail in response to manipulation of dietary fibre content. Br. Poult. Sci. 17: 571-580.
- Stroud, T. E., J. E. Williams, D. R. Ledoux and J. A. Paterson. 1985. The influence of sodium bicarbonate and dehydrated alfalfa as buffers on steer performance and ruminal characteristics. J. Anim. Sci. 60: 551-559.
- Sudo, S. Z. and G. E. Duke. 1980. Kinetics of volatile fatty acid from the ceca of domestic turkeys. Comp. Biochem. Physiol. 67A: 231-237.
- Tadesse, K. 1986. The effect of dietary fibre isolates on gastric secretion, acidity and emptying. Br. J. Nutr. 55: 507-513.
- Weiss, F. G. and M. L. Scott. 1979. Effects of dietary fiber and total energy upon plasma cholesterol and other parameter in chicken. J. Nutr. 109: 693-701.
- Van Soest, P. J. 1963. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. J. A. O. A. C. 46: 829-835.
- Van Soest, P. J. and R. H. Wine. 1967. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. J. A. O. A. C. 50: 50-55.

The effects of including rice hull to adjust dietary crude fiber levels on growth performance and development of gastrointestinal tract in White Roman goslings during 2-6 weeks of age ⁽¹⁾

Yieng-How Chen ⁽²⁾⁽⁶⁾ Ping-Hung Lin ⁽³⁾ Bor-Ling Shih ⁽⁴⁾ and Jenn-Chung Hsu ⁽⁵⁾

Received: Jun. 30, 2014; Accepted: Nov. 20, 2014

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of using rice hull to adjust dietary crude fiber levels on growth performance, length, weight and content pH value of gastrointestinal tract in White Roman goslings during 2-6 weeks of age. This study comprises 2 trials. Both trials used 2-week-old female White Roman goslings as experimental animals and the experimental period last for 4 weeks. In trial 1, goslings were randomly divided into 3 groups and fed one of three isocaloric and isonitrogenous diets containing 4, 8 and 12% dietary fiber, respectively and the experiment process for 4 replicates with 72 goslings in total. In trial 2, sixty goslings were randomly allocated into 3 groups which were the control group (basal diet), basal diet added 4% rice hull and basal diet added 8% rice hull. Trials 2 were five replicates and each repetition used 12 goslings. Water and feed were supplied *ad libitum*. Feed intake and growth performances for goslings were measured. Goslings were sacrificed at 6 weeks of age to measure the length, weight and content pH value of gastrointestinal tract for trial 1 and 2, respectively. The results of trial 1 showed that increasing dietary crude fiber level did not affect weight gain and feed intake of gosling. Goslings fed diet containing 12% of dietary fiber had the highest pH value of gizzard with content and tend to have longer ceca length. Relative weight of small intestine containing content were increased by dietary crude fiber level increasing ($P < 0.05$). The results of trial 2 indicated that increasing dietary crude fiber level during 2-4 weeks-old of goslings had higher weight gain and feed intake than those of control group. Nevertheless, feed conversion ratio for basal diet with 8% rice hull was worse than those of control group ($P < 0.05$). Increasing dietary fiber level increased the length of cecal length and weight of gizzard, intestine and ceca. However, the relative liver weight was decreased when the dietary fiber level was increased. In conclusion, the 12% crude fiber content of diet is not harmful to gosling for growth performance under isocaloric and isonitrogenous condition. However, it is suggested that corn-soy basal diet with 4% rice hull is suitable for gosling during 2-6 weeks of age based on the body weight gain, feed conversion ratio, length and weight of gastrointestinal tract.

Key words: Dietary fiber, Growth performance, Rice hull, Gastrointestinal tract.

(1) Contribution from National Science Council (NSC86-2313-B-005-023).

(2) Department of Animal Science and Biotechnology, Tunghai University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

(3) Department of Animal Science, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan, R.O.C.

(4) Nutrition Division, COA-LRI, Hsinhua, 712, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(5) Department of Animal Science, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

(6) Corresponding author, E-mail: yh7chen@thu.edu.tw.