

肥育期餵飼高纖維飼糧對黑豬肉質之影響⁽¹⁾

李秀蘭⁽²⁾⁽³⁾ 林正鏞⁽²⁾⁽⁴⁾

收件日期：111 年 6 月 15 日；接受日期：112 年 3 月 9 日

摘 要

本研究旨在探討肥育期餵飼高纖維飼糧對黑豬肉質之影響。試驗選用 32 頭平均體重 57.8 kg 之雜交黑豬 (含 25% 梅山豬及 75% 杜洛克)，閹公豬及女豬各半，逢機分置於對照組 (粗纖維為 3%) 及高纖維飼糧組 (粗纖維為 14%)，每處理四重複，每重複 4 頭，試驗期間飼料及飲水採任食，試驗至平均體重達 117 kg 時結束。試驗結束後每組犧牲 12 頭進行屠宰，並測定肉質品質。結果顯示，餵飼高纖維組之背最長肌肌肉水分含量顯著較對照組低 ($P < 0.05$)，而肌肉大理石紋評分及背脂色澤之 a^* 與 b^* 值則顯著較對照組為高 ($P < 0.05$)。但背最長肌肌肉之風味、嫩度、多汁性及總接受性感官品評評分則顯著較對照組較低 ($P < 0.05$)。背最長肌肌肉之蛋白質與脂肪含量、 L^* 、 a^* 及 b^* 值、感官肉色與緊實度，背脂與背最長肌肌肉之堅實度及韌度於二處理組間並無顯著差異。綜合本試驗結果顯示，肥育期黑豬餵飼 14% 粗纖維飼糧雖有較高之背最長肌肌肉大理石紋評分及背脂之 a^* 與 b^* 值，但其背最長肌肌肉水分含量及各項感官評分卻較低。

關鍵詞：黑豬、高纖維飼糧、肉質品質。

緒 言

我國業於 109 年 6 月正式獲得世界動物衛生組織 (The World Organization for Animal Health, WOAH) 口蹄疫清淨區認定，我國生鮮豬肉出口機會將增加，也提升臺灣國產豬肉之國際競爭力。在豬肉市場開放自由進口後，黑豬肉品質好風味佳，仍深受國人消費青睞，在臺灣市場占有穩定比例，依 108 年養豬頭數調查報告指出目前黑豬飼養場達 2,361 場，飼養隻數達 694,593 頭，占總飼養頭數 12.7%。黑豬因其含桃園豬或梅山豬等血統，普遍存在體型不佳、生長緩慢、飼料利用效率差、背脂厚度厚、屠宰率、腰眼面積及瘦肉率較低等缺點，且普遍認為含本地種血統之黑豬具有較佳之耐粗性。而現階段豬隻的肥瘦度狀況仍主導著市場的價格 (張及林，2004)。Mullan *et al.* (2009)、Serrano *et al.* (2009) 及 Wiecek *et al.* (2011) 等之研究顯示，於生長期或肥育期肉豬採限飼飼養較採用任飼者有較高之瘦肉率與較低的背脂厚度及肌肉脂肪含量。而許等 (2013) 指稱，於 60 – 115 kg 階段之高畜雜交黑豬以玉米青貯料取代 20% 飼料與全部餵飼飼料者比較，對日增重、屠體及肉質形狀並無不良影響。許等 (2014) 亦指出，以玉米青貯料取代 30% 飼料餵飼懷孕第 45 – 110 天之高畜黑豬，對分娩總仔豬數與活仔豬數、仔豬出生重與離乳仔豬重、哺乳仔豬育成率及母豬離乳時之體態均無不良影響。劉等 (2008) 於畜試黑豬之研究顯示，肥育期飼糧將粗纖維含量由 4% 提高至 6%，對日增重、飼料採食量、飼料利用效率、腰眼面積、背脂厚度、肌肉組成與感官品評等並無顯著影響。而廖等 (2002) 指出，當飼糧粗纖維含量達 6% 時，並不影響畜試黑豬之生長性能，但對肌肉感官品評有正面效果，其中在背最長肌嫩度、多汁性、風味與可接受度均較藍瑞斯肉豬為佳。林等 (2018) 指出，肥育期黑豬餵飼 14% 粗纖維飼糧，其可提升屠體等級與降低背脂厚度，但會影響生長性能及屠宰率。顏及戈 (1981) 指出，飼料纖維於一般豬隻的消化率約 45 至 55%。甜菜鹼為 N,N,N- 三甲基甘胺酸，是甘胺酸的甲基衍生物，是從甜菜中提取糖蜜的副產品 (Cholewa *et al.*, 2014)。Wen *et al.* (2019) 研究指出日糧中添加甜菜鹼可增強抗氧化能力來改善肉質。甜菜鹼可以適度增加肥育豬的瘦肉百分比，且降低背脂厚度和脂肪比例 (Matthews *et al.*, 2001; Siljander-Rasi *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2017)。因此本試驗旨在探討於肥育期黑豬餵飼高纖維飼糧 (纖維來源為大豆殼及甜菜渣粉)，飼糧含粗纖維 14%，其能量及蛋白質含量約為對照組飼糧 (粗纖維 3%) 的 85%，對黑豬肌肉品質及感官品評等之影響，以提供黑豬飼養業者及未來研究之參考。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2735 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

(3) 國立屏東科技大學生物資源研究所。

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

材料與方法

本試驗於行政院農業委員會畜產試驗所高雄種畜繁殖場豬舍進行，試驗動物之使用、飼養管理及試驗內容，經畜產試驗所實驗動物管理小組以畜試動字第高實 108-7 號申請核准在案。

I. 試驗動物與試驗設計

- (i) 選取體重相近約 57 kg 之高畜黑豬雜交黑豬 (含 25% 梅山豬與 75% 杜洛克) 32 頭，闖公豬及肉女豬各半，逢機分置於對照組及高纖維飼糧組，每處理四重複，每重複 4 頭，試驗期間飼料及飲水採任食，試驗至平均體重達 117 kg 時結束。試驗結束後每組犧牲 12 頭 (闖公豬及肉女豬各半) 進行屠宰與肌肉組成及品質測定。
- (ii) 日糧以玉米及大豆粕為主，高纖維飼糧之纖維來源為大豆殼及乾甜菜渣粉，其蛋白質及代謝能濃度約為對照組的 85%，對照組之粗蛋白質為 14.43%，代謝能為 3,280 kcal/kg；高纖維飼糧組之粗蛋白質為 12.39%，代謝能為 2,846 kcal/kg。試驗飼料組成列示於表 1。

表 1. 試驗飼料組成

Table 1. The composition of experimental diet

Ingredients, %	Control	High fiber
Yellow corn	76.29	39.41
Soybean meal	19.00	8.74
Soybean hull		30.00
Beet pomace powder		20.00
Dicalcium phosphate	1.00	—
Limestone, pulverized	1.40	1.20
Choline chloride, 50%	0.06	—
Molasses	1.50	—
Salt	0.50	0.40
Vitamin premix ^a	0.10	0.10
Mineral premix ^b	0.15	0.15
Total	100	100
Feed cost, NT\$/kg		
Calculated value	12.86	11.10
Crude protein, %	14.43	12.39
Metabolizable energy, kcal/kg	3,280	2,846
Crude fiber, %	3.00	13.92
Analyzed value, %		
Crude protein	13.71	11.39
Crude fiber	2.72	14.69
Calcium	0.58	0.69
Total phosphorus	0.39	0.39

^a Supplied per kilogram of diet: Vitamin A, 6,000 IU; Vitamin D₃, 400 IU; Vitamin E, 20 IU; Vitamin K₃, 2 mg; Vitamin B₁, 2.6 mg; Vitamin B₂, 2 mg; Pantothenic acid, 30 mg; Niacin, 30 mg; Pyridoxine, 3 mg; Vitamin B₁₂, 0.04 mg; Folic acid, 0.6 mg; Biotin, 0.2 mg.

^b Supplied per kilogram of diet: Supplied per kilogram of diet: Fe (FeSO₄ • 7H₂O) 80 mg; Cu (CuSO₄ • 5H₂O), 5 mg; Mn (MnSO₄), 6 mg; Zn (ZnO), 45 mg; I (KI), 0.2 mg; Se(NaSeO₃), 0.1 mg; Co(CoSO₄ • H₂O), 0.35 mg.

II. 測定項目

- (i) 飼料營養組成分析

水分、粗蛋白質、粗脂肪及粗纖維之分析依中華民國國家標準—飼料檢驗法進行分析(行政院經濟部標準檢驗局, 1986)。

(ii) 肌肉外觀顏色、緊實度 (firmness) 及大理石紋 (marbling) 感官評分

豬隻經過屠宰後, 取背最長肌第 10/11 肋切開處, 放置於桌上曝氣呈色 20 分鐘後, 再根據美國豬肉生產者協會肉色標準板 (Pork Quality Standards, National Pork Producers Council, U.S.A., 1991) 作為評分標準, 肉色分數由 1 – 6 表示數值越低表示顏色越淡, 數值越高表示顏色越深; 大理石紋以分數 1 – 10 分表示, 分數越低表示大理石紋含量越少, 分數越高表示大理石紋含量越多。顏色分數區分為 6 級, 數值低表示淡色, 數值高表示深色, 即 1 表示淺灰色或灰白色; 3 表示櫻桃紅色; 5 表示暗紫紅色。大理石紋的分數區分 10 級, 數值低表示肉中肌肉脂肪少, 數值高表示肌肉脂肪含量多, 即 1 表示幾乎無大理石紋; 2 表示有少量大理石紋; 3 表示有中度大理石紋; 4 表示稍具多量大理石紋; 10 表示具有多量大理石紋。緊實度分數區分為 5 級, 1 表示非常軟及滲水嚴重; 2 表示軟及滲水; 3 表示微軟及滲水輕微; 4 表示具適中的堅實度及乾燥度; 5 表示堅實度及乾燥度高。

(iii) 背最長肌及背脂之色澤測定

依 Lyon *et al.* (1980) 之方法, 以色差計 (DrLange MC reflectance colorimeter, Germany) 測定第 10 – 11 肋骨間之背最長肌位置之肌肉與背脂, 背脂與肌肉之色澤, 以 Hunter L*、a*、b* 值代表肌肉之色度, L 值 (表明亮度, 範圍介於 0 – 100, 0 表示全黑, 100 表示全白)、a* 值 (正值代表紅色度、負值代表綠色度) 及 b* 值 (正值代表黃色度、負值代表藍色度)。

(iv) 背最長肌之堅實度 (firmness) 及韌度 (toughness)

參考 Lyon and Lyon (1996) 之方法, 取第 10 – 11 肋骨間之背最長肌位置之肌肉與背脂置於 4°C 冷藏, 於屠後 48 hr 內進行測定。將肌肉與背脂置於耐高溫密封袋中, 浸於 80°C 水浴槽中 25 分鐘, 再放在流水中冷卻 15 分鐘後, 將肉順著肌纖維之方向 (與肌纖維方向平行) 切成 $2 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$ (長 × 寬 × 高) 之長方體肉塊, 肉塊以保鮮膜包裹直至測定為止。以肌肉物性測定儀 (Texture Analyser) (TA.XT-Plus, Stable Micro Systems, UK) 進行肌肉堅實度及韌度測定。測試套組使用 HDP/BS 利刀和 HDP/90 模具, 將長方體豬肉條穩固於模具平面, 測定速度為 5.0 mm/sec, 下壓距離 5.0 mm, 系統自動計算記錄堅實度 (firmness) 和韌度 (toughness)。

(v) 感官品評

切取各處理組之第 10 肋背最長肌約 200 g, 放置真空袋內, 略微真空封袋後置入恆溫槽內, 75°C, 30 分鐘, 取出分切成約 1.5 cm^3 , 由臺灣農畜產業股份有限公司 20 位品評人員進行評分, 對產品外觀、香氣、風味及總接受性進行喜好性品評, 品評人員進行風味、色澤、嫩度及總接受度評分, 官能品評分數為 1 – 5 分, 數字越高代表其官能品評越多汁、風味較佳、越香、越柔嫩和整體接受度越高, 多汁性定義為口腔中游離液增多的感覺, 風味定義為產品在口腔中透過化學感覺所感知的印象, 氣味定義為其揮發物進入鼻道而由嗅覺系統感知, 嫩度定義為透過舌頭、下顎或唇部等處肌肉的肌肉運動知覺所感覺之堅實度。

III. 統計分析

試驗資料利用 SAS (2014) 統計分析系統的一般線性模式程序 (General Linear Model Procedure) 進行分析, 並以鄧肯氏新多次變域測定法 (Duncan's New Multiple Range Test), 比較不同飼糧處理組間各項分析項目之差異顯著性。

結果與討論

本試驗以大豆殼及甜菜渣粉作為纖維來源, 探討飼糧含高纖維 (14%) 對黑豬肌肉組成與品質及感官品評之影響。試驗結果如下述:

I. 背最長肌肌肉化學組成

表 2 列示肥育期豬隻飼料高纖維飼糧對背最長肌肌肉化學組成成分之影響。結果顯示, 肌肉水分含量以高纖維飼糧組顯著 ($P < 0.05$) 較對照組為低, 而肌肉脂肪含量與蛋白質含量於二處理組間則無顯著差異, 但肌肉脂肪含量於高纖維飼糧組有較對照組為低之趨勢 ($P < 0.10$)。劉等 (2008) 於畜試黑豬之研究顯示, 肥育期飼糧之粗纖維含量由 4% 提高至 6%, 對背最長肌及小里肌之肌肉水分、蛋白質及脂肪含量無顯著影響。而 Mullan *et al.* (2009)、Serrano *et al.* (2009) 及 Wiecek *et al.* (2011) 等之研究顯示, 於生長期或肥育期肉豬採限飼飼養較採用任飼者有較低的肌肉脂肪含量。本試驗結果與前述報告結果相似。

表 2. 肥育期黑豬飼高纖維飼糧對背最長肌肌肉化學組成之影響

Table 2. Effects of feeding finishing black pigs with high fiber diets on the chemical composition of *Longissimus dorsi* muscle

Items	Control	High fiber	SE
Moisture, %	75.69 ^a	74.26 ^b	0.92
Crude protein, %	22.01	22.96	0.15
Crude fat, %	2.30	2.78	0.14

^{a, b} Means with different superscripts in the same row ($P < 0.05$).

II. 背最長肌感官肉色、緊實度及大理石紋外觀感官評分

豬隻背最長肌之感官顏色、緊實度及大理石評分乃為判斷豬肉品質優劣與否之重要指標，肥育期豬隻飼高纖維飼糧對豬隻背最長肌之感官肉色、緊實度及大理石紋評分之影響列示於表 3。結果顯示，飼高纖維飼糧組之背最長肌感官大理石紋評分顯著 ($P < 0.05$) 較對照組為高，肌肉顏色及緊實度於二組間則無顯著差異。劉等 (2008) 於畜試黑豬之研究顯示，肥育期飼糧之粗纖維含量由 4% 提高至 6%，對背最長肌之感官肉色、緊實度及大理石紋感官評分並無顯著之影響。本試驗感官肉色及緊實度感官評分介於 3 – 4 分間，為正常豬肉之顏色及緊實度之分數。肌肉脂肪也會受到豬隻的品種、性別、飼料與豬隻體重等因素的影響 (Segura and Lopez-Bote, 2014)。而消費者在挑選豬肉主要是看大理石紋，來判定豬肉的品質 (Cannata *et al.*, 2010)。而本試驗結果顯示，林等 (2018) 高纖維飼糧組之背脂厚度及屠體脂肪比例顯著較對照組低，為何高纖維飼糧組之肌肉大理石紋感官評分顯著較對照組高，其原因仍不清楚，有待進一步探討，但可能與其上市日齡延後 33 天有關。Brody (1945) 指出動物的生長呈現一個 S 型的曲線，越到後期成長緩慢，能量轉換由蛋白質轉為脂肪囤積；而 Gandemer *et al.* (1992) 指稱大理石紋為肉用家畜骨骼肌發育到一定的生理成熟階段，在小肌束之間形成的脂肪沉積。而吳等 (2012) 之研究顯示，在正常飼養下，大理石紋隨屠宰活體重 (上市日齡) 之增加而增加。

表 3. 肥育期黑豬飼高纖維飼糧對背最長肌感官肉色、緊實度及大理石評分之影響

Table 3. Effects of feeding finishing black pigs with high fiber diets on the color, firmness and marbling score of *Longissimus dorsi* muscle

Items	Control	High fiber	SE
Color score	3.42	3.42	0.07
Marbling score	2.79 ^b	3.58 ^a	0.13
Firmness score	3.25	3.45	0.07

^{a, b} Means with different superscripts in the same row ($P < 0.05$).

Color: 1 represents pale, 6 represents dark; Firmness score: 1 represents soft, 5 represents firm; Marbling: 1 represents rare, 10 represents plenty.

III. 背最長肌背脂與肌肉之 L*、a* 及 b* 值

L*、a* 及 b* 值常用於測定生鮮肉品或肉製品的色澤 (Miller, 1994) 經由光線的反射波長可用於測定肉品的色澤及肌肉色素含量，Hunter L* (亮度)、a* (紅色度) 及 b* (黃色度) 值即是利用光線反射測定原理來測定，是最常用於測定肌肉或肉品色澤之方法。肥育期飼高纖維飼糧與正常飼糧之背最長肌肌肉與背脂之肌肉色澤值差異比較，列示於表 4。結果顯示，背最長肌之肌肉 L*、a* 及 b* 值於二組間無顯著差異，但背脂之 a* 及 b* 值以高纖維飼糧組顯著 ($P < 0.05$) 較對照組為大。意即飼高纖維飼糧之背脂外觀顏色較飼正常飼糧者為黃及紅。Solberg (1968) 指稱，肉類色澤受肌肉中肌紅蛋白 (myoglobin) 與肌血紅蛋白 (myohemoglobin) 之影響。Hillebrand *et al.* (1996) 研究亦顯示，影響肉類色澤的直接與間接因素包括脂肪含量及肉中之色素含量。Lyon and Cason (1995) 之報告指出，肉中脂肪含量增加，導致肌肉中肌紅蛋白含量減少，會反射大部分光源，使肉色之 L* 值增加，a* 值減低。Miltenburg *et al.* (1992) 指稱，L* 值與肌肉中鐵及血肌質 (hematin) 含量呈顯著 ($P < 0.05$) 負相關，a* 值與肌肉中鐵及血肌質 (hematin) 含量呈顯著 ($P < 0.05$) 正相關。Hill and Dansky (1951) 亦證實，屠體脂肪含量與色素蓄積量成正相關。而本試驗使用之纖維來源為大豆殼及乾甜菜渣粉，其類胡蘿蔔素及其他植物色素含量較玉米高，且色素偏向脂溶性較易蓄積於脂肪中，此可能為高纖維組背脂之 a* 及 b* 值顯著較對照組為高之原因。Zhong *et al.* (2021) 研究指出，日糧中甜菜鹼含量增加其 a* 值含量也會增加，一般而言消費者喜愛硬而白的背脂，而不喜愛黃而軟的背脂。

表 4. 肥育期黑豬餵飼高纖維飼糧對背最長肌肌肉與背脂色澤之影響

Table 4. Effects of feeding finishing black pigs with high fiber diets on the color values of *Longissimus dorsi* muscle and backfat

Items	Control	High fiber	SE
<i>Longissimus dorsi</i>			
L* value	53.87	55.03	0.41
a* value	3.12	3.35	0.17
b* value	7.85	7.70	0.12
Backfat			
L* value	77.82	77.03	0.36
a* value	2.15 ^b	3.51 ^a	0.20
b* value	8.17 ^b	9.90 ^a	0.22

^{a, b} Means with different superscripts in the same row ($P < 0.05$).

VI. 背最長肌背脂與肌肉之堅實度及韌度

表 5 列示肥育期黑豬餵飼高纖維飼糧與正常飼糧之背最長肌背脂與肌肉之堅實度與韌度之差異比較。韌度為表達樣品壓縮、折曲、扭曲與拉伸等之綜合性質，意即肌肉之韌度越大則表示其抵抗壓縮、折曲、扭曲與拉伸等不同型式之外力能力越強。堅實度為表達使樣品破裂所需之力量。結果顯示，背最長肌背脂與肌肉之堅實度與韌度於兩者間雖無顯著差異。Seideman(1986) 指出，肌肉物理性狀受肌肉組成之影響，主要為脂肪與膠原蛋白之含量。Nakamura *et al.* (1975) 指稱，肌肉中的膠原蛋白含量與熱殘存性膠原蛋白比例，隨動物飼養的時間而增加，而且膠原蛋白分子間的交聯鍵結也會逐漸增多，使肌肉嫩度變差。Sales(1995) 指稱，肌肉脂肪含量高者之剪切值較肌肉脂肪含量低者低。而背脂堅實度或韌度主要受脂肪酸組成之影響，飽和脂肪酸比例越高及多不飽和脂肪酸比例越低其堅實度越高。其他研究顯示，肌肉物理性狀之測定顯著受肌肉組成、屠宰年齡、熟成時間 (aging time)、僵直狀態 (rigor conditions)、加熱方法、死後去骨時間及操作人員之技術等之影響 (Stadelman *et al.*, 1966; Lyon and Wilson, 1986; Gerrard *et al.*, 1987; Lyon and Lyon, 1990; Lyon and Lyon, 1996)。

表 5. 肥育期黑豬餵飼高纖維飼糧對背最長肌肌肉與背脂堅實度與韌度之影響

Table 5. Effects of feeding finishing black pigs with high fiber diets on the firmness and toughness of *Longissimus dorsi* muscle and backfat

Items	Control	High fiber	SE
<i>Longissimus dorsi</i>			
Firmness (kg)	3.31	3.59	0.14
Toughness (kg. sec)	5.71	6.09	0.24
Backfat			
Firmness (kg)	9.17	9.91	1.27
Toughness (kg. sec)	15.77	18.42	0.63

* Sensory panel test: 1 for dislike extensively and 5 for like extensively.

V. 背最長肌肌肉感官品評

Maltin *et al.* (1997) 和 Joo *et al.* (2013) 指出食用肉在吃的品質 (eating quality) 主要重視風味 (flavor)、嫩度 (tenderness) 與多汁性 (juiciness)。表 6 為肥育期豬隻餵飼高纖維飼糧對豬隻背最長肌肌肉之風味、嫩度、多汁性及總接受性感官品評之影響。結果顯示，無論在風味、嫩度、多汁性及總接受性之感官品評評分均以對照組 ($P < 0.05$) 顯著較高纖維飼糧組佳。一般來說，粗蛋白和肌內脂肪含量被認為是評估肉營養價值及多汁性有關 (Li *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2021)。此與高纖維飼糧組之肌肉脂肪含量較對照組低之趨勢，林等 (2018) 研究指出，餵飼高纖維組之滴水失重有較對照組高之趨勢，及蒸煮失重顯著較對照組高，且肌肉韌度較對照組高之結果一致。劉等 (2008) 於畜試黑豬之研究顯示，肥育期飼糧之粗纖維含量由 4% 提高至 6%，對背最長肌肌肉之風味、嫩度、多汁性及總接受性感官品評評分並無顯著之影響。而本試驗結果高纖維飼糧組之風味、嫩度、多汁性及總接受性之感官品評評分顯著較差之原因，可能與高纖維飼糧組之背脂厚度、屠體脂肪比例及肌肉脂肪含量顯

著較對照組低有關。因肌肉風味、嫩度及多汁性之感官品評評分與肌肉脂肪含量及脂肪酸組成有關，Wood *et al.* (1986) 及 Cameron *et al.* (1990) 發現肌肉脂肪含量高者較低者有較佳之肌肉嗜口性，特別在嫩度、多汁性、風味及芳香味 (aroma) 上。而 Fisher *et al.* (2000) 指稱脂肪酸中的飽和與單不飽和脂肪酸對於肉類的風味呈正相關，多不飽和脂肪酸則呈負相關，Cameron and Enser. (1991) 亦指出肌肉中之單不飽和脂肪酸比例增加，多不飽和脂肪酸比例減少，可改善肌肉適口性。

表 6. 肥育期黑豬餵飼高纖維飼糧對背最長肌感官品評評分之影響

Table 6. Effects of feeding finishing black pigs with high fiber diets on the sensory panel scores of *Longissimus dorsi* muscle

Items	Control	High fiber	SE
Flavor	3.73 ^a	3.48 ^b	0.04
Juiciness	3.44 ^a	2.95 ^b	0.06
Tenderness	3.71 ^a	3.15 ^b	0.07
Overall acceptability	3.62 ^a	3.24 ^b	0.05

^{a, b} Means with different superscripts in the same row ($P < 0.05$).

結 論

肥育期黑豬餵飼高纖維 (14%) 飼糧，其能量及蛋白質含量約為正常飼糧的 85%。結果顯示，肥育期黑豬餵飼高纖維 (14%) 飼糧，其能量及蛋白質含量約為對照組飼 (粗纖維 3%) 的 85%，雖有較高之背最長肌肌肉大理石紋評分及背脂之 a 與 b 值，但其背最長肌肌肉水分含量及各項感官評分卻較低。

致 謝

試驗期間承行政院農業委員會畜產試驗高雄種畜繁殖場畜產科技系謝星龍先生、薛鳳鶯小姐、廖芳英小姐及羅凱駿先生協助現場飼養管理、臺灣農畜產工業股份有限公司協助豬隻屠宰及分切等與畜產試驗所加工組借用肌肉物性測定儀 (Texture Analyser) (TA.XT-Plus, Stable Micro Systems, UK)，特此感謝。

參考文獻

- 行政院經濟部標準檢驗局。1986。中華民國國家標準－飼料檢驗法。臺北市。
- 行政院農業委員會。2019。108 年養豬頭數調查報告。臺北市。
- 吳家輔、劉登城、林高塚、吳勇初。2012。屠宰時活體重對於 LYD 三品種雜交閩公豬屠體性狀之影響。中畜會誌 41：213-224。
- 林正鏞、王漢昇、黃憲榮、張以恆、張仲彰、李秀蘭。2018。餵飼高纖維飼糧對肥育期黑豬之生長性能、屠體性狀、肌肉滴水失重及蒸煮失重之影響。畜產研究 51：224-233。
- 許晉賓、王漢昇、李秀蘭、黃憲榮、王治華。2013。添加青貯料取代部分飼料對肥育期 DK 黑豬生長性能之影響。中畜會誌 42 (增刊)：302。
- 許晉賓、李秀蘭、王漢昇、黃憲榮、林正鏞、王治華。2014。玉米青貯料對高畜黑母豬繁殖性能之影響。中畜會誌 43 (增刊)：240。
- 張婷婷、林高塚。2004。家畜市場活體與屠體拍賣優缺點探討。動物保護公共論壇論文 pp. 205-208。
- 廖宗文、蘇天明、蔡金生、劉建甫、彭松鶴、王政騰。2002。不同粗纖維含量飼糧餵飼畜試黑豬一號肥育期肉豬對其生長性能及屠體性狀之效果評估。中畜會誌 31：87-97。
- 劉芳爵、徐阿里、李恆夫、許晉賓、鄭仁君、楊璿菁、吳勇初。2008。不同粗纖維來源與含量對肥育期畜試黑豬生長性能與屠體性狀之影響。畜產研究 41：173-185。
- 顏宏達、戈福江。1981。不同品種豬隻的消化率、生長性能與屠體品質之探討。中畜會誌 10：71-83。

- Brody, S. 1945. Bioenergetics and Growth. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Cameron, N. D., P. D. Warriss, S. J. Porter, and M. B. Enser. 1990. Comparison of Duroc and British Landrace pigs for meat and eating quality. *Meat Sci.* 27: 227-247.
- Cameron, N. D. and M. B. Enser. 1991. Fatty acid composition of lipid in *Longissimus dorsi* muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. *Meat Sci.* 29: 295-307.
- Cannata S., T. E. Engle, S. J. Moeller, H. N. Zerby, A. E. Rodunz, M. D. Green, and P. D. Bass. 2010. Effect of visual marbling on sensory properties and quality traits of pork loin. *Meat Sci.* 85: 428-434.
- Cholewa, J. M., L. Guimaraes-Ferreira, and N. E. Zanchi. 2014. Effects of betaine on performance and body composition: a review of recent findings and potential mechanisms. *Amino Acids* 46: 1785-1793.
- Fisher, A. V., M. Enser, R. I. Richardson, J. D. Wood, G. R. Nute, E. Kurt, L. A. Sinclair, and R. G. Wilkinson. 2000. Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed production systems. *Meat Sci.* 55: 141-147.
- Gandemer, G., M. Viau, J. C. Caritez, and C. Legault. 1992. Lipid composition of adipose tissue and muscle in pigs with an increasing proportion of Meishan genes. *Meat Sci.* 32: 105-121.
- Gerrard, D. E., S. J. Jones, E. D. Aberle, R. P. Lemenager, M. A. Diekman, and M. D. Judge. 1987. Collagen stability, testosterone secretion and meat tenderness in growing bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 65: 1236-1242.
- Hill, F. W. and L. M. Dansky. 1951. The influence of diet on body composition of growing chicks. Page 27-32 in *Proc. Cornell Nutr. Conf.*
- Hillebrand, S. J. W., E. Lambody, and C. H. Veerkamp. 1996. The effects of alternative electrical and mechanical stunning methods on hemorrhaging and meat quality of broiler breast and thigh muscles. *Poult. Sci.* 75: 664-671.
- Joo, S. T., G. D. Kim, Y. H. Hwang, and Y. C. Ryu. 2013. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. *Meat Sci.* 95: 828-836.
- Li, S., H. Wang, X. Wang, Y. Wang, and J. Feng. 2017. Betaine affects muscle lipid metabolism via regulating the fatty acid uptake and oxidation in finishing pig. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 8: 72-78.
- Li, X. K., J. Z. Wang, C. Q. Wang, C. H. Zhang, X. li, and C. H. Tang. 2016. Effect of dietary phosphorus levels on meat quality and lipid metabolism in broiler chickens. *Food Chem.* 205: 289-296.
- Lyon, L. E., B. G. Lyon, C. E. Davis, and W. E. Townsend. 1980. Texture profile analysis of patties made from mixed and flake-cut mechanically deboned. *Poult. Sci.* 59: 69-76.
- Lyon, C. E. and J. A. Cason. 1995. Effect of water chilling on objective color of bruised and unbruised broiler tissue. *Poult. Sci.* 74: 1894-1899.
- Lyon, B. G. and C. E. Lyon. 1990. Texture profile of broiler pectoralis major as influenced by post-mortem deboning time and heat method. *Poult. Sci.* 69: 329-340.
- Lyon, B. G. and C. E. Lyon. 1996. Texture evaluations of cooked, diced broiler breast samples by sensory and mechanical methods. *Poult. Sci.* 75: 812-819.
- Lyon, C. E. and R. L. Wilson. 1986. Effect of sex, rigor condition, and heating method on yield and objective texture of broiler breast meat. *Poult. Sci.* 69: 907-914.
- Maltin, C. A., C. C. Warkup, K. R. Matthews, C. M. Grant, A. D. Porter, and M. I. Delday. 1997. Pig muscle fibre characteristics as a source of variation in eating quality. *Meat Sci.* 47: 237-248.
- Miller, R. K. 1994. Quality characteristics. In: *Muscle food, meat, poultry and seafood technology*. Ed., D. M. Kinsman, A. W. Kotila, B. C. Breidenstein. Chapman and Hall, New York. pp. 325.
- Matthews, J. O., L. L. Southern, A. D. Higbie, M. A. Persica, and T. D. Bidner. 2001. Effects of betaine on growth, carcass characteristics, pork quality, and plasma metabolites of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 79: 722-728.
- Milteneburg, G. A. J., Th. Wensing, F. J. M. Smulders, and H. J. Breukink. 1992. Relationship between blood hemoglobin plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. *J. Anim. Sci.* 70: 2766-2772.
- Mullan, B. P., M. Trezona, D. N. D'Souza, and J. C. Kim. 2009. Effects of continual fluctuation in feed intake on growth performance response and carcass fat-to-lean ratio in grower-finisher pigs. *J. Anim. Sci.* 87: 179-188.
- Nakamura, R., S. Sekoguchi, and Y. Sato. 1975. The contribution of intramuscular collagen to the tenderness of meat from chickens with different ages. *Poultry Sci.* 54: 1604-1612.
- National Pork Producers Council. 1991. Procedures to evaluate market hogs. 3rd ed. National Pork Producers Council. USA,

pp. 230.

- Sales, J. 1995. Ostrich meat review: a South African viewpoint. *Canadian Ostrich Magazine* 4: 20-25.
- SAS. 2014. SAS user guide: Statistics. SAS Inst., Cary, NC.
- Seideman, S. C. 1986. Methods of expressing collagen characteristics and their relationship to meat tenderness and muscle fiber types. *J. Food Sci.* 51: 273-276.
- Serrano, M. P., D. G. Valencia, A. Fuentetaja, R. Lazaro, and G. G. Mateos. 2009. Influence of feed restriction and sex on growth performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared indoors. *J. Anim. Sci.* 87: 1676-1685.
- Segura, J. and C. J. Lopez-Bote. 2014. A laboratory efficient method for intramuscular fat analysis. *Food Chem.* 145: 821-825.
- Sládek, L. and E. Dračková. 2020. The Effect of Genotype, Sex and Intramuscular Fat Content on the Colour of Pork. *Acta. Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun.* 68: 101-108.
- Siljander-Rasi, H., S. Peuranen, K. Tiitonen, E. Virtanen, H. Kettunen, T. Alaviuhkola, and P. H. Simmins. 2016. Effect of equi-molar dietary betaine and choline addition on performance, carcass quality and physiological parameters of pigs. *Anim. Sci.* 76: 55-62.
- Solberg, M. 1968. Factors affecting fresh meat color. *Proc. Meat Ind Res. Conf.* Page 32-40.
- Stadelman, W. J., G. C. Mostert, and R. B. Harrington. 1966. Effect of aging time, sex, strain, and age on resistance to shear of turkey meat. *Food Technol.* 20: 110-114.
- Wen C, Y. Chen, Z. Leng, L. Ding, T. Wang, and Y. Zhou. 2019. Dietary betaine improves meat quality and oxidative status of broilers under heat stress. *J. Sci. Food Agric.* 99: 620-623.
- Wiecek, J., A. Rekiel, M. Batorska, and J. Skomial. 2011. Effect of restricted feeding and realimentation periods on pork quality and fatty acid profile of *M. longissimus thoracis*. *Meat Sci.* 87: 244-249.
- Wood, J. D., R. C. D. Nones, M. A. Francombe, and O. P. Whelehan. 1986. The effects of fat thickness and sex on pig meat quality with special reference to the problems associated with overleanness. *Anim. Prod.* 43: 535-544.
- Zhang, I., M. Yin and X. Wang. 2021. Meat texture, muscle histochemistry and protein composition of *Eriocheir sinensis* with different size traits. *Food Chem.* 338: 127632-127638.
- Zhong, Y., Z. Yan, B. Song, C. Zheng, Y. Duan, X. Kong, J. P. Deng, and F. Li. 2021. Dietary supplementation with betaine or glycine improves the carcass trait, meat quality and lipid metabolism of finishing mini-pigs. *Anim. Nutr.* 7: 376-383.

Effects of high fiber diet on the meat quality of finishing black pigs ⁽¹⁾

Hsiu-Lan Lee ^{(2) (3)} and Cheng-Yong Lin ^{(2) (4)}

Received: Jun. 15, 2022; Accepted: Mar. 9, 2023

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of feeding with a high fiber diet on the meat quality of finishing black pigs. A total of thirty-two (16 barrows and 16 gilts) crossbred black pigs (25% Meishan × 75% Duroc) with an average body weight (BW) of 57.8 kg, were randomly divided into two groups which were fed with the control and high fiber diets, respectively. The crude fiber levels in the diets were 3% and 14%. Pigs were allocated into quadruplicate with 4 pigs in each pen. Water and feed were provided *ad libitum*. The experiment was terminated when the pigs weighed 117 kg. Twelve pigs from each group were sacrificed for meat quality analysis. The results showed that the moisture content of *Longissimus dorsi* muscle was significantly ($P < 0.05$) lower in the high fiber diet group. The marbling scores of the color values of a^* and b^* of backfat were higher ($P < 0.05$) in the high fiber diet group. In addition, the flavor, juiciness, tenderness and overall acceptability scores were significantly ($P < 0.05$) lower in the high-fiber diet group than in the control group. Besides, there were no differences in crude protein and fat, L^* , a^* , b^* values, muscle color, firmness and color values of *Longissimus dorsi* muscle between groups. Although the high-fiber diets group had higher marbling score and backfat of redness (a^*) and yellowness (b^*) values of *Longissimus dorsi* muscle, the water content and sensory evaluation of *Longissimus dorsi* muscle were lower.

Key words: Black pigs, High fiber diet, Meat quality.

(1) Contribution No. 2735 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Animal Industry Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(3) Graduate Institute of Bioresources, National Pingtung University of Science and Technology.

(4) Corresponding author, E-mail: jengyong@mail.tlri.gov.tw.