

低營養濃度日糧對肉用品種閩公羊屠體性狀與肌肉脂肪酸組成之影響⁽¹⁾

楊深玄⁽²⁾ 王勝德⁽³⁾ 蘇安國⁽⁴⁾⁽⁶⁾ 萬添春⁽⁵⁾ 陳文賢⁽⁵⁾ 王得吉⁽²⁾ 黃政齊⁽²⁾

收件日期：101 年 6 月 30 日；接受日期：101 年 10 月 25 日

摘 要

本研究旨在探討低營養濃度日糧對 4 種肉用品種閩公羊屠體性狀之影響，八月齡之 87.5% 黑色波爾雜交閩公羊、波爾閩公羊、努比亞閩公羊與臺灣黑山羊閩公羊各 6 頭，以 30% 精料與 70% 芻料調製成含 12.2% 粗蛋白質與 61.2% 總可消化養分之低營養濃度日糧飼養 300 天後，各品種選取 4 頭屠宰。結果顯示，低營養濃度日糧並不影響閩公羊之屠宰率、背最長肌之腰眼面積、 a^* 值、 b^* 值、堅實度、韌度、滴水損失率與蒸煮損失率。屠前活體重、背最長肌樣肉 pH 值、 L^* 值、水分、粗蛋白、粗脂肪、總卡路里量則有品種間之差異 ($P < 0.05$)。背最長肌之總不飽和脂肪酸比例較總飽和脂肪酸為高，不飽和脂肪酸以 C 18:1 之比例為最高 (46.9 – 52.7%)，飽和脂肪酸則以 C 16:0 所佔比例最高 (21.8 – 23.6%)。感官品評結果發現，臺灣黑山羊閩公羊背最長肌樣肉有顯著 ($P < 0.05$) 較差之香味與咬感。綜合本試驗結果發現，以低營養濃度日糧餵飼 4 種肉用品種閩公羊並不影響其屠體性狀與背最長肌之脂肪酸組成。

關鍵詞：低營養濃度日糧、屠體性狀、脂肪酸組成。

緒 言

一般而言，肉羊的肥育效果與肥育期間之飼養模式具有相當高的關聯性，日糧中之精料比例愈高則增重效果愈佳 (Mushi *et al.*, 2009)。此外，肉羊肌肉中脂肪酸種類的改變，部份亦受到動物品種、性別、日糧組成、飼料原料特性及屠宰體重等影響，其中以日糧配方與飼養模式對反芻動物肌肉中脂肪酸的組成影響最大 (Enser *et al.*, 1998; Enser *et al.*, 1996; Vasta *et al.*, 2008)。在肉羊生產模式中使用高精料比例之飼養模式，可使其增重速率較快且肉質風味較佳 (Fisher *et al.*, 2000)，此風味可能來自羊肉本身所含揮發性物質或於加熱過程產生的衍生物 (Madruza *et al.*, 2010)。然而使用之精料比例愈高，不但日糧成本高，且發生胃腸道疾病之機率也愈高 (Desnoyers *et al.*, 2009)。

目前部份擁有放牧地之臺灣羊農為因應飼料穀類價格之高漲，已逐漸採行放牧與圈飼併用之模式飼養肉用山羊。惟放牧羊隻因運動量過多導致增重緩慢 (NRC, 1981)，張 (1993) 發現羊隻放牧於平緩坡地牧區時，其平均日增重均低於 0.060 kg/d 以下，如此低的平均日增重將明顯增加出售成本。楊等 (2011a) 在建構有機山羊生產模式時發現，經 17 個月的放牧試驗，有機母山羊之平均日增重為 -0.007 kg，而圈飼者卻可達 0.020 kg，此係山羊進行放牧所需之營養分，會因放牧之運動量較高而與圈飼者有 25% 之差異，且會影響山羊屠體肉化學組成與其肉中脂肪酸之組成。

因此，本試驗擬以放牧模式常用之低營養濃度日糧，取代肥育用日糧，餵飼臺灣常見之 4 種肉羊品種，探討山羊採食低營養濃度日糧對其屠體性狀、肌肉化學組成、胺基酸與脂肪酸含量之影響，提供業者參考。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1858 號。

(2) 政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所彰化種畜繁殖場。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所花蓮種畜繁殖場。

(5) 行政院農業委員會畜產試驗所加工組。

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

材料與方法

I. 試驗動物與芻料

八月齡之 87.5% 黑色波爾雜交 (Boer hybrid goat) 閩公羊、波爾 (Boer goat) 閩公羊、努比亞 (Nubian goat) 閩公羊與臺灣黑山羊 (Taiwan black goat) 閩公羊各 6 頭。努比亞閩公羊購自臺南市某羊場，餘 3 種品種則為行政院畜產試驗所恆春分所 (以下簡稱本分所) 自行繁殖而得，其中 87.5% 黑色波爾雜交山羊係以黑色波爾種公羊級進改良努比亞與臺灣黑山羊雜交一代種母羊而得 (蘇等, 2010)。

各品種閩公羊各分置於鍍鋅鐵網之高床羊欄 (2 × 4 m) 中，低營養濃度之日糧組成爲 30% 精料、25% 苜蓿 (*Medicago sativa*) 乾草、25% 百慕達 (*Cynodon dactylon*) 乾草與 20% 盤固 (*Digitaria decumbens*) 乾草，其成分依 AOAC (1987) 方法分析。每日分上、下午兩次餵飼，並補充礦鹽磚供羊隻任舔，飲水則以自來水供其任飲 (楊等, 2012)。

II. 試驗方法

試驗羊隻飼養至 18 月齡時各品種選取 4 頭進行屠宰。電擊致昏、放血、脫毛、去內臟、屠體預冷與分切等作業均在本分所試驗屠宰場進行，資料收集與試驗分析項目如下所述：

(i) 屠宰率 (dressing percentage)

羊隻經 18 小時禁食後秤取屠前活體重，以空氣彈擊昏後屠宰，復以 65℃ 恆溫水槽熱水浸潤 4 分鐘，並以自動脫毛機進行脫毛 (楊及蘇, 2002)。經脫毛之屠後羊隻先摘除所有內臟，並自寰椎 (atlas) 與頭部間切除頭部，自橈骨 (radius) 與掌骨 (metacarpal bone) 間切除前肢，自脛骨 (tibia) 與跗骨 (metatarsal bone) 間切除後肢，自薦椎 (sacral vertebrae) 與尾椎 (coccygeal vertebrae) 間切除尾部。所得之羊隻屠體立即推入預冷室，經 2℃ 隔夜預冷後秤取屠體重。此屠體重佔屠前活體重之百分比即為屠宰率。

(ii) 屠肉理化性狀

羊隻屠體立即推入 2℃ 預冷室經隔夜預冷後取其 2 條背最長肌 (*M. longissimus dorsi*) 為供試樣肉，其中一條即冷藏送行政院農業委員會畜產試驗所加工組供理化分析及感官品評之用，另一條則經 -18℃ 冷凍後委請財團法人中央畜產會技術服務中心 (屏東, 臺灣) 進行分析，分析項目如下：

1. pH 值：於屠後 1 小時及 2℃ 冷藏 24 小時，分別於每頭屠體第 12 至 13 肋骨間取樣肉 10 g 加入蒸餾水 90 mL，經 10,000 rpm 均質 (Homogenizer AM-11, Japan) 1 分鐘後，以 pH 值計 (WTW pH 573, Germany) 測定之。
2. 色澤：樣肉以色差計 (Super color SP-80, Tokyo Denshoku Co., Japan) 測定其 a^* 、 b^* 與 L^* 值，各樣肉均測定五點後求其平均。
3. 堅實度 (firmness) 及韌度 (toughness)：樣肉經真空包裝後以 80℃ 水浴 20 分鐘，取出切成 2 cm × 1 cm × 1 cm 肉塊約 7 – 10 塊，置於物性測定儀 (TA-XT PLUS, Stable Micro Systems Co. LTD., UK) 以 HDP/BS-warner 套頭 (adapter) 測定之。所測得各肉塊之數據，經計算求得平均值以作為該樣肉之觀測值。
4. 滴水損失率 (drip loss)：依 Honikel (1998) 所述方法進行。屠宰後 24 小時於第 10 至 13 肋骨處取背最長肌約 2 公分之樣肉，懸掛於夾鏈袋中置入 4℃ 冷藏庫中 48 小時，秤其汁液重量表示滴水損失率。
5. 蒸煮損失率 (cooking loss)：樣肉秤重 (W1) 後經真空包裝，復以 80℃ 水浴 30 分鐘，冷卻後俟其不再滴水並紀錄其重量 (W2)，各樣肉之蒸煮損失率 = $(W1 - W2) / W1 \times 100\%$ 。
6. 一般成分分析：樣肉中之水分 (moisture)、粗蛋白質 (crude protein)、粗脂肪 (crude fat)、灰分 (ash) 委託財團法人中央畜產會技術服務中心檢驗，分別依中國國家標準 CNS 6511、CNS 6393、CNS 6259、CNS 6258 等方式測定之。
7. 膽固醇 (cholesterol)：委託財團法人中央畜產會技術服務中心檢驗，依 AOAC (1990) 所述方法測定之。
8. 總卡路里 (total calorie)：碳水化合物數據由公式 ($= 100\% - \text{水分}\% - \text{灰分}\% - \text{脂肪}\% -$

粗蛋白質%)計算取得後,帶入公式(熱能=粗蛋白質×4 kcal+脂肪×9 kcal+碳水化合物×4 kcal)即為樣肉之總卡路里量。

9. 胺基酸(amino acids):委託財團法人中央畜產會技術服務中心檢驗。色胺酸依 AOAC (1987) 方法分析之,餘胺基酸則依 Simpson *et al.* (1976) 方法將蛋白質經水解後生成胺基酸再測定之。
10. 脂肪酸(fatty acid):委託財團法人中央畜產會技術服務中心檢驗,悉依 AOAC (1987) 方法分析之。
11. 感官品評:背最長肌經 80℃ 水浴 30 分鐘後切除邊肉取適當大小,由行政院農業委員會畜產試驗所加工組具品評(sensory evaluation)經驗、27—50 歲男、女品評員共 15 人組成品評團隊,依香味(aroma)、風味(flavor)、顏色(color)、咬感(chewiness)與總接受性(overall acceptability)等 5 項評分(採 10 分制,1 分最差而 10 分最佳)。

(iii) 統計方法

試驗所得數據利用 SAS 套裝軟體(Statistical Analysis System, 2002)進行統計分析,並以鄧肯氏新多變域測定法(Duncan's New Multiple Range Test)比較各組間之差異顯著性。

結果與討論

I. 屠體性狀與樣肉物性

本試驗日糧之粗蛋白質經化學組成分析為 12.2%,而其總可消化養分係以 NRC 飼料組成計算而得其為 61.2%(表 1)。相較於一般肉羊肥育配方 CP 16%、TDN 72—80%,本試驗之日糧組成接近肉羊放牧模式之低營養濃日糧。以之飼養 4 種肉用品種閩公羊至 18 月齡(楊等,2012)。

本試驗結果顯示飼餉低營養濃度日糧對 4 種肉用品種閩公羊之屠宰率、腰眼面積、樣肉 a^* 值、 b^* 值、堅實度、韌度、滴水損失率與蒸煮損失率均無顯著影響。87.5% 黑色波爾雜交閩公羊、波爾閩公羊之屠體重則顯著($P < 0.05$)高於努比亞閩公羊與臺灣黑山羊閩公羊(表 2)。一般而言,品種與飼料組成會影響屠體重(Cifuni *et al.*, 2000; Dhanda *et al.*, 2003; 蘇及楊, 2009; 楊等, 2011b; 馮等, 2011)。本試驗亦有相同結果。惟品種間之屠宰率並無顯著差異,推測與飼餉低營養濃度日糧導致原具快速生長優勢之品種如波爾閩公羊與 87.5% 黑色波爾雜交閩公羊之生長受到壓抑,致使其平均日增重較低(Santos *et al.*, 2007; Pérez *et al.*, 2007; Peña *et al.*, 2009; Abdullah and Qudsieh, 2008; 楊等, 2011b),顯示如以低營養濃度日糧飼餉具有快速增重之波爾血統山羊,將使其品種之快速增重與較重屠體之優勢喪失。

於屠後 1 小時及 24 小時測定背最長肌 pH 值,結果顯示均以波爾閩公羊顯著($P < 0.05$)較低(表 2)。Abdullah and Hussein (2007)調查日糧能量濃度與有無去勢對約旦黑羊肉質之影響,其日糧 TDN 為 63% 組者,所測得之屠肉 pH 值與本試驗者相近似。Wiklunda *et al.* (2003)發現放牧與圈養模式影響馴鹿背最長肌之 pH 值,推測與有無採食飼料影響馴鹿之糖原或肝糖貯存量有關,致使圈養模式者之背最長肌 pH 值較放牧者為低。本試驗測定結果以波爾閩公羊背最長肌之 pH^1 及 pH^{24} 值最低,推測此可能與波爾山羊具增重快與肌肉代謝型態之特色相關,可能因波爾閩公羊肌肉糖分解作用較快,致使樣肉中因較多肝糖分解而有較低之 pH 值。Monin *et al.* (1987)發現豬品種與其肌肉代謝型態影響可能糖分解作用,或許因而影響可能屠肉之 pH 變化。此外,屠後 24 小時之 pH^{24} 值較屠後 1 小時之 pH^1 值為低,此變化是否因樣肉總生菌數或與其代謝產物增生所致有待進一步試驗探討。

綜多報告顯示,羊隻之屠宰月齡(Alcalde and Negueruela, 2001; Marichal *et al.*, 2003; Ripoll *et al.*, 2012)、飼養模式或飼料成分(Marino *et al.*, 2006; 蘇等, 2002; 馮等, 2011)影響屠體組成,而樣肉 L^* 值也受肉 pH 影響。本試驗結果顯示,波爾閩公羊樣肉之 L^* 值顯著($P < 0.05$)高於努比亞閩公羊及 87.5% 波爾雜交閩公羊(表 2),推測除與 3 品種間之樣肉中所含水分(72.9 vs. 74.6 vs. 73.7%)、粗脂肪(3.7 vs. 2.6 vs. 2.8%)差異有關外(表 3)(Peña *et al.*, 2009),也與波爾山羊雜交級進之代數相關。Ding *et al.* (2010)在調查波爾山羊級進中國關中乳山羊時發現,波爾山羊雜交級進代數越高,其屠肉之 L^* 值越低,此與本試驗之結果相似。

表 1. 閩公羊肥育日糧組成

Table 1. Composition of finishing ration for castrated male goat

Ingredients	%
As fed	
Alfalfa hay	25.0
Pangola hay	20.0
Bermuda hay	25.0
Concentrate ¹	30.0
Total	100.0
Analyzed value , DM basis	
Dry matter	87.9
Crude protein	12.2
TDN ²	61.2
NDF	18.2
ADF	9.4
Feed cost/ kg ³	10.8

¹ Concentrate contained: corn, 74.0%; soybean meal, 20.5%; molasses, 3.0%; limestone, 1.9%; salt, 0.5%; mineral premix, 0.1%. Each kg of mineral premix contained: Cu, 10 g; Co, 100 mg; Zn, 60 g; Mn, 60 g; Fe, 30 g; Se, 100 mg; Vitamin A, 6,000,000 I.U.; Vitamin D, 100,000 I.U.; Vitamin E, 4,000 I.U.

² The value of TDN was calculated from the feedstuff data bank of NRC.

³ Concentrate = 13.7 N.T./kg ; alfalfa hay = 15.0 N.T. /kg; Pangola hay = 4.5 N.T. /kg; Bermuda hay = 8.0 N.T. /kg.

表 2. 低營養濃度日糧對臺灣常見肉用品種閩公羊屠宰率與背最長肌物性之影響

Table 2. The dressing percentage and physical characteristics of *M. longissimus dorsi* of various meat-type goats fed with a low nutrient ration

Items	Breed ¹				SE
	BH	BO	NU	TG	
Number of animal	4	4	4	4	
Slaughter weight ² , kg	60.1 ^a	58.1 ^a	48.4 ^b	48.2 ^b	4.1
Dressing percentage, %	58.5	57.1	56.9	56.0	2.1
Rib eye, cm ²	17.00	17.13	16.45	13.93	2.99
pH ¹	5.80 ^{ab}	5.57 ^b	5.96 ^a	5.96 ^a	0.36
pH ²⁴	5.64 ^{ab}	5.46 ^b	5.80 ^a	5.68 ^{ab}	0.28
L* value	31.2 ^{ab}	33.4 ^a	29.3 ^b	33.2 ^{ab}	3.9
a *value	16.0	18.1	15.6	16.0	2.3
b *value	5.5	7.2	5.1	6.6	2.0
Firmness, kg	9.60	7.00	6.91	10.31	3.52
Toughness, kg/sec	12.60	10.53	10.16	14.89	4.36
Drip loss, %	1.68	1.59	0.69	0.64	1.12
Cooking loss, %	25.34	30.25	29.00	24.00	5.91

¹ BH: 87.5 % Boer hybrid goat; BO: Boer goat; NU: Nubian goat; TG: Taiwan black goat. n=4.

² Based on the weight of goat after eighteen hours starvation.

^{a, b} Superscripts in the same row with different letters differ significantly ($P < 0.05$).

II. 一般成分

閩公羊背最長肌所含水分、粗蛋白、粗脂肪、灰分與膽固醇等一般成分列於表 3。結果顯示，努比亞閩公羊背最長肌之水分含量最高，顯著（ $P < 0.05$ ）高於波爾閩公羊與臺灣黑山羊閩公羊。樣肉之粗蛋白質含量以臺灣黑山羊閩公羊最低（ $P < 0.05$ ），粗脂肪含量以努比亞閩公羊顯著（ $P < 0.05$ ）低於臺灣黑山羊閩公羊，總卡路里以努比亞閩公羊顯著（ $P < 0.05$ ）低於波爾閩公羊與臺灣黑山羊閩公羊。Juárez *et al.*（2009）發現品種顯著影響肌肉中粗蛋白質、總卡路里、水分、灰分等一般成分，本試驗亦有相同結果。比較楊等（2010）分別使用 TDN 為 71.6% 之日糧與 TDN 為 63.5% 之有機乾桑葉日糧肥育臺灣黑山羊閩公羊，結果顯示其屠體背最長肌總卡路里分別為 138.97 與 113.03 kcal/100 g（馮等，

2011)。本試驗飼料 TDN 為 61.2% 之低營養濃度日糧，4 種肉用品種閩公羊背最長肌之總卡路里介於 110.9 – 123.3 kcal/100 g，所得結果與馮等（2011）相近似，惟低於楊等（2011b）之分析數值，顯示日糧之 TDN 含量顯著影響羊肉總卡路里量。在樣肉膽固醇含量方面，本試驗背最長肌之膽固醇含量介於 35.7 – 38.3 mg/100 g 之間，較蘇等（2002）、馮等（2011）研究結果為低，顯示以低營養濃度日糧飼料閩公羊可能可獲致低膽固醇含量之羊肉。

表 3. 低營養濃度日糧對臺灣常見肉用品種閩公羊背最長肌樣肉一般成分之影響

Table 3. The chemical composition of *M. longissimus dorsi* of various meat-type goats fed with a low nutrient ration

Items	Breed ¹				SE
	BH	BO	NU	TG	
Number of samples	4	4	4	4	
Moisture, %	73.7 ^{ab}	72.9 ^b	74.6 ^a	73.6 ^b	1.4
Crude protein, %	22.2 ^a	22.2 ^a	22.0 ^a	21.0 ^b	1.1
Crude fat, %	2.8 ^{ab}	3.7 ^{ab}	2.6 ^b	3.9 ^a	1.3
Ash, %	1.0	1.0	1.1	1.1	0.1
Total calorie, kcal/100g	115.7 ^{ab}	123.3 ^a	110.9 ^b	120.9 ^a	11.0
Cholesterol, mg/100g	38.3	36.2	35.7	35.8	2.4

¹ Same as Table 1.

^{a, b} Superscripts in the same row with different letters differ significantly ($P < 0.05$).

III. 胺基酸與脂肪酸

表 4 列示 4 種肉用品種閩公羊背最長肌之總必需胺基酸、總非必需胺基酸、總胺基酸之含量，分別介於 9,948 – 10,323 mg/100 g、8,992 – 9,448 mg/100 g 與 18,940 – 19,690 mg/100 g 之間，其無組間差異存在。而個別胺基酸含量又僅以絲胺酸（serine）、組胺酸（histidine）與丙胺酸（alanine）含量具品種間之差異（ $P < 0.05$ ）。比較楊等（2010）及馮等（2011）試驗發現，日糧中之 TDN、CP 含量似乎無法影響閩公羊屠體背最長肌之胺基酸組成，其可能原因為飼料低營養濃度日糧導致羊隻無過多脂質代謝可以貯存為蛋白質所致（Chowdhury and Ørskov, 1997）。

本試驗分析 4 種肉用品種閩公羊之背最長肌樣肉脂肪酸組成（表 5），結果顯示總不飽和脂肪酸含量較總飽和脂肪酸含量為高（56.88 – 60.23% vs. 39.78 – 43.08%）。其中，不飽和脂肪酸以 C 18:1（oleic acid, 油酸）所佔比例最高（46.90 – 52.68%）、C 18:2（linoleic acid, 亞麻油酸）次之（2.35 – 4.28%），飽和脂肪酸以 C 16:0（palmitic acid, 棕櫚酸）所佔比例最高（21.78% – 23.63%）、C 18:0（stearic acid, 硬脂酸）次之（14.03 – 15.53%）。此結果與 Abdullah and Hussein（2007）與馮等（2011）研究結果相近，顯示飼料低營養濃度日糧並不影響閩公羊背最長肌之脂肪酸含量。Pratiwi *et al.*（2006）指出，羊肉脂肪酸組成以總不飽和脂肪酸含量高於總飽和脂肪酸，Mahgoub *et al.*（2002）與 Peña *et al.*（2009）亦有相同結果。Pratiwi *et al.*（2006）研究結果亦顯示，不飽和脂肪酸含量以油酸所佔比例最高（43.3 – 53.8%），飽和脂肪酸含量則以棕櫚酸所佔比例最高（22.5 – 27.9%）、硬脂酸次之（10.7 – 18.1%）。本試驗結果（表 5）與前述報告相近似。不同品種閩公羊背最長肌樣肉中之飽和脂肪酸含量，以波爾雜交閩公羊有較高之 C 14:0 與 C 15:0，不飽和脂肪酸除 C 18:1 外，均以努比亞閩公羊有較高之 C 18:2、C 18:3、C 20:3 與 C 20:4 含量。顯示品種為影響閩公羊背最長肌脂肪酸含量與組成的因素之一。許多研究結果（Banskalieva *et al.*, 2000; Rhee *et al.*, 2000; Pratiwi *et al.*, 2006; Juárez *et al.*, 2009）也指出，肌肉中之脂肪酸組成受到品種、年齡、性別、飼料採食量與屠宰體重所影響。

山羊肉因較其他反芻動物者含有較高量之多元不飽和脂肪酸（polyunsaturated fatty acids, PUFA），被認為是良好的膳食脂肪酸來源（Mahgoub *et al.*, 2002），肉中之 PUFA/SFA（saturated fatty acids, 飽和脂肪酸）比例亦為判斷膳食脂肪酸的指標之一。再者，適當之 ω -6 FA / ω -3 FA 比例對人體健康有益，有助於調節血液膽固醇及減少低密度脂蛋白含量，對於預防心血管疾病及高血脂症很有助益（Simopoulos, 2002; Shannon *et al.*, 2007; Hedelin *et al.*, 2007）。Simopoulos（2002）建議畜肉中之 PUFA/SFA 約為 1、 ω -6 FA / ω -3 FA 在 1 – 2 範圍內較有益於人體健康；英國社會保險與健康部門則建議消費者攝取 PUFA/SFA 與 ω -6 FA / ω -3 FA 分別為 0.5 及 4 之畜肉較為健康（Enser *et al.*, 1996,

1998)。本試驗結果顯示，4種肉用品種閩公羊背最長肌樣肉中之 PUFA/ SFA 比值介於 0.10 – 0.18、而 ω -6 FA/ ω -3 FA 比例介於 7.37 – 9.03 之間，此與馮等 (2011) 以乾桑葉生產有機羊肉之結果相近似，雖未達 1 以上與 4 以下之理想肉質，但也顯示以低營養日糧飼養閩公羊之羊肉，可被具養生概念的消費者所接受。

表 4. 低營養濃度日糧對臺灣常見肉用品種閩公羊背最長肌樣肉胺基酸含量之影響

Table 4. The content of amino acids in *M. longissimus dorsi* of various meat-type goats fed with a low nutrient ration

Items	Breed ¹				SE
	BH	BO	NU	TG	
	- mg/100 g -				
Aspartic acid	1,863.9	1,911.9	1,949.9	1,935.5	75.4
Glutamic acid	2,959.9	3,095.5	3,100.4	3,141.2	157.9
Cysteine	212.0	206.7	214.1	217.7	9.1
Serine	822.1 ^b	894.6 ^a	907.0 ^a	937.0 ^a	97.5
Histidine	775.9 ^a	801.0 ^a	814.6 ^a	608.1 ^b	191.8
Glycine	812.6	831.1	868.4	852.1	15.2
Threonine	834.3	877.6	887.4	872.7	46.6
Arginine	1,235.7	1,271.7	1,300.9	1,339.8	88.3
Alanine	1,144.2 ^b	1,182.8 ^{ab}	1,228.2 ^{ab}	1,264.7 ^a	105.1
Tyrosine	575.9	582.9	609.0	593.8	28.9
Valine	1,078.9	1,071.2	1,072.2	1,084.6	12.6
Methionine	440.6	397.2	402.2	394.7	43.0
Tryptophan	150.6	155.4	154.7	143.5	10.9
Phenylalanine	976.2	979.2	979.9	964.8	14.0
Isoleucine	958.4	982.0	1,006.4	993.7	40.8
Leucine	1,668.1	1,712.5	1,735.6	1,706.8	56.1
Lysine	1,829.4	1,891.3	1,968.8	1,933.0	119.8
Proline	601.9	530.9	490.8	506.1	98.3
TEAA ²	9,948.0	10,138.8	10,322.5	10,041.7	320.1
TNEAA ³	8,992.4	9,236.3	9,367.7	9,448.0	398.5
TAA ⁴	18,940.4	19,375.1	19,690.2	19,489.7	633.9

¹ Same as Table 1.

² TEAA: total essential amino acids. TEAA = histidine + threonine + arginine + valine + methionine + tryptophan + phenylalanine + isoleucine + leucine + lysine.

³ TNEAA: total non-essential amino acids. TNEAA = aspartic acid + glutamic acid + cysteine + serine + glycine + alanine + tyrosine + proline.

⁴ TAA: total amino acids. TAA = TEAA + TNEAA.

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

IV. 感官品評

低營養濃度日糧對肉用品種閩公羊背最長肌樣肉品評成績之影響列示於表 6。結果顯示，臺灣黑山羊閩公羊樣肉有較差之香味 (aroma) 與咬感 (chewiness)，努比亞山羊閩公羊樣肉則有較差之顏色 (color) ($P < 0.05$)，惟在總接受度方面並無品種間之差異。Madruza *et al.* (2010) 認為羊肉在加熱過程會產生糖類與胺基酸之衍生物，被推論可能是羊肉香味來源之一。Elmore *et al.* (2000) 認為日糧油脂來源會影響綿羊肉中揮發性 PUFA 百分比，而 PUFA 在蒸煮時可能產生特殊香味。本試驗之臺灣黑山羊閩公羊背最長肌樣肉之 PUFA 含量在 4 組受試閩公羊中為最低 (6.03 vs. 5.18 vs. 7.28 vs. 3.98 %) (表 5)，可能是造成在烹飪品評其樣肉有較差之香味。Ripoll *et al.* (2012) 發現，年齡越輕之羊隻屠體樣肉較嫩 (tenderness)。比較楊等 (2011b) 之飼養 428 天之臺灣黑山羊背最長肌樣肉品評資料發現，本試驗之臺灣黑山羊有顯著較差之咬感或嫩度，此係本試驗之臺灣黑山羊閩公羊飼養日齡長達 540 天 (楊等, 2012)，遠比楊等 (2011b) 之試驗多約 120 天左右，因此本試驗之臺灣黑山羊閩公羊背最長肌樣肉可能因而有較差之咬感，此與 Ripoll *et al.* (2012) 之研究結果相似。

表 5. 低營養濃度日糧對臺灣常見肉用品種閩公羊背最長肌樣肉脂肪酸含量之影響

Table 5. The fatty acids composition of *M. longissimus dorsi* of various meat-type goats fed with a low nutrient ration

Items	Breed ¹				SE
	BH	BO	NU	TG	
	- % -				
C 10:0, capric acid	0.10	0.10	0.10	0.10	0
C 12:0, lauric acid	0.10	0.10	0.10	0.10	0
C 14:0, myristic acid	2.23 ^a	2.00 ^a	1.80 ^b	1.98 ^{ab}	0.35
C 14:1, myristoleic acid	0.15	0.13	0.10	0.13	0.04
C 15:0, pentadecanoic acid	0.48 ^a	0.40 ^{ab}	0.45 ^{ab}	0.35 ^b	0.11
C 16:0, palmitic acid	23.63	22.98	21.78	22.08	1.69
C 16:1, palmitoleic acid	2.38	2.05	1.93	2.10	0.38
C 17:0, heptadecanoic acid	1.05	1.00	1.08	1.05	0.06
C 18:0, stearic acid	15.38	14.43	15.53	14.03	1.46
C 18:1 _{n-9} , oleic acid	46.90 ^c	50.13 ^{ab}	48.15 ^{bc}	52.68 ^a	5.04
C 18:1 _{tl1} , vaccenic acid	1.30 ^{ab}	1.28 ^{ab}	1.43 ^a	1.25 ^b	0.16
C 18:2, linoleic acid	3.38 ^b	3.25 ^b	4.28 ^a	2.35 ^c	1.58
C 18:3, α -linolenic acid	0.43 ^{ab}	0.38 ^{ab}	0.48 ^a	0.35 ^b	0.11
C 20:0, arachidic acid	0.13	0.10	0.10	0.10	0.03
C 20:1, eicosanoic acid	0.10	0.10	0.13	0.10	0.03
C 20:2, eicosadienoic acid	0.38	0.28	0.30	0.28	0.10
C 20:3, cis-8, 11, 14-eicosatrienoic acid	0.10 ^{ab}	0.10 ^{ab}	0.13 ^a	0.05 ^b	0.06
C 20:4, arachidonic acid	1.48 ^{ab}	1.03 ^b	1.85 ^a	0.83 ^b	0.92
C 20:5, eicosapentanoic acid	0.23	0.15	0.20	0.13	0.09
C 22:0, benenic acid	0.00 ^b	0.00 ^b	0.05 ^a	0.00 ^b	0.05
C 22:1, docosaenoic acid	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03
C 22:6, docohexanoic acid	0.05	0.00	0.05	0.00	0.06
SFA ²	43.08	41.10	40.98	39.78	2.73
USFA ³	56.88	58.85	59.00	60.23	2.77
MUFA ⁴	50.85 ^b	53.68 ^a	51.73 ^b	56.25 ^{ab}	4.79
PUFA ⁵	6.03 ^{ab}	5.18 ^{bc}	7.28 ^a	3.98 ^c	2.78
PUFA/SFA	0.14 ^{ab}	0.13 ^b	0.18 ^a	0.10 ^b	0.07
ω -6 FA/ ω -3 FA ⁶	7.61	8.86	9.03	7.37	1.68

¹ Same as Table 1.² SFA: total saturated fatty acids. SFA = C 10:0 + C 12:0 + C 14:0 + C 15:0 + C 16:0 + C 17:0 + C 18:0 + C 20:0 + C 22:0³ USFA: total unsaturated fatty acids. USFA = C 14:1 + C 16:1 + C 18:1 + C 18:2 + C 18:3 + C 20:1 + C 20:2 + C 20:3 + C 20:4 + C 20:5 + C 22:1 + C 22:6⁴ MUFA: total monounsaturated fatty acids. MUFA = C 14:1 + C 16:1 + C 18:1 + C 20:1 + C 22:1⁵ PUFA: total polyunsaturated fatty acids. PUFA = C 18:2 + C 18:3 + C 20:2 + C 20:3 + C 20:4 + C 20:5 + C 22:6⁶ ω -6 FA/ ω -3 FA = (C 18:2 + C 20:2 + C 20:3 + C 20:4) / (C 18:3 + C 20:5 + C 22:6)^{a, b} Means within the same row with the different superscripts differ significantly (P < 0.05).

表 6. 低營養日糧對臺灣肉用品種閩公羊背最長肌樣肉品評成績 1 之影響

Table 6. The comparison of sensory scores¹ in *M. longissimus dorsi* of various meat-type goats fed with a low nutrient ration

Items	Breed ²				SE
	BH	BO	NU	TG	
Aroma	6.7 ^a	5.6 ^{ab}	5.8 ^{ab}	5.1 ^b	1.9
Flavor	6.4	6.1	5.3	5.7	1.9
Color	6.7 ^a	6.1 ^{ab}	5.5 ^b	5.8 ^{ab}	1.3
Chewness	5.6 ^a	5.1 ^{ab}	6.2 ^a	3.9 ^b	1.9
Overall acceptability	6.7	6.5	7.0	5.7	2.2

¹ Ten-point scale with 1 being dislike extremely and 10 being like extremely.² The breeds same as Table 1.^{a, b} Means within the same row with the different superscripts differ significantly (P < 0.05).

結論與建議

比較本試驗之飼料營養濃度與 NRC 建議之肥育肉羊日糧對不同肉用品種閩公羊之樣肉組成，證實肉羊樣肉組成與肥育肉羊模式及營養濃度間有其正相關性，所以羊隻進行肥育飼養時應注意掌控日糧調配，避免因餵飼高精料日糧所造成胃腸道疾病，而增加牧場經營成本。

誌 謝

試驗期間承本分所畜產科技系所有同仁協助飼養管理事宜、總所加工組協助進行物性及品評試驗始克完成，謹致謝忱。

參考文獻

- 張定偉。1993。山羊對四種熱帶禾本科牧草放牧利用之研究。畜產研究 26：35-43。
- 馮擇仁、楊深玄、許佳憲、涂榮珍、吳祥雲、蘇安國、王勝德。2011。有機飼糧對臺灣黑山羊屠肉理化性狀之影響。畜產研究 44：213-224。
- 楊深玄、蘇安國。2002。山羊自動脫毛機經濟效益之評估。畜產研究 35：1-8。
- 楊深玄、蘇安國、王勝德。2010。利用有機乾桑葉生產有機山羊之研究。畜產研究 43：351-360。
- 楊深玄、王勝德、蘇安國。2011a。圈飼與放牧對有機母山羊採食量與血液性狀之研究。畜產研究 44：51-62。
- 楊深玄、蘇安國、王勝德。2011b。不同品種與屠宰體重對五種臺灣常用閩公羊屠體性狀與肌肉脂肪酸組成之影響。畜產研究 44：11-25。
- 楊深玄、蘇安國、王勝德。2012。低營養濃度日糧對臺灣常見肉用品種閩公羊生長與飼養成本之影響。畜產研究 45：369-382。
- 蘇安國、楊深玄、成遊貴。2002。餵飼玉米與啤酒粕或高粱酒粕之青貯料對閩公乳山羊肉理化性狀之影響。畜產研究 35：215-222。
- 蘇安國、楊深玄。2009。各品種肉羊肥育經濟性狀之研究。畜產研究 42：299-308。
- Abdullah, A. Y. and S. M. Hussein. 2007. Effect of different levels of energy on carcass composition and meat quality of male black goats kids. Livest. Sci. 107: 70-80.
- Abdullah, A. Y. and R. I. Qudsieh. 2008. Carcass characteristics of Awassi ram lambs slaughtered at different weights. Livest. Sci. 117: 165-175.
- Alcalde, M. J. and A. I. Negueruela. 2001. The influence of final conditions on meat colour in light lamb carcasses. Meat Sci. 57: 117-123.
- AOAC. 1987. Official Methods of Analysis (14th Ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.
- AOAC. 1990. Cholesterol in multicomponent foods, Gas chromatographic methods. In: Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th Ed. Sec. 976.26, Ch 45, pp. 68-70.
- Banskalieva, V., T. Sahlu and A. L. Goetsch. 2000. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. Small Rumin. Res. 37: 255-268.
- Chowdhury, S. A. and E. R. Ørskov. 1997. Protein energy relationships with particular references to energy under nutrition: a review. Small Rumin. Res. 26: 1-7.
- Cifuni, G. F., F. Napolitano, C. Pacelli, A. M. Riviezzzi and A. Girolami. 2000. Effect of age at slaughter on carcass traits, fatty acid composition and lipid oxidation of Apulian lambs. Small Rumin. Res. 35: 65-70.
- Desnoyers, M., G. R. Sylvie, D. Sauvant, G. Bertin and D. P. Christine. 2009. The influence of acidosis and live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on time-budget and feeding behavior of dairy goats receiving two diets of differing concentrate proportion. Appl. Anim. Behaviour Sci. 121: 108-119.
- Dhanda, J. S., D. G. Taylor and P. J. Murray. 2003. Part 1. Growth, carcass and meat quality parameters of male goats: effects of genotype and live weight at slaughter. Small Rumin. Res. 50: 57-66.
- Ding, W., L. Koua, B. Cao and Y. Wei. 2010. Meat quality parameters of descendants by grading hybridization of Boer goat and Guanzhong Dairy goat. Meat Sci. 84: 323-328.
- Elmore, J. S., D. S. Mottram, M. Enser and J. Wood. 2000. The effects of diet and breed on the volatile compounds of cooked lamb. Small Rumin. Res. 55: 149-159.
- Enser, M., K. G. Hallett, B. Hewitt, G. A. J. Fursey and J. D. Wood. 1996. Fatty acids content and composition of

- English beef, lamb and pork at retail. *Meat Sci.* 42:443-456.
- Enser, M., K. G. Hallett, B. Hewitt, G. A. J. Fursey, J. D. Wood and G. Harrington. 1998. Fatty acids content and composition of UK beef and lamb muscle in relating to production system and implication for human nutrient. *Meat Sci.* 49:329-341.
- 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 acids composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed \times production systems. *Meat Sci.* 55: 141-147.
- Hedelin, M., E. T. Chang, F. Wiklund, R. Bellocco, A. Klint, J. Adolfsson, K. Shahedi, J. Xu, H. O. Adami, H. Gronberg and A. Balterk. 2007. Association of frequent consumption of fatty fish with prostate cancer risk is modified by COX-2 polymorphism. *Int. J. Cancer* 120: 398-405.
- Honikel, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* 49: 447-457.
- Juárez, M., A. Horcada, M. J. Alcalde, M. Valera, O. Polvillo and A. Molina. 2009. Meat and fat quality of unweaned lambs as affected by slaughter weight and breed. *Meat Sci.* 83: 308-313.
- Madruza, M. S., J. S. Elmore, M. J. Oruna-Concha, D. Balagiannis and D. S. Mottram. 2010. Determination of some water-soluble aroma precursors in goat meat and their enrolment on flavour profile of goat meat. *Food Chem.* 123: 513-520.
- Mahgoub, O., A. J. Khan, R. S. Al-Maqbaly, J. N. Al-Sabahi, K. Annamalai and N. M. Al-sakry. 2002. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omani Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. *Meat Sci.* 61: 381-387.
- Marichal, A., N. Castro, J. Capote, M. J. Zamorano and A. Argüello. 2003. Effects of live weight at slaughter (6, 10 and 25 kg) on kid carcass and meat quality. *Livest. Prod. Sci.* 83: 247-256.
- Marino, R., M. Albenzio, A. Girolami, A. Muscio, A. Sevi and A. Braghieri. 2006. Effect of forage to concentrate ratio on growth performance and on carcass and meat quality of Podolian young bulls. *Meat Sci.* 72: 415-424.
- Monin, G., A. Mejenes-Quijano and A. Talmant. 1987. Influence of breed and muscle metabolic type on muscle glycolytic potential and meat pH in pigs. *Meat Sci.* 20: 149-158.
- Mushi, D. E., J. Safra, L. A. Mtenga, G. C. Kifaro and L. O. Eik. 2009. Effects of concentrate levels on fattening performance, carcass and meat quality attributes of Small East African \times Norwegian crossbred goats fed low quality grass hay. *Livest. Sci.* 124: 148-155.
- N. R. C. 1981. Nutrient Requirements of Goats. Pages 1-22. National Academy Press, Washington, D.C. USA.
- Peña, F., A. Bonvillani, B. Freire, M. Juárez, J. Perea and G. Gómez. 2009. Effects of genotype and slaughter weight on the meat quality of Criollo Cordobes and Anglonubian kids produced under extensive feeding conditions. *Meat Sci.* 83: 417-422.
- Pérez, P., M. Maino, M. S. Morales, C. Köbrich, C. Bardon and J. Pokniak. 2007. Gender and slaughter weight effects on carcass quality traits of suckling lambs from four different genotypes. *Small Rumin. Res.* 70: 124-130.
- Pratiwi, N. M. W., P. J. Murray, D. G. Taylor and D. Zhang. 2006. Comparison of breed, slaughter weight and castration on fatty acid profiles in the longissimus thoracic muscle from male Boer and Australian feral goats. *Small Rumin. Res.* 64: 94-100.
- Rhee, K. S., D. F. Waldron, Y. A. Ziprin and K. C. Rhee. 2000. Fatty acid composition of goat diets vs. intramuscular fat. *Meat Sci.* 54: 313-318.
- Ripoll, G., M. J. Alcalde, A. Horcada, C. Sañudo, A. Teixeira and B. Panea. 2012. Effect of slaughter weight and breed on instrumental and sensory meat quality of suckling kids. *Meat Sci.* 92: 62-70.
- Santos, A. C., S. R. Silva, E. G. Mena and J. M. T. Azevedo. 2007. Live weight and sex effects on carcass and meat quality of “Borrego terrincho-PDO” suckling lambs. *Meat Sci.* 77: 654-661.
- SAS. 2002. SAS Proprietary Software, version 9.0th ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Shannon, J., I. B. King, R. Moshofsky, J. W. Lampe, D. Li-Gao, R. M. Ray and D. B. Thomas. 2007. Erythrocyte fatty acids and breast cancer risk: a case-control study in Shanghai, China. *Am J. Clin. Nutr.* 85: 1090-1097.
- Simopoulos, A. P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacotherapy* 56: 365-379.
- Simpson, R. J., M. R. Neuberger and T. Y. Liu. 1976. Complete amino acid analysis of protein from a single hydrolysate. *J. Biol. Chem.* 251: 1936-1940.
- Vasta, V., A. Nudda, A. Cannas, M. Lanza and A. Priolo. 2008. Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Animal Feed Sci. and Technology* 147: 223-246.
- Wiklund, E., L. Johansson and G. Malmfors. 2003. Sensory meat quality, ultimate pH values, blood parameters and carcass characteristics in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus L.*) grazed on natural pastures or fed a commercial feed mixture. *Food quality preference* 14: 573-581.

Effects of low nutrient ration on carcass characteristics and fatty acids compositions in castrated male meat goats⁽¹⁾

Shen-Shyuan Yang⁽²⁾ Sheng-Der Wang⁽³⁾ An-Kuo Su⁽⁴⁾⁽⁶⁾ Tein-Chun Wan⁽⁵⁾ Wen-Shyan Chen⁽⁵⁾
De-Chi Wang⁽²⁾ and Jan-Chi Huang⁽²⁾

Received: Jun. 30, 2012; Accepted: Oct. 25, 2012

Abstract

This study was to investigate the effects of low nutrient ration on carcass characteristics and fatty acids compositions of castrated male meat goats in Taiwan. Six castrated male goats from each breed of 87.5% Boer hybrid, Boer, Nubian and Taiwan black goat were fattened at a low nutrient content ration, which contained 12.2% of crude protein and 61.2% of TDN. Four goats of each breed were slaughtered at 18 months of age. Results showed that there were no significant differences among dressing percentage, rib eye area, a^* value, b^* value, firmness, toughness, drip loss and cooking loss of *M. longissimus dorsi*. However, significant differences ($P < 0.05$) were found in the values of pH^1 , pH^{24} , L^* among different breeds. On chemical compositions of *M. longissimus dorsi*, there were significant differences ($P < 0.05$) among percentage of moisture, crude protein, crude fat and total calorie contents. Percentage of unsaturated fatty acids of *M. longissimus dorsi* was higher than that of saturated fatty acids among breeds. Meanwhile, percentage of oleic acid (46.9-52.7%) and palmitic acid (21.8-23.6%) were highest in unsaturated fatty acids and saturated fatty acids group on *M. longissimus dorsi*, respectively. Fatty acids compositions in *M. longissimus dorsi* were affected by breeds. Panel tests which included the sensory scores of aroma, color and tenderness in *M. longissimus dorsi* of castrated Taiwan black goats, were poorer than that of other breeds. Results showed that feeding low nutrient ration to castrated male meat goats would not affect carcass characteristics and fatty acids compositions among breeds.

Key words: Low nutrient ration, Carcass characteristics, Fatty acids compositions.

(1) Contribution No. 1858 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, Pintung 94644, Taiwan, R. O. C.

(3) Changhua Animal Propagation Station, COA-LRI, Changhua 52149, Taiwan, R. O. C.

(4) Hualien Animal Propagation Station, COA-LRI, Hualien 97362, Taiwan, R. O. C.

(5) Animal Products Processing Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(6) Corresponding author. E-mail: aksu@mail.tlri.gov.tw