

餵飼銀合歡對山羊肉理化性狀之影響⁽¹⁾

王勝德⁽²⁾ 蘇安國⁽³⁾ 涂榮珍⁽⁴⁾ 吳祥雲⁽⁴⁾ 楊深玄⁽⁵⁾⁽⁶⁾

收件日期：100 年 11 月 29 日；接受日期：101 年 8 月 1 日

摘要

本試驗旨在探討餵飼銀合歡 (*Leucaena leucocephala*) 對山羊肉理化性狀之影響，供試動物為本分所自行繁殖之有機的臺灣黑山羊閩公羊，銀合歡餵飼量為 309 g/kg 乾物量 (dry matter, DM)。結果顯示，銀合歡組羊隻之屠宰率顯著 ($P < 0.05$) 低於對照組，背最長肌樣肉之蒸煮失重顯著 ($P < 0.05$) 較高。樣肉之水分、粗蛋白質、灰分含量以銀合歡組顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組，而粗脂肪與總熱量含量則顯著 ($P < 0.05$) 較低。總胺基酸、總必需胺基酸、總飽和脂肪酸、多元不飽和脂肪酸含量、多元不飽和脂肪酸 / 單元不飽和脂肪酸之比值均以銀合歡組顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組，總不飽和脂肪酸與單元不飽和脂肪酸含量、 ω -6 脂肪酸 / ω -3 脂肪酸、單元不飽和脂肪酸 / 總飽和脂肪酸、(多元不飽和脂肪酸 + 單元不飽和脂肪酸) / 總飽和脂肪酸之比值則顯著 ($P < 0.05$) 較低。本試驗結果得知，餵飼銀合歡生產的山羊肉，具有低脂肪、低熱量與低 ω -6 脂肪酸 / ω -3 脂肪酸的特點。

關鍵詞：胺基酸、理化性狀、山羊肉。

緒言

有機農產品的生產有助於生態平衡、環境保護且益於人類健康，是農業發展的方向 (Roderick *et al.*, 1999; Hansson *et al.*, 2000; Parfitt *et al.*, 2005; Thomassen *et al.*, 2008)。估計全世界的有機農產品市場正以每年 10–30% 的幅度成長，未來十年的產值將可達 1,000 億美元 (Lu *et al.*, 2010)。

羊肉是非常重要的動物性蛋白質來源，更是國人食補市場上不可或缺的食材之一。國內絕大多數的山羊肉產自傳統飼養方法，以有機模式生產有機的山羊肉尚屬有限。除有機飼料原料的價格偏高外，有機飼料原料能否長期穩定且足量的供應飼養也是生產面所遭遇的問題。依現有規範，「動物性飼料原

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1758 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所彰化種畜繁殖場。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所花蓮種畜繁殖場。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所加工組。

(5) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

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

料僅得使用乳製品或魚粉；且植物性來源之飼料原料亦均須符合我國有機農產品生產之相關規範」。此外，日糧中之「有機飼料採食百分比應在 85% 以上」、同時「不允許添加合成的生長促進劑、尿素、抗生物質、化學藥劑、不當的飼料添加物、基因改造的有機體或其產物」（有機農產品生產規範—畜產，2003），也讓有機的山羊生產模式更具有挑戰性。

行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所（以下簡稱本分所）近年來積極從事有機的山羊生產研究，包括有機生產模式之探討（楊及蘇，2010；楊等，2011a）、地區性有機芻料的利用（楊等，2010；王等，2010）與在地有機灌木對有機的山羊肉質之影響（馮等，2011）等，期能建立一套降低對進口穀物或芻料的依賴程度、減少飼料原料運輸碳足跡（carbon footprint）的生產模式，以生產較低成本的有機、優質的羊肉，進而達到有機生產與節能減碳兼容並蓄的目標。

銀合歡（*Leucaena leucocephala*）原產於中南美洲，早年因為水土保持的想法與提供造紙原料等目的被引進國內。未料放棄造紙目的後，銀合歡憑藉著強韌的生命力擴張生長，目前已幾乎攻占恆春半島低海拔林地和丘陵，本島中南部地區也很常見。儘管銀合歡含有單寧（tannin）、含羞草素（mimosine）等有害成分（Crounse *et al.*, 1962; Hoffman, 1987），但對山羊而言，因具有良好的營養分表面消化率與適口性（Muir *et al.*, 1994; Muir and Massaete, 1996; Srivastava and Sharma, 1998; Anbarasu *et al.*, 2004），為相對廉價的芻料來源（王等，2010）。本試驗擬進一步探討餵飼銀合歡對有機的山羊肉理化性狀之影響，以供相關研究與產業參考。

材料與方法

I. 試驗動物與飼養

試驗於本分所進行，供試動物為 12 頭約 5 月齡、平均體重 18.8 ± 2.0 kg、依「有機農產品生產規範—畜產」（2003）繁殖生產的有機的臺灣黑山羊閩公羊，逢機分為 2 組，每組 3 欄、每欄 2 頭。飼養管理悉依「有機農產品生產規範—畜產」（2003）條件進行。

銀合歡組係餵飼有機銀合歡，日糧精粗料比為 14：86，精料粗蛋白質為 30%，粗料主要由 280 g/kg 乾燥有機銀合歡、350 g/kg 有機狼尾草—有機銀合歡青貯、230 g/kg 有機盤固乾草組成，經計算日糧中之銀合歡餵飼量為 309 g/kg DM。傳統飼養組則作為對照，日糧精粗料比為 70：30，精料粗蛋白質為 16%，粗料則以 150 g/kg 盤固乾草、150 g/kg 苜蓿乾草供應。試驗期間提供羊隻自來水任飲與鹽磚任舔。試驗日糧參照 NRC（1981）標準調配，組成及分析值如王等（2010）所述。試驗期 216 天。

II. 屠宰率

試驗羊隻之屠宰、預冷與分切，均在本分所試驗屠宰場進行。12 頭羊隻經 18 小時禁食、秤取屠前活體重後全數犧牲，以空氣彈擊昏、自頸動脈放血後屠宰，復以 65℃ 恆溫水槽熱水浸潤 4 分鐘以自動脫毛機進行脫毛（楊及蘇，2002）。經脫毛之屠體先剝除所有內臟，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）與蹠骨（metatarsal bone）間切除後肢、自薦椎（sacral vertebrae）與尾椎（coccygeal vertebrae）間切除尾部，所得屠體立即推入預冷室經 2℃ 隔夜預冷後秤取重量，此屠體重佔屠前活體重之百分比即為屠宰率。

III. 屠肉理化性狀

經 2℃ 隔夜預冷之試驗羊隻屠體，取其 2 條背最長肌（*Longissimus dorsi*）為供試樣肉，其中一條供感官品評之用，另一條則供屠肉理化性狀分析之用：

- (i) pH 值：取樣肉 10 g 加入蒸餾水 90 mL，經 10,000 rpm 均質（Homogenizer PH 91, NIHONSEIKI KAISHA LTD., Japan; roter: AM-3）1 分鐘後，以 pH 值計（WTW pH 573, Germany）測定之。
- (ii) 韌度（firmness）及硬度（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，經計算求得之平均值即為該樣肉之觀測值。
- (iii) 色澤：樣肉於室溫環境下回溫（26℃）後，以色差計（Super color SP-80, Tokyo Denshoku Co., Japan）測定其 L^* 、 a^* 與 b^* 值，各樣肉均測定 6 點後求其平均，以該平均值代表該樣肉之觀測值。
- (iv) 蒸煮失重（cooking loss）：取適量樣肉秤重（ W_1 ）後經真空包裝，復以 80℃ 水浴 25 分鐘。取出樣肉於冷卻後俟其不再滴水紀錄其重量（ W_2 ），各樣肉之蒸煮失重 = $(W_1 - W_2) / W_1 \times 100\%$ （van der Wal *et al.*, 1993）。
- (v) 一般成分分析：樣肉中之粗蛋白質（crude protein）、粗脂肪（crude fat）、灰分（ash）、水分（moisture）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 測定之。
- (vi) 膽固醇：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。
- (vii) 總熱量（total calorie）：碳水化合物數據由公式（= 100% - 水分% - 灰分% - 粗脂肪% - 粗蛋白質%）計算取得後，帶入公式（熱量 = 粗蛋白質 × 4 kcal + 粗脂肪 × 9 kcal + 碳水化合物 × 4 kcal）即為羊肉所含總熱量。
- (viii) 胺基酸：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後測定之。
- (ix) 脂肪酸：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。
- (x) 感官品評：樣肉經 80℃ 水浴 30 分鐘後切除邊肉取適當大小（約 1 cm × 1 cm × 1 cm），由具品評（sensory test）經驗、年齡介於 20–40 歲之品評員共 15 人，依所聞之氣味（odor）、所咬之嫩度（tenderness）、所嚐之口味（taste）與綜合之總接受性（overall acceptability）等四項分別評分，採 7 分制之喜好性試驗（seven-point hedonic scale test），1 分表示非常不喜歡、7 分表示非常喜歡。各樣肉經各別求得所有品評員於各品評項目之平均值，代表該樣肉各該項目之觀測值。

IV. 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。以一般線性模式程序（General linear model procedure）進行變方分析，並以 Tukey's studentized range test 比較處理組間各性狀平均值之差異顯著性。

結果與討論

I. 背最長肌樣肉物性

飼餵銀合歡對閩山羊屠宰率與背最長肌樣肉物性之影響分別列示於表 1、表 2。兩組羊肉之 pH 值、硬度、韌度等物性與肌肉色澤均無顯著差異存在，惟銀合歡組之屠宰率顯著（ $P < 0.05$ ）低於對照組，蒸煮失重則顯著（ $P < 0.05$ ）較高（表 2）。銀合歡組羊肉之蒸煮失重顯著較高，推測與其肉中之水份含量顯著（ $P < 0.05$ ）較對照組高、粗脂肪含量顯著（ $P < 0.05$ ）較低有關（表 3）。本試驗依「有機農產品生產規範—畜產」（2003）將銀合歡組日糧之精粗料比訂為 14：86，然考量兩組試驗日糧營養濃度之差異（楊及蘇，2010），將精料粗蛋白質調配為 30% 以拉近兩組日糧之營養組成。惟銀合歡組日糧之 TDN 含量仍較對照組減少 5.9%（王等，2010），導致屠前活體重、屠宰率

均顯著 ($P < 0.05$) 低於對照組 (表 1)。

餵飼銀合歡對閩山羊背最長肌樣肉一般成分之影響列示於表 3。銀合歡組羊肉之水分、粗蛋白質、灰分顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組，惟粗脂肪含量與總熱量顯著 ($P < 0.05$) 較低，此結果與馮等 (2011) 探討桑葉對有機山羊屠肉之影響結果相近似。顯示以「有機農產品生產規範—畜產」(2003) 條件生產之有機的山羊肉具有低脂肪、低熱量之特色，較傳統飼養方法所生產者更符合消費大眾對健康之要求。

表 1. 餵飼銀合歡對臺灣黑山羊閩公羊屠宰率之影響

Table 1. Effect of feeding *L. Leucocephala* on the dressing percentage of castrated Taiwan native black goats

Items	Group	
	<i>LL</i> ^{1, #}	Control ²
Number	6	6
Age, days	365.0 ± 17.9	376.3 ± 10.4
Live body weight, kg	35.95 ± 2.43 ^b	44.43 ± 5.41 ^a
Dressing percentage, %	50.42 ± 1.54 ^b	57.38 ± 1.68 ^a

Mean ± S.E.

¹ Ration contained: concentrate (crude protein, 30%) 140; organic pangola hay 230; dLL (dry *Leucaena leucocephala*) 280; LL silage (33.3% LL plus 66.7% organic napiergrass) 350 g/kg.

² Ration contained: concentrate (crude protein, 16%) 700; pangola hay 150; alfalfa hay 150 g/kg.

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

[#] LL: *L. Leucocephala*

表 2. 餵飼銀合歡對臺灣黑山羊閩公羊背最長肌樣肉物性之影響

Table 2. Effect of feeding *L. Leucocephala* on the physical characteristics of *Longissimus dorsi* of castrated Taiwan native black goats

Items	Group	
	<i>LL</i> ^{1, #}	Control ²
pH	5.55 ± 0.09	5.51 ± 0.07
Firmness, kg	10.31 ± 3.62	11.66 ± 2.02
Toughness, kg/sec	13.98 ± 5.21	16.32 ± 3.25
<i>L</i> *	35.43 ± 2.24	33.82 ± 0.88
<i>a</i> *	15.34 ± 1.01	15.70 ± 0.70
<i>b</i> *	3.94 ± 0.47	4.31 ± 0.60
Cooking lose, %	24.56 ± 2.13 ^a	20.60 ± 2.56 ^b

Mean ± S.E.

^{1, 2, #} See footnote of table 1.

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

表 3. 餵飼銀合歡對臺灣黑山羊闔公羊背最長肌樣肉一般成分之影響

Table 3. Effect of feeding *L. Leucocephala* on the chemical composition of *Longissimus dorsi* of castrated Taiwan native black goats

Items	Group	
	LL ^{1, #}	Control ²
Moisture, %	69.50 ± 1.67 ^a	66.66 ± 1.53 ^b
Crude protein, %	20.28 ± 0.57 ^a	18.56 ± 0.48 ^b
Crude fat, %	9.59 ± 2.23 ^b	13.97 ± 2.37 ^a
Ash, %	0.97 ± 0.03 ^a	0.92 ± 0.02 ^b
Cholesterol, mg/100 g	53.12 ± 3.38	53.87 ± 2.93
Total calorie, kcal/100 g	167.37 ± 18.12 ^b	199.95 ± 20.86 ^a

Mean ± S.E.

^{1, 2, #} See footnote of table 1.^{a, b} Means within the same row with the different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

分析兩組山羊背最長肌樣肉中之 18 種胺基酸含量（表 4），結果顯示銀合歡組之總胺基酸與總必需胺基酸含量分別為 18,689 與 9,466 mg/100 g，均顯著（ $P < 0.05$ ）高於對照組，總非必需胺基酸含量則無顯著差異。山羊背最長肌樣肉中之個別胺基酸含量以麩胺酸（glutamic acid）最高，其次為離胺酸（lysine），亦均以銀合歡組顯著（ $P < 0.05$ ）高於對照組。Yami *et al.*（2000）探討日糧中不同銀合歡添加量對 Angora 與 Spanish 女羊體增重與羊毛生長之影響，結果顯示羊隻血漿中之酥胺酸（threonine）、精胺酸（arginine）、纈胺酸（valine）、苯丙胺酸（phenylalanine）、異白胺酸（isoleucine）、白胺酸（leucine）與離胺酸濃度均隨銀合歡添加量之提高而顯著增加。本試驗雖未探討餵飼銀合歡對羊隻血中胺基酸含量之影響，惟對樣肉胺基酸含量之影響結果與前述研究相近似。推測可能因為銀合歡所含之單寧鍵結其所含之部份必需胺基酸，致使必需胺基酸於羊隻瘤胃內不被降解（Salem *et al.*, 2006）而有過瘤胃之效果，導致餵飼銀合歡組山羊之小腸可吸收較多之胺基酸（Muri, 2011）所致。本試驗結果顯示以銀合歡生產之羊肉胺基酸總含量相對較高且胺基酸品質相對優質。

餵飼銀合歡對闔山羊背最長肌樣肉脂肪酸（fatty acid, FA）含量與感官品評之影響分別列示於表 5 與表 6。銀合歡組羊肉所含之 C 18:0、C 18:2、C 18:3、C 20:0、C 20:5、C 22:6、總飽和脂肪酸（saturated fatty acids, SFA）及多元不飽和脂肪酸（polyunsaturated fatty acids, PUFA）均顯著（ $P < 0.05$ ）高於對照組者，其所含之 C14:0、C14:1、C16:1、C18:1、總不飽和脂肪酸（unsaturated fatty acids, USFA）、單元不飽和脂肪酸（monounsaturated fatty acids, MUFA）則顯著（ $P < 0.05$ ）較低（表 5）。就羊肉中所含之個別脂肪酸而言，以油酸（oleic acid, C18:1）含量最高，其次為棕櫚酸（palmitic acid, C16:0）。兩組羊肉於氣味、口味、嫩度、總接受性等品評項目均無顯著差異（表 6）。Angood *et al.*（2007）指出，有機飼養所生產之羊肉含有較高量之 C18:3 及 ω -3 PUFA。而放牧飼養之牛隻較傳統飼養者顯著增加肉中之 C18:2（Realini *et al.*, 2004; Dannenberger *et al.*, 2005）與 C20:4、C20:5 等 PUFA 含量（Realini *et al.*, 2004）。山羊肉之脂肪酸種類與含量係受日糧組成、飼料原料特性等影響（Enser *et al.*, 1996, 1998; Vasta *et al.*, 2008），蘇等（2002）、楊等（2011）與馮等（2011）之國內研究結果與本試驗結果均顯示，山羊肉之脂肪酸組成隨品種、年齡、日糧組成與飼養模式等不同而有所差異。

表 4. 餵飼銀合歡對臺灣黑山羊闖公羊背最長肌樣肉胺基酸含量之影響

Table 4. Effect of feeding *L. Leucocephala* on the percentage of amino acids of *Longissimus dorsi* of castrated Taiwan native black goats

Items	Group	
	<i>LL</i> ¹	Control ²
<i>Amino acids</i>	mg/100 g	
Aspartic acid	1616 ± 698	1744 ± 57
Glutamic acid	3210 ± 96 ^a	2983 ± 92 ^b
Cysteine	268 ± 14	239 ± 30
Serine	828 ± 22 ^a	736 ± 25 ^b
Histidine	559 ± 21 ^a	476 ± 52 ^b
Glycine	848 ± 32	830 ± 14
Threonine	864 ± 16 ^a	784 ± 29 ^b
Arginine	1199 ± 38 ^a	1135 ± 58 ^b
Alanine	1114 ± 32 ^a	1026 ± 30 ^b
Tyrosine	702 ± 30 ^a	640 ± 27 ^b
Valine	984 ± 23 ^a	886 ± 35 ^b
Methionine	324 ± 20	303 ± 50
Tryptophan	275 ± 25 ^a	228 ± 36 ^b
Phenylalanine	887 ± 22 ^a	781 ± 37 ^b
Isoleucine	926 ± 23 ^a	846 ± 39 ^b
Leucine	1718 ± 40 ^a	1562 ± 60 ^b
Lysine	1731 ± 79	1659 ± 72
Proline	635 ± 148	510 ± 31
TEAA ³	9466 ± 225 ^a	8659 ± 351 ^b
TNEAA ⁴	9223 ± 715	8709 ± 267
TAA ⁵	18689 ± 724 ^a	17368 ± 607 ^b

Mean ± S.E.

^{1, 2, #} See footnote of table 1.³ TEAA: total essential amino acids. TEAA = histidine + threonine + arginine + valine + methionine + tryptophan + phenylalanine + isoleucine + leucine + lysine.⁴ TNEAA: total non-essential amino acids. TNEAA = aspartic acid + glutamic acid + cysteine + serine + glycine + alanine + tyrosine + proline.⁵ TAA: total amino acids. TAA = TEAA + TNEAA.

表 5. 飼餵銀合歡對臺灣黑山羊閹公羊背最長肌樣肉脂肪酸含量之影響

Table 5. Effect of feeding *L. Leucocephala* on the fatty acids composition of *Longissimus dorsi* of castrated Taiwan native black goats

Items	Group	
	<i>LL</i> ^{1, #}	Control ²
<i>Fatty acids</i>	%	
C8:0, caprylic acid	<0.1	<0.1
C10:0, capric acid	0.18 ± 0.02 ^a	0.13 ± 0.02 ^b
C12:0, lauric acid	0.11 ± 0.01	0.10 ± 0.02
C13:0, tridecanoic acid	<0.1	<0.1
C14:0, myristic acid	2.56 ± 0.19 ^b	3.18 ± 0.22 ^a
C14:1, myristoleic acid	0.10 ± 0.02 ^b	0.16 ± 0.01 ^a
C15:0, pentadecanoic acid	0.55 ± 0.06	0.53 ± 0.07
C16:0, palmitic acid	23.58 ± 1.04	24.60 ± 0.56
C16:1, palmitoleic acid	1.54 ± 0.17 ^b	2.44 ± 0.23 ^a
C17:0, heptadecanoic acid	1.60 ± 0.13	1.74 ± 0.15
C18:0, stearic acid	20.61 ± 1.45 ^a	14.79 ± 1.68 ^b
C18:1, oleic acid	44.82 ± 1.72 ^b	49.58 ± 2.00 ^a
C18:2, linoleic acid	2.98 ± 0.34 ^a	2.04 ± 0.21 ^b
C18:3, α -linolenic acid	0.44 ± 0.04 ^a	0.15 ± 0.02 ^b
C20:0, arachidic acid	0.13 ± 0.02 ^a	0.05 ± 0.01 ^b
C20:1, eicosanoic acid	0.10 ± 0.01 ^a	0.08 ± 0.01 ^b
C20:2, eicosadienoic acid	0.11 ± 0.02	0.09 ± 0.02
C20:3, <i>cis</i> -8, 11, 14-eicosatrienoic acid	<0.1	<0.1
C20:4, arachidonic acid	0.40 ± 0.13 ^a	0.27 ± 0.04 ^b
C20:5, eicosapentanoic acid	0.06 ± 0.02 ^a	0.01 ± 0.01 ^b
C22:6, docohexanoic acid	0.07 ± 0.01 ^a	0 ^b
SFA ³	49.36 ± 1.86 ^a	45.15 ± 2.33 ^b
USFA ⁴	50.66 ± 1.86 ^b	54.85 ± 2.33 ^a
MUFA ⁵	46.55 ± 1.83 ^b	52.26 ± 2.20 ^a
PUFA ⁶	4.11 ± 0.49 ^a	2.59 ± 0.24 ^b
ω -6 FA / ω -3 FA ⁷	6.16 ± 0.56 ^b	15.09 ± 1.71 ^a
PUFA / SFA	0.08 ± 0.01 ^a	0.06 ± 0.01 ^b
PUFA / MUFA	0.09 ± 0.01 ^a	0.05 ± 0 ^b
MUFA / SFA	0.95 ± 0.07 ^b	1.16 ± 0.11 ^a
(PUFA + MUFA) / SFA	1.03 ± 0.08 ^b	1.22 ± 0.11 ^a

Mean ± S.E.

^{1, 2, #} See footnote of table 1.³ SFA (total saturated fatty acids) = C 8:0 + C 10:0 + C 12:0 + C 13:0 + C 14:0 + C 15:0 + C 16:0 + C 17:0 + C 18:0 + C 20:0⁴ USFA (total unsaturated fatty acids) = 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 22:6⁵ MUFA (total monounsaturated fatty acids) = C 14:1 + C 16:1 + C 18:1 + C 20:1⁶ PUFA (total polyunsaturated fatty acids) = C 18:2 + C 18:3 + C 20:2 + C 20:3 + C 20:4 + C 20:5 + C 22:6⁷ 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. 餵飼銀合歡對臺灣黑山羊闖公羊背最長肌樣肉品評成績之影響

Table 6. Effect of feeding *L. Leucocephala* on the sensory evaluation of *Longissimus dorsi* of castrated Taiwan native black goats

Items	Group	
	LL ^{1, #}	Control ²
Odor ³	4.33 ± 0.27	4.35 ± 0.19
Taste	3.90 ± 0.19	3.98 ± 0.21
Tenderness	3.32 ± 0.73	3.70 ± 0.79
Overall acceptability	4.50 ± 0.43	4.77 ± 0.56

Mean ± S.E.

^{1, 2, #} See footnote of table 1.³ Seven-point scale with 1 being dislike extremely and 7 being like extremely.

一般而言，畜肉風味與其肉中之脂肪含量、脂肪酸組成有關。Tshabalala *et al.* (2003) 比較波爾 (Boer) 山羊、維多利亞西部地區山羊與 Damara 綿羊、Dorper 綿羊的屠肉組成、脂肪酸組成與感官品評，即指出羊肉中所含的脂肪含量與風味強度 (flavor intensity) 之間具有正相關。Hoffman *et al.* (2009) 探討 kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) 與 impala (*Aepyceros melampus*) 的肉質差異亦有相同結論。山羊肉中之飽和脂肪酸含量提高，會增加脂肪的硬度而影響羊肉的嗜口性 (Banskalieva *et al.*, 2000)。波爾山羊肉中之不飽和脂肪酸比例顯著較維多利亞西部地區山羊肉為低，風味強度則顯著較高 (Tshabalala *et al.*, 2003)。本試驗測得銀合歡組羊肉之粗脂肪含量 (表 3) 顯著 ($P < 0.05$) 低於對照組羊肉，屠肉之脂肪酸組成亦因餵飼銀合歡而使其總不飽和脂肪酸含量顯著 ($P < 0.05$) 較低、總飽和脂肪酸含量顯著 ($P < 0.05$) 較高 (表 5)，惟無論在氣味、口味、嫩度、總接受性等感官品評結果 (表 6) 則與對照組羊肉無顯著差異存在。餵飼銀合歡日糧造成闖公羊樣肉中之粗脂肪含量、脂肪酸組成明顯與對照組者有所差異，惟此一差異未能反映於感官品評結果；是否與銀合歡的飼料原料特性、本試驗處理品評樣肉的方式有關，尚待進一步探討。

Mushi *et al.* (2010) 以不同精粗料比餵飼山羊，發現隨著精料量之增加，羊肉中之USFA及MUFA顯著提高。此與精料因解離速率較芻料快、且食物顆粒也較小，於瘤胃中之停留時間也較短，精料中所含之USFA受瘤胃微生物氫化之比例也較低有關 (Diazet *et al.*, 2002)。本試驗中，銀合歡組與對照組日糧之精粗料比分別為14：86與70：30，懸殊的日糧精粗料比造成兩組羊肉所含USFA與MUFA之顯著差異，與前述研究結果相一致。

ω -3 PUFA中之C 20:5、C 22:6 及 ω -6 PUFA被認為有助於調節血液中之膽固醇含量及降低血液中之低密度脂蛋白 (low density lipoprotein) 濃度，有益於預防心血管疾病及高血脂症 (Simopoulos, 2002; Fulford *et al.*, 2005; Shannon *et al.*, 2007)。Chang and Huang (1998; 1999) 指出，攝取高PUFA / MUFA 比值之食物或低MUFA / SFA比值或 (PUFA + MUFA) / SFA比值小於3之食物，均能有效降低血漿中及肝臟中之膽固醇含量。Simopoulos (2002) 建議畜肉中之PUFA / SFA比值約為1、 ω -6 FA / ω -3 FA比值在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採食PUFA / SFA與 ω -6 FA / ω -3 FA之比值分別為0.5及4之畜肉較為健康 (Enser *et al.*, 1996; 1998)。表5結果顯示，兩組羊肉之PUFA / SFA與 ω -6 FA / ω -3 FA比值雖未達前述建議之理想，惟銀合歡組羊肉中之 ω -6 FA / ω -3 FA、MUFA / SFA及 (PUFA + MUFA) / SFA之比值均顯著 ($P < 0.05$) 低於對照組者，且其PUFA / MUFA比值顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組，此等結果均顯示於「有機農產品生產規範—畜產」條件下，餵飼銀合歡所生產之山羊肉，確實較傳統飼養者更具健康概念。

結論

相對於傳統飼養方法，利用銀合歡生產有機的山羊可獲得低脂肪、低熱量與低 ω -6 脂肪酸 / ω -3 脂肪酸特點的優質羊肉。如能充分利用此一廉價的豆科灌木來源，將能開發另一個有機飼料資源途徑，也能生產具有健康概念之有機山羊肉，提供消費者另一種選擇。

誌謝

本試驗承行政院農業委員會畜產試驗所加工組協助物性分析與感官品評等試驗，本分所畜產科技系同仁鼎力協助始克完成，謹此敬致謝忱。

參考文獻

- 王勝德、蘇安國、楊深玄。2010。有機銀合歡進行臺灣黑山羊有機生產之可行性研究。中畜會誌 39(3)：199-209。
- 有機農產品生產規範－畜產。2003。http://www.angrin.tlri.gov.tw/goat/gfa29/gfa29p12-15.htm。
- 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)：1-8。
- 蘇安國、楊深玄、成游貴。2002。餵飼玉米與啤酒粕或高粱酒粕之青貯料對閩公乳羊肉理化性狀之影響。畜產研究 35(3)：215-222。
- 楊深玄、蘇安國。2010。有機山羊生產模式之建立。畜產研究 43(3)：247-258。
- 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(4)：351-360。
- 楊深玄、蘇安國、王勝德。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(1)：51-60。
- 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(4)：285-300。
- 馮澤仁、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(3)：213-224。
- Anbarasu, C., N. Dutta, K. Sharma and M. Rawa. 2004. Response of goats to partial replacement of dietary protein by a leaf meal mixture containing *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* and *Tectona grandis*. Small Rumin. Res. 51: 47-56.
- Angood, K., M. J. D. Wood, G. R. Nute, F. M. Whittington, S. I. Hughes and P. R. Sheard. 2007. A comparison of organic and conventionally-produced lamb purchased from three major UK supermarkets: Price, eating quality and fatty acid composition. Meat Sci. 78: 176-184.
- AOAC. 1987. Official Methods of Analysis. 12th 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.
- Chang, N. W. and P. C. Huang. 1998. Effects of the ratio of polyunsaturated and monounsaturated fatty acid to saturated fatty acid on rats plasma and liver lipid concentrations. *Lipid* 33: 481-487.
- Chang, N. W. and P. C. Huang. 1999. Comparative effects of polyunsaturated to saturated fatty acid ratio vs. polyunsaturated and mono-unsaturated fatty acids to saturated fatty acid ratio on lipid metabolism in rats. *Atherosclerosis* 142: 91-185.
- Crounse, R. G., J. D. Maxwell and H. Blank. 1962. Inhibition of growth of hair by mimosine. *Nature* 194: 694-695.
- Dannenberger, D., K. Nuernberg, G. Nuernberg, N. Scollan, H. Steinhart and K. Ender. 2005. Effect of pasture vs. concentrate diet on CLA isomer distribution in different tissue lipids of beef cattle. *Lipids* 40: 589-598.
- Diazet, M. T., S. Velasco, V. Caneque, S. Lauzurica, F. R. de Huidobro and C. Perez. 2002. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Rumin. Res.* 43: 257-268.
- 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.
- Fulford, H. M, R. R. Tjandrawinata, C. F. Li and S. Sayyah. 2005. Arachidonic acid, an omega-6 fatty acid, induces cytoplasmic phospholipase A2 in prostate carcinoma cells. *Carcinogenesis* 26: 1520-1526.
- Hansson, I., C. Hamilton, T. Ekman and K. Forslund. 2000. Carcass quality in certified organic production compared with conventional livestock production. *J. Vet. Med. B* 47: 111-120.
- Hoffman, R. R. 1987. Morphological evolutionary adaptations of the ruminants digestive system. in: *Aspects of Digestive Physiology in Ruminants*. ed. Dobson, A. Cornell University Press, New York, USA, pp. 1-26.
- Hoffman, L. C., A. C. Mostert and L. L. Laubscher. 2009. Meat quality of kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) and impala (*Aepyceros melampus*): The effect of gender and age on the fatty acid profile, cholesterol content and sensory characteristics of kudu and impala meat. *Meat Sci.* 83: 737-743.
- Lu, C. D., X. Gangyi and J. R. Kawas. 2010. Organic goat production, processing and marketing: Opportunities, challenges and outlook. *Small Rumin. Res.* 89: 102-109.
- Muir, J. P. 2011. The multi-faceted role of condensed tannins in the goat ecosystem. *Small Rumin. Res.* 98: 115-120.
- Muir, J. P., C. Jordao and E. S. Massaete. 1994. Comparative growth characteristics of goats tethered on native pasture and free-ranged on cultivated pasture. *Small Rumin. Res.* 17: 111-116.
- Muir, J. P. and E. Massaete. 1996. Effect of physical restriction and supplementation with *Leucaena leucocephala* on goat growth. *Small Rumin. Res.* 23: 103-108.
- Mushi, D. E., M. S. Thomassen, G. C. Kifaro and L. O. Eik. 2010. Fatty acid composition of minced meat, longissimus muscle and omental fat from Small East African goats finished on different levels of concentrate supplementation. *Meat Sci.* 86: 337-342.
- NRC. 1981. *Nutrient Requirements of Goats*. Publ. No. 15. National Academy Press, Washington, D.C., pp.

10-12.

- Parfitt, R. L., G. W. Yeates, D. J. Ross, A. D. Mackay and P. J. Budding. 2005. Relationships between soil biota, nitrogen and phosphorus availability, and pasture growth under organic and conventional management. *Appl. Soil Ecol.* 28: 1-13.
- Realini, C. E., S. K. Duckett, G. W. Brito, M. D. Rizza and D. Mattos. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci.* 66: 567-577.
- Roderick, S., M. Hovi and N. Short. 1999. Animal health and welfare issues in organic livestock farms in the UK: results of a producer survey. *Br. Soc. Anim. Sci.* 23: 109-112.
- SAS. 2002. SAS Proprietary Software, version 9.0. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Salem, A. Z. M., M. Z. M. Salem, M. M. El-Adawy and P. H. Robinson. 2006. Nutritive evaluations of some browse tree foliages during the dry season: Secondary compounds, feed intake and in vivo digestibility in sheep and goats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 127: 251-267.
- 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.
- Srivastava, S. N. L. and K. Sharma. 1998. Response of goats to pelleted diets containing different proportions of sun-dried *Leucaena leucocephala*. *Small Rumin. Res.* 28: 139-148.
- Tshabalala, P. A., P. E. Strydom, E. C. Webb and H. L. de Kock. 2003. Meat quality of designated South African indigenous goat and sheep breeds. *Meat Sci.* 65: 563-570.
- Thomassen, M. A., K. J. Calker, M. C. J. Smits, G. L. Iepema and I. J. M. de Boer. 2008. Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. *Agric. Systems*. 96: 95-107.
- van der Wal, P. G., G. Mateman, A. W. de Vries, G. M. A. Vonder, F. J. M. Smulders, G. H. Geesink and B. Engel. 1993. 'Scharrel' (free range) pigs: Carcass composition, meat quality and taste-panel studies. *Meat Sci.* 34: 27-37.
- 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. *Anim. Feed Sci. Technol.* 147: 223-246.
- Yami, A., A. J. Litherland, J. J. Davis, T. Sahlu, R. Puchala and A. L. Goetsch. 2000. Effects of dietary level of *Leucaena leucocephala* on performance of Angora and Spanish doelings. *Small Rumin. Res.* 38: 17-27.

Effect of feeding *Leucaena leucocephala* on the chemical and physical characteristics of chevon ⁽¹⁾

Sheng-Der Wang⁽²⁾ An-Kuo Su⁽³⁾ Rung-Jen Tu⁽⁴⁾
Hsiang-Yun Wu⁽⁴⁾ and Shen-Shyuan Yang⁽⁵⁾⁽⁶⁾

Received: Nov. 29, 2011; Accepted: Aug. 1, 2012

Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of feeding *Leucaena leucocephala* (LL) on the chemical and physical characteristics of *Longissimus dorsi* of the castrated Taiwan native black goats. Each goat, which was in LL group, consumed 309 g/kg dry matter (DM) of LL per day. The results showed that the dressing percentage in LL group was significantly ($P < 0.05$) lower than that of the control group. On the contrary, the cooking loss of *Longissimus dorsi* in LL group was higher ($P < 0.05$) than that of the control group. Meanwhile, the chevon from LL group contained significantly higher ($P < 0.05$) moisture, crude protein, and ash percentage than that of in control group. In addition, the meat in goats fed with LL had higher ($P < 0.05$) value of total amino acids, essential amino acids, saturated fatty acids (SFA), polyunsaturated fatty acids (PUFA), polyunsaturated fatty acids / monounsaturated fatty acids (PUFA/MUFA) than those of the control group. However, the content of unsaturated fatty acids (USFA), MUFA, MUFA/SFA, (PUFA+MUFA)/SFA, and ω -6 fatty acids/ ω -3 fatty acids of goats in LL group was significantly lower ($P < 0.05$) than those of the control group. The evidence showed that LL can be used in goat production system. Feeding LL to goat can not only decrease the cost of chevon production, but also produce a healthy chevon which are low fat, low calorie, and low ω -6 fatty acids/ ω -3 fatty acids.

Key words: Amino acids, Carcass physical characteristics, Chevon.

(1) Contribution No. 1758 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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

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

(5) Hengchun Branch, COA-LRI, Pingtung 94644, Taiwan, R. O. C.

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