

青貯狼尾草臺畜草三號與七號對泌乳山羊飼養價值的評估⁽¹⁾

范耕榛⁽²⁾ 李姿蓉⁽³⁾ 蕭宗法⁽⁴⁾ 李春芳⁽²⁾⁽⁵⁾

收件日期：106 年 1 月 23 日；接受日期：106 年 6 月 5 日

摘 要

本次研究目的在評估兩種近年完成命名的新品種狼尾草 (*Pennisetum purpureum*) 在泌乳山羊之飼養價值。狼尾草為國內自產主要牧草之一，矮性狼尾草臺畜草三號及中高型狼尾草臺畜草七號新品種的特色在於有較高的葉莖比，飼養價值評估時以目前種植最多的高莖型臺畜草二號為正對照組，以高纖維高莖型臺畜草四號為負對照組，將此四種生長 75 天的狼尾草分別收割切短，並製作成約 20 kg 桶裝青貯草備用。飼養試驗將 20 頭每日乳量 2 kg 以上的阿爾拜因或撒能泌乳羊逢機分成四組，羊隻飼養於高架個別欄，分別餵飼以上四種青貯狼尾草飼糧 28 日。飼糧配方除了占 30% 乾基的狼尾草來源不同外，其餘都相同。試驗結果顯示，狼尾草來源對泌乳羊體重變化、泌乳效率、乳脂率、乳糖率及乳總固形物率的影響皆不顯著。三號狼尾草飼糧的羊隻每日乾物質採食量高於二號與七號組的約 20% (依序為 2.20、1.84 及 1.81 kg)，並顯著高於狼尾草四號飼糧組達 50% ($P < 0.05$)；三號飼糧組羊隻的每日 3.5% 乳脂校正乳量與七號飼糧組的相近 (分別為 2.12 與 2.07 kg)，有高於二號組 1.88 kg 的趨勢，且高於四號組的 1.75 kg；乾物質採食量較低但乳量相當，使狼尾草七號飼糧組羊隻的泌乳效率 1.19 (乳量 / 採食量)，有高於三號組 1.00 的趨勢；三號飼糧與二號及七號相比，可以降低乳中尿素氮濃度 (分別為 29.4、32.2 及 32.1 mg/dL)。綜合試驗結果，兩種葉莖比較高的矮性狼尾草臺畜草三號及中高型狼尾草臺畜草七號，除了可以支持乳山羊較佳的泌乳量表現外，三號狼尾草可提升羊隻採食量與蛋白質利用效率，七號狼尾草則有較佳的養分轉換泌乳的趨勢，因此兩者皆可做為泌乳山羊飼糧中良好的芻料來源，具有良好的飼養價值。

關鍵詞：乳山羊、狼尾草臺畜草三號、狼尾草臺畜草七號、泌乳性能。

緒 言

牧草是反芻動物飼養上首先要充分供應的飼糧來源，其提供有效纖維以維持反芻功能與瘤胃健康，並經瘤胃微生物分解後提供牛隻菌體蛋白與揮發性脂肪酸等重要營養分，因此，牧草飼養價值的提升，一直被視為酪農產業發展的重要基礎，如篩選水溶性碳水化合物 (water-soluble carbohydrate, WSC) 含量較高的多年生黑麥草，以期增進瘤胃消化、採食量和泌乳量 (Miller *et al.*, 2001; Taweel *et al.*, 2005; Moorby *et al.*, 2006)。

狼尾草原產於非洲，為多年生高產牧草，但易老化 (林, 2016)。國內狼尾草育種研究由珍珠粟與狼尾草雜交開始 (Cheng, 1991)，自其後裔中選育出一種高品質矮性狼尾草，於民國 80 年正式命名為狼尾草臺畜草一號 (NPcv.TS1)。臺畜草一號品質優良但產量較低 (成等, 1995)，因此育種方向朝向提高產量為目標，民國 85 年底選育出高莖狼尾草臺畜草二號 (NPcv.TS2) (成等, 1997)，具高產特性，葉鞘毛少，開花期晚，適應性廣，是目前國內普遍栽種的主要牧草之一，多以青割方式餵飼牛羊。為配合國內牛羊泌乳性能的不斷提升，臺畜草二號的消化率有待提升，經多年努力，狼尾草育種團隊再選育出品系 7734 的叢生型矮性狼尾草，於 98 年命名為狼尾草臺畜草三號 (NPcv.TS3)，其特性為葉莖比高 (表 1)，品質優於狼尾草臺畜草一號，且產量高出約 20% (成等, 1995)，並且也可以用於豬隻飼養 (劉等, 2016)。臺畜草三號葉多，因此在收割切短後噴時容易被風吹散，團隊再朝品質良好且適於機械收割的方向進行選育，於 105 年將中高型狼尾草新品系 7728 命名為狼尾草臺畜草七號 (NPcv.TS7)。全球新能源的研發方興未艾，高纖的狼尾草被視為有潛力替代玉米的生質能源作物之一，因此育種方向增加高產量及高纖維含量的

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2565 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

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

目標，並於 99 年命名為狼尾草臺畜草四號 (NPcv.TS4)，其鮮草年產量可高達每公頃 300 公噸 (林等，2016)。

為瞭解新命名之矮性狼尾草臺畜草三號及中高型狼尾草臺畜草七號對反芻動物之飼養價值，本研究以四種狼尾草品種 NPcv.TS2、NPcv.TS3、NPcv.TS7 及 NPcv.TS4，進行泌乳山羊飼養試驗，試驗以普遍種植的高莖型 NPcv.TS2 為正對照組，以高莖高纖的 NPcv.TS4 為負對照組。

材料與方法

本試驗於行政院農業委員會畜產試驗所營養組試驗羊舍進行，試驗動物之使用、飼養管理及試驗內容經行政院農業委員會畜產試驗所實驗動物照護及使用小組以畜試動字第 99015 號申請核准在案。

I. 狼尾草農藝性狀調查和青貯草的製備

四種狼尾草臺畜草二號、三號、四號與七號，於 98 年 12 月完成田間種植，每小區 8 m × 8 m，三重覆，行株距 1 m × 1 m，每 60 天定期收割，每次收割前取每種狼尾草 10 支，分離莖和葉，於 60°C 烘乾至恆重，換算葉莖比和全株乾物質率，同時秤取每小區總產重，預估每公頃產量，四種草之農藝特性與產量預估，列於表 1。

由於製作青貯草時遇雨季，因此延後收割，以生長 75 天的鮮草為材料，分別切短至 5 – 8 cm，以機械力填入小塑膠桶並壓實密封，每桶狼尾草重量約 20 kg，置於室溫下存放備用。狼尾草青貯 30 天後陸續開封進行動物試驗，於羊隻飼養第三週及第四週期間，逢機採樣四種狼尾草青貯草各四桶，進行青貯品質與營養成分分析 (表 2)。

II. 泌乳山羊飼養試驗設計

試驗開始前，連續兩日進行整群泌乳山羊的測乳及上午空腹過磅，選擇其中乳量 2.0 kg 以上阿爾拜因或撒能乳羊共 20 頭參加試驗，其平均泌乳月數 5.20 ± 2.48 月、體重 54.3 ± 8.3 kg、胎次 2.1 ± 1.5 胎及乳量 2.45 ± 0.80 kg/日。分組時依乳量及泌乳月數將羊隻逢機均分成四組，分別飼養於 20 欄高架個別欄 (寬 110 cm × 長 265 cm)。飼養試驗進行 28 日，前 14 日為飼糧適應期，第三週及第四週為正式試驗期，進行各組飼糧採樣、個別羊隻採食剩料採樣、乳量測定及乳成分測定。試驗飼糧的營養分提供以體重 60 kg、每日產乳量 2.2 kg 及日增重 73 g 為基礎，依 NRC (2007) 乳山羊營養需要推薦量進行調配計算，飼糧主要由青貯狼尾草與苜蓿粒 (分別約占飼糧乾基的 30% 及 12%)、大豆殼粒等副產物 (約占飼糧 28%) 及穀類精料 (約占飼糧 30%) 組成，各處理飼糧組成中僅狼尾草來源不同，同時不做營養分調整 (表 3)。

III. 泌乳山羊飼養管理

羊隻逢機分成四組後，依狼尾草二號、三號、七號及四號的順序，安排於羊舍內同一排的 20 欄高架個別欄內，每個羊欄配備自用的飼料槽及自動飲水碗。羊群飼養管理依標準作業流程進行，日間 (7:00 – 17:00) 開啟舍內風扇以降溫及增加換氣；每日分別於上午 7:00 與下午 3:00 擠乳；每天分上下午兩次餵飼，上午 8:00 提供全天餵飼量的 40%，下午 3:00 提供 60% 的餵飼量，觀察羊隻每餐剩料量作為其餵飼量調整之依據，使隔日上午剩料量約為總日提供量的 5 – 10%，以達任食。全期試驗所需之穀類精料配製一次並冷藏備用；餵飼前，先以混合車預混除了狼尾草以外之各項飼糧原料，再依前一日採食量秤取每頭羊所需之預混料量及青貯狼尾草量，放入飼槽後再充分手工攪拌均勻。

表 1. 四種狼尾草之農藝性狀與產量

Table 1. Characteristics and yields of four napiergrass varieties

Variety	Height	Leaf/stem ¹	Morphology	Fresh yield mt/ha/yr	DW ² yield mt/ha/yr
NPcv.TS2	tall	0.68	less trichomes on leaf sheath and blade	292	47.2
NPcv.TS3	dwarf	1.94	length of stem internodes are very short, less trichomes on leaf blade	229	38.0
NPcv.TS7	Mid-tall	1.13	length of stem internodes are short, less trichomes on leaf blade	241	41.6
NPcv.TS4	tall	0.59	less trichomes on leaf sheath and blade	306	47.9

¹ Dry matter basis.

² DW: dry weight.

表 2. 泌乳羊飼養試驗的四種青貯狼尾草的品質與成分比較

Table 2. Comparisons of silage quality and compositions of four napiergrass silage used in lactating goat feeding trial

Items	NPcv.TS2	NPcv.TS3	NPcv.TS7	NPcv.TS4
N	4	4	4	4
pH	3.69 ± 0.09	3.66 ± 0.08	3.65 ± 0.09	3.70 ± 0.98
Flieg's score	81.0 ± 6.52	75.2 ± 9.20	80.7 ± 1.77	79.0 ± 4.14
----- dry matter basis, % -----				
Acetic acid	1.25 ± 0.42	1.20 ± 0.26	1.67 ± 0.13	1.25 ± 0.30
Butyric acid	0.04 ± 0.06	0.07 ± 0.10	0	0
Lactic acid	2.78 ± 0.57 ^{ab}	2.17 ± 0.51 ^b	3.13 ± 0.72 ^a	2.21 ± 0.16 ^b
Dry matter	16.7 ± 1.0 ^a	13.6 ± 3.1 ^b	15.9 ± 1.4 ^{ab}	17.2 ± 1.4 ^a
Crude protein	8.5 ± 0.7 ^{ab}	9.5 ± 1.5 ^{ab}	10.3 ± 0.5 ^a	7.5 ± 0.2 ^b
Neutral detergent fiber	59.7 ± 0.0 ^b	54.8 ± 2.1 ^c	58.0 ± 1.3 ^{bc}	65.2 ± 2.1 ^a
Acid detergent fiber	39.1 ± 0.3 ^b	35.2 ± 0.2 ^c	37.9 ± 0.6 ^b	43.0 ± 0.6 ^a
WSC ¹	0.66 ± 0.15	1.27 ± 0.45	0.77 ± 0.11	1.09 ± 0.65
IVDMD ¹	48.9	54.8	50.7	45.5

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

¹ WSC: water soluble carbohydrate. IVDMD: in vitro dry matter digestibility. Four samples were pooled into one and analyzed.

表 3. 泌乳羊狼尾草飼養試驗之飼糧配方

Table 3. Diet formulation in napiergrass feeding trial by lactating goat

Diet constitutes	% ¹	Ingredients	%
Forage	41.8	napiergrass silage ²	29.92
		dehydrated alfalfa pellet	11.88
By-products	28.1	soybean hull pellet	15.49
		palm kernel meal	3.21
		corn gluten feed	5.54
		wheat bran	3.87
		Grain mixture	30.1
		barley, flake	5.42
		soybean meal, 43%	12.47
		molasses	1.15
		salt	0.07
		limestone	0.62
		dicalcium phosphate	0.43
		potassium carbonate	0.15
		sodium bicarbonate	0.99
		L-lysine-HCL, 98.5%	0.45
		vitamin E, 50%	0.13
		vitamin and mineral premix ³	0.17

¹ %, dry matter basis.

² Four napiergrass silage included NPcv.TS2, NPcv.TS3, NPcv.TS7, and NPcv.TS4.

³ Premix included 0.10% of vitamins and 0.07% of mineral premix. Each gram of vitamin premix contained 10,000 IU of vitamin A, 2,000 IU of vitamin D3, and 55 IU of vitamin E. Each kilogram of mineral premix contained 16 g of Cu, 15 g of Mn, 0.2 g of Co, 53 g of Zn, 1 g of I, and 0.5 g of Se.

IV. 測定項目

(i) 狼尾草青貯品質與營養組成

秤取 10 g 青貯狼尾草加入 200 mL 蒸餾水，攪拌打碎後過濾，以酸鹼度計測定濾液 pH 值，同時濾液再經 0.45 μm PTFE 薄膜過濾，以液相層析儀 (high performance liquid chromatography, HPLC, L-2450, Hitachi,

Japan) 分析乳酸、乙酸、丙酸及丁酸的濃度。HPLC 採用 AQUASIL C18 管柱 (5 μm , 250 \times 4.6 mm)，流液為 5% acetonitrile / 95% 50 mM KH_2PO_4 ，流速 1.00 mL/min，紫外光偵測器吸光值設定在 210 nm。樣品以波峯滯留時間與面積與各有機酸標準品進行定性定量比對，推算青貯草各有機酸當量莫耳濃度。依青貯草的乙酸、丁酸及乳酸占總當量數的百分比與 Flieg 氏評分表對照，得其青貯品質評分 (Flieg's score)，評分 60 – 80 分為良好，80 – 100 分為優良的青貯料 (McCullough, 1978)。

青貯狼尾草樣品於 55°C 烘乾 48 小時，熱秤得乾物質率，經 1 mm 篩網磨細，依 AOAC (2000) 之 Kjeldahl 方法分析粗蛋白質 (crude protein, CP)，以纖維分析器 Ankom 200 分析中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF) 及酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY)，WSC 含量依 Morris (1948) 的 anthron 呈色法分析。試管乾物質消化率 (in vitro dry matter digestibility, IVDMD) 依李與蕭 (2007) 修正方法進行。

(ii) 乳山羊性能測定

1. 體重：試驗開始與結束的連續兩日，上午 8:00 空腹過磅。
2. 飼糧組成：試驗的第三週及第四週期間，各連續 2 日採集各組試驗飼糧，先密封於 -20°C 保存，試驗結束後一齊取出置於室溫隔夜回溫平衡，再以 55°C 烘乾 48 小時，立即熱秤，得各組飼糧乾物質率。為降低分析工作負荷，將每組 4 個烘乾後飼糧樣品，再均勻採樣並混合成一個樣品，經 1 mm 孔徑 Wiley mill 粉碎，依 A.O.A.C. (2000) 方法分析 CP、粗脂肪 (ether extract, EE)、粗灰分 (crude ash, Ash)、鈣及磷的含量，同時以 Ankom 方法分析 NDF 與 ADF，並計算各組飼糧的非纖維性碳水化合物含量 (non-fibrous carbohydrates, NFC = 100 – CP – NDF – EE – Ash)。
3. 採食量：每日記錄羊隻上下午的飼糧提供量與隔日上午的剩餘量。試驗第三週及第四週期間，各連續 2 日秤重每頭羊隻剩料量並採集，先行冷凍保存後再烘乾秤重如飼糧之處理。由飼糧提供量與乾物質率及剩料量與乾物質率，計算個別羊隻 4 日的平均乾物質採食量。
4. 泌乳量與乳成分：試驗開始前二日，連續記錄個別羊隻乳量並採集個別乳樣送驗乳成分，作為統計時變積校正用的數據。於試驗第 25 日到第 28 日，連續 4 日測定個別羊隻的泌乳量；於試驗第 26 日到第 28 日，連續 3 日採集個別羊隻的上下午乳樣，依乳量比例 (約 2:1) 混合成三日乳樣，送本所新竹分所牛乳檢驗室，以乳成分與體細胞合併測定儀 (Combi-Foss 5000, Denmark) 分析乳脂率、乳蛋白質率、乳糖率、乳總固形物率及乳中尿素氮濃度等。

V. 統計分析

本次試驗羊隻泌乳性能 (乳量與乳成分) 的統計分析模式，採用有變積分析的完全隨機設計 (Completely randomized design ((CRD)) with covariance analysis)，以消除羊隻個體原本差異；個別羊隻體重變化、飼糧成分及採食量等數據則採用 CRD 統計分析模式。試驗所得資料以 SAS 統計軟體 (2005) 進行一般線性模式 (General Linear Model, GLM) 分析，若達 $P < 0.05$ 顯著差異水準，再以最小平方均值 (least squares means, LSM) 比較處理組間的差異，同時亦標示 $P < 0.10$ ，以表示處理有明顯的影響趨勢。

結果與討論

I. 狼尾草的青貯品質與營養組成

四種狼尾草經過 30 天以上的青貯後，其品質及營養組成分析結果整理於表 2。在青貯品質方面，四種青貯狼尾草的 pH 值 (3.65 – 3.70)、乙酸 (1.20 – 1.67%) 及丁酸 (0 – 0.07%) 含量及 Flieg's 評分 (75 – 81) 都相近，乳酸含量則以七號的 3.13% 高於三號的 2.17% 與四號的 2.21% ($P < 0.05$)，但與二號的 2.78% 相近。當青貯草的丁酸濃度低於 1% (乾基) 時，被認為是良好的青貯草 (Muck, 1988)，本次試驗僅二號與三號青貯草測得微量的丁酸含量；四種狼尾草的青貯品質評分達到 75 到 81 範圍，皆屬於良好的青貯草等級 (McCullough, 1978)。成等 (1997) 建議狼尾草二號以生長 8 週為適當收穫期，且可以單獨進行青貯調製，本試驗以 75 天生長期狼尾草單獨進行青貯調製，所獲青貯評分結果與成等 (1997) 所得狼尾草二號之青貯品質的 74 – 80 評分相近。

本次試驗中狼尾草三號的青貯品質較為特殊。乳酸具有較低的解離常數 ($\text{pK}_a = 3.86$)，是降低青貯草 pH 值最重要的有機酸，McDonald *et al.* (1991) 推薦良好青貯草的乳酸含量需要達到乾物質的 3% 以上。自青貯後狼尾草三號仍有數值上較高的 WSC 含量推測，其乳酸含量應該不會是四種狼尾草中最低的 2.17%，青貯評分也不會僅 75。影響青貯品質的因素不僅是乳酸菌所需要的 WSC 的多寡，McDonald *et al.* (1991) 論述青貯品質時，提出當青貯原料水分高達 70% 以上時，容易造成梭菌的二次發酵，分解碳水化合物、乳酸及胺基酸，產生丁酸與氨

而影響青貯品質。本次三號狼尾草的含水率最高且達 86.4%，可能因此導致其青貯品質的降低。據此，以狼尾草製作青貯草時，若能先行適度萎凋以降低含水量，應有助於整體青貯品質的提升。

在營養組成方面，四種青貯狼尾草的乾物質、CP、NDF、ADF 及 IVDMD 的表現趨勢，與育種目標一致，葉莖比最高的矮性三號狼尾草乾物質僅 13.6%、CP 含量 9.5% (乾基) 與中高型七號的 10.3% 相近，而高於高莖型狼尾草四號的 7.5%；三號纖維含量最低 (NDF 54.8% 與 ADF 35.2%)，較高的 CP 與低纖維的組成反應在三號草有最高的 IVDMD 上 (54.8%)；葉莖比介於二號三號之間的中高型七號狼尾草，除了 CP 含量較高外，乾物質與纖維含量較三號高一些，並反應於 IVDMD 的降低；高莖型二號狼尾草的營養組成與消化率再依序低於七號草；高莖高纖四號狼尾草的營養組成與消化率如預期為四者之末。

II. 泌乳羊生產性能評估

泌乳羊飼養試驗四處理組的飼糧營養成分分析結果，列於表 4。四組飼糧營養成分並未調整，因此其變化趨勢，一致的受到占乾基 30% 狼尾草來源的影響，但差異幅度不大。狼尾草三號飼糧乾物質含量因三號含水率最高而較低 (39.1% vs. 其他三組平均 41.2%)，但都較一般牛羊飼糧推薦的乾物質 50% 為低。狼尾草三號與七號兩組飼糧的 CP 含量相近 (平均 17.3%)，高於另二組約 5% (平均 16.6%)。狼尾草三號飼糧的 NDF 與 ADF 含量最低 (40.2% 與 24.1%)，狼尾草七號與二號飼糧的纖維含量相近，平均分別小幅增加到 42.6% 與 25.7%，四號飼糧的纖維含量則最高 (43.4% 與 26.4%)。因 NDF 含量較低，狼尾草三號飼糧因此有小幅較高的 NFC 含量 (32.1% 與其它三組平均 31.1%)。

表 4. 泌乳羊狼尾草飼養試驗之飼糧成分

Table 4. Diet compositions in napiergrass feeding trial by lactating goat

Nutrients	Diets with different napiergrass silage ¹			
	NPcv.TS2 ²	NPcv.TS3	NPcv.TS7	NPcv.TS4
Dry matter (n = 4)	41.5 ± 1.0	39.1 ± 1.3	41.2 ± 0.7	40.9 ± 1.2
Crude protein	16.76	17.35	17.34	16.46
Ether extract	2.46	2.74	2.46	2.40
Crude ash	6.63	7.63	7.14	6.54
Ca	0.69	0.72	0.71	0.67
P	0.45	0.48	0.45	0.44
Neutral detergent fiber	42.90	40.21	42.25	43.41
Acid detergent fiber	25.85	24.10	25.46	26.44
Non-fibrous carbohydrate ³	31.25	32.07	30.81	31.19

¹ During the 3rd and 4th wk of trial, consecutive four diet samples from each group were collected, frozen stored, dried and pooled into one sample for analyses.

² %, dry matter basis.

³ Non-fibrous carbohydrates = 100 - CP - NDF - EE - Crude ash.

四種青貯狼尾草飼糧對乳山羊泌乳性能之影響，列如表 5 所示。狼尾草二號、三號及七號三組，對羊隻體重變化 (平均 22.9 g/d)、泌乳效率 (乳量 / 乾物質採食量，平均 1.08)、乳脂率 (平均 3.17%)、乳糖率 (平均 4.17%) 及乳總固形物率 (平均 10.90%) 等的影響都相近。狼尾草三號飼糧有效提升羊隻乾物質採食量，羊隻每日有 2.20 kg 最高的乾物質採食量，較四號飼糧組的 1.47 kg 高出 50% (P < 0.05)，也較居中之狼尾草二號與七號飼糧組的 1.83 kg 高出 20%。高的採食量可促進泌乳量，狼尾草三號與七號飼糧的餵飼有效提升乳量表現，兩組平均每日 2.22 kg 乳量高於二號飼糧組 13% 與四號飼糧組 17% (P < 0.05)，羊隻 3.5% 乳脂校正乳量的表現趨勢亦同，也以三號與七號飼糧組的平均 2.10 kg，高於二號飼糧組的 1.88 kg 約 12% 及四號飼糧組的 1.75 kg 約 20% (P < 0.10)。狼尾草七號泌乳效率 1.19，數值上高於三號飼糧的 1.00，狼尾草四號飼糧組的泌乳效率雖高達 1.30，但因乳量低與羊隻失重而不具經濟效益。在乳成分方面，狼尾草二號飼糧組有 2.90% 乳蛋白質率，與三號飼糧組的 2.86% 相近，高於七號與二號飼糧組約 3% (P < 0.05)。比較羊隻各乳成分的產量，得知乳脂、乳蛋白質、乳糖與乳總固形物的日產量，仍主要受到乳量的影響，乳量最高的狼尾草三號與七號飼糧兩組的乳成分產量，高於二號飼糧組，再高於乳量最低的四號飼糧組。乳中尿素氮濃度以狼尾草三號飼糧組的 29.4 mg/dL，低於二號及七號飼糧組的平均 32.2 mg/dL (P < 0.10)，惟未達顯著性差異。

表 5. 狼尾草品種對乳山羊泌乳性能之影響

Table 5. Effects of napiergrass varieties on milking performance of dairy goats

Items	Diets with different napiergrass silage				SEM
	NPcv.TS2	NPcv.TS3	NPcv.TS7	NPcv.TS4	
N	5	5	5	5	—
Dry matter intake, kg/d	1.84 ^{ab}	2.20 ^a	1.81 ^{ab}	1.47 ^b	0.16
BW change, g/d ¹	15.4	36.9	16.4	-42.1	29.6
Milk production, kg/d	1.97 ^{bc}	2.23 ^a	2.21 ^{ab}	1.89 ^c	0.09
3.5% FCM, kg/d ¹	1.88 ^{AB}	2.12 ^A	2.07 ^A	1.75 ^B	0.11
Milk efficiency (M/I) ¹	1.04	1.00	1.19	1.30	0.12
Milk fat, %	3.21	3.13	3.17	3.05	0.13
Milk protein, %	2.90 ^a	2.86 ^{ab}	2.81 ^b	2.82 ^b	0.02
Milk lactose, %	4.18	4.15	4.18	4.14	0.04
Milk total solid, %	10.93	10.88	10.88	10.73	0.15
MUN, mg/dL ¹	32.2 ^A	29.4 ^B	32.1 ^A	30.0 ^{AB}	0.84
Calculated yields of milk compositions:					
Milk fat, g/d	63.2	69.8	70.1	57.6	—
Milk protein, g/d	57.1	63.8	62.1	53.3	—
Milk lactose, g/d	82.3	92.5	92.4	78.2	—
Milk total solid, g/d	214.7	243.1	240.9	202.2	—

^{A, B} Means in the same row with different superscripts differed ($P < 0.10$).

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

¹ BW: body weight; 3.5% FCM: 3.5% fat-corrected milk = $0.35 M + 18.57 F$, where M = milk yield in kg, F = milk fat yield in kg; Unit for milk efficiency: Milk/DMI; MUN: milk urea nitrogen.

飼糧 NDF 含量高時，減緩瘤胃微生物的分解速度，延長飼糧滯留瘤胃時間 (Mertens, 1987)，因而進一步影響乾物質採食量 (Moorby *et al.*, 2006)。在反芻動物營養研究上，常以飼糧 NDF 含量預估動物之採食量，Mertens (1987) 提出乾物質採食量占牛隻體重 % = $120/\text{NDF}\%$ 的預估公式；而 ADF 由纖維素與木質素組成，是纖維組成中較難被分解的部分，故習慣上多以 ADF 含量預估飼糧消化率。本次試驗所比較的四種狼尾草，三號狼尾草的纖維含量最低，且 IVDMD 最高，因此三號草飼糧組羊隻有最高的採食量與泌乳量是被預期的。中高型狼尾草七號飼糧組的表現較為特殊，其採食量雖然較三號飼糧組低了 20%，但乳量表現相近，顯示七號飼糧有較高的泌乳效率，將吸收到的營養分轉換供泌乳所用，表示具經濟效益及高利用效率的優點，其原因則尚須進一步探討。本次試驗顯示，四種青貯狼尾草飼糧對乳成分濃度與日產量的影響並不大，與李等 (1995) 比較矮性狼尾草、高莖狼尾草及盤固草飼糧之結論相近，亦與 Miller *et al.* (2001) 與 Taweel *et al.* (2005) 比較矮性狼尾草、高莖狼尾草及盤固草飼糧，不會影響乳成分之結果相近。

乳中尿素氮濃度反應飼糧蛋白質的利用效率，當飼糧中的在瘤胃可降解蛋白質 (rumen degradable protein, RDP) 與不被降解蛋白質 (rumen undegradable protein, RUP) 比例不平衡時，血中及乳中尿素氮濃度會提高 (Roseler *et al.*, 1993)。當飼糧中 RDP 過高時，微生物無法及時利用，則瘤胃中氨態氮濃度增高，吸收入血液後，須儘速送至肝臟合成尿素以解毒，因此消耗能量並降低氮的利用率，同時體液中含高濃度的尿素氮對動物健康與繁殖亦有負面影響，Butler (1998) 報告乳牛乳中尿素氮濃度高於 19 mg/dL 時，會改變子宮 pH 環境並影響受孕。國內乳牛群性能改良計畫 (Dairy Herd Improvement, DHI) 中的乳中尿素氮檢驗，即做為乳牛飼糧氮含量與碳氮是否平衡的飼養管理指標，並推薦牛乳中尿素氮適當範圍為 11 – 17 mg/dL。乳牛與乳羊的乳中尿素氮濃度並不相同，原因尚未確認。本研究室近年來的泌乳羊飼糧研究顯示，撒能與阿爾拜因乳羊的乳中尿素氮濃度約分布於 25 – 35 mg/dL，此結果高於 Brown-Crowder *et al.* (2001) 阿爾拜因乳羊試驗所得的平均 20 mg/dL。羊乳中尿素氮濃度的適當範圍尚未被推薦，但高於乳牛的濃度 (Rajala-Schultz *et al.*, 2001)。

本次試驗結果顯示，狼尾草三號飼糧可以降低羊隻的乳中尿素氮濃度 ($P < 0.10$)，可能因其青貯草中含有稍多的 WSC、較高的乾物質消化率及飼糧中有稍高的 NFC，可提供瘤胃微生物較多可快速發酵的碳水化合物，提高瘤胃微生物對氨態氮的利用，因此導致乳中尿素氮含量的降低，長期餵飼亦可能有助於提升羊隻健康與繁殖。Taweel *et al.* (2005) 試驗顯示，以高 WSC 含量的黑麥草餵飼，可降低牛乳中尿素氮濃度。Moorby *et al.* (2006) 也發現餵飼高 WSC 含量的黑麥草，會增加牛隻尿液中的嘌呤衍生物 (微生物經代謝後產生)，表示高 WSC 飼

糧可增加瘤胃微生物的合成與牛隻十二指腸菌體蛋白的供應量，使乳蛋白質提高，並且降低尿液中排出氮的比例，因此該作者建議，育成並利用高 WSC 牧草進入生乳生產系統，可以改善整個農場氮的有效利用，保護環境。

綜合試驗結果，狼尾草二號、三號與七號皆可以單獨製成良好的青貯草，葉莖比較高的狼尾草三號，纖維含量低而消化率高，羊隻有最高採食量及較低的乳中尿素氮濃度；中高型的狼尾草七號，則有較佳的泌乳效率；以青貯狼尾草三號與七號飼糧飼養乳羊，乳量表現優於二號飼糧，因此可以做為泌乳羊良好的芻料來源。

參考文獻

- 成游貴、陳嘉昇、吳建福。1995。矮性狼尾草產量與品質之改良。畜產研究 28：285-294。
- 成游貴、黃耀興、陳嘉昇、李美珠。1997。地區性狼尾草品系選拔及飼養模式之研究。畜產研究 30：171-181。
- 李春芳、蕭宗法。2007。反芻動物飼料試管乾物質消化率 (IVDMD) 方法之修改。畜產研究 40：59-65。
- 李美珠、黃森源、徐阿里、許福星、程中江。1995。狼尾草與盤固草對乳山羊泌乳量及乳成分之影響。畜產研究 28：199-205。
- 林正斌、李姿蓉、張世融、盧啟信、王紓愨、施意敏、顏素芬、陳文、張溪泉、成游貴。2016。狼尾草臺畜草四號之育成。畜產研究 49：162-170。
- 劉主欣、劉芳爵、成游貴、李春芳、程梅萍、蕭庭訓、謝豪晃。2016。肉豬餵飼狼尾草及青貯玉米之排泄物對廢水處理之影響。畜產研究 49：1-8。
- ANKOM Technology Corp. 2016. <https://www.ankom.com/analytical-methods-support/fiber-analyzer-a200> Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC, Arlington, VA. U.S.A.
- Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC, Arlington, VA. U.S.A.
- Brown-Crowder, I. E., S. P. Hart, M. Cameron, T. Sahlu, A. L. Goetsch. 2001. Effects of dietary tallow level on performance of Alpine does in early lactation. Small Rumin. Res. 39: 233-241.
- Butler, W. R. 1998. Optimizing protein nutrition for reproduction and lactation: A review. J. Dairy Sci., 81: 2533-2539.
- Cheng, Y. K. 1991. Forage breeding in Taiwan. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 4: 203-209.
- McCullough, M. E. 1978. Silage - some general considerations. In: Fermentation of Silage - A Review. eds. McCullough, M. E. Nat. Feed Ingredients Assoc., West Des Moines, IA. pp. 1-26.
- McDonald, P., A. R. Henderson and S. J. E. Heron. 1991. The Biochemistry of Silage. 2nd ed. Chalcombe Publ., Bucks, England, UK.
- Mertens, D. R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. J. Anim. Sci. 64: 1548-1558.
- Miller, L. A., J. M. Moorby, D. R. Davies, M. O. Humphreys, N. D. Scollan, J. C. MacRae and M. K. Theodorou. 2001. Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.): milk production from late-lactation dairy cows. Grass Forage Sci. 56: 383-394.
- Moorby, J. M., R. T. Evans, N. D. Scollan, J. C. MacRae and M. K. Theodorou. 2006. Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Evaluation in dairy cows in early lactation. Grass Forage Sci. 61: 52-59.
- Morris, D. L. 1948. Quantitative determination of carbohydrates with Dreywood's anthrone reagent. Science 107: 254-255.
- Muck, R. E. 1988. Factors influencing silage quality and their implications for management. J. Dairy Sci. 71: 2992-3002.
- National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Nat. Acad. Sci., Washington DC. USA.
- Rajala-Schultz, P. J., W. J. A. Saville, G. S. Frazer, T. E. Wittum. 2001. Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows. J. Dairy Sci. 84: 482-489.
- Roseler, D. K., J. D. Ferguson, C. J. Sniffen and J. Herrema. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. J. Dairy Sci. 76: 525-534.
- SAS Institute. 2005. SAS User's Guide: Statistics. Version 9.1 Edition. SAS Inc., Cary, NC. U.S.A.
- Taweel, H. Z., B. M. Tas, H. J. Smit, A. Elgersma, J. Dijkstra and S. Tamminga. 2005. Effects of feeding perennial ryegrass with an elevated concentration of water-soluble carbohydrates on intake, rumen function and performance of dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol. 121: 243-256.

The Feeding Value of NPcv.TS3 and NPcv.TS7 for Lactating Dairy Goats ⁽¹⁾

Geng-Jen Fan ⁽²⁾ Tzu-Rung Li ⁽³⁾ Tzong-Faa Shiao ⁽⁴⁾ and Churng-Faung Lee ⁽²⁾⁽⁵⁾

Received: Jan. 23, 2017; Accepted: Jun. 5, 2017

Napiergrass (*Pennisetum purpureum*) is one of the major forages planted for ruminant in Taiwan. The aim of this study was to evaluate the feeding value of dwarf (NPcv.TS3) and mid-tall (NPcv.TS7) napiergrasses for lactating dairy goats. Both NPcv.TS3 and NPcv.TS7 are characterized by their higher leaf to stem ratio. Feeding study adopted the tall napiergrass (NPcv.TS2) as positive control, and the high yield and fibrous napiergrass (NPcv.TS4) as negative control. Four napiergrasses were harvested at 75-d growth and ensiled in small pails to get total weight each ca. 20 kg, respectively. A total of 20 Saanen or Alpine lactating goats with daily milk yield above 2 kg were individually raised and offered one of the four napiergrass silage diets for 28 days. Experiment diets included 30% (DM basis) of napiergrass silage and were not adjusted for nutrient content. Results showed that body weight change, concentrations of milk fat, lactose and total solids of goats were not affected. Dry matter intake (DMI) of goats fed NPcv.TS3 diet was higher than those fed NPcv.TS2 and NPcv.TS7 by 20% (2.20, 1.84, and 1.81 kg, respectively), and than those fed NPcv.TS4 by 50% ($P < 0.05$). The 3.5% fat-corrected milk yield of goats fed NPcv.TS3 and NPcv.TS7 diets were similar (2.12 and 2.07 kg), numerically higher than those fed NPcv.TS2 diet (1.88 kg), and fed NPcv.TS4 diet (1.75 kg, $P < 0.10$). With lower DMI and similar milk yield, NPcv.TS7 diet showed the higher milk efficiency tendency than NPcv.TS3 diet (1.19 vs. 1.00, Milk/DMI). Compared with NPcv.TS2 and NPcv.TS7 groups, goats fed NPcv.TS3 diet could effectively reduce the milk urea nitrogen level (32.2, 32.1, and 29.4 mg/dL, $P < 0.10$). In summary, both napiergrass NPcv.TS3 and NPcv.TS7 with higher leaf to stem ratio could support the higher milk yield for dairy goats than NPcv.TS2. Napiergrass NPcv.TS3 increased dry matter intake and had the better protein utilization efficiency. Napiergrass NPcv.TS7 had the higher nutrient conversion efficiency. Both NPcv.TS3 and NPcv.TS7 napiergrass are good forage for dairy goats with high feeding value.

Key words: Dairy goat, Milking performance, Napiergrass, NPcv.TS3, NPcv.TS7.

(1) Contribution No. 2565 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Nutrition Division, COA-LRI. No. 112, Farm Rd, Hsinhua, Tainan, 71246, Taiwan, R.O.C.

(3) Forage Crops Division, COA-LRI. No. 112, Farm Rd, Hsinhua, Tainan, 71246, Taiwan, R.O.C.

(4) Animal Industry Division, COA-LRI. No. 112, Farm Rd, Hsinhua, Tainan, 71246, Taiwan, R.O.C.

(5) Corresponding author, E-mail: cflee@mail.tlri.gov.tw.