

# 狼尾草育種-紫色狼尾草種原性狀之研究<sup>(1)</sup>

成游貴<sup>(2)(4)</sup> 王紓愍<sup>(3)</sup> 陳嘉昇<sup>(3)</sup>

收件日期：91 年 10 月 06 日；接受日期：92 年 1 月 16 日

## 摘 要

本試驗主要目的在於蒐集全省之紫色狼尾草種原，並進行初步之種原性狀調查與其重要成分分析，以作為進一步利用之參考。紫色狼尾草為本地自生的狼尾草，已遍佈全省各地，從全省 9 個地點蒐集所得紫色狼尾草，由田間外表性狀觀察結果，不同地區收集之紫色種原間，其外表性狀與生長狀況相當一致。其植物性狀為葉脈與中肋紫色，葉身紫中帶綠，葉鞘紫色，葉身、葉鞘與葉緣基部有茸毛，莖表皮紫色有蠟質，花穗紫色，花絲白色，成熟花藥黃色，種子大小與綠色種一般。由體細胞染色體觀察結果，染色體數為  $2n = 28$ ，四元體，與栽培種綠色狼尾草相同，花粉可染率 80 %-92.5%。由 RAPD 分析結果，紫色種原間的變異很小，可能均來自同一來源，與種原中綠色種狼尾草相比對，紫色種狼尾草與由國外引入之品系 Bana 之遺傳距離較近。

以紫色狼尾草與目前的主要推廣品種狼尾草台畜草二號進行品質比較，紫色狼尾草葉莖比、粗蛋白質與乾物質試管消化率較台畜草二號高，乾物率與水溶性碳水化合物較台畜草二號為低，酸洗纖維與中洗纖維與台畜草二號相似。分別比較兩品系葉與莖的化學組成，於葉部份方面，除水溶性碳水化合物以台畜草二號為高外，其餘項目無顯著差異。於莖方面，乾物質與水溶性碳水化合物以台畜草二號為高，粗蛋白質與試管乾物消化率以紫色狼尾草為高，其餘項目則無顯著差異。於清除自由基之抗氧化能力方面，以紫色狼尾草為高，葉比莖高。由以上初步結果，紫色種狼尾草可用於牧草上之特性，在於莖之乾物質消化率與粗蛋白質特性，於食用或健康食品上之特性，在於葉片之抗氧化能力等。

關鍵詞：紫色狼尾草、性狀、牧草品質、清除自由基能力。

## 緒 言

狼尾草原產於熱帶非洲，為多年生牧草，在良好環境下年產乾物質可達 60 噸以上，然芻料品質較差，較易老化；因此，許多研究者致力於改善其品質，包括種間雜交、多元體選育及矮性基因之發現與利用等（Burton *et al.*, 1969; Boddorff and Ocumpaugh, 1986; Cheng, 1991; Cuomo *et al.*, 1996; Hanna, 1986; Hanna *et al.*, 1984; Gonzalez and Hanna, 1984; Muldoon and Pearson, 1979; Rai and Rao,

(1) 行政院農業委員會畜產驗所研究報告第 1160 號。

(2) 行政院農業委員會畜產驗所飼料作物組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

#### (4) 通訊作者。

Ruiz *et al.*, 1992)。近幾年來國內對於狼尾育種改良結果，於產量與性狀方面，所選育之高莖狼尾草台畜草二號，具高產及高碳水化合物之特性，葉鞘毛少，開花期晚，適應性廣，水溶性碳水化合物含量較高約 6% - 8%，降低青貯失敗的風險，提高酪農利用的意願，飼養泌乳牛、羊，其泌乳量及品質皆有改善且成本降低，然牧草消化率有待改善。於品質選育中，台畜草一號 (TLG1) 與台畜育三號 (No.7728) 為矮性品種，葉莖比高，具高蛋白質、低酸洗及中洗纖維特性，然牧草產量與碳水化合物較低，青貯品質較差為其缺點（成等，1992；1995；1997）。而一般用於提昇牧草乾物質消化率之育種方法包括表現型輪迴選種法與雜交育種，前者是用於以有性繁殖為主之牧草，後者用於無性繁殖之牧草，於雜交後由無性繁殖後裔逕行選種，另一種可較快速提昇全株之乾物質消化率方式為突變種如中肋紫色突變種 (brown-midrib) 以及矮性基因 (dwarf gene)，然經常伴隨牧草產量相對降低。於玉米、高粱、珍珠粟等作物中均曾發現中肋為棕色的突變種，此類突變體的中、酸洗纖維及木質素含量都較低，細胞壁的消化速率及消化率較正常品種高，對動物產出亦有正面影響（Gerhardt *et al.*, 1994; Fritz *et al.*, 1990; Oba and Allen, 1999）。

紫色狼尾草為台灣本地自生的狼尾草，於全省多處均可見其蹤跡，但未曾經濟栽培，因此本試驗之主要目的在於收集紫色狼尾草之種原，一方面探討紫色狼尾草遺傳特性、遺傳變異性及其與現有狼尾草種原之關係，一方面探討紫色狼尾草做為牧草或食用之應用潛力，以提供進一步應用之參考。

## 材料與方法

### I. 種原收集與性狀調查

由全省各地蒐集紫色狼尾草種原，記錄分布地點與採集地點，採集樣品種植於觀察區，並進行營養系繁殖，行距 1 m，行長 5 m，調查植物與繁殖性狀包括葉身、中肋、葉鞘、莖、花穗等顏色，葉與莖毛群，株高、莖徑、體細胞染色體數、花粉可染率等。體細胞染色體製作是以酵素軟化-火燄乾燥法進行，花粉可染率以 1% I-KI 染液染色等（成及羅，1987）。

### II. 種原之 DNA 多形性 (RAPD) 分析

參試材料為狼尾草台畜草二號、台畜育三號、No.7342、No.7439、No.7734、A146、A148、A149、Bana、Mott 及紫色種原 NMB1、NMB2、NMB5、NMB7、NMB9 等共 15 個樣品，每樣品取嫩葉依陳等（1995）方式萃取 DNA 並進行 RAPD 分析。

### III. 紫色狼尾草及台畜草二號比較

將紫色狼尾草及台畜草二號於民國八十八年七月種植於恆春分所試驗區，土壤為黏質壤土。試驗採逢機完全區集設計，四區集，每一小區為 15 m<sup>2</sup> (3 m × 5 m)，植後一個月刈割，重新生長後，每 6、8、10 週收穫調查一次。分析項目包括粗蛋白質含量、碳水化合物含量、中洗與酸洗纖維含量與試管乾物質消化率等。粗蛋白質 (crude protein, CP) 含量依 AOAC (1984) 之方法測定。中洗與酸洗纖維 (neutral and acid detergent fiber, ADF and NDF) 依據 van Soest (1967) 之方法測定。水溶性碳水化合物 (water soluble carbohydrate, WSC) 含量測定是先以 80% 的酒精於 80°C 下萃取三次，合併萃取液並定量，依 Morris (1948) 方法採 anthrone 呈色法進行。試管乾物質消化率測定 (*in vitro* dry matter digestibility, IVDMD) 是依李 (1984) 的方法採 96 小時二段式發酵法進行。

### IV. 狼尾草的瘤胃消失百分比測定

二頭瘤胃開窗的乾乳母羊，提供瘤胃消化環境。瘤胃消化袋以 100% polyester 布料自行縫至

10 x 20 cm<sup>2</sup>大小 (R102, Erlanger Blumgart Co.,USA)。狼尾草樣品經 1-mm Wiley mill磨細後，稱取 6 g樣品置入瘤胃袋內，折疊袋口以束緊封綁。裝有狼尾草樣品的瘤胃袋及各時間點的空白袋，先放入網狀洗衣袋，以反序置入瘤胃腹囊，分別培養 96、60、36、24、16、8、6、4、2 及 0 小時。置入前以大約 35°C 溫水浸泡 10 分鐘，培養 0 小時的樣品亦即完成，培養結束後樣品袋回收，以全自動洗衣機冷水清洗兩次，60°C 送風烘乾 48 小時，計算原物的消失百分率。

#### V. 清除 $\alpha$ - $\alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl (DPPH) 自由基能力測定

參考 Shimada *et al.* (1992) 方法，取 4 ml 不同濃度之萃取液，各加入新鮮配置之 10 mM DPPH 之甲醇或乙醇溶液 1 ml，振盪混合均勻，於室溫下靜置 30 min，於分光光度計檢測 517 nm 之吸光值，當 517 nm 之吸光值越低，表示測試樣品之供氫能力愈強。或以清除效率%表示，清除能力越強，供氫能力愈佳。清除效率(%)=【1-(樣品吸光值/未加樣品之控制組吸光值)】×100。

## 結果與討論

### I. 紫色狼尾草種原分佈與蒐集

紫色狼尾草為本地自生的野生狼尾草之一，遍佈全省多處，由北部台北、板橋、桃園觀音、中壢、新竹、苗栗等，中部台中、后里、南投、草屯、彰化、雲林，南部地區嘉義、台南、高雄、屏東與澎湖，東部台東與花蓮等皆有。其中南投地區與彰化溪州有較大面積栽培，主要是以嫩芽供應餐廳蔬菜或榨汁等，恆春地區部分飼養戶種植供飼養山羊。由恆春、屏東市、高雄嶺口、高雄內門、台東、彰化、嘉義溪口、澎湖、桃園新屋等 9 個不同地區採集的植株種植於種原區，代號分別為 NBM 1- NBM 9。

### II. 紫色狼尾草植物性狀

由各地區收集之種原其外表性狀沒有明顯差異，生長狀況頗為一致，成熟時植株外表性狀如圖 1a - c，成熟時植株葉尖株高可達 4-5 m (圖 1a)，葉長約 80 - 90 cm，葉寬約 2.5 - 3.0 cm，為中高莖品系，莖徑為 1.2-1.8 cm，分蘗數 16-24 支，全株莖、葉之中肋及花穗均為紫色，莖表皮上覆白色臘質 (圖 1b - c)，葉身與葉鞘有茸毛，隨季節些微變化，乾旱與冬季較密，品系間的變異很小，開花期在每年 12 - 2 月間，各種原間沒有明顯差異。

收集之九個種源，經採根尖生長點體細胞檢查，其體細胞染色體數為  $2n = 28$  (圖 1d)，與綠色種狼尾草相同，花粉可染率在 80 - 92 % (表 1)，種原間有差異，然都屬正常。

表 1. 紫色狼尾草 (NBM) 花粉可染率

Table 1. Pollen stainability of brown mid-rib napiergrass (NBM)

Germplasm	Full-stained	Semi-stained	Non-stained	Stainability
		grain		%
NBM -1	304	10	15	92.4
NBM -2	276	22	21	86.5
NBM -3	303	19	28	86.6
NBM -4	273	31	14	85.9
NBM -5	267	30	11	86.7
NBM -6	299	50	24	80.2
NBM -7	306	35	22	84.3
NBM -8	345	43	32	82.1
NBM -9	335	32	30	81.7



圖 1a. 紫色狼尾草成熟植株外貌。

Fig. 1a. The mature plants of brown mid-rib napiergrass.

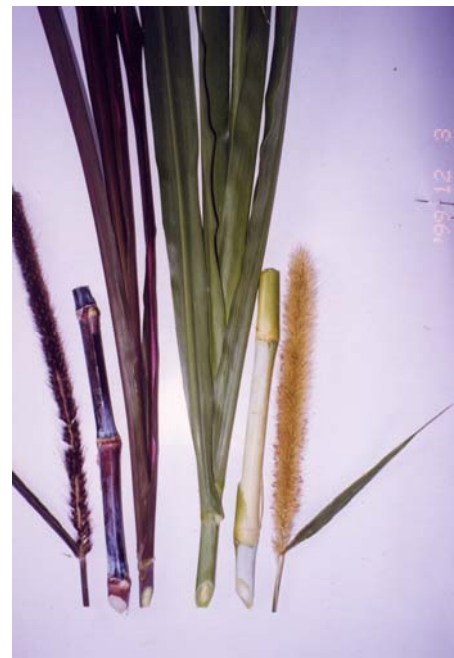


圖 1b. 紫色狼尾草(左)與綠色狼尾草(右)之莖、葉與花穗顏色。

Fig. 1b. The stem, leaf and inflorescence color of brown mid-rib (left) and green (right).



圖 1c. 紫色狼尾草（左、右）與綠色狼尾草（中）之中肋顏色。

Fig. 1c. The mid-rib color of brown mid-rib (left and right) and green napiergrass (middle).



圖 1d. 紫色狼尾草根尖體細胞染色體數 ( $2n = 28$ )。

Fig. 1d. The somatic chromosomes from root tip of brown mid-rib napiergrass ( $2n = 28$ ).

### III. 紫色狼尾草與狼尾草種原間之關係

以紫色種原 NBM1 (恆春)、NBM2 (嘉義)、NBM5 (彰化)、NBM7 (桃園)、NBM9 (澎湖)與不同遺傳背景與株型等品種進行 RAPD 分析。15 個參試種原除紫色種外包含 (1) 狼尾草與珍珠粟之雜交後代之複二元體 No. 7342 和 No. 7439。No. 7342 為中高型品系，葉有毛群，以幼葉



較多。No. 7439 爲半矮性型，葉色較深，莖頂有毛群，莖較分散；(2) 國外引入之重要品系 Bana、Mott、A146、A148 及 A149。其中 Bana 爲高莖品系，莖稈粗且高，葉及莖均有毛群。Mott 爲由高產高莖品系 Merkeron 自交後裔選得之矮性品系，葉窄且色淺。A146 爲過去本省的主要栽培品種，爲中高型品系，莖細且葉有毛群。A148 爲中高型品系，葉色淺且窄，A149 爲中高型品系，葉緣無毛；(3) 台畜育三號 (No.7728) 及 No.7734 (台畜育四號) 爲 Mott 自花授粉後裔選系。No.7728 莖直立生長成束，爲半矮性。No.7734，分蘖多且葉緣無毛，爲矮性品系；以及 (4) 目前的主要推廣品種台畜草二號，爲由 A146 及 A149 雜交的自然族群中選育之優良高莖品系，分蘖少，開花期晚，葉鞘毛少，且產量高。由四個引子 60 個環帶進行多型性分析，結果如圖 2。15 個參試樣品可大分爲兩群，但兩群的個體數相差甚大，一群僅包括 No.7342 和 No.7439 兩品系，另一大群爲其餘參試狼尾草種原，兩群間的關係最遠，大群中又可略分爲三小群，紫色種原間變異非常小，與紫色種最接近的爲 Bana，其次一群爲台畜草二號與 A146、A148、A149，另一群爲 Mott、台畜育三號及 No.7734，但個別間的遺傳距離較遠。

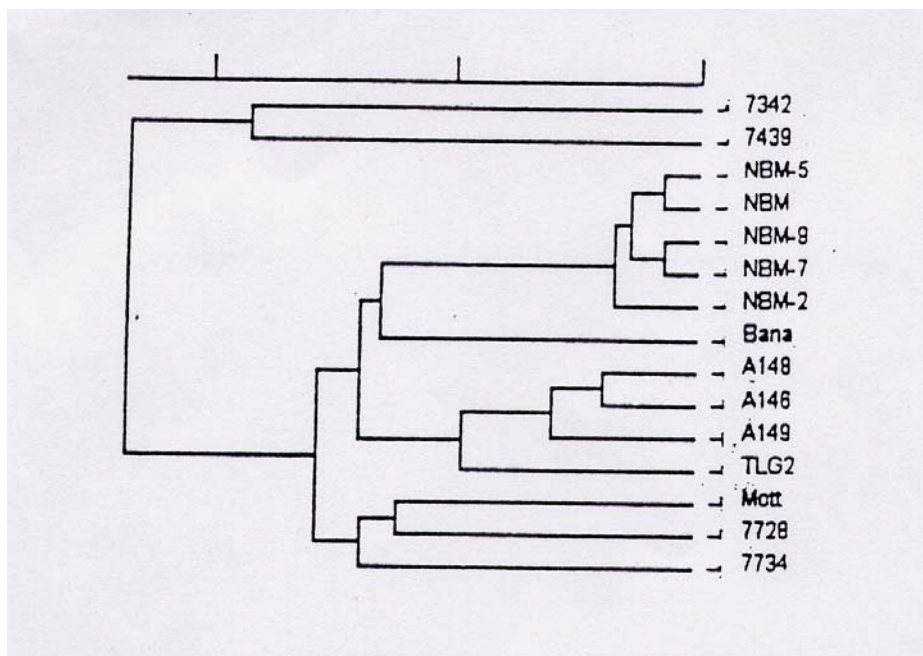


圖 2. 依 RAPD 分析所得之狼尾草種原之遺傳距離圖譜。

Fig. 2. Cluster analysis of napiergrass.

#### IV. 紫色狼尾草與台畜草二號之品質比較

不同收穫期 (6 - 10 週) 紫色狼尾草與台畜草二號之全株化學組成如表 2，紫色狼尾草之葉莖比不論收穫期皆比台畜草二號高，粗蛋白質方面以紫色狼尾草較台畜二號高，試管乾物消化率亦以紫色狼尾草較台畜二號爲高，而可溶性碳水化合物紫色狼尾草則較低，其餘項目則無顯著差異。由莖葉分開分析化學組成結果，於葉部份方面 (表 3)，除水溶性碳水化合物以台畜草二號爲高外，其餘項目則無顯著差異。於莖方面 (表 4)，乾物質與水溶性碳水化合物以台畜草二號爲高，粗蛋白質與試管乾物消化率以紫色狼尾草爲高，其餘項目則無顯著差異。葉的試管乾物消化率明顯高於莖。由田間的觀察發現紫色狼尾草較易倒伏，可能即與其纖維含量較低有關，但確切關聯還待進一步證明。

表 2. 紫色狼尾草與台畜二號不同收穫期之全株化學組成

Table. 2. The chemical composition of TLG2 and NBM at different harvest interval

Variety	HA**	L/S	DM	CP	NDF	ADF	IVDMD	WSC
	week					%		
TLG2	6	1.13 <sup>b</sup>	11.4	11.0 <sup>b</sup>	68.9	43.1	74.6	7.0 <sup>a</sup>
NBM	6	1.64 <sup>a</sup>	10.6	12.3 <sup>a</sup>	69.8	43.2	75.1	3.4 <sup>b</sup>
TLG2	8	0.67 <sup>b</sup>	18.6	7.2 <sup>b</sup>	71.1	45.2	66.9	10.9 <sup>a</sup>
NBM	8	1.07 <sup>a</sup>	17.9	9.2 <sup>a</sup>	72.9	46.4	67.4	3.8 <sup>b</sup>
TLG2	10	0.62 <sup>b</sup>	18.5	6.4 <sup>b</sup>	75.6	50.1	60.1 <sup>b</sup>	8.9 <sup>a</sup>
NBM	10	0.98 <sup>a</sup>	17.9	7.4 <sup>a</sup>	75.7	50.4	62.8 <sup>a</sup>	5.7 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Means within column with different superscript significantly different ( $P < 0.05$ ).

\*\*HA, harvest interval; L/S, leaf and stem dry matter ratio; DM, dry matter content; FW, fresh weight; CP, crude protein; NDF, neutral detergent fiber; ADF, acid detergent fiber; IVDMD, in vitro dry matter digestibility; WSC, water soluble carbohydrate.

表 3. 紫色狼尾草與台畜二號不同收穫期之葉部化學組成

Table. 3. The chemical composition of TLG2 and NBM leaf at different harvest interval

HA	Variety	DM	CP	NDF	ADF	IVDMD	WSC
week					%		
6	TLG2	17.4	15.0	70.2	41.4	75.8	4.9
	NBM	16.7	15.4	70.4	42.6	75.4	4.1
8	TLG2	21.8	12.0	73.1	41.6	72.0	5.3 <sup>a</sup>
	NBM	20.8	12.5	74.3	41.3	71.1	4.1 <sup>b</sup>
10	TLG2	22.1	11.5	74.6	43.4	69.1	4.9 <sup>a</sup>
	NBM	21.2	11.8	74.9	44.4	68.5	3.8 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Means within column with different superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

表 4. 紫色狼尾草與台畜二號不同收穫期之莖部化學組成

Table. 4. The chemical composition of TLG2 and NBM stem at different harvest interval

HA	Variety	DM	CP	NDF	ADF	IVDMD	WSC
week					%		
6	TLG2	9.5 <sup>a</sup>	9.2 <sup>b</sup>	64.8	41.6	75.2 <sup>b</sup>	9.9 <sup>a</sup>
	NBM	8.4 <sup>b</sup>	11.4 <sup>a</sup>	65.1	42.9	77.3 <sup>a</sup>	4.5 <sup>b</sup>
8	TLG2	14.8 <sup>a</sup>	5.4 <sup>b</sup>	69.3	46.7	66.2 <sup>b</sup>	11.1 <sup>a</sup>
	NBM	12.6 <sup>b</sup>	7.1 <sup>a</sup>	70.4	47.6	69.1 <sup>a</sup>	5.6 <sup>b</sup>
10	TLG2	17.2 <sup>a</sup>	4.2 <sup>b</sup>	75.9	52.5	55.7 <sup>b</sup>	11.3 <sup>a</sup>
	NBM	14.4 <sup>b</sup>	4.9 <sup>a</sup>	76.1	52.4	60.5 <sup>a</sup>	8.1 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Means within column with different superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

依據瘤胃培養時間和消失百分比 (表 5) 估計的分解動力數值和有效分解率 (ED)，紫色狼尾草之快速可分解體 (A) DM 與台畜二號相同，並無顯著差異。緩慢可分解部分 (B) DM，以紫色種較高，然兩者間無顯著差異，慢可分解 DM 的分解速率 (C)，兩者間無顯著差異，全部可分解部分亦無顯著差異。在固體通過速率為 2%/h DM 的 ED，兩者間無顯著差異，當通過速率為 5%/h，DM 的 ED 下降，兩者間無顯著差異，當通過速率為 8%/h，DM 的 ED 兩者間無顯著差異。

表 5. 紫色狼尾草與台畜草二號乾物質在瘤胃原位的分解特性

Table 5. In situ ruminal dry matter degradation kinetics and effective degradability of NBM and TLG2

Variety	Parameter estimates			A+B	ED2	ED5	ED8
	A	B	C				
	—— % ——	—— %/h ——			%		
TLG2	19.5 <sup>a</sup>	35.7 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	55.1 <sup>a</sup>	40.3 <sup>a</sup>	32.4 <sup>a</sup>	28.9 <sup>a</sup>
NBM	19.5 <sup>a</sup>	38.6 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	58.1 <sup>a</sup>	41.1 <sup>a</sup>	32.7 <sup>a</sup>	29.1 <sup>a</sup>
SE	0.33	3.31	0.74	2.98	0.98	1.49	1.42

<sup>a,b,c</sup> Means within column with different superscript significantly different ( $P < 0.05$ ).

A: readily degraded fraction.

B: fraction slowly degradable at measurable rates.

C: degradation rate of B.

A+B: potentially degradable fraction.

ED2: effective degradability at ruminal solid passage rate of 2%/per hour.

ED5: effective degradability at ruminal solid passage rate of 5%/per hour.

ED8: effective degradability at ruminal solid passage rate of 8%/per hour.

#### V. 紫色狼尾草與台畜草二號之清除自由基能力

由清除自由基能力分析結果列於表 6，同一品種內之葉與莖不論收穫期，葉都比莖高且有顯著差異，品種間以紫色種之葉部比台畜二號高出甚多，莖之間則無顯著差異，收穫期間亦無顯著差異。

表 6. 紫色狼尾草與台畜草二號不同收穫期之清除自由基能力 (DPPH)

Table 6. The free radicle scavenging ability of NBM and TLG2 at different harvest interval

Variety	Plant part	6 week	8 week	10 week
		—— % ——		
TLG2	Leaf	47.9 <sup>b</sup>	44.6 <sup>b</sup>	52.6 <sup>b</sup>
	Stem	28.7 <sup>c</sup>	34.1 <sup>c</sup>	27.7 <sup>c</sup>
NBM	Leaf	74.9 <sup>a</sup>	71.2 <sup>a</sup>	74.8 <sup>a</sup>
	Stem	29.3 <sup>c</sup>	33.1 <sup>c</sup>	28.1 <sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup> Means within column with different superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

牧草中之纖維部分佔牧草乾物質約 30 – 80 %，為反芻動物纖維攝取之主要來源之一，然而纖維之中有 50% 未能被動物消化利用，其中大部份為細胞壁組成分，因此細胞壁為決定牧草品質之重要因子。提升其利用效率對於產業經濟有正面影響，例如增加 10% 之細胞壁消化率，則美國乳業之乳與肉之收入增加 3.8 億美金，減少 3 百萬噸穀物使用量，且減少 2 千 3 百萬噸之固態畜糞 (Hatfield *et al.*, 1999)。由這些結果顯示纖維性狀或消化率的改良確可有效增進牧草利用效率 (Hatfield *et al.*, 1994)。如何提高牧草纖維消化率是許多研究者一直努力之目標，在玉米、高粱、珍珠粟等作物中均曾發現中肋為棕色的突變種 (Gerhardt *et al.* 1994)，此類突變體的中、酸洗纖維及木質素含量都較低，且細胞壁的消化速率及消化率較正常品種高 (Fritz *et al.*, 1990)。Cherney *et al.* (1990) 表示棕色突變種具較低的木質素含量，較高的試管消化率。Colenbrander *et al.* (1973; 1975) 以棕色突變種玉米所製青貯料具有較高的採食量而且消化率也較正常品種為高。Keith *et al.* (1979) 也表示以此等青貯

料餵飼乳牛可獲得較高的泌乳量，可提高芻料之利用價值。熱帶禾草除生長早期外，莖桿比葉片之飼養價值低，而多年生禾草之葉片多寡與總消化率成正相關。由本試驗初步的結果顯示，就遺傳距離而言，紫色狼尾草各種原間的變異很小，在由外表性狀調查結果，幾可視為同一來源，其體細胞染色體數  $2n = 28$  為四元體，與栽培狼尾草相同，但紫色狼尾草除與國外引進之 Bana 較近外，與現有綠色種原間的遺傳距離大。就牧草利用性狀而言，由初步試驗顯示紫色狼尾草產量較低、易倒伏、水溶性碳水化合物較低等，因此，直接利用於牧草栽培的可能性較低，然其莖部粗蛋白質與乾物質消化率較高，且與現有品系的血緣較遠，可以雜交方式引入現有種原之中，以擴大種原變異，進行相關品質之育種改良。

近年來自由基的概念已深入到醫學各個領域，自由基之危害亦日益受到重視。生物體演化過程中本身就具有抗氧化系統來對抗活性氧引起之氧化逆境 (stress)，而主要抗氧化劑之種類大致分為酵素與非酵素性兩類，非酵素性抗氧化物包括維生素 C、E 和  $\beta$ -胡蘿蔔素及類黃酮及其他酚類化合物等植物機能性化學成份 (phytochemicals) (Shahidi and Wanasundara, 1992; Kandaswami and Middleton, 1994; Kitts, 1977)。植物酚酸中之 caffeic、chlorogenic、ferulic、gallic 等皆發現有抗氧化、抗突變及抗癌之生物功能 (Shahrzad and Bitsch, 1996)，在抑制 LDL 氧化上數種酚酸如 chlorogenic acid、caffeic acid、ferulic acid、 $p$ -coumaric acid 之 IC<sub>50</sub> 分別為 0.33，0.33，0.9，4.3  $\mu$ M。國內生機飲食及有機農業已逐漸盛行，消費者對於有機或綠色之農畜產品逐漸重視，生產者不得使用農藥、抗生素、生長促進劑等。狼尾草由於適應性廣，容易栽培，生長迅速，且為多年生，種植後每 8 - 10 週可收穫一次，且為多年生，種植一次可收穫多年，抗病蟲害，不必施用任何農藥，生存力強，實為一優良之環保植物。經過改良新品種狼尾草台畜草二號，莖甜度可達 8% - 10%，嫩芽嗜口性佳，近年來除供應為草食動物主要芻料來原外，已逐漸利用於蔬菜、綠色食品等。經初步研究報導，狼尾草具有類似茶葉之抗氧化活性，且含有一些酚酸包括香豆素 (coumaric acid)、芸香苷(rutin)、花青素等與抗氧化能力有關物質 (未發表)。由本試驗分析不同狼尾草間之清除自由基能力結果，亦發現狼尾草具高清除自由基能力，種間與部位間有顯著差。由於坊間利用狼尾草於飲食中越來越多，也愈普及化，對於其主要營養成分中，是否含有益於動物或人體免疫能力之物質，如抗氧化物質等，值得有系統的加以研究，提供另類安全可靠之綠色牧草或食品材料。總和以上初步的分析結果，紫色種狼尾草可用於牧草上之特性，在於莖之乾物質消化率與粗蛋白質特性，於食用或健康食品上之特性，在於葉片之抗氧化能力等。

## 參考文獻

- 成游貴、羅國棟。1987。狼尾草二倍體花粉形成及細胞學之研究。畜產研究 20：91~103。
- 成游貴、吳建福、羅國棟、唐清岑、張溪泉、陳文、黃耀興、卜瑞雄。1992。狼尾草育種。畜產研究 25：151~170。
- 成游貴、陳嘉昇、吳建福。1995。矮性狼尾草產量與品質改良。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、沈添富、陳茂墻。1984。利用不同方法評估農作副產物之營養價值。中畜會誌 13：35~51。
- 陳嘉昇、王紓愍、成游貴。1995。盤固草逢機增殖核酸多型性分析 (RAPD) 效率的改進。畜產研究 28：235~244。
- Association of Official Analytical Chemists. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. AOAC, Washington, DC.



- Boddorf, D. and W. R. Ocumpaugh. 1986. Forage quality of pearl millet x napiergrass hybrids and dwarf napiergrass. Soil Crop Sci. Soc. Fla. Proc. 45 : 170 ~ 173.
- Burton, G. W., W. G. Monson, J. S. Lowrey, H. D. Chapman and W. H. Marchant. 1969. Effect of the d2 dwarf gene on the forage yield and quality of pearl millet. Agron. J. 61 : 607 ~ 612.
- Cheng, Y. K. 1991. Forage breeding in Taiwan. AJAS 4 : 203 ~ 209.
- Cherney, D. J. R., J. A. Patterson, and K. D. Johnson. 1990. Digestibility and feeding value of pearl millet as influenced by the brown-midrib, low-ligin trait. J. Anim. Sci. 68 : 4345 ~ 4351.
- Colenbrander, V. F., V. L. Lechtenberg and L. F. Bauman. 1973. Digestibility and feeding value of brown midrib corn stover silage. J. Anim. Sci. 37 : 294 ~ 295.
- Colenbrander, V. F., V. L. Lechtenberg and L. F. Bauman. 1975. Feeding value of low ligin corn silage. J. Anim. Sci. 41 : 332~333.
- Cuomo, G. J., D. C. Blouin and J.F. Beatty. 1996. Forage potential of dwarf napiergrass and a pearl millet x napiergrass hybrid. Agron. J. 88 : 434 ~ 438.
- Fritz, J. O., K. J. Moore and E. H. Jaster. 1990. Digestion kinetics and cell wall composition of brown midrib sorghum  $\times$  Sudangrass morphological components. Crop Sci. 30 : 213 ~ 219.
- Gerhardt, R. L., J. O. Fritz, K. J. Moore and E. H. Jaster. 1994. Digestion kinetic and composition of normal and brown midrib sorghum morphological components. Crop Sci. 34 : 1353 ~ 1361.
- Gonzalez, B. and W. W. Hanna. 1984. Morphological and fertility response in isogenic triploid and hexaploid pearl millet  $\times$  napiergrass hybrids. J. Heredity 75 : 317 ~ 318.
- Hanna, W. W. 1986. Notices of release of dwarf Tift N75 napiergrass germplasm. USDA, ARS and Georgia Agri. Exp. Stn. Memo.
- Hanna, W. W., T. P. Gaines, B. Gonzalez and W. G. Monson. 1984. Effect of ploidy on yield and quality of pearl millet  $\times$  napiergrass hybrids. Crop Sci. 76 : 969 ~ 971.
- Hatfield, R. D., H. J. G. Jung, J. Ralph, D. R. Buxton and P. J. Weimer. 1994. A comparsion of the insoluble residues produced by the Klason lignin and acid detergent lignin procedures. J. Sci.Food Agri. 65 : 51 ~ 58.
- Hatfield, R. D., J. Ralph and J.H. Grabber. 1999. Cell wall structural foundations; Molecular basis for improving forage digestibilities. Crop Sci. 39 : 27 ~ 37.
- Kandaswami, C. and E. Middleton. 1994. Free radical scavenging and antioxidant activity of plant flavonoids. Adv. Exp. Med. Biol. 366 : 351 ~ 376.
- Keith, E. A., V. F. Colenbrander, V. L. Lechtenberg and L. F. Bauman. 1979. Nutritional value of brown midrib corn silage for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 62 : 788 ~ 792.
- Kitts, D. 1997. An evaluation of the multiple effects of antioxidant vitamins. Trends in Fd. Sci. &Tech. 8 : 198 ~ 203.
- Morris, D. L. 1948. Quantitative determination of carbohydrates with dry-wood's anthrone reagent. Science 107 : 254 ~ 255.
- Muldoon, D. K. and C. J. Pearson. 1979. The hybrid between *Pennisetum americanum* and *Pennisetum purpureum*. Herb. Abstr. 49 : 189 ~ 199.
- Oba, M. and M. S. Allen. 1999. Effects of brown midrib 3 mutants in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. J. Dairy Sci. 82 : 135 ~ 142.
- Rai, K. N. and A. S. Rao. 1991. Effect of d2 dwarfing gene on grain yield and yield component in pearl millet near-isogenic lines. Euphytica 52 : 25 ~ 31.

- Ruiz, T. Z., W. K. Sanchez and C.R. Staples. 1992. Comparison of Mott dwarf elephantgrass silage and corn silage for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75 : 533 ~ 543.
- Shahidi, F. and P. K. Wanasundara. 1992. Phenolic antioxidants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 32 : 67 ~ 103.
- Shahrzad, S. and I. Bitsch. 1996. Determination of some pharmacologically active phenolic acid in juices by high performance liquid chromatography. *J. Chromatography* 741 : 223~ 231.
- Shimada, K., K. Fujikawa, K. Yahara and T. Nakamura. 1992. Antioxidative properties of xanthan on the antoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *J. Agruc. Food Chem.* 40 : 945 ~ 948.
- van Soest, P. J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *J. Animal Sci.* 26 : 119 ~ 128.

# Plant characteristics and forage qualities of brown mid-rib napiergrass<sup>(1)</sup>

Yu-Kuei Cheng<sup>(2)(4)</sup>, Su-Min, Wang<sup>(3)</sup> and Chia-Sheng Chen<sup>(3)</sup>

Received Oct. 06, 2002 ; Accepted Jan. 16, 2003

## Abstract

Brown mid-rib napiergrass (NBM) is a native wildgrass species of Taiwan. Clones from nine locations were collected to investigate the plant, forage characteristics and genetic diversity. The phenotypical characteristics and growth characteristics among nine collected plants were not significantly different. The leaf vein, mid-rib, leaf sheath, stem epidermis and florescences were brown. The leaf blade was brown-green. The leaf blade, leaf sheath and leaf base exhibited hair. The anthers were yellow. The seed size was the same as that for green napiergrass. It was tetraploid and somatic chromosomes from the root tip were  $2n = 28$  as in green napiergrass. The pollen stainability was about 80% - 92% . From the RAPD analysis, no distinguish variation was found among the NBM. It was showed that there was the same genetic original. The relationship with green napiergrass was closer to Bana napiergrass introduced from the USA. The chemical composition of the whole plants, leaf and stem ratio, crude protein and dry matter digestibility were higher in NBM than in the cultivar TLG2. The dry matter and water-soluble carbohydrate were lower in NBM. In the leaf, the water soluble carbohydrate content was higher in TLG2 than in NBM, and not significantly different. In the stem NBM was higher in crude protein and dry matter digestibility than TLG2 and was lower in dry matter and water-soluble carbohydrate than TLG2. The scavenging ability of DPPH was higher in NBM than in TLG2, and was higher in the leaf than in the stem. The results show that the NBM could be used as a germplasm to improve stem digestibility, crude protein and free radicle scavenging ability of cultivar napiergrass.

Key words : Brown mid-rib napiergrass, Characteristics, Forage quality, Free radicle scavenging ability.

- 
- (1) Contribution No. 1160 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.
  - (2) Forage Crops Division, COA-LRI, Hsinhua 712, Taiwan, R.O.C.
  - (3) Hengchun Branch, COA-LRI, Pintung 946, Taiwan, R.O.C.
  - (4) Corresponding author.