

田菁供作芻料利用之評估⁽¹⁾

張世融⁽²⁾ 顏素芬⁽³⁾ 盧啟信⁽²⁾⁽⁴⁾

收件日期：103 年 7 月 1 日；接受日期：106 年 7 月 14 日

摘 要

田菁 (*Sesbania roxburghii*) 除了當作綠肥，由於其產量大，對環境條件適應性廣，且屬豆科作物，具高營養成分，值得進行其供作芻料利用之評估，以提供農民參考應用。本研究探討田菁之芻料產量、化學成分及青貯品質，以評估其供作芻料的潛力。試驗結果顯示，田菁的株高、乾物率及芻料產量、粗蛋白質、酸洗纖維、中洗纖維和水溶性碳水化合物含量均顯著受生育日數影響。於種植後 90 日 (DAP90) 青割，其芻料產量 (乾物量) 約為 5 Mg ha⁻¹，較種植後 60 日 (DAP60) 高出 32%。同時，DAP 90 的 CP 含量約為 16%，比 DAP 60 高，但 DAP 90 之 ADF 和 NDF 會顯著提高，其中 NDF 提高約 23%，對動物消化率及嗜口性的影響較為不利。未經萎凋降低水分含量而直接青貯者，或未混合玉米粉、狼尾草等添加物的青貯處理，發酵明顯不良，乙酸、丁酸含量與銨態氮百分比偏高，Flieg 氏評分點低於 40，為「品質不佳」的青貯料；而經過萎凋、混合狼尾草或玉米粉之青貯料，乳酸含量顯著升高，pH 值顯著下降，Flieg 氏評分點均介於 60 至 80 之間，均屬於「良好」品質的青貯料。因此，本試驗結果建議，田菁可經適當的處理，如萎凋或是混合玉米粉或狼尾草等，調製成品質良好的青貯料。

關鍵詞：田菁、青貯調製、青貯料。

緒 言

田菁為一年生草本豆科作物，原產地亞洲熱帶地區，生長快速，短期間可累積高生物產量，且含氮量高，除了提供生產作物生長所需之氮素來源外，且增加土壤有機質，改善土壤理化性質，增進土壤生產潛力、防止雜草叢生及維繫良好地力與環境生態品質。臺灣於 1920 年代即引進栽培，為雲嘉南地區慣行於夏季第一期水稻收穫後或農田休耕期間之綠肥作物 (連，1995)。除了當作綠肥，由於田菁生長迅速，生物產量大，對環境條件適應性廣，且具高蛋白質營養價值等芻料特性，故吸引亞非地區許多小型酪農戶以及研究人員的重視，加以利用與試驗研究，相關研究多著眼於田菁的營養成分，或影響營養品質的成分。

Hussein *et al.* (1999) 進行田菁等 25 種非洲常見的灌木型飼料作物之植體二次代謝物檢測，發現許多植體內含有對營養品質不利的物質 (Anti-nutritive factors, ANFs)，例如皂素及單寧。要將這些作物供作芻料利用，須進行水煮或青貯等調製處理，以及先經過餵食試驗始可 (Ahn *et al.*, 1989; Akkasaeng *et al.*, 1989; Heering *et al.*, 1996; Reed *et al.*, 1990)。Nsahlai *et al.* (1995) 進行田菁等 6 屬共 20 種灌木型豆類 (Shrub legumes) 之乾物消化率及瘤胃氮素分解速率的分析，其結果認為田菁屬豆類的乾物消化率及瘤胃氮素分解速率，在非洲常用的替代性豆科芻料中，為芻料品質較良好的一類。

雖然部分文獻對利用田菁餵養牲畜仍有疑慮，但大部分研究都認為田菁對牲畜較無不良影響，以田菁餵飼動物是利大於弊。例如：Johnson and Djajanegara (1989) 認為熱帶貧瘠地區常單獨以狼尾草等一些熱帶牧草飼養山羊，山羊營養不足，生產性能不佳。若改以狼尾草搭配田菁供作芻料，則可大幅提升山羊的飼養效率。Zelege *et al.* (2006) 也認為混合田菁等豆科植物於營養品質較低的熱帶禾草飼糧中，有利於提升餵飼效率，而且，飼糧中混合田菁對於抑制甲烷的產生，有顯著的效果。Aganga and Monyatsiwa (1999) 及 Norton (1994) 均認為田菁可作為牲畜飼糧配方中的添加物，搭配禾本科牧草或農業副產物，可提高飼糧之粗蛋白質含量，對於牲畜之泌乳及增重等生產性能，有

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2570 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所花蓮種畜繁殖場。

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

顯著的改善。田菁餵飼試驗結果指出，相較於其他多用途樹木 (Multipurpose trees, MPTs)，田菁的纖維含量低，餵飼山羊及綿羊時，消化情形良好，生育表現與餵飼苜蓿者相似 (Woodward and Reed, 1997)。Karachi and Zengo (1998) 也發現天然草原的放牧山羊供應田菁作為補充飼糧，可得良好的增重效果，可大幅改善山羊的生產效益。Mekoya *et al.* (2009a) 之乳山羊餵飼試驗顯示，飼糧配方中添加 30% 田菁，乳山羊的最大泌乳量顯著高於對照組，增加羊乳產量達 13%。而羔羊的飼糧配方中添加田菁，亦能顯著提高羔羊的生長速率及增重。Mekoya *et al.* (2009b) 亦發現，甫離奶之幼綿羊飼糧配方中添加田菁，其採食量、增重及生長速率顯著較餵飼對照飼糧配方提高。且飼糧配方中添加田菁，亦可改善離乳之幼綿羊的性徵發育，促進幼綿羊的成熟。

整體而言，對於無法生產高品質禾本科牧草的地區，在禾本科牧草為主的飼糧中混合添加含高蛋白質之田菁，可顯著改善芻料之營養品質。相關的研究顯示田菁具發展芻料利用之潛力，但其餵養方法或飼糧配方仍須更進一步的試驗。另一方面，雖然田菁栽培已行之有年，其栽培技術已臻成熟 (連，1992)，但發展田菁作為芻料，其調製技術為重要的關鍵，其一，因為田菁生物產量大，收穫後即面臨貯存的問題 (許等，2009)；其二，雖然已知的檢測報告大都顯示田菁植體內 ANFs 均未達對牲畜產生毒害的含量，但文獻多建議可先經由萎凋或青貯等調製過程將不利於牲畜的 ANFs 除去 (Aganaga and Tshwenyane, 2003; Heering *et al.*, 1996)。

有關田菁青割收穫芻料以及青貯調製的文獻很少，Aganaga and Tshwenyane (2003) 指出在適當時期收割，少數田菁屬種類植體內含有的皂素或田菁素 (Sesbanine) 等 ANFs 很低，收穫供作禾本科牧草的添加物，可顯著提高芻料品質，改善牲畜生產力。但 Kitamura (1985) 指出玉米、狼尾草等高莖型禾本科牧草的植體化學成分及消化率常隨收穫期或季節而呈顯著的浮動變化，使芻料品質不穩定。若將此類禾本科牧草與灌木型豆科作物，如田菁、*Calliandra calothyrsus* 或 *Cajanus cajan* 等混合栽培同時收穫，芻料品質較穩定，不會因環境因素而有顯著變化。張等 (2011) 認為，田菁可能須先經適當青貯處理，才容易調製成良好的青貯料。Niang *et al.* (1998) 於非洲盧安達 (Rwandan) 以間植的方式將田菁與狼尾草或 *Setaria splendida* 等禾本科牧草混合栽培，結果顯示整體的芻料產量明顯較單植禾本科牧草增加，芻料粗蛋白質含量更顯著高於單植禾本科牧草的對照組。

我國因為氣候條件的因素，例如經常暴雨及淹水頻繁，欲經年持續性地生產苜蓿等高品質豆科牧草是很困難的。酪農業使用的豆科芻料幾乎完全仰賴進口 (行政院農業委員會，2009；許等，2009)。由於進口苜蓿乾草的成本高漲、碳足跡與糧食安全的議題倍受重視，酪農業及試驗研究單位都積極思考替代性豆科的開發，而適地適種且推廣多時，種植面積倍增的豆科綠肥作物開始引起諸方的注意 (許等，2009; Chang *et al.*, 2012)。由上述文獻回顧，從生產、營養及經濟觀點來看，田菁與禾本科牧草如能發展合適之利用方式，對改善我國及熱帶地區的芻料品質將扮演重要角色。本試驗目的為調查田菁青割收穫之芻料產量及品質，並利用萎凋等不同青貯調製方式進行青貯料之評估，期能建立田菁供作芻料生產利用之模式。

材料與方法

I. 田間試驗

本試驗於 2005 年及 2006 年在行政院農業委員會畜產試驗所的飼料作物試驗場 (臺灣臺南市新化區，23° 20' N, 120° 18' E) 進行田間栽培。試驗設計採完全逢機區集設計，4 重複。試驗區土壤屬於 Windthorst 細沙質壤土：pH 值為 6.4 至 6.7，有機質含量 2.1 – 3.4%，磷含量 18 – 33 mg kg⁻¹，鉀含量 290 – 435 mg kg⁻¹。試驗田區的前作物為自 1994 年栽培到 2005 年的盤固草 (*Digitaria decumbens* Stent.)。試驗田整地至田菁播種前，試驗田區輔以萌前除草劑「樂滅草」(25% Oxadiazon, 2-tert-butyl-4-(2, 4-dichloro-5-isopropoxyphenyl)-1, 3, 4-oxadiazolin-5-one) 進行雜草防除 (施用量為 1.2 kg ha⁻¹)。

參試作物為田菁及狼尾草臺畜草 2 號 (Napiergrass Taishi No.2)。田菁的栽培參考連 (1992) 的方法，播種量為每公頃 30 公斤種子，小區面積為 6 m × 5 m，行距 50 cm，每小區 8 行，採撒播方式種植。播種期為 2005 年 4 月 10 日及 2007 年 4 月 14 日。狼尾草臺畜草 2 號為行政院農業委員會畜產試驗所於 1992 年育成推廣的多年生禾本科牧草品種，其具有高產量和優良芻料品質 (成等，1992)。參試的狼尾草收穫自毗鄰本試驗之田間試驗區的多年栽培狼尾草草地，作為青貯調製時的添加物。田菁栽培期間 (4 – 7 月) 的總雨量和平均溫度於 2005 年分別為 935 mm 和 29.5℃；2006 年則為 991 mm 和 29.1℃。種植後每週進行噴灌，保持土壤水分呈接近田間容水量的狀態。

田菁收穫期的生育日數為種植後 (days after planting, DAP) 60 日 (DAP60) 及 90 日 (DAP90)，收穫時，每個小區隨機測量 5 株田菁的高度以計算平均株高 (將植株拉直，自土表測量至植株頂端葉尖)。以人工利用背負式割草機將整株田菁自土表 10 cm 處收割，收穫每個小區全部植株以測定芻料產量。收穫時，同時取 500 g 鮮重的

田菁樣品在 75°C 下乾燥 48 小時，測定其乾物率，用以計算乾物產量，並取樣進行植體化學成分分析，分析項目包括粗蛋白質 (crude protein, CP)、酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF)、中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF) 和水溶性碳水化合物 (water soluble carbohydrate, WSC) 含量。

II. 青貯調製與化學成分分析

田菁和狼尾草收穫後以莖稈切碎機 (D250, SenLi, Taiwan) 切碎至 20 – 30 mm，再以人工裝填的方式將約 3 公斤的切碎樣品擠壓塞入 PVC 材質的迷你青貯筒 (直徑 20 cm，高 40 cm，容量約 4 公斤)。裝填後加蓋，並以膠帶密封，於室溫下儲存 60 日，使其無氧發酵進行青貯調製。四種青貯處理分別為：「單獨田菁，(S)」，「田菁萎凋 24 小時，(SW)」，「50% 田菁與 50% 狼尾草混合，(SN)」(狼尾草的乾物率和 CP 分別為 22.6% 及 6.6%)，「90% 田菁和 10% 玉米粉混合，(SC)」(玉米粉的乾物率和 CP 分別為 89.6% 及 7.8%)。

青貯調製 60 天後，將迷你青貯筒開封，取樣進行青貯料化學成分測定以分析青貯品質。將 500 g 的樣品在 75°C 下乾燥 48 小時，利用小型桌上型磨粉機 (A.H. Thomas, Philadelphia, USA) (篩網孔徑 0.2 mm) 研磨成粉供後續分析。粉碎後的樣品依 Van Soest 等 (1991) 和分析化學家學會 (the Association of the Official Analytical Chemists) 的方法 (AOAC, 1990) 進行 CP, ADF 和 NDF 含量測定。澱粉 (ST) 和水溶性碳水化合物 (WSC) 含量則參考 Li *et al.* (1996) 之蔥酮法 (anthrone method) 測定。

將 20 g 的青貯料樣品與 200 mL 蒸餾水均勻混合搖盪 1 分鐘，隨即使用 pH/離子計 (SP-2500, SUNTEX Inc. Taiwan) 測定水溶液的 pH 值。取 20 mL 水溶液，先經 0.2 mm 的濾紙過濾，然後利用高效能液相層析儀 (High-performance Liquid Chromatography, HPLC) (Diode Array Detector, L-2450, Hitachi, Japan; Aquasil C-18 column, Thermo) 測定揮發性脂肪酸，包括乳酸、乙酸及丁酸的含量 (Mustafa and Seguin, 2003)。青貯料樣品另參考 Bremner and Keeney (1965) 與 Jones (1987) 的方法測定銨態氮百分比 ($\text{NH}_4\text{-N} / \text{N}$)。青貯品質以 Flieg 氏評分點表示，Flieg 氏評分點乃利用乳酸、乙酸及丁酸的含量依 Woolford (1984) 所研發的公式計算。

III. 統計分析

試驗數據是利用 SAS 9.1 (SAS Institute, Cary, NC, 2003) 的 MIXED procedure 進行統計分析。生育日數 (收穫期) 及青貯處理設定為固定效應 (fixed effects)，而年度和重複則視為隨機效應 (random effects)。各處理均值利用 Fisher's protected LSD 進行差異顯著性分析。

結果與討論

I. 農藝性狀及植體化學成分

生育日數顯著影響田菁的株高、乾物率及芻料產量 (表 1)。田菁於 DAP90 青割，其株高較 DAP60 高約 35%，乾物率提高 16%，而芻料產量則高出 32%。許等 (2009) 調查國內各地區栽培的田菁發現，田菁播種後 80 – 100 天的株高約 170 – 180 cm，乾物率在 18 – 21% 的範圍，芻料乾物產量則為 3 – 6 Mg ha⁻¹。田菁的 CP、ADF、NDF 和 WSC 含量均顯著受生育日數影響，生育日數對澱粉的影響則不顯著 (表 2)。田菁的 CP 含量於 DAP90 青割，較 DAP60 高約 15%，但 DAP90 青割，ADF 和 NDF 則大幅提高，其中 NDF 提高約 23%，對動物嗜口性的影響較為不利。本試驗的結果與許等 (2009) 相似，均顯示田菁的 CP 含量可達 16 – 20%，與目前慣用之豆科牧草如苜蓿的 CP 含量 (約 16 – 23%) 相當 (Li *et al.*, 1996)。

表 1. 不同生育日數田菁之農藝性狀及產量

Table 1. Agronomic traits and dry matter yields of sesbania harvested at different growth days

Growth days	Plant height cm	Dry matter percent %	Dry matter yield mt/ha
DAP60†	124.2 ^{b‡}	21.5 ^b	3.89 ^b
DAP90	171.5 ^a	26.0 ^a	5.15 ^a
LSD _{0.05}	16.6	1.2	0.83

† DAP, days after planting; LSD, least square deviation.

‡ Means with the same lowercase letter in the same column are not significantly different according to the LSD ($P \leq 0.05$).

^{a, b} Means with the same uppercase letter within the same variable in the same row are not significantly different according to the LSD ($P \leq 0.05$).

表 2. 不同生育日數田菁之植體化學成分

Table 2. Chemical contents of sesbania harvested at different growth days

Growth days	CP	ADF	NDF	WSC	Starch
	----- % -----				
DAP60†	14.0 ^{b‡}	32.5 ^b	52.6 ^b	3.95 ^a	2.31 ^a
DAP90	16.2 ^a	36.0 ^a	64.8 ^a	2.48 ^b	2.82 ^a
LSD _{0.05}	0.7	2.3	4.2	1.06	0.85

† DAP, days after planting; LSD, least square deviation; CP, ADF, NDF and WSC represent the contents of crude protein, acid detergent fiber, neutral detergent fiber and water soluble carbohydrate (on a dry weight basis).

‡ Means with the same lowercase letter in the same column are not significantly different according to the LSD ($P \leq 0.05$).

^{a, b} Means with the same uppercase letter within the same variable in the same row are not significantly different according to the LSD ($P \leq 0.05$).

II. 田菁青貯料的化學成分

田菁青貯料之 CP、ADF 和 NDF 含量均顯著受生育日數及青貯處理影響，且生育日數與青貯處理交互也顯著 (表 3)，故表 4 中同時比較田菁青貯料之 CP、ADF 和 NDF 含量對於生育日數及青貯處理的反應。所有青貯處理田菁的 CP 含量都是 DAP90 顯著高於 DAP60 ($P < 0.05$)。DAP90 與 DAP60 之田菁青貯料都是混合 10% 玉米粉者 CP 含量最高，DAP60 田菁的其他 3 個青貯處理，包括混合狼尾草及單獨以田菁調製者，無論萎凋與否，CP 含量均顯著次之；DAP90 田菁之青貯料，混合狼尾草與萎凋處理者，CP 含量無差異，均顯著高於單獨以田菁調製之青貯料 (表 4)。所有青貯處理田菁青貯料的 ADF 和 NDF 含量都是 DAP90 顯著高於 DAP60 ($P < 0.05$)。DAP90 與 DAP60 之田菁青貯料都是以田菁混合狼尾草處理的 ADF 含量最高，其他 3 個青貯處理次之，彼此間無顯著差異。DAP60 田菁 4 個青貯處理之青貯料的 NDF 含量無顯著差異，DAP90 之青貯料的 NDF 含量則以田菁混合 10% 玉米粉者最低，其他 3 個青貯處理間無顯著差異 (表 4)。

表 3. 田菁青貯料化學成分含量、pH 值、銨態氮百分比及揮發性脂肪酸含量之統計差異顯著性

Table 3. Statistical significances of CP, ADF, NDF, pH, ratio of ammonia (NH_4/N), and contents of volatile fatty acids of sesbania silage

Fixed source of variation	CP†	ADF	NDF	pH	NH_4/N	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	Flieg's point
	P > F	P > F	P > F	P > F	P > F	P > F	P > F	P > F	P > F
Growth days (GS)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.071	<0.001	0.075	0.059	<0.001
Ensiling Treatment (ET)	<0.001	0.014	0.064	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
GS × ET	0.022	0.007	0.031	<0.001	0.101	<0.001	0.098	0.066	<0.001

† CP, ADF, and NDF represent the contents of crude protein, acid detergent fiber, and neutral detergent fiber (on a dry weight basis); pH, pH value.

表 4. 生育日數及青貯處理對田菁青貯料化學成分之影響

Table 4. Effects of growth days and ensiling treatment on the chemical contents of sesbania silage

ET†	CP		ADF		NDF	
	DAP60	DAP90	DAP60	DAP90	DAP60	DAP90
	----- % -----					
S	12.5 ^{bB‡}	15.4 ^{cA}	31.4 ^{bB}	34.1 ^{bA}	54.3 ^{aB}	69.5 ^{aA}
SW	12.4 ^{bB}	17.0 ^{bA}	31.0 ^{bB}	34.3 ^{bA}	55.1 ^{aB}	68.4 ^{aA}
SN	12.8 ^{bB}	17.3 ^{bA}	33.1 ^{aB}	36.0 ^{aA}	55.6 ^{aB}	69.0 ^{aA}
SC	14.0 ^{aB}	18.3 ^{aA}	31.6 ^{bB}	34.6 ^{bA}	54.5 ^{aB}	66.3 ^{bA}

† ET, ensiling treatment; S, sesbania alone; SW, sesbania after 24 hr wilting; SN, sesbania mixed with 50% Napiergrass; SC, sesbania mixed with 10% corn meal; DAP, days after planting; CP, ADF, and NDF represent the contents of crude protein, acid detergent fiber, and neutral detergent fiber (on a dry weight basis).

‡ Means with the same lowercase letter in the same column are not significantly different according to the LSD ($P \leq 0.05$).

^{a, b, c, A, B} Means with the same uppercase letter within the same variable in the same row are not significantly different according to the LSD ($P \leq 0.05$).

表 4 顯示田菁經青貯調製後，植體化學成分較青貯前有顯著變化。芻料在青貯過程中有些養分可能會流失，有些化學成分的比例則會提高 (Mustafa *et al.*, 2002; Chang *et al.*, 2012)。例如，綠肥大豆青貯調製後，CP 含量均顯著低於青貯前，約降低 4 至 20%，綠肥大豆混合禾本科牧草所調製的青貯料，其 ADF 和 NDF 含量則會顯著提高 (Chang *et al.*, 2012)。Muhammad *et al.* (2009) 進行 gambagrass 和豆類混合的青貯調製試驗也有同樣的結果：和豆類混合的青貯料之 CP 含量顯著提高，而纖維含量則顯著降低。本研究結果也顯示混合狼尾草進行青貯調製對田菁的化學成分有相似的顯著影響 (表 4)。

III. 田菁青貯品質分析

青貯處理 (ensiling treatment, ET) 顯著影響有關田菁青貯品質的所有測定項目，包括 pH 值、揮發性脂肪酸 (乳酸、乙酸及丁酸) 的含量、銨態氮百分比 (NH_4 / N) 以及 Flieg 氏評分點。田菁生育日數則顯著影響其青貯料之 pH 值、乳酸含量及 Flieg 氏評分點，但 NH_4 / N 、乙酸及丁酸含量對生育日數則沒有顯著反應 (表 3)。此外，pH 值、乳酸含量及 Flieg 氏評分點之生育日數與青貯處理的交互效應為顯著， NH_4 / N 、乙酸及丁酸含量則為不顯著 (表 3)。

單獨田菁之青貯料的銨態氮百分比 (NH_4 / N) 最高，其次為田菁萎凋處理之青貯料，田菁混合狼尾草之青貯料再次之，而田菁混合玉米粉之青貯料的銨態氮百分比最低 (表 5)。青貯料之銨態氮百分比高表示有較多的 CP 在青貯過程中被分解破壞 (蕭等，2003)。本試驗顯示田菁進行青貯調製時，若未經萎凋或混合玉米粉、狼尾草等添加物，則青貯料不易良好發酵，其養分可能被破壞而流失，較不易完整保存。

表 5. 青貯處理對田菁青貯銨態氮百分比、乙酸及丁酸含量之影響

Table 5. Effects of ensiling treatment on the ratio of ammonia (NH_4 / N), content of acetic acid and butyric acid of sesbania silage

ET†	NH_4 / N	Acetic acid	Butyric acid
		----- % -----	
S	22.1 ^{a‡}	1.81 ^a	1.42 ^a
SW	19.2 ^b	0.95 ^b	0.88 ^b
SN	17.9 ^c	0.96 ^b	0.85 ^b
SC	16.2 ^d	0.86 ^b	0.62 ^c
LSD _{0.05}	1.7	0.51	0.22

† ET, ensiling treatment; S, sesbania alone; SW, sesbania after 24 hr wilting; SN, sesbania mixed with 50% Napiergrass; SC, sesbania mixed with 10% corn meal; DAP, days after planting; CP, ADF, and NDF represent the contents of crude protein, acid detergent fiber, and neutral detergent fiber (on a dry weight basis).

‡ Means with the same lowercase letter in the same column are not significantly different according to the LSD ($P \leq 0.05$).

^{a, b, c, d} Means with the same uppercase letter within the same variable in the same row are not significantly different according to the LSD ($P \leq 0.05$).

由表 5 可知，田菁青貯料之乙酸含量以單獨田菁之青貯料顯著高於其他 3 個青貯處理 (三者彼此間無顯著差異)，丁酸含量與乙酸相似，四種青貯處理都是以單獨田菁之青貯料最高 (表 5)。銨態氮百分比、乙酸及丁酸含量三者為影響青貯料品質的負面因子，其含量愈低，青貯料品質愈佳 (Woolford, 1984; Ziaei and Molaei, 2010)，本試驗顯示單獨以田菁進行青貯調製，較不易得到良好發酵的青貯料。

DAP90 與 DAP60 之青貯料的 pH 值皆以田菁單獨青貯調製者最高，其他 3 個青貯處理次之，且彼此間無顯著差異 (表 6)。除了田菁單獨調製處理的 pH 值是 DAP60 (5.5) 顯著高於 DAP90 (5.0) 外，其他 3 個青貯處理 DAP90 與間皆無顯著差異。Muck *et al.* (1996) 發現隨生育日數增加延緩收穫，豆科牧草青貯料之 pH 值顯著下降，乳酸 / 乙酸的比值則顯著提高。在本研究中，田菁單獨青貯調製時，pH 值亦有相似的表現，但其他 3 個青貯處理則無。

4 種青貯處理間之青貯料的乳酸含量因生育日數不同而有相異的表現：DAP60 之田菁，混合玉米粉之青貯料的乳酸含量最高，混合狼尾草及萎凋者次之，而田菁單獨調製者最低；DAP90 之田菁，混合玉米粉、狼尾草及萎凋者的乳酸含量無顯著差異，皆高於田菁單獨調製者。DAP90 與 DAP60 相比較下，田菁單獨調製及混合玉米粉之青貯料的乳酸含量是 DAP60 高於 DAP90；田菁萎凋後調製及混合狼尾草之青貯料的乳酸含量則

是 DAP90 高於 DAP60。乳酸含量為影響青貯料品質的因子之一，含量愈高，青貯料品質愈佳 (Woolford, 1984; Ziaei and Molaei, 2010)，前人研究報導豆科作物不像禾本科牧草容易調製青貯料，但如進行適當青貯調製，其發酵過程中乳酸含量也可顯著大量增加，使青貯料 pH 值迅速下降 (Mustafa *et al.*, 2002; Mustafa and Seguin, 2003)。本試驗中，對照組 (田菁單獨調製) 發酵後，青貯料的 pH 值及乳酸含量的表現均不如經萎凋處理，或混合玉米粉、狼尾草者。

表 6. 生育日數及青貯處理對田菁青貯料 pH 值、乳酸含量及 Flieg 氏評分點之影響

Table 6. Effects of growth days and ensiling treatment on pH, lactic acid content and Flieg's point of sesbania silage

ET†	pH		Lactic acid		Flieg's point	
	DAP60	DAP90	DAP60	DAP90	DAP60	DAP90
			----- % -----			
S	5.5 ^{aA} ‡	5.0 ^{aB}	1.22 ^{cA}	1.38 ^{bA}	29.8 ^{cB}	36.4 ^{bA}
SW	4.5 ^{bA}	4.3 ^{bA}	2.30 ^{bB}	2.71 ^{aA}	68.2 ^{bB}	72.2 ^{aA}
SN	4.4 ^{bA}	4.1 ^{bA}	2.42 ^{bB}	2.76 ^{aA}	70.6 ^{bB}	73.5 ^{aA}
SC	4.2 ^{bA}	4.0 ^{bA}	2.95 ^{aA}	2.78 ^{aA}	76.2 ^{aA}	73.3 ^{aB}

† ET, ensiling treatment; S, sesbania alone; SW, sesbania after 24 hr wilting; SN, sesbania mixed with 50% Napiergrass; SC, sesbania mixed with 10% corn meal; DAP, days after planting.

‡ Means with the same lowercase letter in the same column are not significantly different according to the LSD ($P \leq 0.05$). Means with the same uppercase letter within the same variable in the same row are not significantly different according to the LSD ($P \leq 0.05$).

a, b, c, A, B Means with the same uppercase letter within the same variable in the same row are not significantly different according to the LSD ($P \leq 0.05$).

Flieg 氏評分點以青貯料的乳酸、乙酸及丁酸的含量計算而得，是評估青貯料品質的重要指標。其中，乳酸含量對 Flieg 氏評分點為正相關的影響，而乙酸和丁酸的影響則為負相關 (Woolford, 1984)。Flieg 氏評分點 80 — 100 之間表示青貯料品質為「非常良好」；60 — 80 為「良好」；40 — 60 為「中等」；而 Flieg 氏評分點 < 40 則表示青貯料品質不佳 (Woolford, 1984; Ziaei and Molaei, 2010)。

田菁 DAP90 與 DAP60 各青貯處理之青貯料的 Flieg 氏評分點表現不一致：DAP60 的田菁，混合玉米粉者最高分，萎凋者及混合狼尾草者次之，單獨田菁者最低分；DAP90 的田菁，單獨田菁者亦為最低分，但其他 3 者均較高，且彼此間無顯著差異 (表 6)。混合玉米粉的田菁青貯料，Flieg 氏評分點以 DAP60 顯著高於 DAP90；萎凋處理、混合狼尾草處理及單獨田菁者，則都是 DAP90 顯著高於 DAP60。對於兩個不同的生育日數而言，單獨田菁之青貯料的 Flieg 氏評分點均低於 40，均屬於「品質不佳」的青貯料；而經過萎凋、混合狼尾草或玉米粉之青貯料，Flieg 氏評分點均介於 60 至 80 之間，均屬於「良好」品質的青貯料 (表 6)。Tessema and Baars (2004) 檢測四種不同比例的田菁與狼尾草 (*Pennisetum purpureum*) 混合調製的青貯料，結果顯示田菁的比例愈高，粗蛋白質、能量及鈣離子愈高，而 ADF 與 NDF 則愈低，因此添加田菁可改善熱帶牧草的低營養價值。此外，試管消化率 (IVDMD, *in vitro* dry matter digestibility) 分析顯示田菁的混合比例高於 10%，青貯料的代謝能與消化率就有顯著的提升效果。綜合以上資訊可知，田菁進行青貯調製時，宜經適當的處理，如萎凋或是混合玉米粉或狼尾草，即能調製品質良好的青貯料。

結 論

本研究針對田菁的芻料產量和品質進行評估，結果顯示田菁植體化學成分適合作為芻料，且田菁經適當的青貯處理，可以調製成品質良好的青貯料，例如萎凋或與狼尾草或玉米粉混合後調製，青貯料品質顯著提高。近年來進口苜蓿乾草的價格已高漲至每公斤 14 — 15 元，使得國內酪農生產成本已大幅提高，而尋求價廉且品質良好的豆科牧草實為降低生產成本之積極方法。田菁粗蛋白質含量高，與進口苜蓿乾草的平均粗蛋白質含量 14 — 18% 相似。此外，田菁已在國內普遍栽培多年，作為芻料用途之耕作及收穫的方法均較容易建立。本研究結果建議田菁在臺灣等亞熱帶或熱帶地區，適合作為價昂之進口豆科牧草的替代品。然而，尚須進一步的試驗研究，以建立田菁供作芻料利用的生產與應用模式。

參考文獻

- 行政院農業委員會。2009。農業統計年報。臺灣臺北。
- 許福星、張世融、陳玉燕、張溪泉、陳文、顏素芬。2009。綠肥作物供作芻料利用之評估 I. 綠肥作物產量及化學成分。畜產研究 42：55-61。
- 張世融、盧啟信、陳玉燕、張溪泉、陳文、顏素芬、許福星。2011。綠肥作物供作芻料利用之評估 II. 綠肥作物之青貯品質分析。畜產研究 44：105-114。
- 連大進。1992。田菁對土壤改良功效與栽培法。臺南區農業專訊 2：4-6。
- 連大進。1995。田菁綠肥之利用與實例。臺灣農業 31：111-118。
- 蕭素碧、林正斌、許進德。2003。臺灣引進豆科牧草產量與品質之評估。畜產研究 36：45-52。
- Aganga, A. A. and C. B. Monyatsiwa. 1999. Use of browses (*Terminalia seresia*, *Combretum apiculatum* or *Euclea schimperi*) as a supplement for growing Tswana goats. Tropical Anim. Hlth. And Prod. 31: 295-305.
- Aganaga, A. A. and S. O. Tshwenyane. 2003. Feeding values and anti-nutritive factors of forage tree legumes. Pakistan J. Nutr. 2: 170-177.
- Ahn J. H., Robertson B. M., Elliott R., R. C. Gutteridge and C. W. Ford. 1989. Quality assessment of tropical browse legumes: Tannin concentration and protein degradation. Anim. Feed Sci. Technol. 27: 147-156.
- Akkasaeng R., R. C. Gutteridge and M. Wanapat. 1989. Evaluation of trees and shrubs for forage and fuelwood in northeast Thailand. Int. Tree Crops J. 5: 209-220.
- Association of the Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis. Vol. 1. 15th ed. AOAC, Arlington, VA. USA.
- Bremner, J. M. and D. R. Keeney. 1965. Steam distillation method for determination of ammonium, nitrate and nitrite. Anal. Chim. Acta 32: 485-495.
- Chang, S. R., C. H. Lu, H. S. Lur and F. H. Hsu. 2012. Forage yield, chemical contents and silage quality of manure soybean. Agronomy J. 104: 130-136.
- Heering, H., J. D. Reeds and J. Hanson. 1996. Differences in *Sesbania sesban* accessions in relation to their phenolic concentration and HPLC fingerprints. J. Sci. Food Agric. 71: 92-98.
- Hussein L., El-Fouly M. M., El-Baz F. K. and S. A. Ghanem. 1999. Nutritional quality and the presence of anti-nutritional factors in leaf protein concentrates (LPC). Int. J. of Food Sci. Nutr. 50: 333-343.
- Johnson W. L. and A. Djajanegara. 1989. A pragmatic approach to improving small ruminant diets in the Indonesian humid tropics. J. Anim. Sci. 67: 3068-3079.
- Jones, J. B. 1987. Kjeldahl nitrogen determination. J. Plant Nutr. 10: 1675-1682.
- Karachi, M. and M. Zengo. 1998. Legume forages from pigeon pea, leucaena and sesbania as supplements to natural pastures for goat production in western Tanzania. Agroforestry Sys. 39: 13-21.
- Kitamura, Y. 1985. Introduction of tropical legumes and development of legume-based pastures in subtropical Japan. Tropical Agric. Res. Center. Tropical Agriculture Research Series No.18, pp 173-185.
- Li, R., J. J. Volenec, B. C. Joern and S. M. Cunningham. 1996. Seasonal changes in nonstructural carbohydrates, proteins and macronutrients in roots of alfalfa, red clover, sweet clover and *birdsfoot trefoil*. Crop Sci. 36: 617-623.
- Mekoya, A., S. J. Oosting, S. Fernandez-Rivera, S. Tamminga and A. J. Van der Zijpp. 2009a. Effect of supplementation of *Sesbania sesban* to lactating ewes on milk yield and growth rate of lambs. Livestock Sci. 121: 126-131.
- Mekoya, A., S. J. Oosting, S. Fernandez-Rivera, S. Tamminga, A. Tegegne and A. J. Van der Zijpp. 2009b. Effect of supplementation of *Sesbania sesban* on post-weaning growth performance and sexual development of Menz sheep (Ethiopia). Livestock Sci. 121: 108-116.
- Muck, R. E., D. R. Mertens and R. P. Walgenbach. 1996. Proteolysis of different forage silages. ASAE Paper no. 961031. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI. USA.
- Muhammad, R., M. I. Abdu, G. T. Iyeghe-Erakpotobor and K. A. Sulaiman. 2009. Ensiling quality of gamba fortified with tropical legumes and its preference by rabbits. J. Appl. Sci. Res. 4: 20-25.
- Mustafa, A. F. and P. Seguin. 2003. Characteristics and *in situ* degradability of whole crop faba bean, pea and soybean silages. Can. J. Anim. Sci. 83: 793-799.
- Mustafa, A. F., P. Seguin, D. R. Oullet and I. Adelye. 2002. Effects of cultivars on ensiling characteristics, chemical

- composition and ruminal degradability of pea silage. J. Dairy Sci. 85: 3411-3419.
- Niang, A., E. Styger, A. Gahamany, D. Hoekstra and R. Coe. 1998. Fodder-quality improvement through contour planting of legume-shrub/grass mixtures in croplands of Rwanda highlands. Agrofor. Syst. 39: 263-274.
- Norton, B. W. 1994. Tree Legumes as dietary supplements for ruminants, USA. pp: 192-201. In Gutteridge R. C and H. M. Shelton: Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International.
- Nsahlai I. V., D. E. K. A. Siaw and N. N. Umunna. 1995. Inter-relationships between chemical constituents, rumen dry matter and nitrogen degradability in fresh leaves of multipurpose trees. J. Sci. Food Agric. 69: 235-246.
- Reed J. D., H. Soller and A. Woodward. 1990. Fodder tree and straw diets for sheep: intake, growth, digestibility and the effects of phenolics on nitrogen utilisation. Anim. Feed Sci. Technol. 30: 39-50.
- SAS Institute. 2003. SAS user's guide: Statistics. SAS Inst., Cary, NC., USA.
- Tessemaa, Z. and Baars R. M. T. 2004. Chemical composition, *in vitro* dry matter digestibility and ruminal degradation of Napiergrass (*Pennisetum purpureum* (L.) Schumach.) mixed with different levels of *Sesbania sesban* (L.) Merr. Animal Feed Sci. and Technol. 117(1-2): 29-41.
- Woodward, A. and J. D. Reed. 1997. Nitrogen metabolism of sheep and goats consuming *Acacia brevispica* and *Sesbania sesban*. J. Anim. Sci. 75: 1130-1139.
- Woolford, M. K. 1984. Factors affecting silage in and out of the silo. In M.K. Woolford (ed.) The silage fermentation. Marcel Dekker, New York., USA. p. 133-155.
- Zelege, A. B., C. Cle'ment, H. D. Hess, M. Kreuzer and C. R. Soliva. 2006. Effect of foliage from multi-purpose trees and a leguminous crop residue on *in vitro* methanogenesis and ruminal N use. Intl. Cong. Series 1293: 168-171.
- Ziaei, N. and S. Molaei. 2010. Evaluation of nutrient digestibility of wet Tomato pomace ensiled with wheat straw compared to alfalfa hay in Kermani sheep. J. Anim. Vet. Adv. 9: 771-773.

Evaluation of sesbania for forage use ⁽¹⁾

Shyh-Rong Chang ⁽²⁾ Sua-Fyuan Yen ⁽³⁾ and Chi-Hsin Lu ^{(2) (4)}

Received: Jul. 1, 2014; Accepted: Jul. 14, 2017

Abstract

In addition to the use as green manure, sesbania (*Sesbania roxburghii*) might be used as forage, since sesbania has the characteristics of wide adaptability, high yield and nutrient content. The objective of this study was to determine the forage yield, chemical contents and silage quality of sesbania to evaluate the potential of sesbania for forage use. Plant height, dry matter (DM) yield, content of crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and water soluble carbohydrate (WSC) of sesbania were affected by the growth days. DM yield of sesbania of 90 Days-after-planting (DAP90) was 5.0 Mg ha⁻¹, which was 32% higher than that of DAP60 sesbania. CP content of sesbania was about 16.0% when harvested at DAP90, while contents of ADF and NDF raised significantly. Silage of sesbania without any ensiling treatment has high pH, NH₄-N ratio, acetic acid and butyric acid content. So the Flieg's point was lower than 40, which means the quality was "poor". Wilting, adding with corn meal or mixing with napiergrass chops could raise the silage quality significantly as the pH reduced to 4.0-4.5 and the Flieg's points lifted to 68-76 which means their quality were "good". The results suggested that sesbania has the potential to be the substitute for alfalfa, since their nutrient content were similar. Sesbania could be well ensiled by proper ensiling treatments before used for forage.

Key words: *Sesbania roxburghii*, Ensiling, Silage.

(1) Contribution no. 2570 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Division of Forage Crops, COA-LRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.

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

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