

太陽麻 (*Crotalaria juncea* L.) 之青貯調製研究⁽¹⁾

王紓愷⁽²⁾⁽³⁾ 陳嘉昇⁽²⁾ 游翠凰⁽²⁾ 劉信宏⁽²⁾

收件日期：98年1月12日；接受日期：98年4月1日

摘要

由於近年進口牧草大漲，造成動物飼料成本提高，農副產物或其他非常用飼糧之利用是解決途徑之一。太陽麻 (*Crotalaria juncea* L.) 為台灣常用之豆科綠肥，也可供芻料利用。因此，本研究進行太陽麻之青貯調製影響因子探討，以供芻料利用時之參考。研究中包含二組青貯試驗：試驗 I，以開花期、結莢期二種成熟度材料，分別經4小時萎凋及乳酸菌 *Lactobacillus plantarum* 接種處理，試驗結果顯示，萎凋處理對太陽麻青貯無改善的效果，乳酸菌接種有助於青貯料之 pH 值降低，但無助於提升發酵品質。試驗 II，以太陽麻混合不同比例之青割玉米為材料，接種乳酸菌或不接種（對照），結果顯示，添加青割玉米明顯增進青貯品質，青割玉米比例愈高青貯品質愈佳，青割玉米：太陽麻為 4：1 之青貯品質可達好至優良的等級，青割玉米：太陽麻 1：1 之青貯品質達可接受的等級，相對於青割玉米添加的效果，接種乳酸菌對青貯品質的改善效果不大。由本試驗結果，利用太陽麻混合青割玉米製作青貯料，不僅可獲得好等級之青貯料、提高青貯料之營養價值並可降低芻料成本。

關鍵詞：太陽麻、青貯品質、芻料營養。

緒言

太陽麻 (*Crotalaria juncea* L.)，別名大金不換、菽麻、自消容、赫麻、印度麻及蘭鈴豆等。在植物學上屬於豆科，蝶形花亞科，豬屎豆屬，一年生直立草本。原產印度和巴基斯坦，莖枝直立，高可達 2-2.5 m，具小溝紋，密生短絨毛。葉為單葉互生，長橢圓形或披針形長條狀，長約 5-10 cm，寬約 1.5-2.5 cm，兩面被短絨毛，基部圓楔形。花為蝶形花，花冠呈金黃色，總狀花序頂生或腋生，花梗長達 15-25 cm，小花 10-20 朵。莢果長橢圓形或圓柱形，長約 3-4 cm，密被褐毛，內有種子 6-15 枚，莢果成熟後為黑褐色。種子扁腎臟形，呈綠褐至深褐色，稍具光澤。

太陽麻原是纖維作物 (Cook *et al.*, 1998)，因生長快、生物量大與具備固氮能力而被用作綠肥或覆蓋作物，協助田區之地力維護與雜草控制。Munoz-Carpena *et al.* (2008) 表示土壤氮含量在

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1511 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(3) 通訊作者，E-mail: smwang@mailttri.gov.tw。

玉米—太陽麻的耕作方式較玉米—休閒的方式下略增。Balkcom & Reeves (2005) 的試驗表示太陽麻可提供氮肥供後作玉米生產。Cherr *et al.* (2006) 則由資料回顧表示，太陽麻在不同條件下的氮固定量由 23 kg/ha 至 279 kg/ha，可供後作營養。施用太陽麻綠肥除增加土壤肥力外，對土壤微生物亦有影響，Wang *et al.* (2004) 的研究顯示可提高土壤有益微生物及線蟲之種類及密度，協助拮抗部分土壤病害。除作為綠肥之用外，太陽麻亦可供做芻料，在印度曾以收穫之末稍供動物利用，其他莖桿則供纖維萃取。Chandraskharaiah *et al.* (1996) 則以太陽麻取代部分精料餵羊。

臺灣於 1928 年引進太陽麻作為蔗田、旱作田及東部地區重要的綠肥作物 (連, 2005)。我國自 1984 年起因應國內消費與國際貿易情勢開始推動水旱田調整措施，鼓勵田區休耕種植綠肥或轉作，至 2007 年太陽麻種植面積已超過 3 萬公頃。近年，由於原物料價格高漲，造成進口乾草及飼料價格持續升高，對我國酪農業發展造成嚴重壓力。值此之際妥善利用國內現有農業資源將是重要議題，值得重視。

本試驗之主要目的為評估太陽麻在不同條件收穫下之青貯品質變化與利用之可行性。主要考慮的是太陽麻在不同狀態下收穫之植體營養組成變化，以及利用青貯調製對太陽麻之保存效力。

材料與方法

I. 太陽麻之栽培

試驗之太陽麻為國外進口商用綠肥種子，購自種子行。試驗田位於行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所之有機牧草試驗區。田區經翻耕整地後播種，播種量為 30 kg/ha，撒播，由種植至收穫除播種初期利用噴灌設施灌溉外，無其他措施。

II. 收穫與品質分析

種植後於 37 天至 88 天間分別收穫，每次以人工全株收穫數株，留椿 10 公分，樣品經 70℃ 烘乾 48 小時磨粉後供粗蛋白質 (crude protein, CP)、中洗纖維 (neutral-detergent fiber, NDF)、酸洗纖維 (acid-detergent fiber, ADF) 與水溶性碳水化合物 (water soluble carbohydrates, WSC) 測定。樣品測定前保存於 4℃ 環境中。CP 含量以 Kjeldahl 法測定 (AOAC, 1984)；ADF 及 NDF 的測定以 ANKOM200 纖維分析器進行 (Komarek *et al.*, 1996; Vogel *et al.*, 1999)。WSC 依 Morris (1948) 方法採 anthron 呈色法測定。上述化學分析，每一樣品重複二次。

III. 青貯試驗

(i) 於田區分別選擇僅開花及開花並結莢等二種生理成熟度之植株進行收穫 (種植後 70 天)，材料收穫後，分為二部分，一部分直接經機械細切為 2-5 cm 長後青貯，另一部分經 4 小時萎凋後再細切青貯。材料細切混合均勻後取樣，測定乾物率、CP、NDF、ADF 及 WSC。青貯時，將材料再分為二部分，一部分接種 *Lactobacillus plantarum* (1×10^6 CFU/kg forage, Ecosyl 公司提供)，與材料混合均勻後，充填於真空塑膠袋中，每袋裝填材料 2 kg，密封青貯。另一部分不添加 (對照)，直接青貯。每處理二重複，置於室溫下保存。2 個月後開封，測定青貯發酵狀況與營養成分。

(ii) 太陽麻收穫後，直接經機械細切，再與細切之青割玉米依鮮重比例混合 (太陽麻：青割玉米 = 1:4、1:1、1:0)，混合後材料分為二部分，一部分接種 *L. plantarum*，另一部分不添加 (對照)，青貯方式如上述。

IV. 青貯品質分析

酸鹼值為 20 克新鮮青貯料加蒸餾水 180 ml，打碎過濾後以酸鹼度計測定之值。乳酸、丁酸、丙酸及乙酸之測定以氣體層析儀依 Jones & Kay (1976) 的方法進行，將前述青貯萃取液經過陽離子管柱，洗出液以 0.05N tetrabutyl ammonium hydroxide (TBAH) 滴定至 pH 為 8，70°C 下烘乾，加入定量丙酮溶解並依 TBAH 滴定量加入適量 benzyl bromide 與揮發性脂肪酸反應，樣品製備完成，再以氣象層析儀分析含量。依青貯料中乳酸、丁酸及乙酸占測定乙酸、丙酸、丁酸與乳酸四者總量之當量百分比進行評分，再將三項總加所得即為青貯品質評分 (Flieg's score)，評分 40 以下表示青貯失敗、40~60 分為可接受、60~80 分為好的青貯、80 分以上為發酵優良的青貯 (陳等，2000)。因本試驗系統密閉，沒有滲漏，因此以青貯後之乾物率除以青貯前之乾物率計算乾物回收率。

結果與討論

I. 營養成分之變異性

本試驗之太陽麻播種於二月，播植後經灌溉，植株生長良好，田間覆蓋佳，除田區周邊稍有雜草外，幾乎完全無雜草，播種後約 35 天時少數植株開始開花，之後田區持續有植株開花至實驗結束翻犁，開花期間持續超過 50 天，試驗中各單株的開花、結莢時間不一致，同一時間田間存在各種不同成熟度之植株。由播種後 37 天至 88 天間分別收穫少量植株，含未開花、開始開花、盛花、開始結莢、結莢至種子形成等各種成熟度，分別測定其植體組成如表 1，乾物率、粗蛋白質、中洗纖維、酸洗纖維及水溶性碳水化合物含量變動範圍分別介於 13.6%-35.2%、13.6%-29.1%、33.3%-57.9%、26.2%-46.4% 及 3.0%-6.2%，變動極大。由於同一時間之田區同時存有多種不同生理成熟度之植株，因此收穫材料之營養組成視材料中含各種成熟度植株之比例而異，成熟度愈高，其粗蛋白質含量愈低，纖維含量愈高 (粗蛋白質含量與纖維含量變化為負相關， $r = -0.93$ (中洗纖維)； -0.92 (酸洗纖維))。造成太陽麻田間單株表現差異之原因不明，推測可能與植株發芽時間不一以及各單株基因型差異有關。Morris & Kays (2005) 表示太陽麻為異交、短日植物，各品系之種子特性存在顯著變異。Wang *et al.* (2006) 也由 DNA 分析顯示 *Crotalaria* 屬種內與種間存有相當大之遺傳變異性。

表 1. 太陽麻植體營養組成變異性

Table 1. Variation of nutrient components in sunn hemp

	Dry matter content	Crude protein	Neutral- detergent fiber	Acid-detergent fiber	Water-soluble carbohydrates
	----- % -----				
Maxium	35.2	29.1	57.9	46.4	6.2
Minium	13.3	13.6	33.3	26.2	3.0
Average	25.7	20.6	44.6	36.5	4.0
Standard error	6.4	4.3	8.0	6.5	0.9
Coefficient of variation	25	21	18	18	23

II. 青貯試驗 I：不同成熟度、收穫後萎凋與青貯菌劑之影響

表 2 為太陽麻開花與結莢期材料在青貯前後之營養組成變化情形，開花期材料之粗蛋白質含量 21.1%，結莢時降至 15.8%，中洗纖維與酸洗纖維則分別由 43.7%、33.8% 增加至 54.0%、44.5%，營養價值顯著隨成熟度降低；萎凋 4 小時對營養組成無顯著影響；無論是開花或結莢期之材料，青貯均顯著降低太陽麻之營養價值，其中經青貯菌劑接種處理之粗蛋白質表現略優於對照（不接種），纖維含量方面，除結莢期之對照處理有明顯增加的現象外，其餘各青貯之對照與菌劑接種處理間差異不顯著，同時，萎凋處理沒有明顯改善因青貯而致之營養組成劣變現象。

表 2. 太陽麻不同生長期收穫萎凋及接種青貯乳酸菌青貯前後之營養組成變化

Table 2. Nutrient components of sunn hemp before and after ensiling with wilting and inoculant treatments harvested at different growth stages

Growth stage	Post-harvest	Inoculant	Dry matter percent	Crude protein	Neutral-detergent fiber	Acid-detergent fiber	Water-soluble carbohydrate
			----- % -----				
Flowering	Control	Pre-ensiling	25.3 ^c	21.1 ^a	43.7 ^d	33.8 ^d	4.0 ^a
		After ensiling					
		Control	22.0 ^d	12.4 ^{bc}	59.2 ^{bc}	56.5 ^b	--
	Wilted	Added	21.7 ^d	18.6 ^a	55.2 ^{bc}	48.4 ^{bc}	--
		Pre-ensiling	32.1 ^a	20.8 ^a	43.7 ^d	34.0 ^d	4.2 ^a
		After ensiling					
		Control	23.7 ^{cd}	13.3 ^{bc}	56.1 ^{bc}	53.2 ^b	--
	Podding	Added	31.4 ^a	15.8 ^b	58.8 ^{bc}	53.7 ^b	--
		Pre-ensiling	28.8 ^b	15.8 ^b	54.0 ^c	44.5 ^c	3.1 ^b
	Control	After ensiling					
		Control	17.3 ^c	9.3 ^d	73.1 ^a	67.3 ^a	--
		Added	20.1 ^d	12.7 ^{bc}	66.5 ^b	57.6 ^b	--
	Wilted	Pre-ensiling	31.5 ^a	15.4 ^b	54.8 ^c	44.9 ^c	3.1 ^b
		After ensiling					
		Control	28.1 ^b	12.1 ^{cd}	62.2 ^b	59.3 ^{ab}	--
	Podding	Added	28.7 ^b	14.8 ^b	60.3 ^b	56.5 ^b	--
		Pre-ensiling					
		After ensiling					

a, b, c, d Means with different superscripts in the same column differ significantly ($p < 0.05$).

太陽麻青貯二個月後，開封時所有處理之青貯料均有臭味，而且顏色為褐色，接種處理之感官品評略優於對照。青貯發酵結果如表 3。*L. plantarum* 接種處理顯著改善開花期青貯之 pH 值，直

接青貯者之 pH 值由 7.0 降至 5.3，經萎凋處理者則由 6.9 降至 5.5。結莢期直接青貯者之對照組與接種處理間無差異，但經萎凋後接種處理也具降低 pH 值之效果。各種青貯處理之發酵表現不一，乙酸、丙酸及丁酸含量在各處理間有差異，不論材料成熟度與是否經萎凋，各接種處理之乙酸及丙酸含量均較對照低。所有處理均有大量丁酸產生，結莢期直接青貯之處理丁酸含量明顯較高，其他各處理間差異不顯著；僅少數處理有少量乳酸存在。依 Fleig 氏之青貯品質評分顯示所有青貯處理之發酵品質都很差。

表 3. 太陽麻不同生長期收穫後萎凋與接種處理對青貯品質的影響

Table 3. Effects of wilting and adding inoculant on silage quality of sunn hemp harvested at different growth stages

Growth stage	Post-harvest	Inoculant	pH	Acetic acid	Propeionic acid	Butyric acid	Lactic acid	Flieg's score
----- % dry basis -----								
Flowering	Control	Control	7.0 ^a	2.5 ^b	1.1 ^a	1.7 ^b	0.0 ^b	21 ^a
		Added	5.3 ^c	1.5 ^{bc}	0.4 ^{bc}	2.1 ^{ab}	0.7 ^a	20 ^a
	Wilted	Control	6.9 ^a	1.1 ^c	0.6 ^b	1.5 ^b	0.3 ^{ab}	21 ^a
		Added	5.5 ^{bc}	0.4 ^d	0.1 ^c	1.8 ^b	0.2 ^{ab}	14 ^a
Podding	Control	Control	5.9 ^b	4.5 ^a	1.6 ^a	3.0 ^a	0.0 ^b	18 ^a
		Added	5.8 ^b	2.3 ^b	1.0 ^{ab}	3.7 ^a	0.0 ^b	16 ^a
	Wilted	Control	6.9 ^a	2.7 ^b	1.3 ^a	2.3 ^{ab}	0.0 ^b	19 ^a
		Added	6.0 ^b	1.1 ^c	0.4 ^{bc}	1.4 ^b	0.0 ^b	16 ^a

a, b, c, d Means with different superscripts in the same column differ significantly ($p < 0.05$).

III. 青貯試驗 II：添加青割玉米與青貯菌劑的影響

本試驗中供做青貯原料之太陽麻與青割玉米之乾物率分別為 21.9%、26.3%；水溶性碳水化合物含量為 3.8%、3.3%；粗蛋白質含量為 21.0%、10.8%；中洗纖維含量為 45.2%、55.4%；酸洗纖維含量為 38.7%、30.8%（表 4），依比例混合後，原料之粗蛋白質與纖維含量均隨太陽麻含量降低而減少。青貯後，混合青貯料之營養組成的變化較小，而完全的太陽麻青貯後營養組成明顯劣變，與青貯試驗 I 的反應近似。

青貯後之青貯發酵結果如表 5，不論接種 *L. plantarum* 與否，太陽麻單獨青貯之 pH 值高，青貯發酵之丁酸含量高，乳酸近於 0，青貯評分極低，發酵反應與青貯試驗 I 相似。太陽麻與青割玉米混合青貯可顯著改善青貯品質，混合青貯料之發酵均以乳酸為主，丁酸含量低，青貯等級可由失敗達到可接受或好的等級，青割玉米含量愈高，青貯品質愈佳。接種 *L. plantarum* 之處理對單獨太陽麻青貯有顯著降低乙酸的現象，但對混合青貯料僅略有降低乙酸含量的趨勢且未達顯著差異。

表 4. 青割玉米、太陽麻及不同比例混合材料青貯前後之營養組成

Table 4. Nutrient components of forage corn, sunn hemp and the mixtures at different ratios before and after ensiling

Crop ratio	Inoculant	Dry matter percent	Crude protein	Neutral-detergent fiber	Acid-detergent fiber	Water-soluble carbohydrate
%		----- % -----				
Forage corn 100	Pre-ensiling	26.3 ^a	10.8 ^c	55.4 ^a	30.8 ^b	3.3 ^b
Sunn hump 0	After-ensiling	25.3 ^a	10.8 ^c	50.4 ^a	29.8 ^b	--
Forage corn 80	Pre-ensiling	25.4 ^a	12.6 ^{bc}	53.7 ^a	32.2 ^b	3.4 ^b
Sunn hump 20	After-ensiling					
	Control	23.1 ^b	14.7 ^b	47.4 ^{ab}	41.1 ^{ab}	--
	Added	23.5 ^b	12.0 ^{bc}	53.3 ^a	34.9 ^b	--
Forage corn 50	Pre-ensiling	24.1 ^{ab}	15.4 ^b	50.7 ^a	34.4 ^b	3.5 ^{ab}
Sunn hump 50	After-ensiling					
	Control	20.7 ^c	16.5 ^b	49.3 ^{ab}	40.7 ^{ab}	--
	Added	22.8 ^b	10.1 ^c	47.8 ^{ab}	30.8 ^b	--
Forage corn 0	Pre-ensiling	21.9 ^c	21.0 ^a	45.2 ^b	38.7 ^{ab}	3.8 ^a
Sunn hump 100	After-ensiling					
	Control	9.3 ^d	14.2 ^b	52.0 ^a	45.3 ^a	--
	Added	12.3 ^d	12.1 ^b	48.3 ^a	32.3 ^b	--

a, b, c, d Means with different superscripts in the same column differ significantly ($p < 0.05$) .

表 5. 太陽麻混合不同比例青割玉米及接種乳酸菌對青貯品質之影響

Table 5. Effects of sunn hemp mixed with forage corn at different ratios and adding inoculant on silage quality

Crop ratio	Inoculant	pH	Acetic acid	Propeion-ic acid	Butyric acid	Lactic acid	Flieg's score
%		----- % dry basis -----					
Forage corn 100	Control						
Sunn hump 0		4.3 ^c	1.7 ^d	0.0 ^c	0.0 ^b	4.6 ^b	90 ^a
Forage corn 80	Control	4.4 ^{bc}	3.3 ^{bc}	0.2 ^{bc}	0.1 ^b	4.4 ^b	65 ^b
Sunn hump 20	Added	4.1 ^c	2.8 ^c	0.1 ^c	0.0 ^b	5.8 ^a	83 ^a
Forage corn 50	Control	4.5 ^{bc}	4.3 ^b	0.3 ^b	0.1 ^b	4.0 ^b	57 ^c
Sunn hump 50	Added	4.7 ^b	3.9 ^b	0.4 ^b	0.1 ^b	3.7 ^b	58 ^c
Forage corn 0	Control	6.3 ^a	7.3 ^a	1.9 ^a	4.9 ^a	0.0 ^c	17 ^d
Sunn hump 100	Added	6.0 ^a	3.3 ^{bc}	1.5 ^a	5.1 ^a	0.0 ^c	17 ^d

a, b, c, d Means with different superscripts in the same column differ significantly ($p < 0.05$) .

由青貯試驗 I、II 結果，可以發現太陽麻不適合單獨青貯。所有太陽麻單獨青貯之發酵產酸都以乙酸與丁酸為主，除少數尚有極低量的乳酸外，多數樣品測不到乳酸，不論是成熟度差異、萎凋或是接種乳酸菌等處理對改善青貯發酵的效果都不明顯。添加青割玉米可顯著改善太陽麻之青貯發酵（表 5），由於試驗中採用之青割玉米水溶性碳水化合物含量略低於太陽麻，混合後之水溶性碳水化合物含量並未提高，因此，造成太陽麻混合青貯料發酵改善的主因與水溶性碳水化合物含量的變化無關，推測可能與降低青貯材料之植體緩衝能力、水分含量或影響參與活動之微生物菌相等因素有關。由 Rotz & Muck (1994) 之回顧，青割玉米之植體緩衝能力低於一般禾科牧草，而豆科之植體緩衝能力又較禾科牧草更高；降低材料之水活性可抑制丁酸菌之活動。因此添加青割玉米可能大幅降低材料之緩衝能力，使 pH 值可較快降低至足以抑制丁酸菌活動的程度，此外，混合材料之水分含量也顯著低於太陽麻，此亦有助於限制丁酸菌之活動。

萎凋處理確實可以提高青貯材料之乾物率（表 2），但水溶性碳水化合物含量提高的幅度有限，尚不足以改善發酵，即使接種乳酸菌也無法將 pH 值降至足夠抑制丁酸菌活動的程度（表 3）。王等（1999）的試驗結果，3 小時之萎凋處理可以顯著改善盤固草之青貯品質。王等（2002）及彭等（2000）的試驗顯示堆積會降低狼尾草水溶性碳水化合物含量，不利於青貯。Muck (1987; 1990) 進行苜蓿青貯試驗表示，苜蓿在收穫、萎凋及青貯期間有明顯的蛋白質分解發生，造成植體緩衝能力高，pH 值降低受限；添加糖有助於提高乳酸含量及降低 pH 值，惟改善效果受材料水分含量（水活性）影響。顯示調整水分含量是獲得良好青貯料的必要因素，但不是充分因素，其他條件也對青貯品質影響很大，應依材料特性選擇適當之前處理。

雖然萎凋與接種處理無法改善青貯發酵，但由表 3 結果，開花期對照組之乾物回收率及蛋白質含量分別為 87% 及 12.4%，萎凋加接種處理為 97.8% 及 15.8%；結莢期對照為 60.1% 及 9.3%，萎凋加接種處理為 91.1% 及 14.8%，顯著減少太陽麻青貯之乾物損失與蛋白質損失。單獨萎凋或接種處理也有減少的效果，但幅度較小。萎凋處理降低青貯乾物損失可能與低水分下微生物活動受限有關，本試驗 II 之太陽麻青貯乾物回收率低至 42.5%（對照）、56.1%（接種）可能與青貯時含水率偏高有關。

王等（2007、2008）在青割玉米及全株水稻的青貯試驗中均表示選擇適當成熟度之材料有助於提高青貯品質，本試驗中二種成熟度太陽麻的青貯結果雖有差異，但都不佳，應與材料特性有關。太陽麻之水分含量隨成熟度而降低，水溶性碳水化合物含量在開花中期較高，但株間成熟度差異大，依成熟度收穫操作不易，加上植體緩衝能力高，增加青貯調製困難度，實際應用上可能仍以與其他材料進行混合青貯較為適當。

太陽麻的利用不僅可以提供芻料生產體系之輪作，協助地力維護、雜草控制等功能，在有機芻料生產體系更有其特別價值，可降低對商業有機肥料之依賴，減少有機芻料之生產成本，在此同時如能以部分太陽麻與青割玉米或其他芻料混合青貯，應具降低有機芻料生產成本及提高芻料蛋白質含量等多重效益。

參考文獻

- 王紓愍、陳嘉昇、成游貴。1999。盤固草品系 Survenola 與 A254 之青貯品質比較。畜產研究 32: 305-312。
- 王紓愍、陳嘉昇、成游貴。2002。WSC 含量的變化對狼尾草青貯品質的影響。畜產研究 35: 143-150。
- 王紓愍、陳嘉昇、游翠鳳、劉信宏。2007。種植期、收穫期及品種對青割玉米發酵品質的影響。畜產

- 研究 40: 37-47。
- 王紓愍、陳嘉昇、謝文彰、游翠鳳、劉信宏。2008。成熟度、接種處理與青貯保存時間對全株水稻青貯品質的影響。
- 陳嘉昇、張定偉、王紓愍。2000。牧草品質與品質的快速測定。行政院農業委員會畜產試驗所專輯第 72 號。
- 連大進。2005。綠肥之栽培與利用。台灣農家要覽 pp. 537-546。豐年社。
- 彭炳戊、張定偉、王紓愍、成游貴。2000。小型香腸式青貯法於牧草及啤酒粕之應用。畜產研究 33: 320-326。
- A. O. A. C. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 14 ed. Washington DC. pp.125-142.
- Balkcom, K. S. and D. W. Reeves. 2005. Sunn-hemp utilized as a legume cover crop for corn production. Agron. J. 97: 26-31.
- Chandrasekharaiah, M., M. R. Reddy and G. V. N. Reddy. 1996. Effect of feeding urea treated maize stover on growth and nutrient utilization by sheep and goats. Small Ruminant Res. 22: 141-147.
- Cherr, C. M., J. M. S. Scholberg and R. McSorley. 2006. Green manure as nitrogen source for sweet corn in a warm-temperate environment. Agron. J. 98: 1173-1180.
- Cook, C. G., A. W. Scott Jr. and P. Chow. 1998. Planting date and cultivar effects on growth and stalk yield of sunn hemp. Industrial Crops Products 8: 89-95.
- Fraser, M. D., R. Fychan and R. Jones. 2004. The effect of harvest date and inoculation on the yield and fermentation characteristics of two varieties of white lupin (*Lupinus albus*) when ensiled as a whole-crop. Animal Feed Sci. Tech. 119: 307-322.
- Jones, D. W. and J. J. Kay. 1976. Determination of volatile fatty acid C1-C6 and lactic acid in silage juice. J. Sci. Food Agric. 27: 1005-1014.
- Komarek, A. R., H. Manson and N. Thiex. 1996. Crude fiber determination using the ANKOM system. Publ. 102. ANKOM technol. Corp., Fairport, NY.
- Morris, J. B. and S. E. Kays. 2005. Total dietary fiber variability in a cross section of *Crotalaria juncea* genetic resources. Crop Sci. 45: 1826-1829.
- Morris, D. L. 1948. Quantitative determination of carbohydrates with dry-wood's anthrone reagent. Science 107: 254-255.
- Muck, R. E. 1987. Dry matter level effects on alfalfa silage quality I. Nitrogen transformation. Trans. ASAE 30: 7-14.
- Muck, R. E. 1990. Dry matter level effects on alfalfa silage quality II. Fermentation products and starch hydrolysis. Trans. ASAE 33: 373-381.
- Munoz-Carpena, R., A. Ritter, D. D. Bosch, B. Schaffer and T. L. Potter. 2008. Summer cover crop impacts on soil percolation and nitrogen leaching from a winter corn field. Agric. Water Manag. 95: 633-644.
- Rotz, C. A. and R. E. Muck. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. in : Forage quality, evaluation, and utilization. Eds. Fahey, Jr. G. C., M. Collins, D. R. Mertens, and I. E. Moser. American Society of Agronomy, Inc. Madison, p 828-868.
- Vogel, K., J. F. Pedersen, S. D. Masterson and J. J. Toy. 1999. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis. Crop Sci. 39: 276-279.
- Wang, K. H., R. McSorley, A. J. Marshall and R. N. Gallaher. 2004. Nematode community changes associated with decomposition of *Crotalaria juncea* amendment in litterbags. Applied Soil Eco. 27: 31-45.

- Wang, M. L., J. A. Mosjidis, J. B. Morris, R. E. Dean, T. M. Jenkins and G. A. Pederson. 2006. Genetic diversity of *Crotalaria* germplasm assessed through phylogenetic analysis of EST-SSR markers. *Genome* 49: 707-715.

Study on ensiling of *Crotalaria juncea* L.⁽¹⁾

Shu-Min Wang⁽²⁾⁽³⁾ Chia-Sheng Chen⁽²⁾ Tsui-Huang Yu⁽²⁾
and Hsin-Hung Liu⁽²⁾

Received : Jan. 12, 2009 ; Accepted : Apr. 1, 2009

Abstract

Sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) is a green manure crop widely grown in Taiwan. It can also be used as a forage. The purpose of this study was to investigate the affecting factors on silage quality of sunn hemp. Two experiments were carried out in this study. In experiment I, plants were harvested at flowering and podding stages and were then ensiled immediately or ensiled four-hours after wilting with or without inoculation with *Lactobacillus plantarum*. The results showed that wilting couldn't improve the silage quality of sunn hemp. On the other hand, inoculation could reduce pH value of silage but it couldn't enhance the fermentation. In experiment II, sunn hemp mixed with forage corn at different ratios to make silage was evaluated with or without the inoculation. It showed that the mixture of forage corn with sunn hemp could significantly improve the silage quality of sunn hemp. The mixture of sunn hemp and forage corn at 1:1 ratio could obtain an acceptable quality, and that at 1:4 could obtain silage with good to excellent grade. However, the inoculation couldn't improve silage quality. The results of this research showed that mixture of sunn hemp with forage corn could make good silage and improve the nutrient value of sunn hemp silage.

Key words : Sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.), Silage quality, Forage nutrient.

(1) Contribution No.1511 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, Pingtung 946, Taiwan, R. O. C.

(3) Corresponding author, E-mail : smwang@mail.tlri.gov.tw