

綠肥芻料利用之研究

張世融、盧啟信

引言

我國每年受到梅雨、熱帶氣流及颱風等氣候因素的影響，年雨量超過2000公厘，且驟雨頻仍而集中，常造成農田長時間積水的現象，淹水逆境使得苜蓿等高品質的豆科牧草無法正常生育，因此國內僅能零星地在排水良好的農田小規模種植苜蓿，經濟價值小，絕大部分豆科牧草的需求，須仰賴進口。近年來國際上生質能源的需求急增，帶動了玉米、甘薯等所謂能源作物的栽培生產熱潮，生質能源產業引發「與人爭糧」及「與糧爭地」問題，即能源作物排擠到糧食作物及飼料作物的栽培生產，造成世界性的糧食與飼料的價格高漲。我國由於國產芻料不足，酪農業每年必須進口約50%的禾本科及豆科乾草才能滿足國內草食牲畜的飼養需求，因此飼料價格高漲對於國內酪農業的衝擊非常大。值此進口芻料價昂之際，開發可以替代苜蓿供作豆科牧草飼料，且適合國內栽培的其他豆科作物有必要思考且付諸行動。

國內已推廣栽培多年的豆科綠肥作物中，田菁(*Sesbania roxburghii*)的鮮草產量每公頃為25~35公噸、綠肥大豆之鮮草產量為20~37公噸/公頃、太陽麻為20~30公噸，以國內逾十八萬公頃的休耕農地估算，國內每年綠肥作物的鮮草產量高達300多萬公噸，如此大量的產量轉而供作芻料利用，極具減輕酪農飼糧成本之效。另一方面，我國當前推動「小地主大專業農」的農地政策，種植芻料作物如青割玉米或狼尾草(*Pennisetum purpureum*)的農田面積呈大幅增加之趨。以狼尾草為例，台灣種植狼尾草的農田面積超過3000公頃，狼尾草每年可收穫3-4次，產量高但相對地消耗地力甚劇，須投入高量肥料以維持農地之生產力，同時，狼尾草種植數年後，其生產力顯著下降。因此，綠肥作物與牧草之生產利用，除了可再持續探討其可實際利用的栽培收穫方式及經濟效益，如何將田菁等綠肥作物與狼尾草等芻料作物之生產整合，以降低氮肥用量，同時維持芻料產量，並提高芻料蛋白質含量，不僅能改善地力，達到節能減碳的環境友善之芻料生產，更可協助農民降低成本，值得加以探究。

降低牧草成本是減輕牛乳漲價壓力的一個重要途徑，而發展替代性豆科牧草為積極的方向，值得產官學界重視。國內田菁的栽培面積逾八萬公頃，為種植最多的綠肥作物，適合春夏季種植，栽培地區遍及雲嘉南高屏及花東等地，產量大且國外已有作為芻料使用的經驗，最具有探討其芻料利用及生產之必要性。

研究成果概述

針對田菁的芻料產量和品質，以及田菁青貯料進行評估，結果顯示田菁的CP、ADF、NDF和WSC含量均顯著受生育日數影響，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，對動物嗜口性的影響較為不利。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，

例如萎凋或與狼尾草或玉米粉混合後調製，可以調製成品質良好的青貯料。

栽培時以適當比例田菁間植於蘇丹草或狼尾草行間，不但有助於提高禾本科芻料的粗蛋白質含量，減低纖維含量，顯著改善芻料營養成分，亦能成功調製青貯料，而且能維持芻料的產量。例如，田菁比例30%或20%時，青貯料之pH值約4.0，乳酸含量顯著最高，約1.9-2.2%。青貯料的Flieg's評分可達80分以上，為品質良好的青貯料。

將綠肥作物田菁與狼尾草之生產整合進行試驗，期能減少化學肥料的使用，降低狼尾草生產成本。試驗分別於狼尾草台畜草2號及3號的行間間植田菁，並配合全量或半量氮肥施用，進行調查及效益評估。本試驗連續進行3年，間植組合為「狼尾草-田菁」並配合「半量氮肥」，另外2個肥料處理為「全量氮肥」及「全量堆肥」。經三年的調查結果顯示，肥料處理對於土壤特性或芻料產量及品質等均呈現明顯影響效應。化肥處理經三年試驗後的芻料產量及芻料品質雖然表現都優於綠肥處理及堆肥處理，但差距在10%之內。綠肥處理及堆肥處理之栽培生產方式，也同樣地有助於芻料產量之提升，但二者對維持田間土壤肥力有正面效果，因此更具意義：連續施用堆肥可以有效地減緩田區土壤之酸化；連續採行施半量化肥之間植綠肥作物處理，除可減緩土壤酸化，更可以顯著增加土壤有機質含量，對於地力之維持，成效良好。

未來展望

近年來進口苜蓿乾草的價格高漲，使得國內酪農生產成本大幅提高，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，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。因此，本研究建議田菁可供作價昂之進口豆科牧草的替代品。

氮肥是影響牧草產能及品質的主要因素，牧草生產過程中，主要消耗的能源來自氮肥的施用。牧草間作綠肥作物田菁，可降低栽培過程中氮肥的施用，增加土壤有機質含量，改善土壤理化性質。適當時期收割綠肥作物亦可當作豆科芻料利用，與禾本科芻料同時收成，可混合調製品質優良之青貯料，提高芻料中蛋白質的含量。由於田菁與蘇丹草、狼尾草均直立生長，可同時以高莖牧草收穫機直接混合青割供調製青貯料。由此，間植田菁應用於芻料生產作業方式，有利於兼顧芻料生產與環境友善之牧業發展。

施行狼尾草間植綠肥，雖然芻料產量略受影響，但可以減少化學肥料用量，在當前講求節能減碳之永續農業經營目標時，仍為值得推薦之狼尾草栽培方式。惟配合機械作業之需求，可進一步探討實際大面積間植栽培之生產的模式，例如狼尾草行距、綠肥作物播種時機及播種量等，以供農民參考利用。

表1. 田菁不同生育日數之植體化學成分

Location	CP	ADF	NDF	WSC	Starch
----------	----	-----	-----	-----	--------

	%				
DAP60†	14.0b‡	32.5b	52.6b	3.95a	2.31a
DAP90	16.2a	36.0a	64.8a	2.48b	2.82a
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 = 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 = 0.05).

表2. 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

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

† ET, ensiling treatment; S, sesbania alone; SW, sesbania after 24hr 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 = 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 = 0.05).

表3. 狼尾草與田菁間植對芻料粗蛋白質含量之影響

Ratio of sesbania (%)	Spring	Fall
	%	
100	22.77 aA†	21.05 aA
50	15.20 bA	13.73 bB
30	13.15 cA	11.48 cB
20	12.31 cA	11.02 cB
0	11.04 dA	9.83 cB

† Means with the same lowercase letter in the same column are not significantly different according to the LSD (P = 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 = 0.05).

表4. 狼尾草與田菁間植對芻料纖維及水溶性碳水化合物含量之影響

Ratio of sesbania (%)	ADF	NDF	WSC
	%		
100	30.23 b†	45.75 d	2.74 c
50	33.25 a	57.79 c	3.80 b
30	33.77 a	60.62 b	4.53 a
20	33.52 a	62.47 b	4.46 a
0	33.92 a	66.53 a	4.64 a

† Means with the same lowercase letter in the same column are not significantly different according to the LSD (P = 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 = 0.05).