

新 能 源 植 物 狼 尾 草 臺 畜 草 四 號

◎技術服務組／林正斌

◎飼料作物組／李姿蓉、盧啟信、成游貴

狼尾草臺畜草二號 (NPcv.TS2) 是國內牧草的主要栽培品種，目前栽種近3,000公頃，而狼尾草臺畜草四號 (NPcv.TS4) 為民國99年所選育之多元利用品種，受到全球暖化與能源缺乏等影響，尋求較高CO₂固定能力之能源植物，已成為全球之趨勢。國內所用燃料來源，以進口為主如燃煤、石油、天然氣等，所以只有排放CO₂而無固碳作用，若能以能源作物如狼尾草替代部分石化燃料，除可固定部分碳以外，亦可降低CO₂生成量。狼尾草臺畜草四號產量高、適應性廣、多年生、多割型、無需農藥、高CO₂固定能力，可直接供作燃料或轉換生質能源如生質酒精、甲烷等。國內目前尚無明確能源作物，且木質材料因環保因素，材料取得不易，所以狼尾草是具有潛力之能源作物之一。

商品化價值

- 一、除可供畜牧用牧草外，亦可提供業者開發多元的乾淨能源材料。
- 二、可供活化休耕地（小地主大佃農）之長期作物，帶動農業轉型創造新產業，提高就業率。
- 三、對環境友善，緩和CO₂排放的壓力。

市場潛力

- 一、直接供作燃料使用：燃燒熱值約在3,700~4,200 Kcal/kg，約為燃煤（6,400 kcal/kg）之65%，比目前市售之都市廢棄木屑熱值高約500~900 Kcal/kg，且無污染之廢氣，屬環保材料，可替代部分木屑或燃煤發電等。
- 二、供作其他用途原料：生質能源（纖維酒精、甲烷）、紙漿、養菇培植土等原料。

育成經過

狼尾草臺畜草四號之品系代號為8810，其育成經過及選育流程圖如圖1。民國88年

將親本NPcv.TS2與狼尾草品系NBM種植於隔離區，當年11月後進行人工授粉、實生苗培育、單株與營養系選拔等試驗。於90年6月選出優良品系進行品系比較試驗，92年9月，選出之優良品系於全國五個地區進行區域試驗。其他試驗包括大區試驗、栽培管理以及收穫與調製等試驗，並於民國99年通過命名為狼尾草臺畜草四號 (NPcv.TS4) (圖2)。



▲圖1. 狼尾草臺畜草四號（品系8810）選育流程

一、大區試驗

表1. 參試品種之農藝性狀與牧草產量

品種	葉領株高 -- 公分 --	葉尖株高	莖徑 公厘	分蘖數 數/叢	葉莖比	鮮草重 - 公噸/公頃/年-	乾草重
NPcv.TS4	148.2 ^a	248.1 ^a	18.8 ^a	14.1 ^a	0.6 ^a	294.6 ^a	50.1 ^a
NPcv.TS2	143.3 ^a	243.4 ^a	18.5 ^a	14.3 ^a	0.6 ^a	270.1 ^b	45.9 ^b

*同一欄小寫英文字母相同者表示未達5%之顯著水準

鮮草重與乾草重方面，大區試驗結果顯示NPcv.TS4高於NPcv.TS2，且有顯著差異(表1)。參試材料之植體成分分析結果如表2，粗蛋白質方面，NPcv.TS2高於NPcv.TS4，然無顯著差異。中洗纖維、酸洗纖維及纖維素方面，NPcv.TS4皆高於NPcv.TS2，然無顯著差異。酸洗木質素方面，NPcv.TS4低於NPcv.TS2，然無顯著差異。灰分與礦物質含量，品系間無顯著差異。由以上結果顯示，NPcv.TS4於牧草產量優於對照種NPcv.TS2，牧草營養成分則無顯著差異。

表2. 參試品種區域試驗之成分分析

品種	粗蛋白	中洗纖維	酸洗纖維 %	酸洗木質素	纖維素
NPcv.TS4	10.2 ^a	64.2 ^a	31.7 ^a	9.1 ^a	28.3 ^a
NPcv.TS2	11.0 ^a	64.0 ^a	30.9 ^a	9.9 ^a	27.6 ^a

品種	灰分	磷	鉀 %	鈣	鎂
NPcv.TS4	12.1 ^a	1.03 ^a	4.35 ^a	0.04 ^a	0.22 ^a
NPcv.TS2	12.0 ^a	1.10 ^a	4.27 ^a	0.05 ^a	0.24 ^a

*同一欄小寫英文字母相同者表示未達5%之顯著水準

二、不同收割期之熱值、灰分與元素含量比較試驗

於不同生育期收割之農藝性狀與牧草產量調查結果如表3，葉領株高方面，隨收割期延後而增高，以12週最高，處理間有顯著差異。葉尖株高如葉領株高有相同結果。葉與莖乾物比(葉莖比)方面，隨收割期延後而下降，以8週最高，處理間有顯著差異。鮮草產量方面，以10週收割最高，與12週收割有顯著差異。乾物產量方面，以10週收割最高，與其餘處理有顯著差異。植體成分分析結果如表4，粗蛋白質方面，隨收割期延後而降低，以8週收割最高，與其餘處理間有顯著差異。中洗纖維、酸洗纖維、酸洗木質素及纖維素方面，隨收割期延後而增加，以8週收割最低，12週最高。灰分含量方面，以10週收割最低。磷含量方面，以8週收割最低。鉀及鈣含量方面，均以8週收割最高，與其餘處理間有顯著差異。以上結果顯示，隨收穫期延後，粗蛋白質下降，相關纖維含量增加，鉀與鈣含量下降。



▲圖2. 狼尾草臺番草四號(圖左)與狼尾草臺番草二號(右)之外觀

表3. NPcv.TS4於不同收割期之農藝性狀與牧草產量

生育期 週	葉領株高 -- 公分 --	葉尖株高	莖徑 公厘	葉莖比	鮮草重 -- 公噸/公頃/年 --	乾草重
8	145.3 ^c	270.2 ^c	18.0 ^a	0.6 ^a	286.1 ^a	48.6 ^b
10	174.6 ^b	331.4 ^b	18.0 ^a	0.5 ^b	291.8 ^a	49.6 ^a
12	193.4 ^a	347.1 ^a	18.1 ^a	0.4 ^c	256.5 ^b	43.6 ^c

*同一欄小寫英文字母相同者表示未達5%之顯著水準

表4. NPcv.TS4於不同收割期之植體成分

生育期 週	粗蛋白	中洗纖維	酸洗纖維	酸洗木質素	纖維素
	----- % -----				
8	12.5 ^a	63.0 ^b	36.6 ^b	11.1 ^a	25.5 ^b
10	8.6 ^b	68.8 ^a	40.4 ^a	11.9 ^a	28.5 ^a
12	8.4 ^b	69.2 ^a	41.4 ^a	12.1 ^a	29.3 ^a
生育期 週	灰分	磷	鉀	鈣	鎂
	----- % -----				
8	9.7 ^a	0.76 ^b	5.01 ^a	0.10 ^a	0.28 ^a
10	6.6 ^c	0.93 ^a	2.61 ^b	0.07 ^{ab}	0.26 ^a
12	7.2 ^b	0.91 ^a	2.45 ^b	0.06 ^b	0.28 ^a

*同一欄小寫英文字母相同者表示未達5%之顯著水準

不同部位與收穫期之熱值與元素分析結果如表5，熱值與元素含量隨不同部位與收穫期而有所變動，熱值以葉部比莖部高。灰分以葉部位較莖部位高，隨收穫期延後而下降。無論部位與時期，狼尾草幾乎不含硫。含氮部分，葉部位較莖部位高，不同部位皆以8週收割最高。含碳部分，葉部位較莖部位高，不同部位皆10週收割最高。含氫部分，葉部位較莖部位高。含氧部分，莖部位較葉部位高。綜合以上結果顯示，不同收割期將影響生質能產量與品質，於10週收割之牧草產量增加，纖維含量增加，礦物質含量下降，熱值達最高，無含硫成分，對於狼尾草利用於燃燒產生質能之材料品質有利。

依目前開發之生質能源轉換系統，包括經發酵轉換成酒精、直接燃燒（direct combustion）以及熱化學轉換（gasification/pyrolysis）等系統，不同轉換系統對生質能材料品質（成分）需求有所不同。含碳水化合物組成，將影響酒精之轉換效率，直接燃燒系統中，礦物元素濃度尤其是鹼性礦物質，將造成熔爐之腐蝕、熔渣、阻塞及增加放射物等問題。

表5. NPcv.TS4之不同植體部位與收割期之熱值、灰分與元素含量變化

含量	8週莖*	10週莖	12週莖	8週葉	10週葉	12週葉
熱值 (Kcal/ kg)	3769	3915	3897	4164	4242	4121
灰分含量 (%)	6.30	5.76	5.45	7.41	6.31	6.36
硫含量 (%)	未測得	未測得	未測得	未測得	未測得	未測得
氮含量 (%)	1.54	1.16	1.18	2.85	2.35	2.1
碳含量 (%)	39.63	41.19	40.53	42.85	43.3	42.89
氫含量 (%)	5.44	5.56	5.62	6.37	5.93	5.8
氧含量 (%)	46.39	46.43	45.63	40.82	41.78	41.12

*收割期：8、10及12週