

第一章 種原收集保存及新品種選育

第一節 狼尾草品種選育及多元化產品

林正斌、李姿蓉、成游貴、顏素芬、盧啟信、范耕榛、李春芳

引言

狼尾草 (*Pennisetum purpureum*) 為國內草食動物主要牧草之一，具有高產量之潛能，隨著畜牧業的發展與需求，新品種的選育工作持續進行著然牧草品質有待改良。牧草中之纖維部分（含細胞壁）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，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，因此細胞壁成分為決定牧草品質之重要因子，例如美國乳業，增加 10% 之細胞壁消化率則乳與肉之收入增加 3.8 億美金，減少 2,300 萬噸之固態畜糞，以及減少 3 百萬噸穀物使用。由這些結果顯示纖維性狀的改良，將可有效增進牧草利用效率，降低生產成本，進而減少環境污染與穀物消耗。

臺灣之狼尾草於民國 50 年自菲律賓引進，行政院農業委員會畜產試驗所經過多年評估選育及根據市場需求，多年來國內對於狼尾育種改良之結果，於產量與品質性狀方面，陸續育成高品質和矮性種之狼尾草台畜草一號與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，飼養泌乳牛、羊，其泌乳量及品質皆有改善且成本降低，然矮性種之產量與高莖種之纖維品質有待改善。隨後配合國產需要，再選育出狼尾草台畜草三號至八號 (NP cv. TS 3~8)。

國產狼尾草雖常用為芻料供草食動物食用，其中狼尾草台畜草五號含有豐富之葉綠素及花青素等天然色素，且含有多種抗氧化等機能性物質。除此之外，牧草對生態環境保護也扮演重要角色，如土地復育、生物多樣性、減廢、淨水、淨空、氣候調節、預防醫學、景觀與休閒等。狼尾草為多年生，適應性廣，容易栽培，生長過程不需使用化學農藥防治病蟲害等特點，且經動物試驗顯示無毒性，是可供食品原料之一，畜產試驗所分別利用狼尾草台畜草二號和台畜草五號開發有狼尾草養生茶和花青素飲品，並製有食譜。畜產試驗所多年來積極進行提升牧草多元化利用之開發研究，除了成功地開發出各式各樣的養生飲品及食品如養生茶包、花青素飲料、牧草蛋糕、牧草饅頭等健康美味的產品之外，目前也正投入其他多元化產品之開發研究，如高品質寵物乾草、提高狼尾草花青素之萃取效率和機能性功效測試，以及作為能源用之研發，以提高狼尾草在農業經濟上的價值。

研究成果概述

一、狼尾草育種改良成果

(一) 矮性高品質的代表—狼尾草台畜草三號

98 年完成命名，是一矮性直立叢生型，葉片直立，葉身與葉鞘毛茸多，葉領株高為 33.5 cm，葉尖株高為 81.5cm，莖粗 10.5cm，節間短，為 3.4 cm，葉多莖少，分蘗數 20-30 枝/叢，開花期為每年 12 月下旬。每年鮮草產量為 228 mt/ha，乾物質產量為 38.0 mt/ha，比對照種 NP cv.TS 1 增產約 28%，粗蛋白質 10.8%、酸洗與中洗纖維含量分別為 33.2% 和 60.9%，乾物質試管消化率 68.3%。

(二) 新能源作物—狼尾草台畜草四號

於 99 年命名，狼尾草台畜草四號 (NP cv.TS 4) 是以 NP cv.TS 2 為母本，本地之紫色狼尾草為父本。高莖直立叢生型，葉片微垂，葉身有毛茸，葉領株高為 120.4cm，葉尖株高為 229.3 cm，莖徑 15.5 mm，分蘗數 19.7 支，開花期於每年 12 月。牧草產量於五個地區平均鮮草產量為 306.1 mt/ha，比 NP cv.TS 2 增產約 4.5%，乾物質產量為 47.9 mt/ha，比 NP cv.TS 2 增產 1.5%。可供作燃料使用，燃燒熱值 3,700~4,200 kcal/kg，且無產生污染的廢氣，是環保的燃料。

(三) 高抗氧化—狼尾草台畜草五號

於民國 100 年命名狼尾草台畜草五號 (NP cv.TS 5)，係以狼尾草台畜草二號與紫色狼尾草為親本。高莖直立叢生，莖葉富含花青素等類黃酮成分，其應具有降尿酸、血壓效用萃出物可減少發炎因子的生成，應有助於抑制發炎反應，在預防及治療慢性發炎等疾病扮演重要角色，持續進行相關研究，開發新產品中。

(四) 寵物佳餚—狼尾草台畜草六號

狼尾草台畜草六號 (NP cv.TS 6) 為國內目前唯一針對寵物兔和寵物鼠所命名的狼尾草種，於 104 年 5 月 21 日命名通過。植株直立型高度約 50cm 左右，開花後株高可達 120cm 左右，分蘗多，莖稈細且節間短，不倒伏，葉短及柔軟，適應性廣。粗蛋白質約 12%，酸洗纖維與中洗纖維分別為 31 與 60%。

(五) 高度剛剛好—狼尾草台畜草七號

於 105 年 5 月 27 日命名葉莖比稍低的狼尾草台畜草七號 (NP cv.TS 7)。中莖直立叢生型，葉片下垂，葉身與葉鞘毛茸少，葉領株高為 64.3 cm，葉尖株高為 159.4cm，莖徑 11.8mm，葉與莖乾物比為 1.04。年平均鮮草產量為 240.8mt/ha，乾物質產量為 41.6 mt/ha，粗蛋白質含量 10.2%、酸洗與中洗纖維含量分別為 35.1% 和 62.0%，乾物質試管消化率 63.4%。

(六) 品質與產量兼具—狼尾草台畜草八號

107 年 10 月 19 日完成狼尾草台畜草八號 (NP cv.TS 8) 之命名，是兼具品質與產量的中莖型之新品種。再生 8 週植株之葉領株高為 71.8 cm，葉尖株高為 149.0cm，屬中莖型。莖徑 13.5mm，葉與莖乾物比為 0.93。每年平均鮮草產量為 268.7 mt/ha，乾物產量為 39.4 mt/ha，且抗倒伏。粗蛋白質含量 12.0%、酸洗纖維含量 33.5% 和中洗纖維含量 59.3%，纖維老化緩，可延至再生 10 週後收割，適合作為草食動物的飼糧。

表 1. 畜產試驗所育成狼尾草品種之農藝性狀

狼尾草品種	命名年	葉尖株高 (公分)	莖徑 (公厘)	葉莖比 (葉/莖)	產量 (公噸公頃/年)
台畜草一號	80	121.6	10.1	1.19	163.1
台畜草二號	85	216.8	14.2	0.61	292.3
台畜草三號	98	95.8	15.1	1.61	228.5
台畜草四號	99	230.8	14.9	0.63	306.1
台畜草五號	100	217.6	15.9	0.81	173.8
台畜草六號	104	42.6	4.7	1.81	130.2
台畜草七號	105	159.5	11.8	1.04	240.8
台畜草八號	107	149.0	13.5	0.93	268.7

表 2. 畜產試驗所育成狼尾草品種之營養成分

狼尾草品種	粗蛋白質 %	中洗纖維 %	酸洗纖維 %	相對飼養效率 %
台畜草一號	12.8	61.8	35.0	92.8
台畜草二號	9.2	63.8	37.9	86.6
台畜草三號	13.1	57.3	30.9	105.2
台畜草四號	11.6	66.0	38.5	83.0
台畜草五號	9.2	72.9	46.4	67.3
台畜草六號	12.0	60.7	31.8	98.3
台畜草七號	10.2	62.0	35.1	92.4
台畜草八號	12.0	59.3	33.5	98.5

二、狼尾草多元化產品開發

(一) 高品質寵物乾草之開發成果

利用盤固草、尼羅草、苜蓿和狼尾草台畜草六號等四種草種，配合鮮綠乾燥技術，可生產鮮綠、具香氣和營養成分高之優質寵物乾草，其中狼尾草台畜草六號每年每公頃可收成 22 公噸的乾草，每公斤市價 400 元，換算每公頃產值近 880 萬元。

(二) 狼尾草食品材料之研發成果

狼尾草台畜草五號富含花青素、總多元酚等抗氧化因子及高 DPPH 自由基清除能力，而與合作多年之國立嘉義大學、嘉南藥理大學利用萃取液管餵小鼠，亦顯示其對降血壓、尿酸、解酒及解毒亦有一定之效果。

花青素其生理活性和功能相當多。近年來花青素研究上，花青素具抗氧化特性、預防動脈粥狀硬化、預防癌症且對某些疾病防治有正面的效果 (Tsai et al., 2004)。多酚化合物抗氧化活性之作用主要來自於提供氫原子之能力藉以清除自由基；另一方面是螯合金屬離子的能力，可藉由不活化鐵離子而抑制活性氧的生成，進而降低氧化的產生，尤其葉片抗氧化能力顯著高於莖部，與綠色種之狼尾草品種比較，有較高的 DPPH 自由基清除能力 (成等, 2003; 2012)，紫色狼尾草總酚含量也高於綠色種，狼尾草其作為健康食品之

原料，而食藥署網站亦公布其為可供食品使用之原料。目前產品有狼尾草花青素果汁飲、果凍和茶包等產品。

狼尾草萃出物富含類黃酮，為 51.1mg/g，約佔總酚類的 42%（表 3）。採用狼尾草萃出物進行體外澱粉酶與葡萄糖苷酶的活性抑制情形，以酵素活性抑制百分比（IC₅₀）表示時分別為 1.8 跟 10.1 mg/mL，若與阿卡波糖相比皆為其 10 倍濃度（表 4）。表示狼尾草萃出物具有抗醣分解效果，但是效果較阿卡波糖為差。狼尾草萃出物在抑制糖化作用方面則以 AGE 形成量來表示，如圖 1 在培養 7 天後 AMG（標準品）之 IC₅₀ 約為 1.063mg/mL，狼尾草萃出物隨著濃度增加，AGE 之抑制率亦隨之增加，表示具有抑制糖化反應，未來在動物實驗仍有機會具有降低血糖之功效。

表3. 狼尾草萃出物之總酚與類黃酮含量

處理	mg/g extract
Total phenol(總酚)	120±11
Flavonoids(類黃酮)	51.14

表4 狼尾草萃出物抑制α-amylase 與 α-glucosidase 活性抑制

處理	*IC ₅₀	
	α-amylase	α-glucosidase
狼尾草萃出物 (mg/mL)	1.8±0.01	10.14±1.15
Acarbose (mg/mL)	0.18±0.05	1.91±0.32

*酵素活性抑制百分比

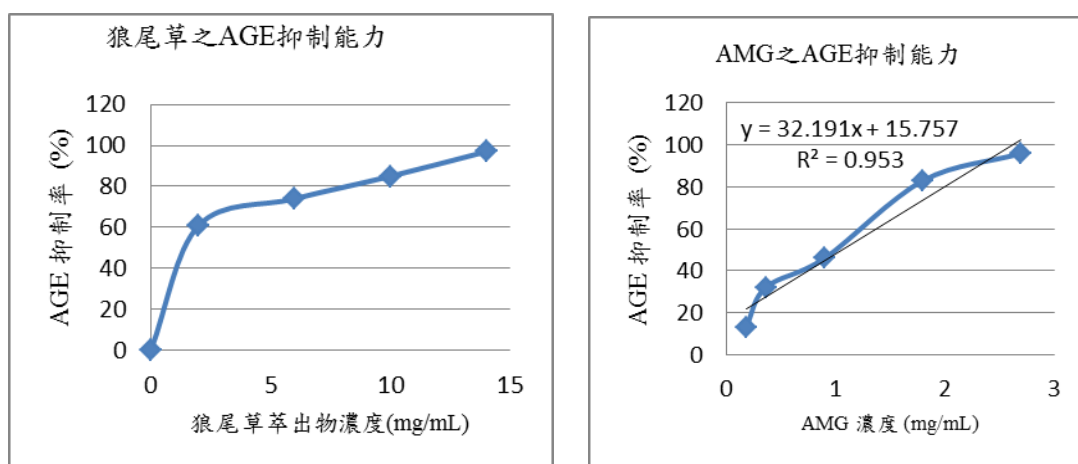


圖 1 狼尾草萃出物對 AGE 形成抑制情形

(三) 狼尾草作為新能源植物

受到全球暖化與能源缺乏等影響，為尋求 CO₂ 固定能力較高之能源植

物，已是全球趨勢。國內所用燃料來源，以進口為主，如燃煤、石油和天然氣等，因此僅有排放 CO₂，而無固碳作用。若能種植植物作為能源作物，除可固碳，亦能降低 CO₂ 之生成，而狼尾草具有再生能力，便於栽培管理且單位面積產量高等特性，可評估是否適合作為能源作物。狼尾草台畜草四號每年鮮草量可達 300mt/ha，分析不同植體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有所變動，熱值和灰分皆以葉片高於莖稈，且皆不含硫。氮含量、碳含量及氫含量皆以葉片高於莖稈，而氧含量則以莖稈高於葉片，而各元素皆在再生 10 週達到最高。因此，收穫再生 10 週之狼尾草台畜草四號，除產量較高外，纖維含量高，礦物質含量下降，熱值達到最高，且無含硫成分，使狼尾草可作為燃燒生產熱能之環保能源作物。

表 5. 狼尾草台畜草四號之不同植體部位與收穫期之熱值與元素含量變化

Item	PT1	PT2	PT3	ST1	ST2	ST3
Gross of combustion, Kcal/kg	3769	3915	3897	4164	4242	4121
ASH content, %	6.3	5.7	5.4	7.4	6.3	6.3
Sulfur(S), %	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrogen(N), %	1.54	1.16	1.18	2.85	2.35	2.1
Carbon ^o , %	39.6	41.2	40.5	42.8	43.3	42.8
Hydrogen(H), %	5.4	5.5	5.6	6.3	5.9	5.8
Oxygen(O), %	46.3	46.4	45.6	40.8	41.7	41.1

*P,S:不同部位: T1,2,3:不同收穫期

未來展望

狼尾草為國內草食動物主要牧草之一，多年來經由品種改良、生產與管理技術研發與推廣，使狼尾草之生產與多元利用已大有進展。因應未來，在國際及國內對環保與生態環境的日益重視下，若育種選拔配合得宜，狼尾草將有其他更積極性的正面功能。

狼尾草除供作草食動物之芻料外，對環境與生態亦有著重要地位，如作為減廢、食材、預防醫學、生質能源等，皆顯示狼尾草之多元利用性。花青素等機能性成分存在各種植物中，如何提高機能性成分含量、高效率萃取及穩定性，以開發更多元產品等研發工作，仍持續進行著。在生質能源方面，未來持續搭配生質能源轉換系統，進行狼尾草品種選育及栽培管理模式等相關研究，以提高各項能源轉換效率，並改善燃燒熔爐之腐蝕、阻塞和爐渣生成等問題。