

# 狼尾草農藝性狀之變異與相關性<sup>(1)</sup>

李姿蓉<sup>(2)(3)</sup>

收件日期：104 年 2 月 13 日；接受日期：104 年 4 月 15 日

## 摘 要

狼尾草 (*Pennisetum* spp.) 為臺灣主要栽培牧草之一，藉由 35 個狼尾草品種 (系) 進行其 12 項之農藝性狀調查與分析，以建立詳實之農藝特性資料。結果顯示，各農藝性狀變異係數範圍由 5.9 – 47.8%，可見各性狀於各品種 (系) 間存在不同程度的變異，其中以分蘗數 47.8% 為最高，次之為單叢鮮重 24.1%，葉片長 5.9% 最低。經主成分因子分析，可將參試品種 (系) 歸為四類群，第一類群和第二類群均屬於高株型，分別占了 14 個和 13 個品種 (系)，前者葉片寬大且厚，後者葉片稍窄且薄；第三類群和第四類群為矮株型，且分蘗佳，以前者的莖徑粗和葉片大，後者莖徑細且葉片小。狼尾草種原資源多元，本試驗結果可依育種目的，選定適宜的育種親本及雜交組合，並可供植物性狀檢定時之參考。

關鍵詞：狼尾草、農藝性狀、主成份因子分析。

## 緒 言

狼尾草 (*Pennisetum purpureum* Schumach) 是國內主要芻料作物之一 (黃, 1990) 原產自南非，為禾本科多年生草種，具扦插繁殖、再生能力強、產量高，且栽培過程少有病蟲害發生等特性，可新鮮給飼或調製成青貯料餵飼動物。除此之外，亦可作為田間敷蓋物、造紙材料或生質酒精原料 (Wang *et al.*, 2002)。

臺灣之狼尾草於 1961 年自菲律賓引進，行政院農業委員會畜產試驗所根據市場需求經過多年評估選育，陸續選育出狼尾草臺畜草一號至五號 (NPcv.TS1 – 5)。狼尾草 (*P. purpureum*,  $2n = 4x = 28$ ) 和珍珠粟 (*P. americanum*,  $2n = 2x = 14$ ) 同屬不同種，易於雜交，但後代為三元體 ( $2n = 3x = 21$ ) 雖不具稔實性，卻兼具狼尾草之高乾物產量、病蟲害抵抗性及多年生，與珍珠粟之多葉性和高品質等優良特性 (成等, 1992)。狼尾草臺畜草一號 (Napiergrass Taishugrass No.1, NPcv.TS1) 係選拔自珍珠粟 Tift#1S-1 與狼尾草 A146 雜交後裔，屬於莖葉幾乎無毛、半矮性且品質佳的品種，人工收割方便，惟產量較低。隨後自 A146 和 A149 雜交後裔中選育高株、產量高的狼尾草臺畜草二號，配合農用機械採收，推廣給農戶栽種使用 (成, 2004)，是目前國內栽培最廣之狼尾草品種。利用美國引進的矮性狼尾草 'Mott' 的矮性基因，作為狼尾草品質性狀改良之親本，以縮短莖節，提高葉莖比，選育出可兼顧產量及品質的狼尾草臺畜草三號 (成等, 1995) 和株高極矮性、分蘗性佳、葉鞘茸毛少的品系 No.7768 (成等, 1992)。成等 (2003) 自臺灣各地蒐集紫色狼尾草調查農藝性狀及成分分析，其體細胞染色體數為  $2n = 28$ ，其農藝性狀與狼尾草臺畜草二號相似，經雜交選育出的狼尾草臺畜草五號，為紫色品種，富含花青素等機能性成分。狼尾草除供作草食動物之芻料用，嫩莖可作為蔬菜食用，亦利用狼尾草臺畜草二號和狼尾草臺畜草五號分別開發出具不同特色的茶飲及烘培食品，使得狼尾草利用上更多元化。

狼尾草是異質四元體 ( $2n = 4x = 28$ ) (Martel *et al.*, 1997; Dowling *et al.*, 2014)，為改良狼尾草栽培之產量、品質及農藝性狀，常利用同屬不同種之珍珠粟 ( $2n = 2x = 14$ ) 進行雜交選育，以珍珠粟為母本之雜交後裔，pearl millet napiergrass，簡稱 'PMN'，以狼尾草為母本之雜交後裔，通稱 'Kinggrass'，不論父母本為何者，雜交後裔 ( $2n = 3x = 21$ ) 的植物性狀與狼尾草較相似 (Dowling *et al.*, 2014)。表 1 所列供試品種 (系) 中，共可分為三類，第一類是狼尾草族群，如 1961 年自菲律賓引進之 A146 和 A149 (黃, 1990)、A146 和 A149 雜交的自然族群中選育的臺畜草二號、臺畜草五號，以及臺畜草二號或紫色品系之雜交後裔 (成等, 2003)，臺畜草三號和品系 No.7728 為美國矮性狼尾草

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2224 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組，71246 臺南市新化區牧場 112 號。

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

‘Mott’ 自然授粉之後裔 (成等, 2001)。第二類是 ‘PMN’，利用珍珠粟為母本，以 ‘Mott’ 和狼尾草 A146 為父本，分別選育出狼尾草臺畜草一號和品系 No.7768 ( $2n = 21$ ) 皆不具稔實性，另外，品系 No.7439 是珍珠粟與狼尾草雜交種之複二元體後裔，為六元體 ( $2n = 6x = 42$ ) (成等, 1992)。第三類為 ‘Kinggrass’，由國內農戶提供，自中國引進，俗稱皇竹草。皇竹草年產量 185.3-375t/ha，產量和粗蛋白質含量都優於狼尾草 (Liu *et al.*, 2002)，可吸附土壤中重金屬鎘，具有植生復育 (phytoremediation) 之潛力 (Zhang *et al.*, 2014)。

種原性狀多樣性是植物育種的變異來源之一，擴大遺傳變異以增加育種效率是必要的，且事先瞭解種原之親緣關係，可避免遺傳歧異度變小 (Lin and Lin, 1994)。完整及正確的種原資料除可容易並快速區分不同的表現型，是搜集與種原交換材料之基礎。狼尾草品種選育時，如葉領株高、葉尖株高、莖徑、分蘖數和葉面積等皆是常用之評估參數，但未能建立系統性的標準化方法。若能將各項評估參數之數據標準化，提供簡化綜合指標來區分品種間之差異程度，王等 (2010) 利用主成份分析 (principal component analysis, PCA) 將草蓐品種評估參數予以標準化，區分品種間之相似或相異度。育種者選育出新品種，為申請品種權保護，須通過植物品種檢定，而此項工作須由中央機關訂定之植物性狀表及試驗檢定方法進行植物性狀檢定或追蹤檢定，由委任的機構來進行檢定，相較於水稻、玉米和花卉等農作物，都已建立完整的品種檢定資料，列有品種特性、代表品種及等級，狼尾草則尚未完成，因此申請狼尾草品種權時仍受限制。

本試驗研究目的，係以畜產試驗所所保有狼尾草品種 (系) 35 個種原為材料進行農藝性狀資料之建立。將進行各品種 (系) 的農藝性狀調查與分析，觀察不同季節的表現，比較現有品種 (系) 間之變異，建立狼尾草種原特性資料，並藉由主成份因子分析法分析狼尾草性狀間之相互關係，以提供植物性狀檢定及品種選育時之參考。

## 材料與方法

### I. 試驗材料與種植

本試驗以畜產試驗所保存的 35 個狼尾草 (*P. purpureum*) 品種 (系) 為材料 (表 1)，其中 14 個為紫色品系 (nbm，編號 17 – 30)，並包含 5 個已通過命名的狼尾草品種 (狼尾草臺畜草一號至五號，NPcv.TS1 – 5，編號 31 – 35)，其餘為綠色品系。於 2007 年 11 月種植於畜產試驗所 (臺南市新化區) 的試驗田區，採逢機完全區集設計 (Randomized Completely Block Design, RCBD)，三重複，行長 10 m，行株距為 1.0 × 0.5 m，每小區種植二行，以雙芽苗進行扦插，其餘栽培管理按一般慣行方法施行 (成等, 2006)。

表 1. 供試狼尾草品種 (系) 代號、名稱及染色體數 \*

Table1. Entries of napiergrass varieties (lines)

Code number	Class <sup>1</sup>	Variety	Chromosome number and ploidy	Code number	Class	Variety	Chromosome number and ploidy
1	2	7439	$2n = 6x = 42$	19	1	nbm 5	$2n = 4x = 28$
2	1	7728	$2n = 4x = 28$	20	1	nbm 16	$2n = 4x = 28$
3	2	7768	$2n = 3x = 21$	21	1	nbm 27	$2n = 4x = 28$
4	1	A146	$2n = 4x = 28$	22	1	nbm 30	$2n = 4x = 28$
5	1	A149	$2n = 4x = 28$	23	1	nbm 31	$2n = 4x = 28$
6	1	A7001	$2n = 4x = 28$	24	1	nbm 34	$2n = 4x = 28$
7	1	9301	$2n = 4x = 28$	25	1	nbm 36	$2n = 4x = 28$
8	1	9302	$2n = 4x = 28$	26	1	nbm 37	$2n = 4x = 28$
9	3	Kinggrass	$2n = 3x = 21$	27	1	nbm 38	$2n = 4x = 28$
10	1	9501	$2n = 4x = 28$	28	1	nbm 39	$2n = 4x = 28$
11	1	9502	$2n = 4x = 28$	29	1	nbm 41	$2n = 4x = 28$
12	1	9503	$2n = 4x = 28$	30	1	nbm 43	$2n = 4x = 28$
13	1	9504	$2n = 4x = 28$	31	2	cv.TS 1	$2n = 3x = 21$
14	1	8801	$2n = 4x = 28$	32	1	cv.TS 2	$2n = 4x = 28$
15	1	8814	$2n = 4x = 28$	33	1	cv.TS 3	$2n = 4x = 28$
16	1	8876	$2n = 4x = 28$	34	1	cv.TS 4	$2n = 4x = 28$
17	1	nbm 3	$2n = 4x = 28$	35	1	cv.TS 5	$2n = 4x = 28$
18	1	nbm 2	$2n = 4x = 28$				

\* Data modified from Huang, 1990; Chen *et al.*, 1992, 2003; Martel *et al.*, 1997.

<sup>1</sup> Class: 1, napiergrass × napiergrass; 2, pearl millet × napiergrass; 3, napiergrass × pearl millet.

## II. 取樣與調查

- (i) 取樣：2008 年 2 月刈割後，以再生八週為一割期，自 4 月第一次調查至 10 月共收穫 4 次，2009 年 2 月進行第 5 次調查已再生十二週，每小區逢機採樣 10 枝，於離地表 5 公分處割下。調查方法修改自 van de Wouw *et al.* (1999)、成等 (2001) 和陳等 (2014)，調查葉領株高 (cm)、葉尖株高 (cm)、莖徑 (mm)、葉片數、葉片長 (cm)、葉片寬 (cm)、葉片厚 (mm)、葉面積 (cm<sup>2</sup>) 及葉舌長 (mm)，並於收穫時調查每叢鮮重 (kg) 及分蘗數等性狀。
- (ii) 調查項目：
  1. 每叢鮮重 (Fresh weight per clone, FWC)：10 叢平均之鮮重。
  2. 最高葉領株高 (The toppest leaf collar height, PHA)：自莖基部至第一展開葉片 (葉鞘張開 1 cm 深) 葉領之高度。
  3. 葉尖株高 (Leaf tip height, PHB)：自莖基部至葉尖之高度。
  4. 莖徑 (Stem diameter, SD)：地表上第二節位莖桿之直徑，取最大值為莖徑長及最小值莖徑寬，兩者之平均。
  5. 單枝鮮重 (Fresh weight per tiller, FWT)：每單枝鮮重，以公克為單位。
  6. 分蘗數 (Tiller number per clone, TN)：每一叢的分枝數。
  7. 葉片數 (Leaf number, LN)：每一單枝上的完全展開葉片數。
  8. 葉片長 (Leaf length, LL)：取第一展開葉，葉痕至葉尖之長度。
  9. 葉片寬 (Leaf width, LW)：取第一展開葉葉幅最寬部位之寬度。
  10. 葉片厚 (Leaf thickness, LT)：取第一展開葉最寬處，且遠離中肋相對位置 50% 之葉身之厚度，以厚薄規測量，測得數據為 10 – 2mm。
  11. 葉面積 (Leaf area, LA)：以葉面積儀 (LI-COR3100, HITACHI) 測定第一展開葉的面積。
  12. 葉舌長 (Leaf ligule length, LG)：葉舌呈毛刷狀，取最長處。

## III. 數據分析

上述 12 個性狀資料，全年收穫 5 次之調查結果，分別以平均值、標準偏差、最小值、最大值和變異係數來呈現。數據資料以 SAS 9.0 軟體進行變異數分析 (Analysis of variance, ANOVA)，在最小顯著性差異 (Least significant different, LSD,  $P < 0.05$ ) 檢定下，檢測品種 (系) 之間顯著性差異。除每叢鮮重外，其餘性狀並進一步計算各性狀表現型相關矩陣，進行主成份分析，主成份再經座標轉軸進行解析，並做分類。

## 結果與討論

經過 5 個採收時期的調查，狼尾草種原之農藝性狀表現因採收季節不同而部分有差異，其中葉領株高、葉尖株高、單枝鮮重、莖徑、葉片長度及葉面積有隨收割月份增加而生長量降低的趨勢 (表 2)。狼尾草為多年生植物，定植後平均每年可連續收割 4 – 6 次，3 至 5 年視生長狀況予以更新或中耕。成等 (1992) 指出狼尾草倍數性與品質及產量之間並沒有明顯特定關係。環境因子對狼尾草生長影響顯著，王等 (2000) 分別在 7 月和 9 月份調查狼尾草臺畜草二號和紫色狼尾草牧草產量及品質，指出季節可能是影響狼尾草農藝性狀及品質變動的重要因素。施肥量增加也會提高狼尾草和皇竹草的分蘗數、葉片數和總乾物質生產 (Wadi *et al.*, 2003)。割次和收割季節影響皇竹草之株高、鮮重和乾物質產量 (Shen *et al.*, 2012)。因此，本研究於 2007 年種植於行政院農業委員會畜產試驗所試驗田區，使植物材料接受相同的栽種與管理，生長於相同季節，同時進行調查與收割，以剔除部分環境之影響。

35 個供試狼尾草種原之農藝性狀結果如表 3 和表 4，12 個農藝性狀於品種 (系) 間存在顯著差異 ( $P < 0.0001$ )，變異係數由 5.9 – 47.8%，以分蘗數 47.8% 為最高，次之為單叢鮮重 24.1%，葉片長 5.9% 最低。單叢鮮重平均 3.5 kg，以品系 No.8876 之 7.1 kg 最重，而品系 No.7768 之 1.7 kg 最輕。葉領株高平均為 104.8 cm，以品系 nbm 43 之 134.2 cm 最長，cv.TS 3 之 33.5 cm 最矮。葉尖株高以 cv.TS 4 最高，cv.TS 3 最矮，分別為 238.8 cm 和 95.8 cm。莖徑和單枝鮮重方面，皆以品系 No.7768 最細最輕，品系 nbm 34 最粗最重。分蘗數方面，以品系 nbm 41 最少，每叢僅 14.7 枝，7768 品系較多，每叢達 69.8 枝。葉片性狀中，以品系 No.7768 葉片較短、窄、薄，且葉面積小。依農藝性狀調查結果，本研究供試品種可成三類型，一為高株、莖粗、葉片寬大型、分蘗少，如 cv.TS 2、cv.TS 4 和 cv.TS 5；二為矮株、莖粗、葉片中等、分蘗多，如 cv.TS 3；三為中矮株、莖細、葉片小、分蘗多，以品系 No.7768 為代表。

農藝性狀受品種遺傳控制，亦受栽培環境之影響，本試驗使狼尾草參試品種 (系) 生長於相同環境，並於相同



的生長週期進行農藝性狀調查，降低外在環境之影響。吳及成 (2010) 調查 29 個狼尾草品種 (系) 之葉尖株高、葉領株高、莖徑和節間長等農藝性狀，包含狼尾草臺畜草二號及紫色狼尾草，經變方分析和最小顯著差異性測驗，分別依性狀設定門檻值，可略分三等級，以高株、中莖和長節間為多，本研究結果顯示，供試種原多屬高株型。Tcacenco and Lance (1992) 指出 89 個狼尾草收集系，於生殖生長期在性狀上有顯著差異。陳等 (2014) 調查 69 個野生紫色狼尾草，開花期之最上葉領株高、葉尖株高、莖徑長、莖徑寬、葉片數、劍葉葉片長、劍葉葉片寬、莖節數、節間長，以及葉緣、葉鞘、葉舌和葉痕之毛群高度等 14 項農藝性狀，結果表示，蒐集之紫色狼尾草 69 個品系在生殖生長期間，在農藝性狀上大都呈現顯著之差異性，表示品系間有很大的歧異度。臺灣育成的 26 個大豆品種，經譜系分析，品種間維持著相當的遺傳變異性 (Lin and Lin, 1994)，而臺灣現有保存的烏豆 34 個品種 (系) 性狀間均有不同程度的差異，顯示具有不同遺傳背景，其變異性可使用育種親本的利用更為廣泛 (李及李, 1995)。由於本研究參試品種 (系) 開花期從 9 月起至隔年 3 月陸續開花，甚至未開花 (數據未顯示)，本研究以再生 8 週作為調查週期，使種原在相同生長週期及環境下進行比較，結果顯示 35 個供試種原以高株型為多，葉領株高 100 cm 以上有 25 個，且 12 個農藝性狀於品種 (系) 間存在顯著差異 ( $P < 0.0001$ ) 可用於品種比較，簡化調查時程。利用分子生物技術雖是較準確快速的方法，而農藝性狀調查仍是一般育種人員常利用且較易操作的方法，且植物品種及種苗法對品種之定義，“指最低植物分類群內之植物群體，其性狀由單一基因型或若干基因型組合所表現，能以至少一個性狀與任何其他植物群體區別，經指定繁殖方法下其主要性狀維持不變者” (行政院農業委員會, 2009)，因此，更顯示農藝性狀調查之必要性。畜產試驗所保有之狼尾草品種 (系) 可依種原來源資料及農藝性狀調查結果，推論具有相當程度的遺傳歧異度，並以此調查結果為基礎，做為開發狼尾草品種檢定方法及性狀表之用，使狼尾草成為植物品種權適用植物種類之一。

參試品種 (系) 12 個性狀相關係數矩陣如表 5。分蘗數及葉數分別與其他性狀間呈負相關，分蘗數與葉數之間為正相關，莖徑與葉舌長度為負相關，而其餘性狀彼此之間呈正相關。惟相關係數僅能表示兩性狀間之個別關係，以及顯示出性狀間獨立和直線關係程度之關聯，由相關分析瞭解性狀間彼此影響之程度，僅能做為間接選拔之參考。狼尾草可做為評估參數的農藝性狀多，Tcacenco and Lance (1992) 指出狼尾草之莖徑寬度、葉部毛群、莖節數，以及葉片長寬比等，皆可做為選拔性狀。van de Wouw *et al.* (1999) 表示狼尾草毛群性狀，在品系間存在極大的變異，毛絨多寡常是評估是否為良好牧草之指標。陳等 (2014) 提出節數和葉緣毛群之負相關關係，可作為分類依據。王等 (2010) 提出草莓品種選育可藉由分析糖酸比、總花青素含量、總酚含量、總果膠含量、色相角度及果實硬度等，但僅就單一評估參數作為選育依據或指標，略顯不合理，因此，藉由主成份因子分析及 Varimax 轉軸，可將許多評估參數化，並精簡出具有代表的綜合指標，以作為品種特性分類之參考。

表 2. 參試狼尾草種原在不同採收時期之農藝性狀

Table 2. Agronomic traits of napiergrass entries on different harvest seasons

Agronomic trait <sup>1</sup>	2008				2009	LSD <sub>0.05</sub>
	April	June	August	October	February	
FWC (kg)	6.1	4.2	2.1	2.1	2.8	0.4***
PHA (cm)	110.8	121.9	107.6	97.3	91.9	8.4***
PHB (cm)	238.8	208.7	204.9	194.6	177.8	9.0***
TN	34.1	25.6	20.1	21.3	-	3.1***
FWT (g)	273.5	263.9	195.7	155.9	121.6	18.3***
SD (mm)	17.7	16.9	13.4	12.8	10.4	0.8***
LN	5.8	6.8	7.6	6.2	6.1	0.5***
LL (cm)	120.1	112.3	90.0	92.6	80.9	3.6***
LW (cm)	3.3	3.9	3.2	2.9	2.6	0.1***
LT (10 <sup>-2</sup> mm)	30.2	28.0	24.6	25.2	24.5	0.9***
LA (cm <sup>2</sup> )	296.9	311.8	198.0	203.7	146.3	14.2***
LG (mm)	4.3	4.1	4.0	3.3	5.0	0.2***

-, not investigated.

<sup>1</sup> FWC: Fresh weight per clone; PHA: the toppest leaf collar height; PHB: leaf tip height; TN: tiller number; FWT: fresh weight per tiller; SD: stem diameter; LN: leaf number; LL: leaf length; LW: leaf width; LT: Leaf thickness; LA: leaf area; LG: leaf ligule length.

\*\*\* : Indicating the significant difference at 0.5% ( $P < 0.0001$ ).

表 3. 狼尾草品種 (系) 農藝性狀之平均值與標準偏差

Table 3. Means and standard deviations on agronomic traits of napiergrass varieties (lines)

Variety (line)	FWC <sup>1</sup> kg/clone	PHA cm	PHB cm	SD mm	FWT g/branch	TN no./plant	LN no./branch	LL cm	LW cm	LT 10 <sup>2</sup> mm	LA cm <sup>2</sup>	LG mm
7439	2.2 ± 1.1	83.2 ± 18.9	179.9 ± 20.8	15.4 ± 4.1	189.3 ± 88.6	26.4 ± 12.9	5.9 ± 1.2	94.7 ± 29.2	3.1 ± 0.8	31.7 ± 3.1	223.0 ± 100.8	4.5 ± 0.4
7728	4.4 ± 1.9	53.2 ± 8.4	141.5 ± 24.4	13.8 ± 2.5	117.9 ± 36.5	45.2 ± 11.8	6.9 ± 1.2	82.7 ± 19.0	3.3 ± 0.6	26.9 ± 3.0	191.5 ± 71.0	3.9 ± 0.6
7768	1.7 ± 1.1	58.7 ± 19.2	111.6 ± 30.3	9.2 ± 3.3	64.4 ± 44.3	69.8 ± 32.3	7.7 ± 1.8	52.5 ± 14.0	2.0 ± 0.6	22.4 ± 3.1	78.1 ± 41.1	3.0 ± 0.4
A146	2.6 ± 1.7	124.0 ± 39.8	193.1 ± 39.2	12.4 ± 3.6	164.4 ± 78.7	21.5 ± 8.9	6.1 ± 1.1	91.0 ± 19.2	3.2 ± 0.8	24.8 ± 4.2	217.3 ± 94.6	5.0 ± 0.6
A149	3.5 ± 2.8	134.1 ± 41.6	208.1 ± 42.2	13.2 ± 3.1	190.8 ± 77.8	19.8 ± 6.7	6.5 ± 1.5	101.1 ± 15.3	3.3 ± 0.6	25.2 ± 3.5	241.8 ± 80.7	4.9 ± 0.7
A7001	4.2 ± 1.8	127.8 ± 40.5	204.0 ± 40.6	13.9 ± 2.5	207.2 ± 56.7	27.0 ± 9.5	6.4 ± 1.1	102.4 ± 15.6	3.4 ± 0.5	26.9 ± 3.7	259.3 ± 69.0	4.6 ± 0.7
9301	6.6 ± 1.8	116.4 ± 14.2	241.4 ± 27.9	16.1 ± 3.6	280.8 ± 97.9	24.0 ± 4.4	8.2 ± 1.7	120.9 ± 17.2	3.2 ± 0.4	25.5 ± 2.6	298.7 ± 74.7	3.8 ± 1.1
9302	3.9 ± 1.6	124.9 ± 7.5	232.7 ± 18.3	15.3 ± 3.6	246.9 ± 84.0	20.7 ± 5.1	8.1 ± 1.2	102.0 ± 16.2	3.0 ± 0.4	27.7 ± 2.6	225.1 ± 70.9	3.9 ± 0.7
Kinggrass	3.6 ± 1.6	105.7 ± 16.0	219.7 ± 34.5	14.7 ± 3.3	231.9 ± 89.5	22.8 ± 5.1	6.8 ± 0.8	108.8 ± 17.2	3.8 ± 0.6	29.5 ± 2.2	302.4 ± 85.3	2.8 ± 0.5
9501	5.3 ± 2.9	115.8 ± 10.8	223.1 ± 20.5	13.4 ± 2.4	188.7 ± 56.9	30.3 ± 7.6	6.1 ± 1.2	100.4 ± 14.5	3.4 ± 0.4	26.4 ± 2.5	245.3 ± 78.4	4.4 ± 0.8
9502	2.9 ± 1.5	112.8 ± 18.3	225.3 ± 22.8	13.3 ± 3.1	184.8 ± 70.0	17.2 ± 5.7	6.0 ± 1.0	104.0 ± 18.9	3.1 ± 0.6	24.9 ± 3.1	240.2 ± 63.3	4.3 ± 0.7
9503	4.3 ± 1.9	121.7 ± 7.1	232.5 ± 15.3	13.9 ± 2.7	204.6 ± 61.5	24.3 ± 5.2	6.2 ± 1.2	105.3 ± 16.1	3.4 ± 0.4	25.7 ± 3.2	256.6 ± 72.5	4.5 ± 0.7
9504	6.6 ± 3.0	123.7 ± 8.2	230.6 ± 22.3	14.3 ± 2.8	218.1 ± 74.5	28.7 ± 6.2	6.9 ± 1.3	100.8 ± 15.0	3.5 ± 0.4	26.2 ± 2.9	258.5 ± 74.4	4.6 ± 0.7
8801	4.5 ± 1.7	105.1 ± 15.5	222.9 ± 28.6	15.5 ± 3.3	248.4 ± 85.7	22.3 ± 4.7	5.8 ± 0.9	112.0 ± 16.5	3.2 ± 0.6	27.8 ± 4.9	259.5 ± 63.1	5.0 ± 0.6
8814	2.9 ± 2.6	95.7 ± 23.8	199.5 ± 40.2	13.6 ± 3.2	192.5 ± 109.7	28.0 ± 12.6	6.4 ± 1.4	102.0 ± 21.0	3.0 ± 0.7	25.5 ± 4.2	212.1 ± 81.3	4.0 ± 0.8
8876	7.1 ± 3.1	101.9 ± 20.6	225.3 ± 33.0	16.2 ± 3.4	250.6 ± 67.7	20.0 ± 5.2	7.1 ± 1.2	119.2 ± 19.2	3.2 ± 0.6	26.4 ± 3.2	262.8 ± 86.2	3.5 ± 0.6
nbm 3	3.0 ± 1.6	100.8 ± 9.6	215.7 ± 24.6	15.8 ± 3.0	223.4 ± 58.0	21.3 ± 9.2	6.1 ± 1.7	109.5 ± 13.8	3.1 ± 0.5	27.6 ± 2.4	254.5 ± 72.2	3.9 ± 0.8
nbm 2	3.0 ± 1.0	98.3 ± 9.4	199.9 ± 20.6	14.7 ± 3.3	194.6 ± 53.3	21.1 ± 8.1	5.8 ± 1.1	98.0 ± 18.0	3.0 ± 0.4	27.2 ± 2.2	211.7 ± 57.1	4.3 ± 0.8
nbm 5	3.8 ± 2.5	104.9 ± 11.5	211.2 ± 16.8	15.3 ± 4.1	214.5 ± 69.6	21.8 ± 4.5	6.5 ± 1.5	99.1 ± 16.2	3.2 ± 0.6	27.6 ± 3.2	234.1 ± 72.7	3.9 ± 0.9
nbm 16	2.4 ± 1.7	103.1 ± 9.3	213.8 ± 19.1	14.1 ± 2.2	184.8 ± 44.3	16.5 ± 5.7	5.7 ± 1.1	105.2 ± 11.3	3.0 ± 0.4	27.3 ± 1.9	232.1 ± 51.1	4.2 ± 0.9
nbm 27	2.7 ± 1.9	100.6 ± 12.5	206.2 ± 26.0	15.3 ± 2.8	218.4 ± 51.4	14.5 ± 5.5	5.6 ± 1.2	98.7 ± 18.3	3.2 ± 0.6	27.8 ± 2.6	241.5 ± 69.4	3.9 ± 0.8
nbm 30	3.8 ± 2.5	97.5 ± 18.7	210.4 ± 34.0	15.5 ± 4.6	247.3 ± 113.2	22.1 ± 4.6	6.8 ± 1.8	107.6 ± 15.8	2.8 ± 0.5	26.3 ± 2.9	210.5 ± 65.3	3.7 ± 0.8
nbm 31	3.1 ± 1.7	101.0 ± 18.0	208.9 ± 30.3	15.7 ± 3.3	259.8 ± 86.4	17.8 ± 5.0	6.7 ± 1.9	102.0 ± 17.0	3.8 ± 0.7	27.7 ± 3.4	263.3 ± 86.3	3.5 ± 0.6
nbm 34	3.6 ± 1.6	111.8 ± 6.7	225.6 ± 11.6	16.7 ± 3.6	279.1 ± 73.5	21.8 ± 5.1	6.9 ± 1.9	106.1 ± 18.6	3.4 ± 0.5	27.3 ± 4.4	269.1 ± 67.9	3.7 ± 0.8
nbm 36	2.3 ± 1.4	114.8 ± 11.7	229.5 ± 19.4	15.1 ± 2.9	235.3 ± 66.6	16.1 ± 4.7	6.6 ± 1.7	110.0 ± 13.6	3.3 ± 0.6	25.4 ± 4.1	259.8 ± 64.5	3.8 ± 0.7
nbm 37	3.0 ± 1.4	107.1 ± 12.6	225.7 ± 19.9	14.7 ± 3.2	216.4 ± 74.2	21.3 ± 5.5	6.1 ± 1.7	111.4 ± 11.6	3.0 ± 0.5	25.5 ± 3.6	228.5 ± 54.3	3.2 ± 0.7
nbm 38	2.8 ± 1.5	99.5 ± 4.8	207.8 ± 17.0	16.1 ± 2.5	250.7 ± 52.4	17.6 ± 6.1	6.5 ± 2.1	102.0 ± 17.2	3.8 ± 0.4	27.9 ± 3.2	262.4 ± 63.2	3.5 ± 0.8
nbm 39	2.9 ± 1.8	124.2 ± 19.1	225.6 ± 32.1	14.3 ± 2.8	218.1 ± 65.9	16.3 ± 6.0	7.3 ± 1.1	98.5 ± 17.7	3.2 ± 0.4	26.5 ± 2.4	227.1 ± 65.6	4.5 ± 0.9
nbm 41	2.6 ± 1.7	99.0 ± 9.9	215.3 ± 18.7	14.8 ± 4.4	226.0 ± 79.4	14.7 ± 4.3	6.5 ± 1.1	108.5 ± 13.0	2.9 ± 0.4	25.5 ± 3.1	225.6 ± 64.5	3.9 ± 0.5
nbm 43	1.9 ± 1.0	134.2 ± 49.9	180.1 ± 45.5	16.1 ± 3.7	246.3 ± 92.2	14.9 ± 5.2	6.3 ± 1.6	91.1 ± 17.5	4.1 ± 0.6	25.9 ± 2.5	264.4 ± 74.0	4.4 ± 0.8
cv.TS 1	2.0 ± 0.9	60.3 ± 24.0	121.6 ± 35.9	10.1 ± 2.8	86.4 ± 51.5	50.9 ± 11.5	7.0 ± 2.0	58.3 ± 14.7	3.1 ± 1.0	24.2 ± 2.6	138.4 ± 74.3	3.9 ± 0.6
cv.TS 2	4.2 ± 1.5	129.7 ± 34.1	216.8 ± 39.0	14.2 ± 2.8	216.6 ± 73.8	25.1 ± 7.1	6.7 ± 1.2	102.4 ± 16.2	3.4 ± 0.5	26.6 ± 3.0	259.9 ± 77.3	4.7 ± 0.6
cv.TS 3	2.0 ± 1.3	33.5 ± 4.6	95.8 ± 9.8	15.1 ± 3.1	99.0 ± 34.4	53.6 ± 19.0	8.4 ± 2.2	58.5 ± 11.0	3.0 ± 0.6	25.9 ± 2.2	124.0 ± 39.3	3.2 ± 0.7
cv.TS 4	4.2 ± 1.2	120.1 ± 12.3	230.8 ± 23.0	14.9 ± 3.3	242.5 ± 85.8	22.6 ± 5.1	7.3 ± 1.1	105.9 ± 15.2	3.3 ± 0.6	26.0 ± 3.6	253.5 ± 69.2	3.7 ± 0.7
cv.TS 5	2.7 ± 1.5	108.7 ± 12.7	217.6 ± 20.6	15.9 ± 3.0	243.0 ± 68.5	19.0 ± 5.1	6.7 ± 1.4	105.1 ± 11.1	3.4 ± 0.6	26.9 ± 3.6	257.9 ± 69.6	4.1 ± 0.7

Mean ± S.D.

<sup>1</sup> As shown in Table 2.

表 4. 狼尾草品種 (系) 12 個農藝性狀之平均值、最小值、最大值及變異係數

Table 4. Mean, range and CV for 12 agronomic characters of 35 napiergrass varieties (lines)

Characters <sup>1</sup>	Mean	Min.	Max	CV	LSD <sub>0.05</sub>
FWC (kg)	3.5	0.5	11.5	24.1	1.1***
PHA (cm)	104.8	33.5	134.2	12.8	22.4***
PHB (cm)	204.3	95.8	241.3	7.7	23.8***
FWT (g)	208.1	64.4	280.8	16.0	48.9***
SD (mm)	14.5	9.2	16.7	9.0	2.0***
TN	25.1	14.5	69.8	47.8	9.2***
LN	6.6	5.6	8.4	13.1	1.3***
LL (cm)	99.4	52.5	120.9	5.9	9.7***
LW (cm)	3.2	2.1	4.1	8.5	0.4***
LT (10 <sup>-2</sup> mm)	26.5	22.5	31.7	7.1	2.3***
LA (cm <sup>2</sup> )	234.0	78.1	302.5	19.2	37.7***
LG (mm)	4.0	2.8	5.0	13.8	0.2***

<sup>1</sup> As shown in Table 2.

\*\*\* : Indicating the significant difference at 0.5% (P &lt; 0.0001).

表 5. 狼尾草品種 (系) 農藝性狀之相關係數矩陣

Table 5. Correlation coefficients between in agronomic characters of napiergrass varieties (lines)

Characters <sup>1</sup>	FWC	PHA	PHB	SD	FWT	TN	LN	LL	LW	LT	LA	LG
FWC	1.0000	0.3246	0.4888	0.2725	0.3991	-0.1346	0.1991	0.5085	0.1956	0.0697	0.4806	0.1356
PHA		1.0000	0.8208	0.2937	0.6832	-0.7423	-0.2672	0.6866	0.4539	0.0668	0.7483	0.5115
PHB			1.0000	0.5293	0.8467	-0.8306	-0.2734	0.9347	0.3425	0.2674	0.8507	0.2507
SD				1.0000	0.8182	-0.6634	-0.0401	0.6678	0.4959	0.6126	0.6787	-0.0752
FWT					1.0000	-0.8247	-0.1111	0.8741	0.5132	0.4191	0.8712	0.0614
TN						1.0000	0.4664	-0.8397	-0.5001	-0.4034	-0.8127	-0.3062
LN							1.0000	-0.3073	-0.1877	-0.2851	-0.2873	-0.4474
LL								1.0000	0.3535	0.3641	0.8799	0.1677
LW									1.0000	0.4046	0.7117	0.1771
LT										1.0000	0.4630	0.0383
LA											1.0000	0.2254
LG												1.0000

<sup>1</sup> As shown in Table 2.

將 35 個狼尾草品種 (系) 所調查的 12 項農藝性狀資料進行因素分析, 結果顯示 12 個共同因素中特性值 (Eigen value) 大於 1 者共有三個, 分別為 Factor 1、2 和 3, 分別可解釋 54.0%、13.9% 和 11.6% 的變異, 共同因素累積可解釋 79.3% 總變異 (表 6)。而 Factor 1 和 Factor 2 的共同因素累計為 67.7%, Factor 3 占 11.6%, 其解釋能力較低於前二者, 因此本研究中暫忽略不計。利用主成分因子分析並經 Varimax 轉軸, 可判斷狼尾草各性狀間的結構 (表 7)。Factor 1 的組成因子以單叢鮮重、葉領株高、葉尖株高、單枝鮮重、葉長和葉面積, 具有較大 (> 0.5) 且正值之因子負荷量, 表示這些性狀間彼此關係密切。Factor 2 包含莖徑、單枝鮮重、葉寬、葉厚和葉面積。第三主成分所關連的性狀是葉數。

育種人員進行品種篩選過程中, 須評估的農藝性狀很多且複雜, 在眾多的參考資料中進行評量。透過單一調查的參數無法推論性狀的真實表現, 單一評估參數所得之個別單變量分析 (univariate analysis), 變量間存在些許重複的訊息, 因此不易進行判定。而多變量分析法 (multivariate analysis) 之主成分分析 (principal component analysis,

PCA)，具有保留大部分評估參數分布的特性，同時將多變量所得的數據，經權重加權 (factor loadings) 進行線性組合，並解決迴歸分析內多元共線性之問題，選出占總變異較大者，而將數據資料簡化以供判讀。總變異百分比越大者，具有較大的解釋能力，其百分比為 60 – 80% (王等, 2010)。以主成份因子係數 (表 8) 進行狼尾草品種 (系) 之類型區分，PC1 和 PC2 的共同因素累計變異量為 67.7%，已具可靠性。以 PC1 和 PC2 二個主成份座標進行平面描點，依據座標象限 (圖 1)，將狼尾草參試種原畫分成四個類群 (表 9)，第一類群特徵為單叢鮮重較重、植株高、單枝鮮重較重、莖粗、葉片長、葉片寬、葉片厚度和葉面積皆大，共 14 個品種 (系)，其中 Kingrass 為代表。第二類群特徵為單叢鮮重較重、植株高、莖徑細、單枝鮮重較重、葉片窄和厚度薄，包含 13 個品種 (系)，代表品種為 cv.TS 2 和 cv.TS 4。第三類群特徵為單叢鮮重較輕、植株矮、莖徑粗、單枝鮮重輕、葉片長和葉面積皆大，葉片厚，分蘖性佳，包含 3 個品種 (系)，代表品種是 cv.TS 3。第四類群特徵為植株矮、莖徑細、單枝鮮重輕、葉片長、葉片寬、葉片厚和葉面積皆小，分蘖性佳，包含 5 個品系，以品系 No.7768 最符合特徵描述。圖 1 顯示各品種間 (系) 之直線距離，表示品種 (系) 之間相似或相異程度之高低，位置距離較近者，表示特性愈相似，更能區分品種 (系) 之差異。品系 No.9301 (7) 的綜合指標分數為所有參試種原中最高，與品系 No.7768 (3) 距離最遠，最不相似。

表 6. 狼尾草 12 個農藝性狀之共同因素的特性值及累積比例

Table 6. Eigen values of 12 agronomic traits analyzed by principal component method of factor analysis

Common factor	Eigen value	Difference	Proportion	Cumulative
1	6.4815	4.8394	0.5401	0.5401
2	1.6421	0.2461	0.1368	0.6770
3	1.3959	0.5526	0.1163	0.7933
4	0.8433	0.1452	0.0703	0.8636
5	0.6980	0.2620	0.0582	0.9218
6	0.4359	0.1706	0.0363	0.9581
7	0.2653	0.1801	0.0221	0.9802
8	0.0851	0.0189	0.0071	0.9873
9	0.0661	0.0245	0.0055	0.9928
10	0.0416	0.0103	0.0035	0.9963
11	0.0313	0.0180	0.0026	0.9989
12	0.0132		0.0011	1.0000

表 7. 狼尾草品種 (系) 農藝性狀之三個主成分因子負荷量

Table 7. The three varimax rotated factors for the characters of napiergrass varieties (lines)

Agronomic characters <sup>1</sup>	Factor I	Factor II	Factor III
FWC	0.7561	-0.0822	0.2580
PHA	0.7880	0.1104	-0.4902
PHB	0.8548	0.3271	-0.2553
SD	0.4030	0.8147	0.1703
FWT	0.7403	0.6073	-0.0190
TN	-0.5730	-0.5902	0.4409
LN	0.0906	-0.2976	0.8289
LL	0.7971	0.4668	-0.1736
LW	0.2905	0.5820	-0.1817
LT	-0.0432	0.8443	-0.0628
LA	0.7381	0.5800	-0.2147
LG	0.2361	-0.1708	-0.7841

<sup>1</sup> As shown in Table 2.

表 8. 狼尾草品種 (系) 農藝性狀與主成份係數

Table 8. Factor loadings of the three principal components and agronomic characters of napiergrass varieties (lines)

Agronomic characters <sup>1</sup>	PC1 <sup>2</sup>	PC2	PC3
FWC	0.1758	0.2040	0.5192
PHA	0.3099	-0.2856	0.2694
PHB	0.3573	-0.0506	0.2252
SD	0.2909	0.3710	-0.2402
FWB	0.3630	0.1931	0.0366
TN	-0.3561	0.1272	0.1271
LN	-0.1342	0.5250	0.3917
LL	0.3640	0.0445	0.1238
LW	0.2420	0.0443	-0.2288
LT	0.1916	0.1864	-0.5508
LA	0.3775	0.0430	0.0142
LG	0.1163	-0.6056	0.0837
Eigen value	6.4815	1.6421	1.3959
Cumulative contribution	0.5401	0.6770	0.7933

<sup>1</sup> As shown in Table 2.<sup>2</sup> PC: principal component

表 9. 參試狼尾草品種 (系) 之類群

Table 9. The varietal groups of napiergrass varieties (lines)

Group	Variety (Line)	Agronomic traits
I	9301、9302、Kinggrass、8876、nbm 3、nbm 2、nbm 16、nbm 31、nbm 34、nbm 36、nbm 37、nbm 39、nbm 41、cv.TS 5	Fresh weight per clone/ branch are heavy; The plant height is higher (PHA and PHB); Stem diameter is thickness; Length and area of leaf are larger; Width and thickness of leaf are larger.
II	A149、A7001、9501、9502、9503、9504、8801、nbm 16、nbm 27、nbm 30、nbm 38、nbm 43、cv.TS 2、cv.TS 4	Fresh weight per clone/ branch are heavy; The plant height is higher (PHA and PHB); Stem diameter is thickness; Length and area of leaf are larger; Width and thickness of leaf are smaller.
III	7728、cv.TS 1、cv.TS 3	Fresh weight per clone/ branch are light; The plant height is shorter (PHA and PHB); Stem diameter is thickness; Length, width, thickness and area of leaf are larger; Tiller number is numerous.
IV	7439、A146、7768、8814、nbm15	Fresh weight per clone/ branch are light; The plant height is shorter (PHA and PHB), Stem diameter is thin; Length, width, thickness and area of leaf are smaller; Tiller number is numerous.



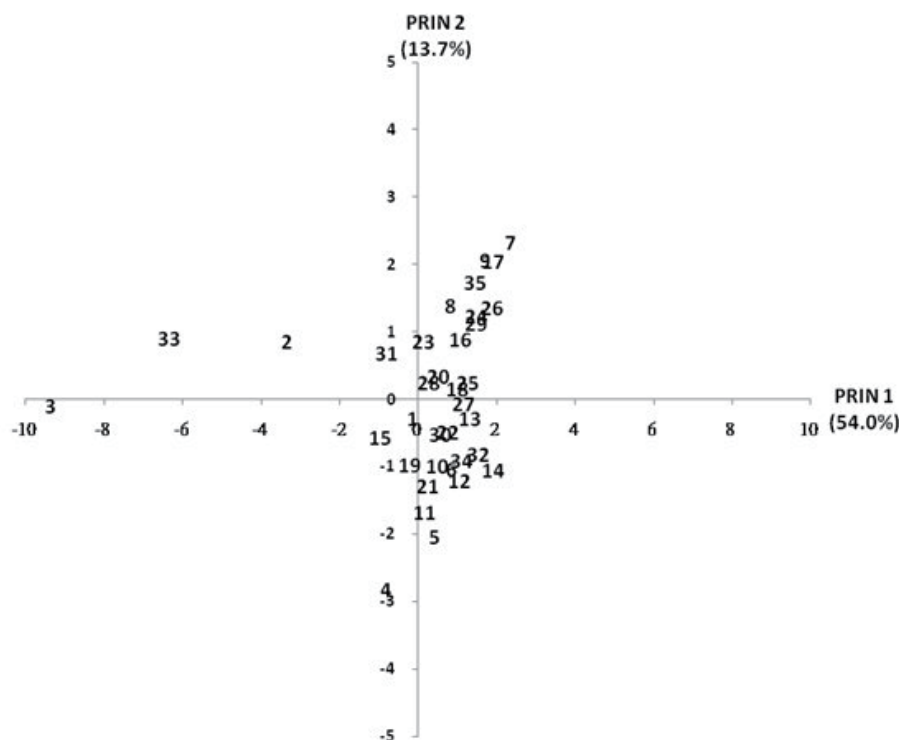


圖 1. 第一、二因子 35 個狼尾草參試材料之散佈圖。參試材料編號如表 1。

Fig. 1. Scatter diagram of 35 napiergrass on the plane defines by the first and second factors. Each number definition is the same as shown in Table 1.

豐富的種原是作物遺傳改良的基礎，維持種原的遺傳多樣化是種原保存與育種人員重要的工作項目之一，因此種原的搜集、保存及調查等在育種上是不可忽略的。本所保有的狼尾草包含多元的遺傳資源，染色體倍體數方面，包含三元體、四元體和六元體等三種；雜交後裔族群，包含狼尾草後裔、PMN 和 Kinggrass 等三類；依植株性狀，從高莖、矮莖、粗莖、細莖等多種。畜產試驗所 1991 年由珍珠粟和狼尾草雜交後代，選育出臺畜草一號，為一全株無毛且矮性的品種；1996 年以狼尾草 A146 與 A149 之後裔中，選出高產的臺畜草二號，可利用狼尾草收穫機收穫，成為目前主要栽培品種；2011 年命名的狼尾草臺畜草五號，是一全株呈現紫色的品種，富含花青素等機能性物質，經調製後可供作食品使用。本研究在相同的管理及生育環境下，調查各狼尾草種原之農藝性狀，結果顯示多為高株中莖型的品種(系)，可為日後選育不同特性種原之參考，如紫色種矮莖細莖型，或提供育種者擬定適合的雜交親本，以及做為開發狼尾草品種檢定方法及性狀表之用。

## 結 論

本研究針對 30 個狼尾草品種及 5 個品種建立農藝性狀資料，調查 12 個性狀在各品種(系)具有差異，以高株型品種(系)占較大的比例，亦有矮株型品種(系)，其他品種(系)具有高分蘗性、細莖等特性。

## 致 謝

本試驗承行政院農業委員會經費支持(102 品種檢定 -2.1- 品 -01)。本試驗期間承行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組前組長許福星博士、成游貴博士、林正斌博士之建議及同仁之協助，謹申萬分謝忱。

## 參考文獻

王仁助、鄭書杏、劉雲聰、張嘉滿、張訓堯、張素貞。2010。利用主成份分析進行草莓品種評估參數之標準化。臺灣農學會報 11：105-120。

- 王紓愍、吳昭慧、成游貴。2000。紫色狼尾草與狼尾草臺畜草二號牧草產量及品質之比較 1. 生育週數及刈刈時間的影響。畜產研究 33：263-272。
- 行政院農業委員會種苗改良繁殖場。2009。植物品種及種苗法令彙編。pp. 1。行政院農業委員會農糧署。南投。
- 成游貴。2004。狼尾草。畜產生物資源。行政院農業委員會畜產試驗所專輯第 89 號：66-67。
- 成游貴、吳建福、羅國棟、唐清岑、張溪泉、陳文、黃耀興、卜瑞雄。1992。狼尾草育種改良。畜產研究 25：151-170。
- 成游貴、陳嘉昇、吳建福。1995。矮性狼尾草產量與品質之改良。畜產研究 28：285-294。
- 成游貴、陳嘉昇、王紓愍、張溪泉、陳玉燕、黃耀興、陳文。2001。不同倍數性矮性狼尾草產量與品質研究。畜產研究 34：29-36。
- 成游貴、王紓愍、陳嘉昇。2003。狼尾草育種—紫色狼尾草種原性狀之研究。畜產研究 36：181-191。
- 成游貴、王紓愍、陳玉燕。2006。綠色種與紫色種狼尾草雜交種之品質與產量性狀研究。畜產研究 39：35-46。
- 李清水、李瑞興。1995。烏豆品種 (系) 農藝性狀之變異及各性狀間之關係。中華農學會報 新第 170 期：48-60。
- 吳東鴻、成游貴。2010。狼尾草品系之 ISSR 親緣分析。畜產研究 43：59-71。
- 黃嘉。1990。臺灣牧草之回顧及展望。臺灣牧草研究研討會專輯 19-25。
- 陳皇丞、林正斌、李姿蓉、侯金日。2014。臺灣地區紫色狼尾草農藝性狀變異之研究。畜產研究 47：129-144。
- Dowling, C. D., B. L. Burson and R. W. Jessup. 2014. Marker-assisted verification of kinggrass (*Pennisetum purpureum* Schumach.  $\times$  *P. glaucum* [L.] R. Br). Plant Omics J. 7: 72-79.
- Lin, M. S. and S. F. Lin. 1994. Pedigree analysis of soybean varieties. Bot. Bull. Acad. Sin. 35: 87-93.
- Liu, G. D., C. J. Bai, D. J. Wang, K. X. Yi, J. S. Wei, H. X. He and J. S. Zhou. 2002. The Selection and utilization of Reyan No. 4 king grass. Acta Agrestia. Sin. 10: 92-96.
- Martel, E., D. De Nay, S. Siljak-Yakovlev, S. Brown and A. Sarr. 1997. Genome size variation and basic chromosome number in pearl millet and fourteen *Pennisetum* related species. J. Hered. 88: 139-143.
- Shen, C., X. Shang, X. Chen, Z. Dong and J. Zhang. 2012. Growth, chemical components and ensiling characteristics of king grass at different cuttings. African J. Biotech. 11: 12749-12755.
- Tcacenco, F. A. and G. N. Lance. 1992. Selection of morphological traits for characterization of elephant grass accessions. Trop. Grasslands 26: 145-155.
- van de Wouw, M., J. Hanson and S. Luethi. 1999. Morphological and agronomic characterization of a collection of napiergrass (*Pennisetum purpureum*) and *P. purpureum*  $\times$  *P. glaucum*. Trop. Grasslands 33: 150-158.
- Wang, D., J. A. Poss, T. J. Donovan, M. C. Shannon and S. M. Lesch. 2002. Biophysical properties and biomass production of elephant under saline conditions. J. Arid Environ. 52: 447-456.
- Wadi, A., Y. Ishii and S. Idota. 2003. Effects of the level of fertilizer input on dry matter productivity of napiergrass and kinggrass. Grassland Sci. 48: 490-503.
- Zhang, X. F., X. H. Zhang, B. Gao, Z. Li, H. Xia, H. F. Li and J. Li. 2014. Effect of cadmium on growth, photosynthesis, mineral nutrition and metal accumulation of an energy crop, king grass (*Pennisetum americanum*  $\times$  *P. purpureum*). Biomass Bioenergy 69: 179-187.

# Variation and correlation of agronomic traits of napiergrass <sup>(1)</sup>

Tzu-Rung Li <sup>(2)(3)</sup>

Received: Feb. 13, 2015; Accepted: Apr. 15, 2015

## Abstract

Napiergrass (*Pennisetum* spp.) is one of important forage crops grown in Taiwan. Thirty five varieties (lines) of napiergrass and their hybrids were used as materials for determining the variation among twelve agronomic traits. The results showed those of the coefficients of variation of the agronomic traits ranged from 5.9-47.8%. The tiller number (TN) was the highest with 47.8%, followed by the fresh weight per clone (FWC) with 24.1% and the leaf length (LL) was the lowest with 5.9% among all materials. According to the principal component analysis, napiergrass varieties (lines) could be classified into four groups. Group 1 and 2 were tall type with higher plant height and FWT. The former had bigger leaf area (LN) and thickness (LT) than the latter. Group 3 and 4 were dwarf type with short stem and more TN. The former had bigger stem diameter (SD) and LA than the latter. It is useful with the diverse sources of napiergrass germplasms to choose the optimum parents for cross breeding.

Key words: Napiergrass, Agronomic traits, Principal component analysis.

---

(1) Contribution No. 2224 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Division of Forage Crops, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 71246, Taiwan, R.O.C.

(3) Corresponding Author, E-mail: trli@mail.tlri.gov.tw.