

臺灣地區紫色狼尾草農藝性狀變異之研究⁽¹⁾

陳皇丞⁽²⁾ 林正斌⁽³⁾⁽⁴⁾ 李姿蓉⁽³⁾ 侯金日⁽²⁾

收件日期：102 年 9 月 10 日；接受日期：103 年 5 月 26 日

摘 要

紫色狼尾草為本土狼尾草原生品系之一。本研究收集自臺灣 15 縣市共 69 個樣品，調查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、葉緣毛群寬、葉緣毛群高度、葉鞘毛群長、葉舌毛群高、葉痕毛群高、莖節數及節間長等共 14 項農藝性狀，每樣品調查 3 次，樣品間之農藝性狀數據，利用統計分析農藝性狀間之變異。結果顯示，14 項農藝性狀彼此皆有顯著性的差異，分析性狀間彼此之相關係數，絕大部分性狀間呈現顯著性相關，如莖徑寬與葉數呈顯著正相關 ($P < 0.05$)；葉領株高與葉尖株高、莖徑寬、莖徑長、葉數、劍葉葉長、劍葉葉寬、葉緣毛群高、葉緣毛群寬、葉痕毛群高、節數及節間長呈極顯著 ($P < 0.01$) 正相關；節數與劍葉葉長 ($r = -0.31$) 及葉緣毛群高 ($r = -0.32$) 呈極顯著之負相關。綜合上述，紫色狼尾草由 14 項農藝性狀調查間之相關大部分、均達顯著之正相關或負相關，某些性狀可做為良好分類依據，如節數與葉緣毛群之負相關關係，爾後可依選拔目標對特定性狀進一步調查，以利育成新品種。

關鍵詞：紫色狼尾草、農藝性狀、變異性。

緒 言

狼尾草 (*Pennisetum purpureum* Schumach) 為禾本科 (Gramineae)，具二倍體及四倍體 ($2n = 4x = 28$) 多年生之牧草草種，並有很高的生物產量，原產於撒哈拉沙漠以南之非洲，在 20 世紀初從非洲引入南亞等地區，並且在亞洲、美洲、中東都有廣泛的栽培，狼尾草由於高產且生長迅速生物產量累積快，除了作為牧草用途外還可用於生產生質酒精 (Babu *et al.*, 2009; Muldoon and Pearson, 1979; Wang *et al.*, 2002)。臺灣之狼尾草於 1961 年由菲律賓引入臺灣，目前路邊常可見許多綠色野生種狼尾草，經利用野生種狼尾草為材料，已育成許多狼尾草品種供做飼料等用途，如狼尾草臺畜草一號、二號及三號 (成等, 1992; 1997; 2012b)。2011 年行政院農業委員會畜產試驗所更利用狼尾草臺畜草二號與臺灣野生之紫色狼尾草雜交，選育出紫色之狼尾草臺畜草五號 (成等, 2012a)。紫色狼尾草為臺灣野生狼尾草品系，其與一般綠色狼尾草相似，外觀除葉脈、中肋、葉緣、葉鞘、莖表皮及花穗紫色外，其餘性狀皆與綠色種相似。體細胞染色體之觀察結果，染色體數為 $2n = 28$ ，四元體，與栽培種綠色狼尾草相同 (成等, 2003)。

紫色狼尾草其分蘖數、乾物率、乾草產量、水溶性碳水化合物含量及葉部之試管乾物消化率 (in vitro dry matter digestibility, IVDMD) 均顯著低於現今之一主要狼尾草品種，但其抗氧化能力強 (成等, 2003)，富含花青素 (anthocyanin) (成等, 2012a)，故其仍可供做育種材料，做其他成分之研究 (成等, 2003)。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2119 號。

(2) 國立嘉義大學農藝學系。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組。

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

將物種馴化為作物供人為利用過程中，往往需要得知物種的基本型態及特徵，故調查物種之外表型態等農藝性狀常為首要的工作之一。陳等 (2007) 即調查及分析臺灣地區 115 個天竺草 (*Panicum maximum*) 之基本農藝性狀，Tcacenco and Lance (1992) 即對 9 個來自不同國家之狼尾草 (*P. purpureum*) 收集系及栽培品種，在營養生長期及生殖生長期進行農藝性狀調查，Van Dewouw *et al.* (1999) 對狼尾草和狼尾草與珍珠粟之雜交種 (*P. purpureum* × *P. glaucum*) 曾進行農藝性狀以及生長特性進行調查及歸群，亦有學者調查臺灣地區綠色之狼尾草農藝性狀 (侯等, 2011) 及利用簡單序列重複區間 (inter simple sequence repeat, ISSR) 技術，將臺灣地區之紫色狼尾草予以歸群 (陳等, 2012)。目前利用分子生物技術，如 ISSR 探討物種之遺傳變異是較準確及快速的方法，但設備昂貴，若利用農藝性狀調查仍是一可行且省錢的方法，並且有準確性 (陳等, 2007; Lin, 2008)。

本研究主要目的，在探討臺灣地區收集的紫色狼尾草收集樣品，調查農藝性狀及分析其變異特性。藉此，選出特殊農藝性狀做為爾後選育紫色狼尾草新品系之參考依據。

材料與方法

I. 試驗材料

本試驗所用之材料於 2010 – 2011 年間，於臺灣島內各縣市廣泛收集，每一樣品點至少取 9 株，利用全球衛星定位系統 (Global Positioning System, GPS) 定位及記錄每一採集地點之經度及緯度，並利用 ArcGIS 軟體繪製成圖 (圖 1)。

II. 試驗方法

- (i) 農藝性狀調查方法：將收集之 71 個地區樣品，種植於行政院農業委員會畜產試驗所 (臺南新化) 及備份於國立嘉義大學農藝學系 (嘉義市)，每一樣品分別取 3 扞插枝，種於直徑 30 公分盆鉢中，待其新分枝長出後，再每盆各取三扞插枝種於畜產試驗所飼料作物組試驗農場，試驗採用完全隨機設計 (complete random design, CRD)，三重複，因試驗期間樣品 33 及 47 死亡，故完整調查完的樣品為 69 個樣品，施肥及田間管理依照一般慣行法栽培管理，並於開花盛期進行植株性狀調查，試驗期間共調查二次，調查項目如下：最上葉領株高 (toppest height of last leaf collar, THC)、葉尖株高 (plant height of leaf tip, PHL)、莖徑長 (length of stem, LS)、莖徑寬 (width of stem, WS)、葉片數 (number of leaves, NL)、劍葉葉片長 (flag leaf length, FLL)、劍葉葉片寬 (flag leaf width, FLW)、葉緣毛群高 (height of leaf margin pubescence, HLMP)、葉緣毛群寬 (width of leaf margin pubescence, WLMP)、葉鞘毛群長 (length of leaf sheath pubescence, LLSP) (圖 1)、葉舌毛群高 (height of leaf ligule pubescence, HLLP)、葉痕毛群高 (height of leaf scar pubescence, HLSP)、莖節數 (number of nodes, NN)、節間長 (length between nodes, LN)。
- (ii) 數據資料整理：將農藝性狀所得資料以 Excel、Statistica 7.0 及 SAS 9.1 套裝軟體進行統計分析。

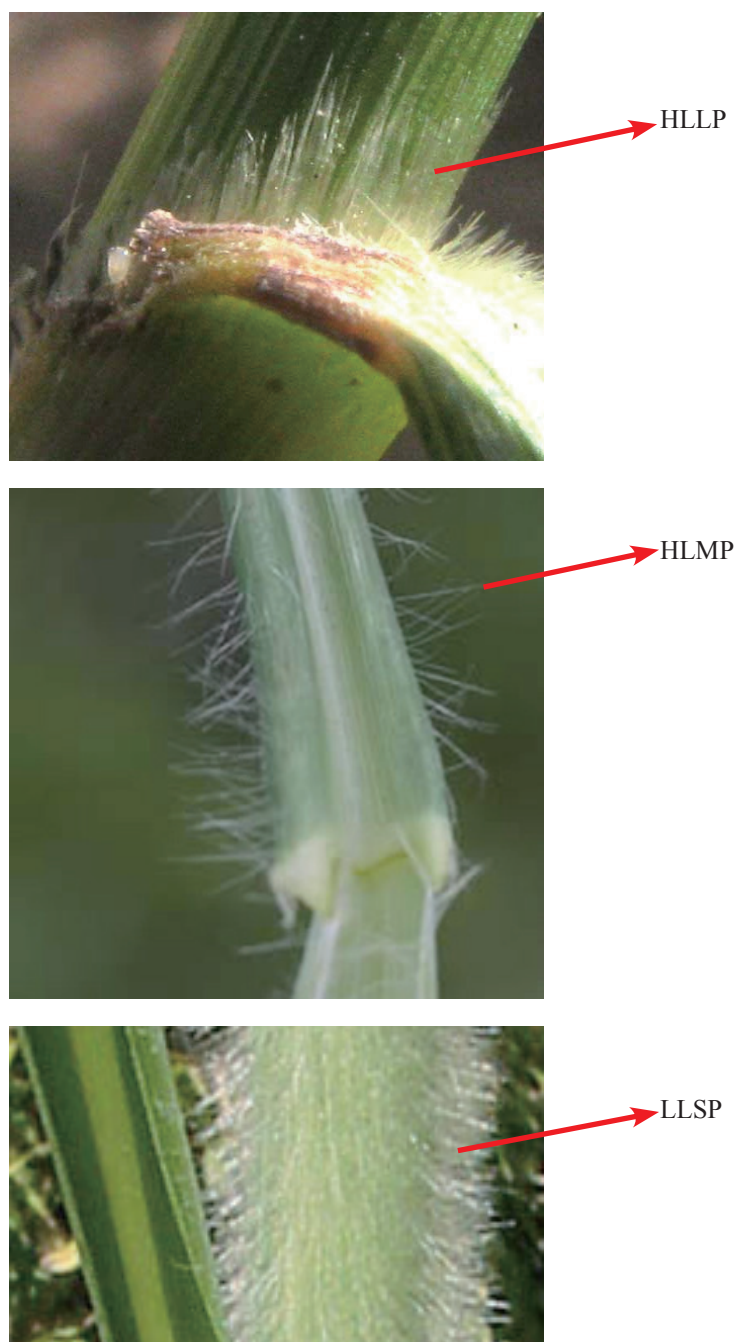


圖 1. 紫色狼尾草葉舌毛群高 (上)、葉緣毛群高 (中) 及葉鞘毛群長 (下)。

Fig. 1. The height of leaf ligule pubescence (HLLP) (up), height of leaf margin pubescence (HLMP) (middle) and length of leaf sheath pubescence (LLSP) (down) of purple napiergrass.

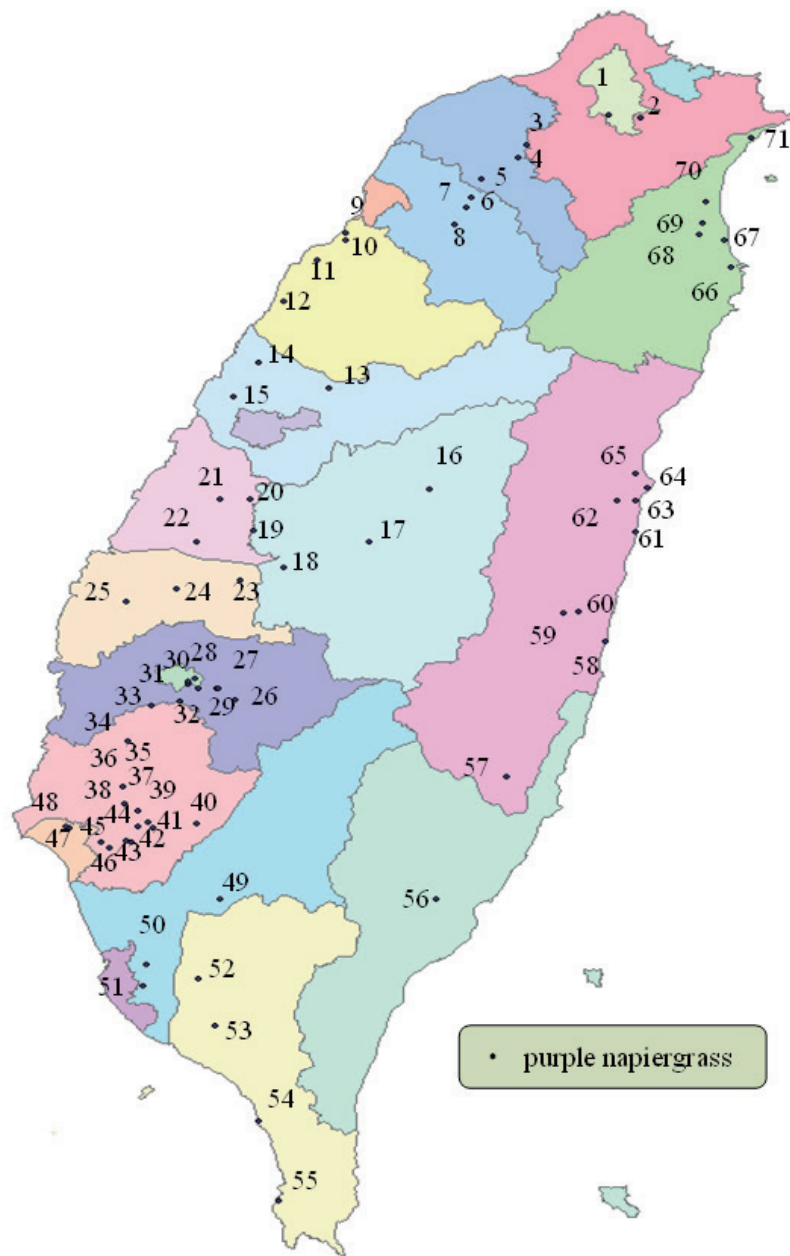


圖 2. 臺灣地區紫色狼尾草 71 個收集樣品取樣分佈圖。

Fig. 2. Collected sites for 71 samples of purple napiergrass in Taiwan.

結 果

I. 基本農藝性狀

收集得 71 個樣品，因樣品 33 及 47 於調查中死亡，故僅 69 個樣品資料供統計分析，調查 69 個紫色狼尾草之 14 項農藝性狀，含最上葉領株高、葉尖株高、莖徑長、莖徑寬、葉片數、劍葉葉片長、劍葉葉片寬、葉緣毛群高、葉緣毛群寬、葉鞘毛群長、葉舌毛群高、葉痕毛群高、莖節數和節間長 (表 1) 及其平均值、最大值、最小值和標準偏差 (表 2) 結果如下：

- (i) 最上葉領株高：以屏東地區編號 51 最高，平均為 213.33 cm，屏東地區編號 54 最低，平均為 35.20 cm。總平均為 150.30 cm。
- (ii) 葉尖株高：屏東地區編號 51 最高，平均為 333 cm，雲林地區編號 23 最低，平均為 106.20 cm。總平均為 258 cm。
- (iii) 莖徑長：嘉義地區編號 24 最高，平均 20.26 mm，臺中地區編號 15 最低，平均為 5.94 mm。總平均為 16.60 mm。
- (iv) 莖徑寬：嘉義地區編號 26 最高，平均為 24.75 mm，臺中地區編號 15 最低，平均為 6.78 mm。總平均為 19 mm。
- (v) 葉片數：彰化地區編號 21 最高，平均為 16 個，苗栗地區編號 10 最低，平均為 4 個。總平均為 11.20 個。
- (vi) 劍葉葉片長：苗栗地區編號 12 最高，平均為 137.73 cm，臺中地區編號 14 最低，平均為 51 cm。總平均為 103.70 cm。
- (vii) 劍葉葉片寬 (FLW)：南投地區編號 16 最高，平均為 4.43 cm，苗栗地區編號 10 最低，平均為 1.80 cm。總平均為 3.60 cm。
- (viii) 葉緣毛群高：花蓮地區編號 60 最高，平均為 13.30 cm，臺中地區編號 14 最低，平均為 1.25 cm。總平均為 7.90 cm。
- (ix) 葉緣毛群寬：臺東地區編號 56 最高，平均為 5.08 mm，臺中地區編號 15 最低，平均為 2.14 mm。總平均為 3.80 mm。
- (x) 葉鞘毛群長：苗栗地區編號 12 最高，平均為 13.20 cm，其次為臺南地區編號 44 及嘉義地區編號 26，分別為 6.85 cm 和 6.65 cm，其餘為 0。總平均為 0.38 cm。
- (xi) 葉舌毛群高：苗栗地區編號 12 最高，平均為 4.10 mm，宜蘭地區編號 66 最低，平均為 1.85 mm。總平均為 2.70 mm。
- (xii) 葉痕毛群高：嘉義地區編號 26 最高，平均為 2.95 mm，臺中地區編號 15 最低，平均為 0 mm。總平均為 1.30 mm。
- (xiii) 莖節數：臺南地區編號 44 最高，平均為 24.50 個，屏東地區編號 54 最低，平均為 6 個。總平均為 14 個。
- (xiv) 節間長：苗栗地區編號 12 最高，平均為 13 cm，屏東地區編號 54 最低，平均為 3.64。總平均為 9.50 cm。

表 2 顯示，葉緣毛群寬、葉舌毛群高及葉痕毛群高的標準偏差 (S.D.) 值最小，均僅 0.40，亦即其最準確，如葉緣毛群寬最大值為 5.10，最小為 2.10；葉舌毛群高最大值為 4.10，最小為 1.85；葉痕毛群高最大值為 2.10，最小為 0；而表 2 亦顯示葉尖株高之 S.D. 值最大。

II. 紫色狼尾草農藝性狀之變方分析

為探討紫色狼尾草收集系間各農藝性狀是否有顯著差異，將試驗結果經調查所得之紫色狼尾草資料進行變方分析，由表 3 之紫色狼尾草收集樣品間各種農藝性狀之差異。最上葉領株高、葉尖株高、莖徑長、莖徑寬、葉片數、劍葉長、劍葉寬、葉緣毛群高度及葉舌毛群高皆為超顯著差異 ($P < 0.001$)，在葉緣毛群高、葉鞘毛群長、節間長與葉痕毛群高呈極顯著差異，只有節數此性狀達顯著性 ($P < 0.05$) 差異，葉緣毛群寬、葉痕毛群高及節數達極顯著 ($P < 0.01$) 差異。

表 1. 紫色狼尾草族群樣品農藝性狀之平均值

Table 1. Means of agronomic characters of purple napiergrass from all samples

Location	Accession number	THC (cm)	PHL (cm)	LS (mm)	WS (mm)	NL (no.)	FLL (cm)	FLW (cm)
Taipei	1	139.33	259.83	14.02	16.20	9.83	107.27	3.70
	2	160.73	284.73	16.19	18.57	11.00	101.77	3.95
	3	161.02	283.27	16.63	19.78	11.11	117.04	3.80
Taoyuan	4	54.70	133.20	8.33	9.78	6.50	77.20	2.25
	5	159.78	279.93	16.54	20.46	11.56	114.91	3.80
Hsinchu	6	150.87	270.40	15.95	18.20	11.00	112.20	3.90
	7	184.33	311.67	18.20	20.92	11.33	124.27	3.93
	8	145.24	268.31	16.17	18.55	11.44	115.49	3.60
Miaoli	9	208.77	319.43	14.14	19.92	12.50	108.97	4.05
	10	83.20	174.40	12.40	12.08	4.00	84.20	1.80
	11	179.90	293.63	15.96	18.73	12.33	100.33	4.17
	12	151.73	289.87	16.53	19.89	11.33	137.73	4.17
Taichung	13	162.53	277.50	16.34	19.82	11.00	104.17	4.07
	14	99.40	149.80	9.25	11.44	11.00	51.00	2.10
	15	65.40	126.40	5.94	6.78	13.00	59.20	2.00
Nantou	16	182.30	298.20	17.90	20.79	12.67	112.07	4.43
	17	150.70	266.13	15.34	18.00	10.33	110.77	3.83
	18	170.60	297.73	18.02	21.89	11.67	120.33	4.20
	19	171.87	270.27	16.65	18.82	9.67	91.20	3.73
Changhua	20	62.27	140.87	9.50	11.34	8.33	79.40	2.47
	21	116.07	177.87	7.86	9.13	16.00	63.07	2.43
	22	210.87	318.07	17.68	20.18	14.00	103.90	4.20
Yunlin	23	45.80	106.20	7.27	9.89	7.00	61.40	1.90
	24	160.23	286.97	18.25	21.89	12.83	117.60	4.07
	25	131.27	255.33	16.52	19.28	10.33	120.60	3.73
Chiayi	26	166.03	305.20	20.84	24.75	13.00	135.43	4.35
	27	158.43	282.97	16.36	19.21	10.83	117.77	3.85
	28	167.20	291.67	14.99	17.75	10.00	111.60	4.20
	29	158.20	228.60	9.70	11.92	14.00	71.80	2.90
	30	211.80	333.73	19.63	22.93	12.17	101.87	4.30
	31	166.58	283.22	15.18	17.63	11.11	110.71	3.89
	32	145.33	261.00	19.94	23.49	10.67	107.67	3.93

表 1. 紫色狼尾草族群樣品農藝性狀之平均值 (續)

Table 1. Means of agronomic characters of purple napiergrass from all samples (con.)

Location	Accession number	THC (cm)	PHL (cm)	LS (mm)	WS (mm)	NL (no.)	FLL (cm)	FLW (cm)
Tainan	34	132.73	244.20	16.14	19.38	11.00	109.30	3.60
	35	155.82	270.67	14.94	17.33	10.33	109.58	3.79
	36	192.53	314.20	17.11	21.41	13.33	119.67	4.07
	37	157.69	275.80	17.12	20.49	11.78	113.33	3.59
	38	167.33	290.91	18.45	21.88	11.44	115.00	4.02
	39	97.93	205.60	14.18	16.26	8.67	97.00	3.60
	40	169.70	296.47	17.72	20.85	10.33	120.13	3.90
	41	193.83	301.30	16.58	19.35	13.33	103.40	4.08
	42	104.70	167.10	6.78	8.06	12.50	62.40	2.10
	43	80.70	158.80	8.53	10.04	10.00	76.80	2.45
	44	206.60	286.30	11.60	12.87	13.50	72.60	2.45
	45	151.10	270.77	18.60	21.18	11.00	114.40	3.73
	46	115.87	232.40	15.21	17.33	8.33	107.00	3.17
	48	170.47	303.60	20.54	23.75	10.67	123.00	4.03
Kaohsiung	49	181.20	298.47	14.76	16.79	10.67	110.40	4.00
	50	170.67	292.27	17.61	20.81	13.67	115.07	4.03
Pintung	51	213.33	333.00	17.35	20.43	12.33	111.33	4.17
	52	160.13	284.93	17.03	19.69	11.67	120.00	3.70
	53	190.07	305.15	16.60	20.04	13.50	109.33	4.18
	54	35.20	110.20	7.32	8.38	6.00	75.80	2.10
	55	187.73	305.77	16.42	19.25	13.33	111.83	4.13
Taitung	56	158.27	272.60	15.29	18.69	12.00	107.53	3.63
Hualian	57	171.07	293.97	19.00	22.04	11.67	119.43	3.87
	58	180.27	301.59	16.95	18.99	11.33	115.91	3.97
	59	183.53	307.58	18.18	21.64	11.00	120.27	4.09
	60	162.93	294.80	19.03	21.28	12.00	129.47	4.23
	61	128.65	247.07	14.54	17.27	10.50	109.43	3.88
	62	167.00	187.80	16.91	19.74	11.00	109.60	4.33
	63	170.22	284.89	17.60	20.86	11.78	110.78	4.01
	64	145.23	275.30	17.51	20.54	11.17	123.10	3.67
	65	159.04	286.64	18.40	22.11	12.33	121.27	4.06
	28	167.20	291.67	14.99	17.75	10.00	111.60	4.20
Yilan	66	113.30	166.00	10.84	11.74	15.00	53.80	2.85
	67	176.98	295.78	16.14	19.13	12.33	114.71	4.00
	68	107.20	171.40	13.57	15.63	6.00	68.20	2.50

表 1. 紫色狼尾草族群樣品農藝性狀之平均值 (續)

Table 1. Means of agronomic characters of purple napiergrass from all samples (con.)

Location	Accession number	THC (cm)	PHL (cm)	LS (mm)	WS (mm)	NL (no.)	FLL (cm)	FLW (cm)
Yilan	69	96.20	153.20	7.90	9.58	11.00	56.00	2.30
	70	180.27	298.90	18.49	21.37	11.67	111.87	4.33
	71	143.33	261.73	16.06	19.53	11.67	112.87	4.17

THC: toppest height of last leaf collar (最上葉領株高); PHL: plant height of leaf tip (葉尖株高); LS: length of stem (莖徑長); WS: width of stem (莖徑寬); NL: number of leaves (葉片數); FLL: flag leaf length (箭葉葉片長); FLW: flag leaf width (箭葉葉片寬).

表 1. 紫色狼尾草族群樣品農藝性狀之平均值 (續)

Table 1. Means of agronomic characters of purple napiergrass from all samples (con.)

Location	Accession number	HLMP (cm)	WLMP (mm)	LLSP (cm)	HLLP (mm)	HLSP (mm)	NN (no.)	LN (cm)
Taipei	1	7.73	3.73	0.00	2.73	1.03	10.50	10.45
	2	10.80	3.95	0.00	2.53	1.34	11.17	11.44
	3	10.39	3.73	0.00	2.62	1.29	12.67	10.04
Taoyuan	4	3.95	3.26	0.00	2.38	0.99	9.00	5.29
	5	8.70	4.02	0.00	2.71	1.35	13.67	9.97
Hsinchu	6	11.80	4.10	0.00	3.04	1.53	12.67	10.61
	7	8.43	4.11	0.00	2.84	1.43	12.67	12.82
	8	9.36	3.68	0.00	2.89	1.71	11.67	10.58
Miaoli	9	7.50	4.05	0.00	2.64	1.39	19.00	9.82
	10	8.50	4.19	0.00	2.59	0.00	10.00	7.64
	11	7.18	3.67	0.00	2.70	1.38	15.67	10.63
	12	11.13	3.87	13.20	4.10	1.99	10.00	12.98
Taichung	13	10.20	3.90	0.00	2.55	1.20	13.50	10.66
	14	1.25	2.95	0.00	2.15	0.98	18.50	4.46
	15	1.40	2.14	0.00	1.92	0.00	14.00	3.72
Nantou	16	10.97	3.89	0.00	2.79	1.57	14.83	10.6
	17	8.78	3.89	0.00	2.59	1.21	13.17	9.91
	18	11.23	3.89	0.00	2.58	1.49	13.00	11.73
	19	5.53	3.67	0.00	2.20	1.00	18.33	8.51
Changhua	20	2.37	2.90	0.00	2.14	1.26	8.33	5.58
	21	1.93	2.66	0.00	2.23	1.10	19.00	5.28
	22	6.17	3.42	0.00	2.41	1.54	21.50	8.85
Yunlin	23	1.90	3.57	0.00	2.06	0.98	7.00	5.23

表 1. 紫色狼尾草族群樣品農藝性狀之平均值 (續)

Table 1. Means of agronomic characters of purple napiergrass from all samples (con.)

Location	Accession number	HLMP (cm)	WLMP (mm)	LLSP (cm)	HLLP (mm)	HLSP (mm)	NN (no.)	LN (cm)
Yunlin	24	10.15	4.22	0.00	2.57	1.32	12.67	9.51
	25	8.53	3.91	0.00	3.14	1.60	10.00	12.07
Chiayi	26	9.88	4.06	6.65	3.80	2.05	12.67	11.22
	27	11.25	4.04	0.00	2.75	1.69	11.67	12.05
	28	7.40	3.94	0.00	3.11	1.39	12.00	10.84
	29	2.90	3.37	0.00	2.75	1.34	23.00	5.99
	30	6.42	3.70	0.00	2.22	1.23	21.50	9.23
Chiayi	31	9.32	3.90	0.00	2.86	1.40	14.00	10.34
	32	9.00	4.50	0.00	2.64	0.99	12.33	10.00
Tainan	34	7.15	3.47	0.00	2.87	1.23	10.67	10.64
	35	10.37	3.36	0.00	2.73	1.61	12.11	10.76
	36	10.93	4.19	0.00	2.95	1.27	15.33	10.87
	37	11.06	3.74	0.00	2.73	0.93	12.44	11.05
	38	11.84	3.71	0.00	2.73	1.44	12.67	11.48
	39	6.13	3.91	0.00	2.64	0.72	9.00	9.04
	40	8.82	4.19	0.00	2.74	1.23	12.00	12.42
	41	7.80	3.79	0.00	2.40	1.34	17.17	10.41
	42	2.15	3.31	0.00	2.22	0.83	22.50	4.17
	43	2.05	3.93	0.00	2.45	1.42	10.50	6.12
	44	1.40	3.31	6.85	3.07	1.34	24.50	7.86
	45	7.18	4.07	0.00	2.61	1.19	13.83	9.64
	46	8.73	3.91	0.00	2.99	1.67	7.67	12.79
	48	12.40	4.32	0.00	2.70	1.19	11.33	12.46
Kaohsiung	49	9.67	4.09	0.00	3.07	1.55	13.33	11.63
	50	11.53	3.56	0.00	2.53	1.19	16.00	9.55
Pintung	51	1.47	3.42	0.00	2.88	1.92	17.00	11.81
	52	11.20	4.05	0.00	3.06	1.59	12.67	10.43
	53	8.27	3.72	0.00	2.91	1.60	17.17	9.85
	54	2.20	3.62	0.00	2.42	1.39	6.00	3.64
	55	8.02	3.39	0.00	2.50	1.17	18.67	9.14
Taitung	56	12.50	5.08	0.00	3.32	1.69	14.00	10.08
Hualian	57	10.60	4.12	0.00	2.72	1.60	13.83	10.66
	58	8.86	3.81	0.00	2.64	1.43	14.56	10.87

表 1. 紫色狼尾草族群樣品農藝性狀之平均值 (續)

Table 1. Means of agronomic characters of purple napiergrass from all samples (con.)

Location	Accession number	HLMP (cm)	WLMP (mm)	LLSP (cm)	HLLP (mm)	HLSP (mm)	NN (no.)	LN (cm)
Hualian	59	9.88	3.92	0.00	2.60	1.20	14.56	10.94
	60	13.30	4.02	0.00	3.05	1.82	12.00	11.25
	61	8.78	3.90	0.00	2.76	1.02	12.50	8.86
	62	9.43	3.90	0.00	2.72	1.37	12.67	11.95
	63	8.83	3.83	0.00	2.69	1.50	14.89	9.80
	64	10.02	4.05	0.00	2.81	1.49	12.17	10.46
	65	10.08	4.11	0.00	2.82	1.36	11.78	11.46
Yilan	66	2.65	2.70	0.00	1.85	0.83	17.00	6.16
	67	9.64	3.81	0.00	2.62	1.48	15.56	10.07
	68	1.50	3.76	0.00	2.07	0.00	22.00	4.54
	69	2.50	2.75	0.00	2.19	0.58	19.00	4.27
	70	10.00	3.95	0.00	2.93	1.39	17.83	9.03
	71	9.13	4.17	0.00	3.06	1.43	13.33	9.27

HLMP: height of leaf margin pubescence (葉緣毛群高); WLMP: width of leaf margin pubescence (葉緣毛群寬); LLSP: length of leaf sheath pubescence (葉鞘毛群長); HLLP: height of leaf ligule pubescence (葉舌毛群高); HLSP: height of leaf scar pubescence (葉痕毛群高); NN: number of nodes (莖節數); LN: length between nodes (節間長).

表 2. 紫色狼尾草樣品之 14 項農藝性狀平均值、最大值、最小值和標準偏差

Table 2. The mean value, maximal value, minimal value and standard deviation of the 14 agronomic traits for purple napiergrass

Agronomic trait	Mean	S.D.	Min.	Max.
THC ^{&} (cm)	150.3	40.1	35.2	213.3
PHL (cm)	258.0	58.8	106.2	333.7
LS (mm)	16.6	4.0	6.4	22.8
WS (mm)	19.0	3.6	6.7	26.7
NL (no.)	11.2	2.0	4.0	16.0
FLL (cm)	103.7	21.0	51.0	137.7
FLW (cm)	3.6	0.7	1.8	4.0
HLMP (cm)	7.9	3.4	1.3	13.3
WLMP (mm)	3.8	0.4	2.1	5.1
LLSP (cm)	0.4	1.9	0	13.2
HLLP (mm)	2.7	0.4	1.9	4.1
HLSP (mm)	1.3	0.4	0	2.1
NN (no.)	14.0	3.9	6.0	24.5
LN (cm)	9.5	2.5	3.6	13.0

[&]: As shown in Table 1.

表 3. 紫色狼尾草農藝性狀之變方分析

Table 3. Mean square of the analysis of variance of agronomic traits on purple napiergrass

Agronomic trait	Line	Error
df	69	46
THC ^{&} (cm)	2,005.25 ^{***}	697.35
PHL (cm)	4,065.42 ^{***}	628.44
LS (mm)	16.02 ^{***}	4.12
WS (mm)	22.55 ^{***}	5.92
NL (no.)	4.87 ^{***}	1.59
FLL (cm)	508.17 ^{***}	67.98
FLW (cm)	0.61 ^{***}	0.08
HLMP (cm)	13.86 ^{***}	4.49
WLMP (mm)	0.23 ^{**}	0.11
LLSP (cm)	4.41 ^{**}	1.92
HLLP (mm)	1.53 ^{***}	0.07
HLSP (mm)	0.18 ^{**}	0.08
NN (no.)	19.57 [*]	10.58
LN (cm)	1,672.64 ^{**}	706.07

^{*}, ^{**}, ^{***}: Indicating the significant difference at 5% ($P < 0.05$), 1% ($P < 0.01$) and 0.1% ($P < 0.001$) level, respectively.

[&]: As shown in Table 1.

III. 農藝性狀之相關關係

藉由性狀彼此間相關係數 (表 4)，可以解釋兩性狀間之相互影響關係，也可作為間接選拔之依據，結果如下：

- (i) 最上葉領株高：葉領株高與葉尖株高、莖徑寬、莖徑長、葉數、劍葉葉長、劍葉葉寬、葉緣毛群高、葉緣毛群寬、葉痕毛群高、節數及節間長呈極顯著 ($P < 0.01$) 正相關。
- (ii) 葉尖株高：葉尖株高與莖徑寬、莖徑長、葉數、劍葉葉長、劍葉葉寬、葉緣毛群高、葉緣毛群寬、葉痕毛群高及節間長呈極顯著正相關。
- (iii) 莖徑長：莖徑長與劍葉葉長、劍葉葉寬、葉緣毛群高、葉緣毛群長、葉痕毛群高及節間長呈極顯著正相關；與葉數呈顯著 ($P < 0.05$) 正相關。
- (iv) 莖徑寬：莖徑寬與莖徑長、劍葉葉長、劍葉葉寬、葉緣毛群高、葉緣毛群長、葉痕毛群高及節間長呈極顯著正相關；與葉數呈顯著正相關。
- (v) 葉數：葉數與劍葉葉寬、葉痕毛群高、節數及節間長呈極顯著正相關；與葉舌毛群高呈顯著負相關。
- (vi) 劍葉葉長：劍葉葉長與劍葉葉寬、葉緣毛群高、葉緣毛群長、葉痕毛群高及節間長呈極顯著正相關；與節數呈極顯著負相關 ($r = -0.31$)。
- (vii) 劍葉葉寬：劍葉葉寬與葉緣毛群高、葉緣毛群長、葉痕毛群高及節間長呈極顯著正相關。
- (viii) 葉緣毛群高：葉緣毛群高與葉緣毛群寬、葉痕毛群高及節間長呈極顯著正相關；與節數呈極顯著負 ($r = -0.32$) 相關。
- (ix) 葉緣毛群寬：葉緣毛群寬與葉痕毛群高及節間長呈極顯著正相關。
- (x) 葉緣毛群長：葉緣毛群長與葉痕毛群高及節間長呈極顯著正相關；與節數呈顯著負相關。
- (xi) 葉鞘毛群長：葉鞘毛群長與葉痕毛群高呈極顯著正相關。
- (xii) 葉痕毛群高：葉痕毛群高除與葉鞘毛群長呈顯著相關外，其餘均為極顯著正相關。
- (xiii) 節數：節數與葉領株高及葉尖株高呈極顯著正相關，相關係數分別達 0.98 及 0.88。
- (xiv) 節間長：節間長與葉領株高及葉間株高呈極顯著正相關，相關係數分別達 0.98 及 0.88。

表 4. 紫色狼尾草農藝性狀間之相關係數
Table 4. Correlation coefficients between agronomic traits of purple napiergrass

	THC	PHL	LS	WS	NL	FLL	FLW	HLMP	WLMP	LLSP	HLLP	HLSP	NN	LN
THC ^{&}	1													
PHL	0.93**	1												
LS	0.75**	0.85**	1											
WS	0.76**	0.86**	0.98**	1										
NL	0.59**	0.46**	0.23*	0.27*	1									
FLL	0.63**	0.81**	0.88**	0.88**	0.16	1								
FLW	0.81**	0.88**	0.89**	0.90**	0.40**	0.86**	1							
HLMP	0.51**	0.68**	0.78**	0.78**	0.13	0.86**	0.75**	1						
WLMP	0.38**	0.52**	0.65**	0.66**	-0.18	0.68**	0.55**	0.69**	1					
LLSP	0.09	0.11	0.05	0.06	0.10	0.15	0.04	0.02	0.01	1				
HLLP	-0.10	-0.08	-0.06	-0.06	-0.23*	0.07	-0.05	0.04	0.04	0.15	1			
HLSP	0.50**	0.58**	0.49**	0.52**	0.35**	0.64**	0.60**	0.47**	0.38**	0.27*	0.12	1		
NN	0.44**	0.19	-0.05	-0.04	0.55**	-0.31**	-0.01	-0.32**	-0.30*	0.01	-0.23	-0.16	1	
LN	0.98**	0.88**	0.69**	0.70**	0.59**	0.53**	0.75**	0.41**	0.31**	0.09	-0.15	0.44**	0.54**	1

* **: Indicates the significant difference at 5% and 1% level, respectively. (n = 69)
&. As shown in Table 1.

討 論

臺灣位處熱帶與亞熱帶季風氣候區，中央山脈貫穿全島，使地形多變，故地域間之氣候有明顯的差異，足以影響植物種群的變化(陳等，2000)。農藝性狀除了受到品種遺傳形質之控制外，亦容易受栽培環境之影響。故本研究將紫色狼尾草收集品系於2011年間種植於行政院農業委員會畜產試驗所試驗田中，將收集品系種植於同一地點將可剔除部分環境的影響(姜，1999)。試驗調查所得之紫色狼尾草資料進行變方分析，由表2可得知所有紫色狼尾草品系間各種農藝性狀之差異。最高葉領株高、葉尖株高、莖徑寬、莖徑長、葉數、葉、葉寬、葉緣毛群高度以及葉舌毛群高皆為超顯著($P < 0.001$)差異，而在葉緣毛群高、葉鞘毛群長與葉痕毛群高達極顯著差異，其中節數也呈顯著差異的現象。陳等(2007)即調查臺灣地區41個天竺草和74個天竺草之變種綠天竺草基本農藝性狀，並將試驗所得資料進行變方分析，在綠天竺草之分析結果顯示，花序長度、百粒重、分蘖數、劍葉葉鞘長、莖頂株高及節數皆呈顯著差異，天竺草分析結果分蘖數、莖頂株高、葉尖株高、劍葉葉片長、百粒重、穗長、劍葉葉片寬、節數、穗軸長度、劍葉葉鞘長及花序長度皆呈顯著差異；劉等(2001)指出黃秋葵之11個品種農藝性狀調查結果亦呈現極顯著之差異，表示品種間均有顯著差異。Tcacenco and Lance (1992)報告中指出狼尾草收集系的營養生長期及生殖生長期依據89種外表型態特徵進行調查，並進行變方分析，結果表示在生殖生長期時，幾乎所有樣品狼尾草間之性狀有顯著上的差異。本試驗結果也顯示蒐集而來之紫色狼尾草品系，在農藝性狀上大都呈現顯著之差異性(表3)，表示紫色狼尾草收集系之間有很大的歧異度存在，此與上述學者之研究結果相似。

性狀間之相關係數，一般為表示兩性狀之個別關係亦可顯示出性狀間獨立和直線關係程度的關聯，藉由相關分析了解性狀間彼此影響之程度，可做為間接選拔之參考。王等(2010)曾將各品種草莓之評估參數利用主成份分析予以標準化，則可得知主成分下各品種間之相似度，並做為選拔之參考。本報告所調查之性狀藉由性狀彼此間相關係數(表4)，可解釋兩性狀間之相互影響關係，也可作為間接選拔之依據。本試驗調查紫色狼尾草樣品之14項農藝性狀(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、葉緣毛群分布、葉緣毛群高度、葉鞘毛群長、葉舌毛群高、葉痕毛群高、莖節數及節間長)之相關關係，紫色狼尾草兩性狀間有顯著或極顯著正相關者為：葉領株高與葉尖株高、莖徑寬、莖徑長、葉數、劍葉葉長、劍葉葉寬、葉緣毛群高、葉緣毛群寬、葉痕毛群高、節數及節間長；葉尖株高與莖徑寬、莖徑長、葉數、劍葉葉長、劍葉葉寬、葉緣毛群高、葉緣毛群寬、葉痕毛群高及節間長；莖徑寬與莖徑長、葉數、劍葉葉長、劍葉葉寬、葉緣毛群高、葉緣毛群長、葉痕毛群高及節間長；莖徑長與葉數、劍葉葉長、劍葉葉寬、葉緣毛群高、葉緣毛群長、葉痕毛群高及節間長；葉數與劍葉葉寬、葉舌毛高、葉痕毛群高、節數及節間長；劍葉葉長與劍葉葉寬、葉緣毛群高、葉緣毛群長、葉痕毛群高及節間長；劍葉葉寬與葉緣毛群高、葉緣毛群長、葉痕毛群高及節間長；葉緣毛群高與葉緣毛群長、葉痕毛群高及節間長；葉緣毛群長與葉痕毛群高及節間長；葉鞘毛群長與葉痕毛群高；葉痕毛群高與節間長；節數與節間長。而劍葉葉長、葉緣毛群高及葉緣毛群長與節數呈現顯著或極顯著之負相關，其餘性狀間則相關不顯著，即顯示選拔箭葉越長則葉緣毛群則越短及葉緣毛群短則節數將越多，此等一值得利用之評估指標。Van Dewouw *et al.* (1999)提到狼尾草毛群性狀，在很多品系之間存有極大的變異，而在評估草種是否能作為良好牧草，毛絨的多寡常是評估的性狀之一，然而藉由相關性分析可了解性狀間相互影響之程度，在選拔的目標上也可以較為明確。Tcacenco and Lance (1992)也表示莖徑寬度、葉部毛群、莖節數以及葉片長寬比等，皆可作為良好的選拔性狀。Ellstrand and Elam (1993)；Lande and Shannon (1996)指出植物會因環境上的差異造成遺傳演化上的改變，進而影響型態等發育特徵。因紫色狼尾草為一異質四倍體之種，故在不同環境或不同人為影響條件下，同基因型會產生不同的外表變異去適應環境，故可保存性狀差異性，做為良好的育種材料。

結 論

本研究探討臺灣地區紫色狼尾草族群遺傳歧異度，農藝性狀部分，紫色狼尾草收集系之14項農藝性狀皆有顯著差異存在，某些性狀可做為良好分類依據及育種評估指標，如選拔箭葉及葉緣毛群長度與節數呈負相關關係，此等乃值得利用之評估指標。此性狀差異性，爾後可依選拔目標對特定性狀進一步調查，育

成新品種。綜合上述試驗資料結果，或許可以分子標誌搭配農藝性狀差異及成分差異對此紫色狼尾草收集系進行選拔，以利後續育成優良品種。

誌 謝

本試驗期間承行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組許福星組長、成游貴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。
- 成游貴、吳建福、羅國棟、唐清芬、張溪泉、陳文、黃耀興、卜瑞雄。1992。狼尾草育種。畜產研究 25：151-170。
- 成游貴、黃耀興、陳嘉昇、李美珠。1997。地區性狼尾草品系選拔及飼養模式之研究。畜產研究 30：171-181。
- 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、李姿蓉、林正斌。2012a。狼尾草 5 號之多元利用。畜產專訊 79：12-13。
- 成游貴、林正斌、李姿蓉。2012b。國產芻料新尖兵：高品質狼尾草三號之應用。畜產專訊 80：8-9。
- 侯金日、蘇建安、林正斌。2011。臺灣狼尾草 (*Pennisetum purpureum*) 收集系農藝性狀之群叢分析。中華民國雜草彙刊 32：103-115。
- 姜金龍。1999。臺灣野生仙草種內族群間變異之研究。國立中興大學博士論文。臺中市。
- 陳美如、侯金日、林正斌、侯新龍。2007。臺灣地區天竺草 (*Panicum maximum*) 農藝性狀分群之研究。中華民國雜草彙刊 28：37-58。
- 陳紫淵、胡澤寬、黃秋蘭、吳詩都、曾富生。2000。臺灣地區百慕達草 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) 種內變異之研究。農林學報 49：19-31。
- 陳煌丞、林明村、李姿蓉、侯金日、林正斌。2012。利用 ISSR 分子標誌檢測臺灣紫色狼尾草 (*Pennisetum purpureum* Schum) 遺傳歧異度。中華民國雜草彙刊 33：77-90。
- 劉敏莉、郭介煒、吳詩都。2001。黃秋葵種原之數量性狀變異研究。行政院農業委員會高雄區農業改良場研究彙報 12：55-62。
- Babu, C., J. Sundaramoorthi, G. Vijayakumar and S. G. Ram. 2009. Analysis of genetic diversity in napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum) as detected by RAPD and ISSR markers. J. Plant Biochem. Biotechnol. 18: 181-187.
- Ellstrand, L. C. and D. R. Elam. 1993. Population genetic consequences of small population size: Implications for plant conservation. Annu. Rev. Ecol. Syst. 24: 217-242.
- Lande, R. and S. Shannon. 1996. The role of genetic variation in adaptation and population persistence in a changing environment. Evolution 50: 434-437.
- Lin, J. P. 2008. Study on the genetic of *Panicum maximum* in Taiwan by using inter simple sequence repeat (ISSR). 13th AAAP Animal Science Congress p.403. Vietnam.
- Muldoon, D. K. and C. J. Pearson. 1979. The hybrid between *Pennisetum americanum* and *Pennisetum purpureum*. Herb. Abstr. 49: 189-199.
- Tcacenco, F. A. and G. N. Lance. 1992. Selection of morphological traits for characterization of elephant grass accessions. Trop. Grasslands 26: 145-155.
- Van Dewouw, M., J. Hanson and S. Luethi. 1999. Morphological and agronomic characterisation of a collection of napiergrass (*Pennisetum purpureum*) and *P. purpureum* × *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 grass under saline conditions. *J. Arid Environ.* 52: 447-456.

Study on diversity of agronomic traits of purple napiergrass in Taiwan⁽¹⁾

Huang-Cheng Chen ⁽²⁾ Jeng-Bin Lin ⁽³⁾⁽⁴⁾ Tzu-Rung Li ⁽³⁾ and Chin-Jin Hou ⁽²⁾

Received: Sep. 10, 2013; Accepted: May 26, 2014

Abstract

Purple napiergrass is a subspecies of *Pennisetum purpureum*. The 69 samples of purple napiergrass, collected from 15 counties in Taiwan, were determined the diversity using agronomic traits in this study. The present experiment evaluated 14 agronomic traits, i.e. toppest height of last leaf collar (THC), plant height of leaf tip (PHL), length of stem (LS), width of stem (WS), number of leaves (NL), flag leaf length (FLL), flag leaf width (FLW), height of leaf margin pubescence (HLMP), width of leaf margin pubescence (WLMP), length of leaf sheath pubescence (LLSP), height of leaf ligule pubescence (HLLP), height of leaf scar pubescence (HLSP), number of nodes (NN), length between nodes (LN). Three plants were determined for each sample. The result showed that the 14 agronomic traits were significantly different among samples. Most of the correlation coefficients between the agronomic traits showed significant correlations ($P < 0.05$). The correlation coefficients between WS and NL showed significantly positive correlation. Further, those between THC and PHL, LS, WS, NL, FLL, FLW, HLMP, WLMP, HLSP, NN and LN showed significantly were positive correlations ($P < 0.01$). The correlation coefficients between NN and FLL and HLMP were significantly negative with -0.31 and -0.32, respectively. Therefore, the correlation coefficient between NN and HLMP might be used as the selection index for purple napiergrass breeding.

Key words: Purple napiergrass, Agronomic traits, Diversity.

(1) Contribution No. 2119 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Agronomy Department National Chiayi University, Taiwan, R.O.C.

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

(4) Corresponding author, E-mail: jblin@mail.tlri.gov.tw.