

芻料高粱墾丁一號之育成⁽¹⁾

張敏郎⁽²⁾⁽⁴⁾ 廖麗貞⁽³⁾

收件日期：108 年 6 月 3 日；接受日期：108 年 7 月 17 日

摘 要

為因應氣候變遷下芻料之栽培與生產，芻料高粱 (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) 墾丁一號 (*Sb* cv. KT1) 為行政院農業委員會畜產試驗所新育成芻料用高粱新品種。本品種具生育快速、早熟、抗倒伏與牧草產量高等特性，適合臺灣地區春夏季高溫多雨季節栽培，且後續宿根栽培芻料產量亦高，可調製品質優良青貯料利用。夏季多雨期間栽培芻料高粱可替代不適栽培之青割玉米，穩定供應夏季芻料，並銜接秋冬季青割玉米。本品種命名前品系代號 FSH01，為高莖型植株，白色籽實偶帶紅斑點品系，對葉斑病、銹病及玉米螟具抗性，但對紋枯病呈中度感病。芻料高粱 FSH01 品系於 2011 年從自然逢機雜交後裔族群中，依農藝性狀等外表生育特性進行優良外表型選育而得。本品系經各級比較試驗、區域試驗及地方試作後，顯示具高產、耐病蟲害、耐旱及耐湛水等優良生育特性。本品種春作牧草產量高，植株高大且抗倒伏，耐濕性強，夏作宿根產量高，極適合臺灣地區春夏秋作栽培。FSH01 品系於 107 年 11 月 2 日經品種命名審查委員會通過，命名為芻料高粱墾丁一號。

關鍵詞：芻料高粱、農藝性狀、選育、新品種。

緒 言

近年來受地球暖化及氣候變遷等不利環境因子嚴重影響農業生產，芻料作物生產也無可避免面臨這些逆境，因此，尋求低需水量、耐旱、耐湛水及耐環境逆境的優良芻料作物種類顯得更為重要 (Getachew *et al.*, 2016)。高粱屬作物具極佳耐旱特性，其生育期間之需水量僅有玉米的 30 – 50%，並可適應各種不同地區與環境栽培 (Saeed and El-Nadi, 1998; Pedersen and Rooney, 2004; Marsalis *et al.*, 2009; 2010; Vaailakoglou *et al.*, 2011; Jahanzad *et al.*, 2013)。雖然傳統上認為其消化率與乾物率較低，營養價值相對低於青割玉米，但近年來國外畜牧業發展興盛國家，針對芻料高粱品種選育已大幅改良提升其品質 (Kalton, 1988; Bean *et al.*, 2013; Getachew *et al.*, 2016)。高粱通常依用途可區分成兩大類：穀粒型與芻料型。芻料型高粱又可再細分四種類型：芻料高粱 (含雜交種)、蘇丹草、高粱－蘇丹雜交種與甜高粱。不同芻料型高粱間之農藝性狀、生育特性與營養價值均不相同 (Pedersen, 1996; Whitfield *et al.*, 2012)。作為飼料利用的芻料高粱為 C4 型禾本科作物，耐乾旱且再生能力強，於管理粗放的邊際地區亦能生長良好，現今許多畜牧業發達的國家，均已普遍利用於芻料的供應，以作為牲畜能量的主要來源 (Bahrani and Deghani-Ghenatghehstani, 2004; Ayub and Shoaib, 2009; Bean *et al.*, 2013)。為配合臺灣地區畜牧業發展，提供青割玉米以外能有更多不同芻料作物種類選擇，畜產試驗所於民國 78 年即著手進行芻料用高粱屬品系選育，於民國 84 年選育出蘇丹草 (*Sorghum sudanense* Stapf) 臺畜草 1 號推廣 (蕭等, 1997)。另為配合生質能源發展政策，於民國 98 年另選育出多用途的甜高粱臺畜 1 號推廣栽培 (陳等, 2017)。近年來為因應氣候變遷環境下芻料作物的栽培利用，畜產試驗所恆春分所為選育適應本土生育環境且具高產潛力的芻料新品系，進行國外優良品系引種及收集、栽培及比較，以增加多樣化芻料生產與栽培利用。芻料高粱墾丁一號新品種，無論在產量、田間性狀表現與營養價值，均優於現有推廣的高粱屬品種，並可配合青割玉米栽培，進行本土芻料周年性生產與供應，極具推廣潛力。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2618 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(3) 國立高雄師範大學生物科技系。

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

材料與方法

I. 親本來源

於 2008 – 2009 年陸續從美國、澳洲、日本及中國大陸等國家地區引進優良芻料高粱種原 (包括美國 10 品系 (品系代號 FSU01-10)、日本 6 品系 (代號 FSJ01-06)、澳洲 12 品系 (代號 FSA01-12) 與中國大陸 15 品系 (代號 FSC01-15)) 等, 栽植於畜產試驗所恆春分所試驗田區進行多向雜交 (poly cross) 與一代自然受粉 (open pollination) 後, 成為遺傳歧異度高的本土芻料高粱族群。芻料高粱墾丁一號新品種即源自此混雜高粱族群, 依不同生育特性選拔優良單株後經多個世代分離選拔與純化而得。新品系母本主要源自澳洲引進品系 FSA05 及其分離系統, 澳洲品系植株高大且生長快速, 莖桿直立但易彎曲折斷, 對紋枯病及葉斑病不具抗性。

II. 分離、純化與選拔

2011 年從自然逢機雜交後裔族群試驗田區, 依其植株農藝性狀如株高、分蘖性、穗型、抗病蟲性及倒伏性等外表生育特性, 進行優良外表型單株選拔。2011 年春選拔出生育特性較佳的單株 100 株, 於 2011 年秋及 2012 年春進行優良單株穗行種植。於穗行間選出高莖型穗行 5 行, 分別進行單株套袋自交純化及收穫種子。2012 年秋及 2013 年春持續進行分離選拔, 選拔出優良單株。至此, 穗行內之各農藝性狀已趨一致。於穗行內選出高莖型優良單株成為 7 個系統, 分別編號高莖型 FSH01 至 FSH07, 進行後續新品系栽培比較試驗。

III. 各級產量比較試驗

(i) 新品系初級比較試驗

2011 – 2012 年混雜族群之分離選拔與汰除劣株, 於穗行內選育 7 個優良穗行。7 個優良穗行 (初級品系), 續於 2013 年秋及 2014 年春於畜產試驗所恆春分所試驗區, 進行不同期作生育環境初級品系主作與宿根比較試驗。試驗田區整地後施用基肥, 並於齊膝及孕穗期施用追肥。每品系種植 3 行, 行長 3 m, 行株距 70 × 20 cm, 3 重複, 試驗採逢機完全區集設計 (Randomized Complete Block Design, RCBD), 依慣行農法栽培與管理。2013 年秋種植, 於刈割收穫後續行宿根栽培; 2014 年春種植, 於刈割收穫後亦續行宿根栽培。生育期間調查各項農藝性狀如株高、莖徑與鮮草產量。

(ii) 高級比較試驗

綜合 2013 年秋及 2014 年春初級品系不同季節栽培試驗與 2014 年春及 2014 年夏初級品系宿根栽培試驗結果, 顯示 FSH01 與 FSH02 新品系及另選育之 FSM04 與 FSM06 等有較佳生育表現與高芻料產量。因此, 以 FSH01、FSM04 及 FSM06 等 3 個新品系為試驗材料, 與現行推廣栽培高粱屬品種甜高粱臺畜一號與蘇丹草臺畜一號為對照品系, 合計共 5 個品系進行後續高級品系栽培比較試驗。2015 年春及 2015 年秋分別於畜產試驗所恆春分所試驗田區, 進行高級品系比較試驗。試驗田區整地後施用基肥, 並於齊膝及孕穗期施用追肥。每品系種植 5 行, 行長 3 m, 行株距 70 × 20 cm, 3 重複, 試驗採逢機完全區集設計, 依慣行農法栽培與管理。2015 年春種植, 於六月下旬 (生育約 85 天) 刈割收穫; 2015 年秋種植, 則於十二月下旬 (生育約 90 天) 收穫。生育期間進行各農藝性狀與鮮草產量調查。

(iii) 區域試驗

以 FSH01 新品系為試驗材料, 與現有推廣栽培高粱屬品種甜高粱臺畜一號與蘇丹草臺畜一號為對照品系, 合計共 3 個品系, 2015 年春季分別於臺南新化與屏東內埔進行新品系不同區域栽培試驗。試驗於 2015 年春種植, 試驗田區經整地後施用基肥, 並於 7 葉齡與孕穗期施用追肥。每品系種植 5 行, 行長 3 m, 行株距 70 × 20 cm, 3 重複, 試驗採逢機完全區集設計, 依慣行農法栽培與管理。試驗於生育約 85 – 90 天刈割收穫。生育期間進行生育性狀與鮮草產量調查。

(iv) 地方試作栽培

選育之芻料高粱新品系 FSH01 於 2016 及 2017 年春季進行不同年度及地區之地方試作栽培。2016 年春分別於雲林虎尾、土庫與苗栗西湖等 3 個不同地區進行新品系地方試作栽培。試驗均於三月下旬種植, 每品系栽種面積各約 0.1 公頃。試驗田區經整地後施用基肥, 另分別於 7 葉齡與孕穗期施用追肥, 生育期間進行中耕培土及雜草防除作業。行株距 70 × 20 cm。生育期間調查病蟲害自然發生情形與植株耐旱性, 依一般慣行農法進行栽培管理。試驗於生育 85 天刈割收穫。生育期間進行農藝性狀與鮮草產量調查。

IV. 重要特性檢定

- (i) 倒伏性檢定 (lodging incidence trial): 以量角器測量新品系成熟期植株之直立狀態, 區分成 (1) 直立 (0° – 25°)、(2) 半直立 (傾斜) (25° – 50°) 以及 (3) 倒伏 (50° –) (陳等, 2017)。

- (ii) 病害抗性檢定 (disease resistance)：以目測法依感病葉面積除以整株葉面積之百分比估算葉斑病抗性等級 (陳等, 2017)。等級按感病程度分為極抗 (0 – 5%)、抗 (6 – 20%)、中抗 (21 – 30%)、中感 (31 – 50%)、感 (51 – 75%) 及極感 (76 – 100%)。紋枯病則依莖桿 (葉鞘) 感病徵狀高度佔全株植株高度百分比估算抗性等級 (Kasuga and Inoue, 2000)。
- (iii) 青貯品質分析：於收穫適期刈割，整株細切成 2 – 3 cm，利用真空裝填機進行小包裝青貯調製，並於兩個月後拆封測定青貯品質。分別測定 pH 值、乳酸、乙酸及丁酸含量，並計算 Flieg' score 分數，評定青貯品質。

V. 植體成分分析

- (i) 粗蛋白質 (crude protein, CP) 含量分析：以 kjeldahl 法 (A.O.A.C., 1990) 測定植體全氮含量後，乘以 6.25 之百分率即得粗蛋白質含量。
- (ii) 酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF)、中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF) 含量測定依照 ANKOM200 纖維分析儀進行 (Komarek *et al.*, 1996; Vogel *et al.*, 1999)，NDF 採添加 α -amylase 之方法測定 (Van Soest *et al.*, 1991)。
- (iii) 水溶性碳水化合物 (water soluble carbohydrate, WSC) 測定：樣品經烘乾磨粉，以 80% 酒精於 80°C 下萃取四次，萃取液混合，至 70°C 烘箱中除去酒精，殘餘液體以蒸餾水定量，取適量萃取液以蒽酮 (anthrone) 呈色法測定其水溶性碳水化合物含量 (Morris, 1948)。
- (iv) 澱粉測定：將糖類抽出之殘渣加入 2 mL 水於試管中煮沸 3 分鐘使之糊化並冷卻，然後以過氯酸加熱水解，萃取液加入呈色劑測定。

VI. 統計資料分析

試驗所得資料經 SAS (2002) 統計分析行變方分析後，以最小顯著性差異 (Least significant difference, LSD) 法檢定品種間的生長性狀差異顯著性。

結果與討論

I. 親本來源與品種育成經過

2008 年起著手進行芻料高粱新品系選育研究，分別從國外引種及收集國內優良品種 (系)，作為育種材料來源。將收集種原種植於試驗田區進行適應性觀察及選拔優良品系。2010 年春將適合本土生育環境的優良種原作為雜交親本種植，進行不同品系間之多向雜交。2010 年秋將收穫之雜交種子種植並進行一代自然授粉，衍生成為具遺傳歧異度高的本土芻料高粱族群。2011 年春開始從此混雜芻料高粱族群進行族群內優良單株選拔。

2011 年從雜交後裔族群，依其植株農藝性狀如株高、莖徑、分蘖性、穗型、抗病蟲性及倒伏性等外表生育特性進行優良外表型單株選拔。2011 年春選拔出生育特性較佳的單株 100 株，於 2011 年秋及 2012 年春進行優良單株穗行種植。於穗行間選出高莖特性穗行 5 行，不同穗行生育特性如表 1，並進行單株套袋自交純化及收穫種子。2012 年秋及 2013 年春持續進行分離選拔。至此，穗行內之農藝性狀已趨一致。

表 1. 芻料高粱族群之穗行選拔 (恆春, 2012 春)

Table 1. Ear rows (lines) selection of forage sorghum populations (Hengchun, 2012 spring)

Ear no.	Plant height	Ear length	Steam diameter	Fresh weight/plant	Dry matter ratio	Ear weight	<i>H. Sorghicola</i> resistant*	<i>R. Solani</i> resistant	Lodging index**
	cm	cm	cm	g	%	g	level	level	level
1	251.4 ± 9.6	38.5 ± 6.6	2.1 ± 0.3	868.4 ± 25.3	27.8	125.8	2	4	1
2	242.5 ± 12.5	39.2 ± 5.2	2.0 ± 0.2	855.8 ± 18.1	28.2	112.5	2	4	1
3	248.8 ± 10.2	36.8 ± 9.5	2.0 ± 0.2	812.4 ± 16.5	27.5	98.4	2	4	1
4	240.2 ± 10.8	36.5 ± 5.8	1.9 ± 0.3	824.4 ± 12.8	28.0	105.2	2	4	1
5	245.2 ± 8.8	38.2 ± 7.2	2.0 ± 0.2	826.8 ± 10.6	26.8	102.8	2	4	1

* Pest resistant levels: extreme resistant (1), resistant (2), mild resistant (3), mild susceptible (4), susceptible (5) and extreme susceptible (6).

** Lodging index: erect (1), lean (2) and lodging (3).

已選拔的 5 個穗行，其葉領高度介於 240.2 – 251.4 cm 間；穗長介於 36.5 – 39.2 cm；莖徑則介於 1.9 – 2.1 cm；植株鮮重介於 812.4 – 868.4 g；乾物率介於 26.8 – 28.2%；穗重介於 98.4 – 125.8 g；不同穗行間植株天然病蟲害抗耐性觀察檢測，於生育中後期葉鞘部位所有穗行植株葉鞘部位均有明顯紋枯病罹病徵狀，呈中感程度，但無葉斑病發生及其他蟲害為害，顯示對葉斑病有明顯抗性。植株的抗倒伏性亦佳（直立）（表 1）。

II. 新品系初級比較試驗

歷經 2011 – 2012 年混雜族群之分離選拔與汰除劣株後，此時各穗行內之農藝性狀已趨近一致。7 個優良穗行（初級品系），續於 2013 年秋（九月上旬）及 2014 年春（三月下旬）於畜產試驗所恆春分所試驗區，進行不同期作生育環境下初級品系主作與宿根比較試驗。

不同品系 2013 年秋作栽培結果顯示，7 個高莖型品系其株高介於 222.2 – 254.5 cm 間；莖徑 2.1 – 2.5 cm；主收穫鮮草產量介於 56.1 – 58.8 公噸 / 公頃，以 FSH01 產量最高，乾物產量達 18.8 公噸 / 公頃。2014 年春作宿根栽培結果，鮮草產量介於 48.2 – 51.8 公噸 / 公頃，乾物產量 15.4 公噸 / 公頃，以 FSH01 品系表現最優（表 2）。

表 2. 2013 年秋作初級品系比較試驗（恆春，2013 秋 – 2014 春）

Table 2. The agronomic characteristics of different lines of forage sorghum (Hengchun, 2013 autumn - 2014 spring)

Crop season	Line	Plant height	Stem diameter	Tiller number	Dry matter ratio	Fresh yield	Dry matter production
		cm	cm		%	----- ton/ha -----	-----
Main harvest							
2013 autumn	FSH01	254.5 ^a	2.5	0	30.2	58.8	18.8
	FSH02	242.9 ^a	2.4	0	29.5	58.2	18.2
	FSH03	232.5 ^{ab}	2.2	0	29.4	57.4	18.0
	FSH04	225.8 ^b	2.1	0	29.8	57.0	17.5
	FSH05	228.8 ^b	2.3	0	29.2	56.1	17.2
	FSH06	232.5 ^{ab}	2.3	0	29.8	56.2	17.3
	FSH07	222.2 ^b	2.2	0	29.5	58.0	18.0
Ratoon							
2014 spring	FSH01	221.4 ^a	2.2	3.8 ^a	29.8	51.8	15.4
	FSH02	218.5 ^a	2.1	3.4 ^b	30.0	50.6	15.2
	FSH03	207.5 ^{ab}	2.1	3.2 ^b	29.5	49.5	14.6
	FSH04	201.6 ^b	1.9	3.4 ^b	28.8	48.2	13.9
	FSH05	198.6 ^b	1.8	3.2 ^b	29.6	48.5	14.4
	FSH06	195.2 ^b	1.8	3.2 ^b	29.8	48.8	14.5
	FSH07	195.2 ^b	2.0	3.2 ^b	29.8	48.7	14.5

^{a, b} Means in the same column without a common superscript differ ($P < 0.05$).

不同高莖型品系春作栽培結果，顯示 7 個高莖型品系其株高介於 257.8 – 287.5 cm 間；莖徑 2.2 – 2.5 cm；主收穫鮮草產量介於 59.2 – 64.2 公噸 / 公頃，FSH01 產量最高；乾物產量可達 22.2 公噸 / 公頃。同表可知 2014 年高莖型品系夏作宿根栽培結果，鮮草產量介於 47.5 – 53.2 公噸 / 公頃；以 FSH01 品系表現最優，乾物產量可達 15.9 公噸 / 公頃（表 3）。

III. 高級品系比較試驗

綜合 2013 年秋及 2014 年春初級品系不同季節栽培試驗與 2014 年春及 2014 年夏初級品系宿根栽培試驗結果，顯示 FSH01 與 FSH02 新品系及選育 FSM04 與 FSM06 新品系等有較佳生育表現與高牧草產量，因此，以 FSH01、FSM04 及 FSM06 等 3 個新品系為試驗材料，與現行推廣栽培高粱屬品種甜高粱臺畜一號與蘇丹草臺畜一號為對照品系，合計共 5 個品系進行後續高級品系栽培比較試驗。

2015 年春（三月下旬）及 2015 年秋（九月上旬）分別於畜產試驗所恆春分所試驗區，進行高級品系比較試驗。各高級品系於 2015 年春季栽培結果，顯示株高以高莖型 FSH01 品系 279.8 cm 最高。莖徑以分蘗型 FSM04

與 FSM06 品系 3.8 cm 最粗，蘇丹草及甜高粱最纖細，僅 1.4 cm。分蘗數以蘇丹草 5.0 最多，高莖型 FSH01 無分蘗。葉與莖比值以甜高粱 45.6% 最高。鮮草產量以高莖型 FSH01 最高 (60.1 公噸 / 公頃)。乾物產量以分蘗型 FSM04 最高 (16.3 公噸 / 公頃)。同表可知 2015 年夏季宿根栽培結果，鮮草產量以 FSH01 品系最高 (46.5 公噸 / 公頃)。乾物產量亦以 FSH01 品系之 13.1 公噸 / 公頃最高 (表 4)。

表 3. 2014 年春作初級品系比較試驗 (恆春, 2014 春 - 2014 夏)

Table 3. The agronomic characteristics of different lines of forage sorghum (Hengchun, 2014 spring - 2014 summer).

Crop season	Line	Plant height	Stem diameter	Tiller number	Dry matter ratio	Fresh yield	Dry matter production
		cm	cm		%	----- ton/ha -----	
Main harvest							
2014 spring	FSH01	287.5 ^a	2.5	0	30.4	64.2	22.2
	FSH02	268.9 ^{ab}	2.2	0	29.8	61.4	21.0
	FSH03	262.5 ^b	2.3	0	29.4	59.2	19.2
	FSH04	257.8 ^b	2.2	0	29.8	61.2	19.5
	FSH05	258.8 ^b	2.3	0	29.8	62.8	20.4
	FSH06	267.8 ^{ab}	2.2	0	29.8	61.1	19.5
	FSH07	262.2 ^b	2.2	0	29.5	60.8	19.2
Ratoon							
2014 summer	FSH01	228.4 ^a	2.2	3.5 ^a	29.8	53.2	15.9
	FSH02	216.4 ^a	2.2	3.5 ^a	29.7	53.0	15.7
	FSH03	212.5 ^a	2.1	3.2 ^{ab}	30.1	49.6	14.8
	FSH04	205.2 ^{ab}	2.0	3.1 ^b	30.0	49.8	14.4
	FSH05	198.8 ^b	2.1	3.0 ^b	29.6	47.8	14.6
	FSH06	189.8 ^b	2.1	3.0 ^b	29.8	47.5	13.8
	FSH07	193.2 ^b	2.0	3.1 ^b	29.5	48.0	14.7

^{a, b} Means in the same column without a common superscript differ ($P < 0.05$).

表 4. 2015 年春作高級品系比較試驗 (恆春, 2015 春)

Table 4. The agronomic characteristics of different lines of forage sorghum in spring crop (Hengchun, 2015 spring).

Crop season	Line	Plant height	Stem diameter	Tiller number	Leaf/stem ratio	Dry matter ratio	Fresh yield	Dry matter production
		cm	cm		%	----- ton/ha -----		
Main harvest								
2015 spring	FSH01	279.8 ^a	2.2 ^b	0 ^d	34.4 ^b	26.3 ^b	60.1 ^a	15.6 ^a
	FSM04	212.9 ^{bc}	3.8 ^a	2.9 ^c	33.9 ^b	28.0 ^a	58.0 ^a	16.3 ^a
	FSM06	213.1 ^{bc}	3.8 ^a	2.6 ^c	32.5 ^b	27.6 ^a	57.7 ^a	15.9 ^a
	Sweet sorghum	232.2 ^b	1.4 ^c	3.9 ^b	45.6 ^a	29.8 ^a	23.3 ^b	7.0 ^b
	Sudangrass	193.3 ^c	1.4 ^c	5.0 ^a	31.4 ^b	25.5 ^b	20.5 ^b	5.2 ^b
Ratoon								
2015	FSH01	251.8 ^a	2.0 ^b	2.5 ^c	31.5 ^b	28.2 ^b	46.5 ^a	13.1 ^a
	FSM04	188.5 ^c	3.2 ^a	2.8 ^c	34.2 ^a	28.8 ^a	40.2 ^a	11.6 ^a
	FSM06	185.2 ^c	3.2 ^a	2.8 ^c	33.8 ^a	27.2 ^b	40.1 ^a	10.1 ^a
	Sweet sorghum	198.5 ^b	1.2 ^c	3.5 ^b	32.6 ^b	30.2 ^a	25.5 ^b	7.5 ^b
	Sudangrass	205.8 ^b	1.0 ^c	4.8 ^a	31.8 ^b	27.6 ^b	24.8 ^b	6.8 ^b

^{a, b, c, d} Means in the same column without a common superscript differ ($P < 0.05$).

2015 年秋季栽培比較結果顯示，株高仍以 FSH01 品系 257.2 cm 最高，甜高粱最矮。莖徑以 FSM04 與 FSM06 品系 3.6 – 3.7 cm 最粗，蘇丹草最纖細，僅 1.2 cm。分蘗數以蘇丹草最多，FSH01 品系無分蘗。葉與莖比值以甜高粱 38.9% 最高，蘇丹草 23.4% 最低。鮮草產量以 FSM04 品系最高 (51.4 公噸 / 公頃)，其次為 FSM04 與 FSH01 品系。乾物產量以 FSM04 最高。同表可知 2016 年春季宿根栽培結果，鮮草產量以品系 FSH01 最高 (40.6 公噸 / 公頃)。乾物產量以 FSM06 的 11.5 公噸 / 公頃最高 (表 5)。

表 5. 2015 年秋作高級品系比較試驗 (恆春, 2015 秋)

Table 5. The agronomic characteristics of different lines of forage sorghum in autumn crop (Hengchun, 2015 autumn)

Line	Plant height cm	Stem diameter cm	Tiller number	Leaf/steam ratio %	Dry matter ratio	Fresh yield ----- ton/ha -----	Dry matter production -----
Main harvest							
FSH01	257.2 ^a	2.0 ^b	0 ^c	36.1 ^a	28.8 ^a	50.0 ^a	14.4 ^a
FSM04	199.1 ^c	3.7 ^a	2.9 ^b	33.0 ^b	28.7 ^a	51.4 ^a	14.7 ^a
FSM06	194.7 ^c	3.6 ^a	2.8 ^b	34.3 ^b	28.8 ^a	50.0 ^a	14.4 ^a
Sweet sorghum	179.5 ^c	1.4 ^c	2.4 ^b	38.9 ^a	24.5 ^b	16.7 ^b	4.1 ^b
Sudangrass	226.0 ^b	1.2 ^c	4.8 ^a	23.4 ^c	29.5 ^a	24.7 ^b	7.3 ^b
Ratoon							
FSH01	235.5 ^a	1.8 ^b	2.5 ^b	32.6 ^a	27.8 ^a	40.6 ^a	11.3 ^a
FSM04	181.3 ^b	3.0 ^a	2.7 ^b	32.5 ^a	28.2 ^a	39.8 ^a	11.2 ^a
FSM06	180.5 ^b	3.0 ^a	2.8 ^b	34.1 ^a	28.8 ^a	40.0 ^a	11.5 ^a
Sweet sorghum	170.5 ^b	1.2 ^c	2.5 ^b	34.9 ^a	25.2 ^b	26.8 ^b	6.8 ^b
Sudangrass	185.1 ^b	1.1 ^c	4.8 ^a	25.4 ^b	28.8 ^a	25.5 ^b	7.3 ^b

^{a, b, c} Means in the same column without a common superscript differ ($P < 0.05$).

綜合 2015 年春秋不同季節栽培結果，顯示選育高莖型 FSH01 與分蘗型 FSM04 及 FSM06 等新品系，其生育特性與鮮草收量均較對照推廣栽培品種豐產，極具栽培推廣與利用潛力。

IV. 區域試驗

以 FSH01、FSM04 及 FSM06 等 3 個新品系為試驗材料，與現有推廣栽培高粱屬品種甜高粱臺畜 1 號與蘇丹草臺畜草 1 號為對照品系，合計共 5 個品系，2015 年春季分別於臺南新化與屏東內埔進行新品系不同區域栽培試驗。試驗於 2015 年春種植 (新化種植日期為 3 月 25 日，內埔種植日期為 3 月 28 日)。試驗於生育約 85 – 90 天 (六月下旬) 刈割收穫。

2015 年春作新化試區主收穫之各品系株高介於 206.7 – 301.6 cm，FSH01 品系 301.6 cm 最高，其次為甜高粱臺畜 1 號 274.9 cm；莖徑介於 1.1 – 3.8 cm，以 FSM04 之 3.8 cm 最粗，FSM06 品系 3.5 cm 次之，蘇丹草最纖細，僅 1.1 cm；分蘗數介於 0 – 5.4 間，以蘇丹草 5.4 最多，FSM04 與 FSM06 品系為 2.5 與 2.9，FSH01 品系無分蘗。葉與莖比值以甜高粱 43.7% 最高。乾物率以甜高粱 30.4% 最高，FSH01 品系最低，僅 26.3%；鮮草產量以 FSM04 品系最高，可達 59.1 公噸 / 公頃，品系 FSH01 次之 (58.6 公噸 / 公頃)。乾物產量以品系 FSM04 最高 (17.5 公噸 / 公頃)。2015 年夏作新化試區宿根栽培結果，鮮草產量以品系 FSH01 最高，達 48.2 公噸 / 公頃；乾物產量仍以品系 FSH01 最高 (13.4 公噸 / 公頃) (表 6)。

內埔試區主收穫之各品系間株高介於 205.1 – 283.2 cm，以 FSH01 品系 283.2 cm 最高，FSM06 品系最矮；莖徑介於 1.2 – 3.6 cm，以 FSM04 品系最粗，FSM06 品系次之，蘇丹草最纖細。分蘗數介於 0 – 5.3，以蘇丹草 5.3 最多，甜高粱臺畜 1 號 4.3 次之，FSH01 無分蘗。葉與莖比值以 FSH01 之 34.5% 最高。乾物率以 FSM06 最高；鮮草產量以品系 FSH01 最高，達 60.1 公噸 / 公頃，FSM04 品系次之 (58.2 公噸 / 公頃)。乾物產量以品系 FSH01 最高 (17.6 公噸 / 公頃)，FSM04 次之 (17.2 公噸 / 公頃)。2015 年夏作內埔試區宿根栽培結果顯示，鮮草產量以品系 FSH01 最高，達 50.2 公噸 / 公頃；乾物產量亦以品系 FSH01 最高 (15.2 公噸 / 公頃)。

綜合新化與內埔等 2 個不同地區的試驗結果顯示，品系 FSH01 與 FSM04 等 2 個新品系，其生育性狀與鮮草產量均較現有推廣品種甜高粱臺畜 1 號與蘇丹草臺畜草 1 號佳，具栽培推廣與利用潛力。

表 6. 高級品系區域試驗之農異特性與產量 (新化與內埔, 2015 春)

Table 6. Comparison of 5 forage sorghum lines for agronomic traits and yields in regional trial. (Hsinhua and Neipu, 2015 spring)

Crop season	Line	Plant height	Steam diameter	Tiller number	Leaf/steam ratio	Dry matter ratio	Fresh yield	Dry matter production
		cm	cm		%		----- ton/ha -----	
Main harvest								
Tainan spring	FSH01	301.6 ^a	1.8 ^b	0 ^d	37.0 ^b	26.3 ^b	58.6 ^a	15.4 ^a
	FSM04	218.3 ^c	3.8 ^a	2.9 ^c	38.4 ^b	29.3 ^a	59.1 ^a	17.5 ^a
	FSM06	206.7 ^c	3.5 ^a	2.5 ^c	37.2 ^b	28.2 ^a	56.5 ^a	15.9 ^a
	Sweet sorghum	274.9 ^b	1.6 ^b	3.9 ^b	43.7 ^a	30.4 ^a	25.7 ^b	7.8 ^b
	Sudangrass	255.1 ^b	1.1 ^c	5.4 ^a	27.3 ^c	30.0 ^a	25.0 ^b	7.5 ^b
Ratoon								
Tainan summer	FSH01	250.2 ^a	1.9 ^b	2.8 ^c	32.5 ^b	27.8 ^b	48.2 ^a	13.4 ^a
	FSM04	186.8 ^c	3.2 ^a	2.7 ^c	33.4 ^b	29.8 ^a	42.1 ^a	12.5 ^a
	FSM06	188.2 ^c	3.2 ^a	2.5 ^c	34.2 ^b	28.8 ^b	41.5 ^a	12.0 ^a
	Sweet sorghum	234.5 ^b	1.2 ^c	3.5 ^b	38.5 ^a	30.0 ^a	25.8 ^b	7.7 ^b
	Sudangrass	235.2 ^b	1.1 ^c	5.2 ^a	27.8 ^c	30.2 ^a	24.5 ^b	7.4 ^b
Main harvest								
Pingtung spring	FSH01	283.2 ^a	1.9 ^b	0 ^d	34.5 ^a	29.2 ^a	60.4 ^a	17.6 ^a
	FSM04	215.9 ^c	3.6 ^a	3.0 ^c	29.0 ^b	29.5 ^a	58.2 ^a	17.2 ^a
	FSM06	205.1 ^c	3.5 ^a	2.7 ^c	28.0 ^b	29.8 ^a	56.8 ^a	16.9 ^a
	Sweet sorghum	237.8 ^b	1.4 ^c	4.3 ^b	33.2 ^a	29.4 ^a	25.6 ^b	7.5 ^b
	Sudangrass	243.3 ^b	1.2 ^c	5.3 ^a	23.9 ^c	29.4 ^a	23.4 ^b	6.9 ^b
Ratoon								
Pingtung summer	FSH01	243.5 ^a	1.9 ^b	2.5 ^c	31.5 ^a	30.2 ^a	50.2 ^a	15.2 ^a
	FSM04	202.9 ^c	3.5 ^a	2.9 ^c	29.5 ^b	29.8 ^a	48.0 ^a	14.3 ^a
	FSM06	188.5 ^c	3.5 ^a	2.8 ^c	28.8 ^b	29.8 ^a	47.5 ^a	14.2 ^a
	Sweet sorghum	230.4 ^b	1.2 ^c	4.0 ^b	33.4 ^a	29.2 ^a	23.2 ^b	6.8 ^b
	Sudangrass	218.3 ^b	1.2 ^c	5.0 ^a	24.1 ^c	29.7 ^a	21.5 ^b	6.4 ^b

^{a, b, c, d} Means in the same column without a common superscript differ ($P < 0.05$).

V. 地方試作

由表 2 至表 6 顯示芻料高粱新品系 FSH01 與 FSM04 等 2 個新品系具高產等優良生育特性，因此，於 2016 及 2017 年春季進行不同年度及地區之地方試作栽培。

2016 年春分別於雲林虎尾、土庫與苗栗西湖等 3 個不同地區進行 FSH01 與 FSM04 等 2 個新品系之地方試作栽培。試驗均於三月下旬種植 (虎尾 3 月 25 日、土庫 3 月 26 日及西湖 3 月 30 日)，每品系栽種面積各約 0.1 公頃。試驗田區經整地後施用基肥，生育期間再施用 2 次追肥。種植行株距 70 × 20 cm。生育期間以中耕覆土方式防除雜草，並調查田間病蟲害自然發生情形與耐旱性，依一般慣行農法進行栽培管理。試驗於生育 85 天刈割收穫，調查株高及鮮草收量。

地方試作結果顯示，FSH01 新品系在雲林虎尾及土庫地區鮮草產量與乾物產量均佳，惟苗栗西湖地區生育稍差 (推測可能天氣因素影響)。各地試作栽培過程雜草防除良好且無明顯病蟲害發生危害，顯示 2 品系均具可低投入且粗放生產與推廣栽培 (表 7)。

VI. 品系營養成分分析

2015 年春作環境下適期 (約生育 85 天) 刈割收穫並分析全株營養成分，3 個芻料高粱高級新品系之營養成分比較，結果品系間粗蛋白質含量介於 7.0 – 10.4%，甜高粱 10.4% 最高，新品系 FSH01 最低，其餘品系間無

明顯差異 (8.0 – 8.7%)；中洗纖維介於 51.2 – 55.2% 間，3 個新品系間無明顯差異；酸洗纖維介於 33.0 – 36.5% 間，新品系間無明顯差異；水溶性碳水化合物介於 14.6 – 22.9% 間，新品系 FSH01 最高，甜高粱最低；澱粉含量介於 7.5 – 10.1%，以 FSM04 品系最高，甜高粱次之，其餘品系間無明顯差異 (表 8)。

表 7. 芻料高粱 FSH01 與 FSM04 新品系地方試作 (2016 年春)

Table 7. Comparison of 2 new forage sorghum lines in the regional trial (2016, spring)

Location	lines	Plant height	Fresh yield	Dry matter production
		cm	----- ton/ha -----	-----
Yunlin	FSH01	300.9 ± 5.1	57.2 ± 0.2	17.2 ± 0.3
	FSM04	196.6 ± 8.7	57.9 ± 0.4	18.5 ± 0.5
Yunlin	FSH01	293.4 ± 6.8	57.0 ± 0.7	16.5 ± 0.5
	FSM04	190.4 ± 5.4	56.8 ± 0.4	18.2 ± 0.4
Miaoli	FSH01	255.9 ± 7.2	45.3 ± 1.0	13.0 ± 0.8
	FSM04	151.4 ± 3.9	30.4 ± 1.3	9.4 ± 0.8

表 8. 高級試驗各品系全株營養成分比較 (恆春, 2015 春及秋)

Table 8. Comparison of nutrient composition of new forage sorghum lines in maturity stage (Hengchun, 2015 spring - autumn)

Crop season	Line	CP*	NDF	ADF	WSC	Starch
		----- % -----	-----	-----	-----	-----
2015 spring	FSH01	7.0 ^c	51.2 ^b	33.9 ^b	22.9 ^a	7.8 ^b
	FSM04	8.3 ^b	52.8 ^b	33.0 ^b	19.9 ^b	7.9 ^b
	FSM06	8.7 ^b	53.4 ^b	35.0 ^b	19.6 ^b	10.1 ^a
	Sweet sorghum	10.4 ^a	55.1 ^a	35.4 ^a	14.6 ^c	9.5 ^a
	Sudangrass	8.0 ^{bc}	55.2 ^a	36.5 ^a	18.8 ^b	7.5 ^b
2015 autumn	FSH01	7.2 ^b	53.5 ^{bc}	34.1 ^b	22.5 ^a	8.7 ^b
	FSM04	8.9 ^a	55.1 ^b	35.0 ^b	20.5 ^b	7.2 ^c
	FSM06	8.6 ^{ab}	58.6 ^b	38.4 ^a	17.6 ^c	9.9 ^a
	Sweet sorghum	8.5 ^{ab}	49.1 ^c	32.5 ^c	14.7 ^d	9.6 ^a
	Sudangrass	9.6 ^a	62.7 ^a	38.4 ^a	9.7 ^c	6.8 ^c

a, b, c, d, e Means in the same column without a common superscript differ (P < 0.05).

* CP: crude protein; ADF: acid detergent fiber; NDF: neutral detergent fiber; WSC: water soluble carbohydrate.

2015 年秋作，比較各品系營養成分顯示，粗蛋白質含量介於 7.2 – 9.6% 間，以蘇丹草 9.6% 最高，FSH01 品系最低，其餘品系間無明顯差異 (8.5 – 8.9%)；中洗纖維介於 49.1 – 62.7%，新品系間無明顯差異 (53.5 – 58.6%)；酸洗纖維介於 32.5 – 38.4% 間，除 FSM06 品系較高外，其餘 2 個新品系間無明顯差異 (34.1 – 35.0%)；水溶性碳水化合物介於 14.7 – 22.5%，以品系 FSH01 最高，蘇丹草最低，除 FSM06 品系外，其餘 2 個新品系間無明顯差異 (20.5 – 22.5%)；澱粉含量介於 6.8 – 9.9%，以 FSM06 最高，甜高粱次之，其餘品系間無差異。

綜合 2015 年春秋兩季之營養成分分析結果，顯示 FSH01 新品系粗蛋白質含量最低，但有最高水溶性碳水化合物含量，而 FSM04 與 FSM06 等品系粗蛋白含量居中 (8.3 – 8.9%)，其水溶性碳水化合物含量較對照品種高。

VII. 青貯品質分析

2016 年進行 3 個芻料高粱高級品系青貯調製試驗。連同甜高粱及蘇丹草共 5 個參試品系。青貯前粗蛋白質含量介於 7.7 – 10.7% 間，以 FSM04 品系 10.7% 最高，甜高粱次之 (10.5%)，FSH01 品系最低，其餘品系間無明顯差異 (8.9 – 9.0%)；中洗纖維介於 48.4 – 56.9% 間，以甜高粱 56.9% 最高，品系 FSM04 最低，其餘 3 個品系間無明顯差異 (51.8 – 52.7%)；酸洗纖維介於 31.0 – 38.4% 間，新品系間以 FSM04 品系較低，其餘 2 個品

系相近 (34.2 – 34.8%)；水溶性碳水化合物介於 13.7 – 25.8% 間，新品系均高於 20%，尤以 FSM04 品系含量 25.8% 最高，甜高粱 13.7% 最低，新品系 FSH01 與 FSM06 品系含量相近 (22.5 與 22.6%)；澱粉含量介於 7.0 – 9.2%，FSM06 品系 9.2% 最高，甜高粱 7.0% 最低 (表 9)。

表 9. 芻料高粱高級品系之營養成分 (青貯前) (恆春, 2016 年春)

Table 9. The nutrient composition of new forage sorghum lines (Hengchun, 2016 spring)

Line	CP*	NDF	ADF	WSC	Starch
----- % -----					
FSM01	7.7	52.7	34.8	22.6	8.7
FSM04	9.0	48.4	31.0	25.8	7.3
FSM06	10.7	51.8	34.2	22.5	9.2
Sweet sorghum	10.5	56.9	38.4	13.7	7.0
Sudangrass	8.9	52.7	38.1	18.7	8.8
LSD 5%	1.1	3.5	1.9	2.2	1.8

* CP: crude protein; ADF: acid detergent fiber; NDF: neutral detergent fiber; WSC: water soluble carbohydrate.

各高級品系青貯後品質，pH 介於 3.53 – 3.82 間，以蘇丹草 pH 最低；乙酸含量介於 0.83 – 1.37%，FSH01 品系最高，FSM04 品系與蘇丹草之乙酸含量最低；丙酸含量則介於 0.02 – 0.59% 間，以 FSM06 品系最高，FSH01 品系最低；丁酸含量介於 0.09 – 0.34% 間，新品系有較高丁酸含量 (0.28 – 0.34%)，蘇丹草最低；乳酸介於 7.28 – 9.45%，分蘗型 FSM06 最高，分蘗型 FSM04 最低；試驗結果顯示所有品系青貯品質評分均達優良等級 (86.0 – 94.0) (表 10)。

表 10. 芻料高粱高級品系之青貯後品質 (恆春, 2016 年春)

Table 10. The silage quality of new forage sorghum lines (Hengchun, 2016 spring)

品系	pH	Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid	Lactic acid	Flieg's score
		----- % DW -----				
FSH01	3.58	1.37	0.02	0.34	8.45	86.0
FSM04	3.70	0.85	0.20	0.28	7.28	87.5
FSM06	3.71	1.05	0.59	0.28	9.45	88.5
Sweet sorghum	3.82	1.02	0.09	0.15	8.02	91.5
Sudangrass	3.53	0.83	0.06	0.09	9.31	94.0
LSD 5%	0.2	0.31	0.02	0.03	1.21	2.2

蕭 (1989) 針對芻料高粱選種指標進行探討，指出株高、葉寬、分蘗數、植株鮮重 (葉、莖與穗鮮重)、莖 / 葉乾物重比與乾物率等性狀與收量及總乾物重成極顯著正相關，因此，分所在選育過程則較著重這些性狀表現選拔。本選育 FSH01 新品系為高莖型且早熟等生育特性，係參考蕭等 (2000) 建議有關芻料高粱生長性狀指標進行品系選育，並調查多個農藝性狀特性，及評估該品系於早期生育期間進行篩選具高產潛能的可行性 (張及廖, 2015)。選育 FSH01 新品系因植株較為高大且莖桿粗壯，含較高量的粗纖維與木質素，然較低的葉 / 莖乾物比，影響其營養成分與飼料價值。高莖的特性常易造成植株倒伏，且造成纖維素及木質素含量增加，降低芻料的營養品質 (Pedersen *et al.*, 2005)。高莖品系雖有生育優勢與高牧草產量，然因具低的葉 / 莖乾物比，且莖桿占大部份比例，明顯影響其營養品質。Rana *et al.* (1984) 提出高粱選育的理想植株高度為 175 cm 左右，而分所選育的 FSH01 高莖品系株高較高，似不符合選育的理想植株高度。因此，將來選育方向除朝降低植株高度外，亦一併考量葉片的優良性狀與植株分蘗等特性，增加葉 / 莖乾物比，提昇營養品質，期更廣泛栽植與利用芻料用高粱，以提昇本土性芻料生產及芻料自給率。

本選育過程中所有參試品系的乾物率低於 30%，明顯較玉米 (一般約為 30% 以上) 低，顯示其營養成分及飼料價值較玉米稍差 (陳及王, 2012)。為提昇本土多元性芻料生產及芻料自給率，改進芻料高粱利用效率與提昇營養成分，除直接以育種方式選育較高乾物率品系外，另外，亦可透過栽培制度配合如與玉米或其他作

物混植、混合或調製成青貯料，可適度提昇營養價值與改善芻料品質 (Kalton, 1988; Zerbini and Thomas, 2003; Pedersen *et al.*, 2005; Ayub and Shoaib, 2009; Malezieux *et al.*, 2009; Marsalis *et al.*, 2009; 2010)。

結 論

芻料高粱墾丁一號於 107 年 11 月 2 日於臺南佳里完成品種命名審查。本品種經各級比較試驗、區域試驗及地方試作，顯示具早熟、高產、耐病蟲害、耐旱及耐澇水環境等優良生育特性，適合臺灣地區春夏秋作環境栽培，尤其是耐逆境表現優異，是因應未來氣候變遷與極端氣候下重要的芻料作物種類與芻料供應來源。為加強栽培與推廣，將設置種子繁殖田區，繁殖優良種子推廣栽植，並選定合適地點進行示範栽培觀摩，提供農民及芻料生產業者，並計畫於雲林等地區，辦理品種技轉及建立本土芻料生產與供應模式，預期藉由芻料高粱墾丁一號推廣栽培，提供多樣化作物種類與品種選擇，應可為農民、酪農及肉牛飼養業者所接受並選用，協助以本土芻料支援畜產的永續經營。

參考文獻

- 陳嘉昇、王紓愍。2012。青割玉米營養成分的變動與相關性探討。畜產研究 45(4)：287-301。
- 陳勃聿、許進德、蕭素碧。2017。甜高粱臺畜一號之育成。畜產研究 50(1)：37-44。
- 張敏郎、廖麗貞。2015。芻料用高粱品系生產潛力評估。48(3)：170-177。
- 蕭素碧。1989。芻料用高粱選種指標之探討。畜產研究 22(1)：59-68。
- 蕭素碧、羅國棟、許福星、洪國源、盧啟信、陳坤照、金文蔚、陳文、陳玉燕、張溪泉、黃耀興。1997。蘇丹草臺畜一號之育成。畜產研究 30(4)：337-350。
- 蕭素碧、林正斌、陳玉燕。2000。芻料用高粱雜交 F1 品系之選育。畜產研究 33(2)：154-164。
- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. Vol.1. 15th ed. A.O.A.C. Arlington, VA. U.S.A.
- Ayub, M. and M. Shoaib. 2009. Studies on fodder yield and quality of sorghum alone and in mixture with guara under different planting techniques. Pak. J. Agri. Sci. 46: 25-29.
- Bahrani, M. J. and A. Deghani-Ghenatghehstani. 2004. Summer forage sorghum yield, protein and prussic acid contents as affected by plant density and nitrogen topdressing. J. Agri. Sci. Techno. 6: 73-78.
- Bean, B. W., R. L. Baumhardt, F. T. McCollum III and K. C. McCuiston. 2013. Comparison of sorghum classes for grain and forage yield and forage nutritive value. Field Crops Res. 142: 20-26.
- Getachew G., D. H. Putnam, C. M. De Ben and E. j. De Peters. 2016. Potential of sorghum as an alternative to corn forage. American J. Plant Sci. 7: 1106-1121.
- Jahanzad, E., M. Jorat, H. Moghadam, A. Sadeghpour, M. R. Chaichi and M. Dashtaki. 2013. Response of new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. Agri. Water Man. 117: 62-69.
- Kalton, R. R. 1988. Overview of forage sorghum. In: Proc. Annu. Corn and sorghum Ind. Res. Conf. 43rd. eds. Wilkinson, D. Am. Seed Trade Assoc., Washington, DC, pp.1-12.
- Kasuga S. and N. Inoue. 2000. Varietal different of resistance to sheath blight (*Rhizoctonia solani* kühn) in sorghum. Grassland Sci. 46: 28-33.
- Komarek, A. R., H. Manson and N. Thiex. 1996. Crude fiber determination using the ANKOM system. Publ. 102. ANKOM technol. Corp., Fairport, N.Y. U.S.A.
- Malezieux, E., Y. Crozat, C. Dupraz, M. Laurans, D. M. akowski, H. Ozier-Lafontaine, B. Rapidel, S. de Tourdonnet and M. Valantin-Morison. 2009. Mixing plant species in cropping system: concepts, tools and models. A review. Agron. Sustain. Dev. 29: 43-62.
- Marsalis. M. A., S. Angadi, F. E. Contreras-Govea and R. E. Kirksey. 2009. Harvest timing and by product addition effects on corn and forage sorghum silage grown under water stress. Bull. 799. NMSU Agri. Exp. Stn. Las. Cruces, NM.
- Marsalis. M. A., S. Angadi and F. E. Contreras-Govea 2010. Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. Field Crop Res. 116: 52-57.
- Morris, D. L. 1948. Quantitative determination carbohydrates with dry-wood's anthrone reagent, Science 107: 254-255.

- Pedersen, J. F. 1996. Annual forages: New approaches for C-4 forages. In: Progress in New Crops, eds. Janick J. American Society of Horticultural Science, Alexandria, VA, pp. 246-251.
- Pedersen, J. F. and W. L. Rooney. 2004. Warm-Season (C4) Grasses. *Agronomy Monograph* 45: 1057-1079.
- Pedersen, J. F., K. P. Vogel and D. L. Funnell. 2005. Impact of reduced lignin on plant fitness. *Crop Sci.* 45: 812-819.
- Rana, B. S., B. C. Barah, H. P. Binswanger and N. G. Rao. 1984. Breeding optimum plant types in sorghum. *Indiana J. Genet.* 44: 385-398.
- Saeed, I. A. M. and A. H. El-Nadi. 1998. Forage sorghum yield and water use efficiency under variable irrigation. *Irrig. Sci.* 18: 67-71.
- SAS. 2002. SAS procedure guide for personal computers. Version 6th ed. SAS Institute Inc. Cary, NC. U.S.A.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Vaailakoglou, I., K. Dhima, N. Karagiannidis and T. Gatsis. 2011. Sweet sorghum productivity for bio-fuels under increased soil salinity and reduced irrigation. *Field Crop Res.* 120: 38-46.
- Vogel, K., J. F. Pederson, S. D. Masterson and J. J. Toy. 1999. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF and IVDMD forage analysis. *Crop Sci.* 39: 276-279.
- Whitfield, M. B., M. Chinn and M. W. Veal. 2012. Processing of materials derived from sweet sorghum for biobased products. *Ind. Crops Pro.* 37: 362-375.
- Zerbini, E. and D. Thomas. 2003. Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl millet residues in south Asia through genetic enhancement. *Field Crop Res.* 84: 3-15.

Breeding of the new forage sorghum variety “SB cv. KT1”⁽¹⁾

Min-Lang Chang⁽²⁾⁽⁴⁾ and Li-Jen Liao⁽³⁾

Received: Jun. 3, 2019; Accepted: Jul. 17, 2019

Abstract

Forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) variety (*Sb* cv. KT1) is a new cultivar bred at Heng-Chun branch of Livestock Research Institute. This variety has rapid growth, early maturity, lodging resistance and high forage yield, which is suitable for Taiwan. It is cultivated in hot and rainy season in spring and summer, and the yield of subsequent perennial forage is also high, which is suitable for ensiling. Forage sorghum can replace forage corn to produce summer feeds during the summer rainy season and connect to the autumn and winter crops of forage corn. The selection code of this variety was FSH01, which is a white seed with red spots line and is resistant to leaf spot, rust and corn borer. It is mildly susceptible to sheath. FSH01 was obtained from the descendants of the open pollinated population, and was selected according to the agronomic traits and other external agronomic characteristics in 2011. After line comparison tests, regional trials and local trials, the FSH01 had high yield with excellent agronomic characteristics, such as resistance to diseases and insects, drought tolerance and lodging resistance. Spring crop of FSH01 has high yield, high plant height and lodging resistance, strong moisture resistance and high perennial yield in summer. It is suitable for spring, summer and autumn cultivation in Taiwan. The FSH01 line was named by the Variety Nomenclature Review Committee on November 2, 2018.

Key words: Forage sorghum, Agronomic character, Selection, New variety.

(1) Contribution No. 2618 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, Pingtung 94644, Taiwan, R. O. C.

(3) National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung City 80201, Taiwan, R. O. C.

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