

甜高粱品種秋植與宿根生育特性比較¹

邱善美 胡敏夫²

摘要：本試驗以28個甜高粱品種在1982年秋季（9月14日）種植，子實成熟收穫後即行宿根栽培，以探討不同耕作方式及生育環境對生質產量（biomass production）及錘度（brix）等之影響。結果顯示生質平均產量，不論品種為何，秋作（37.6kg/10m²）概較宿根（22.1kg/10m²）為高，其主要原因乃由於在宿根之生長環境下導致莖長及葉數的下降。莖汁平均錘度也以秋作（8.3%）高於宿根（7.4%）。自性狀間相關獲知，生質產量（秋作或宿根）與莖高及種子收量呈極顯著正相關、與葉數呈顯著正相關。莖汁之平均錘度與下、中、上部莖錘度之相關極高（0.82—0.99），因此測定其中某一部位的錘度或即具代表性。

甜高粱 [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] 係一種耐旱、耐瘠、生長快速、適應性廣、管理方便及可以宿根栽培的糖類作物。生育期約為甘蔗的四分之一，而含糖率高達16.85%⁽¹⁾。臺灣糖業研究所曾自美國引進若干品種作栽培試驗及進行甜高粱汁醱酵試驗，結果顯示在本省南部之自然環境下頗適於甜高粱的種植⁽¹⁾。但由於汁中含糖純度不足及澱粉與附子酸（aconitic acid）含量高之影響，認為用於製糖困難較大，但用作酒精醱酵則屬可行，而其能源比接近甘蔗。

嗣後由於1973年中東地區發生以阿戰爭，產油國家以禁運石油為武器，造成石油危機。復由於二伊的衝突，石油減產，促使世界能源發生困難，導致經濟萎縮，因此研究替代能源作物，以克服其困境，乃成為學者追求的目的。

本所於1981年自哥倫比亞及美國德州引進甜高粱品種（系）35種，經種子繁殖及初步性狀觀察，除去同種而來源不同及生育不良者7品種外，餘下之28品種在1982年秋進行栽培試驗，其目的在探究該等品種（系）對本省環境的適應性，比較各品種的生質產量（biomass production）及宿根栽培對各性狀的影響，進而選育適於本省栽培的品種，供今後以甜高粱作為替代能源栽培之參考。

材料及方法

供試之甜高粱品種（系）共28個，分別為 IN4、IN10、UI6、CITCA、Rio、M81E、Dale、Brandes、Wray、Keller、Roma、Sumae 6550、African millet、Sugar drip、BT×623、At×623×Rio、At×623×Brandes、At×623×74 CS 5388、At×623×Wray、At×623×Sco 599-11E、Atlas×Rio、At×623×Sugar drip、Atlas×Sumae 6550、Atlas×Brandes、Atlas×Negari、Atlas×African millet、At×623×P-3與RT×430 TM。以上28個品種（系）中，IN4、IN10及UI6係臺中區農業改良場供給，其餘品種（系）概為美國德州農工大學 Dr. Fred Miller 所提供。

上述28個甜高粱品種（系）均於1982年9月14日播種，順序排列，行長5m，行株距50×20cm，4行區，2重複。穴播，每穴播4~5粒種子，發芽後行間拔，每穴留苗1株，肥料用量 N-P₂O₅-

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1185 號。本試驗供試種子承美國德州農工大學副教授 Dr. Fred Miller 供給；資料承劉清博士協助統計分析，謹致謝忱。

2. 本所農藝系副研究員與助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

K₂O 為 120-80-60kg/ha 過磷酸鈣全量為基肥，硫銨及氯化鉀分二次等量為基肥及追肥，其他田間管理工作概依高粱栽培方法適時進行。種子成熟後按供試品種別隨機調查各品種10株之莖長，莖徑（距基部約20cm處），葉數及莖汁錘度（brix），同時進行收穫，秤量鮮生質產量及乾種子收量。

每品種收穫後即行宿根栽培，施肥量N-P₂O₅-K₂O 為 100-60-50kg/ha，一次全量施用，施肥後即行培土中耕一次，調查項目同前。

結果與討論

本試驗係於1982年9月14日播種，同年12月下旬各品種全部收穫完畢，生育日數為 84~102天，收穫後即行宿根栽培，至1983年5月中旬收穫完成，生育日數為122~146天，二者相差38~44天，其原因可能係由於生育期受冬季低溫之影響。經分別調查秋作及其宿根10支的莖長、葉數、莖徑及莖汁錘度等性狀之結果列如表1，變方分析列如表2。

自表1知，在秋作之生育環境下，28個供試品種之平均莖長為218.1cm，其中以品種 Keller最高(282.3cm)，At×623×Sco 599-11E 最矮(133.6cm)。莖長在 200cm 以上的品種有21種(Keller, Wray, CITCA等)，佔全部供試品種之75%，次長者(198cm左右)有2品種(7.1%)，125-175cm 之間者5品種(17.9%)。在宿根的培育環境下，莖長在 200cm以上者僅有 At×623×Sugar drip及Atlas×Sumae 6550 2個品系，該2品系在秋作，莖長也在 200cm以上，但在宿根栽培之情況下仍較秋作為矮(分別矮53cm及21cm)。其他各供試品種亦呈明顯的下降。所有宿根品種之平均莖長為165.1cm(表1)，約較秋作減少53cm，顯示秋作較宿根有利於莖的伸長。耕作方式間差異達極顯著水準(表2)。

Table 1: The agronomic characteristics of sweet sorghum under different cultural practices
(mean of 28 cultivars/lines).

Culture practice	Stem height (cm)	No. of leaves	Stem diameter (cm)	Brix	Biomass production (kg/10m ²)	Seed yield (kg/10m ²)
Autumn crop	218.1 (282.3-133.6) ^a	7.8 (6.8-6.3)	1.52 (1.8-1.2)	8.30 (15.8-2.40)	37.6 (51.1-12.2)	1.57 (3.4-0.2)
Ratoon	165.1 (218.5-135.4)	6.2 (7.7-4.7)	0.95 (1.5-0.5)	7.70 (14.0-2.2)	22.1 (37.0-11.7)	1.54 (3.2-0.2)

^a Numbers in the parentheses are the ranges of the tested cultivars/lines.

葉數係於收穫時以其莖桿仍存的葉片(含枯葉)為調查對象。結果顯示，在秋作之栽培環境下，Wray、Keller、At×623×Wray等13個品種之葉數，概在8.1~8.8之間，佔全部供試品種的46.4%、葉數在7.0~7.9之間者有11品種，佔39.3%(Rio、M81E、Sumae 6550等)，6.0~6.9之間者有4品種，佔14.3%(Atlas×Negari、At×623×Sco 599-11E)等。28個品種之平均葉數為7.8葉(表1)。經宿根栽培後，未發現有任何品種具有8個葉片者，此可能由於在宿根栽培之情形下，莖長降低所導致之結果。因此，大多數品種的葉數在5.1~5.9之間，佔全部的42.9%(CITCA、Rio、Dale等)，次多的為6.0~6.9之間有9品種(Keller、Wray等)，佔32.1%，7.0~7.9之間者有6品種(IN4、At×623×Sugar drip等)，佔21.4%，品種IN4之葉片數最少，僅有4.7葉。耕作方式間差異達極顯著水準(表2)。

Table 2 : Analysis of variance for biomass production and related characters of sweet sorghum.

Source	D. f.	Stem height	No. of leaves	Stem diameter	Brix	Biomiss production	Seed yield
Culture practice	1	655.90**	39.71**	1,152.38**	0.35	132.74**	0.03
Variety	27	20.44**	2.70**	3.26**	1.61	6.25**	5.59**
C×V	27	5.73**	1.52	2.19**	1.99	4.45**	4.42**

**, **Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

莖稈的粗細在秋作栽培時以At×623×Sco 599-11E最大(1.8cm)，次為At×623×74CS5388及At×623×Wray(1.7cm)，UI6、Dale、Brandes等15個品種之莖徑在1.5-1.7cm之間，而以IN10及IN4等之莖徑最小(1.3cm)。28個品種莖徑的平均值為1.52cm。宿根試驗結果顯示，莖徑在1.0-1.48cm之間者有10種(UI6、Dale、Keller等)佔全部品種之35.7%，在0.9-1.0cm之間有6品種(Rio、Brandes、Wray等)佔21.4%，其餘品種概分布在0.5-0.89cm之間，平均莖徑為0.95cm，秋作亦優於宿根，耕作方式間亦達極顯著的水準(表2)。

生質產量(鮮重)係鮮莖重、鮮葉重和鮮種子重之總和(為便於比較起見，在表1及表2均列有種子收量，而實際的生質產量已包含了種子收量)，據秋作資料顯示，在28個供試品種中計有14個品種顯示高產，其生質產量在42ton/ha以上，其中尤以Brandes和Sugar drip二品種產量最高，分別為51ton/ha及49ton/ha，而以BT×623最低，僅有22ton/ha。各品種之種子收量依品種及鳥的嗜食性差異頗大，如Brandes之種子收量達3300kg/ha，而IN4僅得50kg/ha，差別頗鉅。影響種子收量主要因子除品種外最重要的是鳥害。在宿根的生育環境，生質產量普遍下降，其減產率高達59%，但Brandes、Roma及Keller等3品種之生質量仍達28ton/ha之多。

莖汁錘度(brix)係使用手提糖度計(hand refractometer)，於收穫之當日，隨機選取之10支莖，切成上、中、下、三部份分別測定之。在秋作之環境下，莖汁錘度以下部莖(靠基部)較低(7.6)，中(8.5)上(8.9)部近似，宿根栽培適相反，下部(8.2)高於中(7.7)上部(7.3)。若以耕作方式分別比較，秋作之平均錘度(8.3)高於宿根(7.4)，但差異未達顯著水準。

在28個供試品種中不論係秋作或宿根，其錘度之平均值以Keller、Dale、Wray及Brandes四品種較高，分別為15.0、14.6、14.6及14.2，似較穩定，但概較國外資料偏低^(3,4)。據Broadhead⁽⁶⁾指出，甜高粱莖汁錘度之高低受套袋或除去頂葉之影響至鉅，凡套袋或去頂葉之莖，錘度顯較不去頂葉或套袋者為低。又種子成熟後3~4星期再行收穫者錘度及蔗糖(Sucrose)皆顯著的下降⁽³⁾。本試驗由於採種的關係，在抽穗期大部份之植株均加以套袋，以保持種子純度，此舉可能影響錘度的正常表現。而構成不同栽培方式間差異的原因，也可能係受不同耕作方式間，環境對其生理及發育等所影響。

各性狀間之相關列如表3。表中上三角形部份為秋作，下三角形部份為宿根。自表中發現不論是秋作或宿根，生質產量與莖長、種子收量呈極顯著正相關，葉數呈顯著正相關，此顯示甜高粱之生質產量主要是受莖長及種子收量所控制，次為葉數。藉此結果或可作為選育甜高粱之參考。

莖汁錘度分成下、中、上三部份分別測定之目的，在探討各部位錘度之變異性以供今後測定時取樣的參考。自表3獲知，平均錘度與下、中、上部莖錘度之相關呈極顯著正相關，顯示任測某一部位莖汁之錘度即具代表性，此將可作為測定甜高粱莖汁錘度的參考。

Table 3 : Correlation coefficients among biomass production and agronomic characters in autumn (upper triangle) and ratoon (lower triangle) crops.

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
X ₁ ^a		0.22	-0.14	-0.06	0.00	0.05	0.14	0.75**	0.37**
X ₂	0.33		0.25	0.14	0.16	0.18	0.16	0.33*	-0.03
X ₃	0.39** ^b	0.12		0.07	0.06	0.05	0.06	0.009	-0.06
X ₄	-0.09	-0.21	0.02		0.99**	0.97**	0.99**	0.02	-0.42**
X ₅	-0.05	-0.18	0.15	0.85**		0.99**	0.99**	0.07	-0.44**
X ₆	0.01	-0.13	0.26*	0.82**	0.94**		0.99**	0.09	-0.44**
X ₇	-0.05	-0.19	0.15	0.92**	0.96**	0.94**		0.08	-0.42**
X ₈	0.50**	0.30*	0.26	-0.17	-0.21	-0.16	-0.19		-0.40**
X ₉	0.20	0.04	0.25	0.19	0.16	0.23	0.20	0.045**	

^a x₁=Plant ht.

x₂=No. of leaves

x₃=Stem diameter

x₄=Brix of the lower portion of stem.

x₅=Brix of the middle portion of stem

x₆=Brix of the upper portion of stem

x₇=Average brix of stem

x₈=Biomass production

x₉=Seed yield

^b*,**Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

參考文獻

1. 夏雨人、劉明雄1973，製糖用甜高粱栽培之研究，臺灣糖業研究所研究彙報第61號：43—57。
2. 劉清、何惠、曹紹徽1983，水稻農藝性狀取樣方法之研究，I、期作間之比較，中華農業研究32(2)：122—128
3. Broadhead, D. D. 1969. Sugar production from sweet sorghum as affected by planting date, after-ripe harvesting and storage. Agron. J. 61: 811-812.
4. Broadhead, D. D. 1972. Effect of planting date and maturity on juice quality of Rio sweet sorghum. Agron. J. 64: 389-390.
5. Broadhead, D. D. 1972. Effect of stake chopping on leaf removal and juice quality of Rio sweet sorghum. Agron. J. 64: 306-308.
6. Broadhead, D. D. 1979. Influence of bagging sweet sorghum panicles on stalk yield and juice quality. Crop Sci. 19: 195-196.
7. Escalada, R. G. and D. L. Plucknett. 1975. Ratoon cropping of sorghum. I. Origin time of appearance and fate of tillers. Agron. J. 67: 473-478.
8. Shih, S. F., G. J. Gascho and G. S. Rahi. 1981. Modeling biomass production of sweet sorghum. Agron. J. 73: 1028-1031.

Performances of Agronomic Characters and Biomass Yield of Sweet Sorghum in Autumn and Ratoon Plantings¹

S. M. Chiu and M. F. Hu²

Twenty-eight sweet sorghum cultivars/lines were planted in the autumn season (Sept. 14) of 1982 and their ratoon crop was followed after harvest. The purpose of this study was to compare the biomass yield and the agronomic characters between different cultural practices. Results showed that average biomass yield of the 28 entries was higher in the autumn crop (37.6kg/10 m²) than in the ratoon crop (22.1kg/10m²). The low yield of ratoon crop was presumed to be related to the decreases in stem length and the number of leaves. Stem brix value was also higher for the autumn crop (8.3) than for the ratoon crop (7.4). For both crops, the yield of biomass was closely correlated with stem height, seed yield and the number of leaves. The mean brix of the stem was found highly correlated with the brix values of the upper, middle or lower portions of the stem (0.82-0.99), indicating that any part of the stem can be used as material for the determination of stem brix.

1. Contribution No. 1185 from Taiwan agricultural Research Institute.

2. Agronomist and research assistant, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.