

氮肥用量及栽培密度對青割玉米產量之影響¹

謝光照² 盧煌勝² 何千里²

林維和³ 楊嘉凌⁴ 陳振耕⁵ 鄭書杏⁶ 簡文憲⁶

摘要：二個青割玉米品系H7及Si4，於春、秋、裡三期作，分別在苗栗、彰化、嘉義及花蓮進行氮肥用量及栽培密度試驗，探討其對於鮮草產量及其他農藝性狀之影響。結果顯示，不論在春、秋或裡作，氮肥及密度處理對青割玉米開花期、株高、乾物質總營養消化率及葉部病害等性狀之影響不大。氮肥用量及栽培密度之反應在不同期作或地區間稍有差異。平均而言，氮肥處理中，以公頃施肥量250kgN之鮮草產量最佳；密度等級中，密度越大者其小區鮮草產量越高，依序為70×15cm>70×20cm>70×25cm；品系間比較，又以H7較優。同時考慮氮肥用量與栽培密度，則以200~250kgN/ha與70×15cm之組合，可得最高之鮮草產量。

關鍵詞：青割玉米、氮肥、密度

以青割玉米作成的青貯料或青割飼料，是一種嗜口性 (palatability) 佳且營養價值頗高的芻料，故有芻料之王之稱，用來飼養乳牛更可提高泌乳量及乳脂率 (Phipps *et al*, 1979)。目前政府正大力推行稻田轉作計畫，玉米是主要推薦作物之一，青割玉米自播種至收穫可完全機械化操作，在降低生產成本及解決農村勞力不足問題上，均較其他作物有利。推廣青割玉米不但可加速稻田轉作計畫之推廣，同時更可促進本省乳牛、肉牛事業之蓬勃發展。

青割玉米之適當收割時期，因品種及季節而異。Thomson and Rogers (1968) 認為當玉米青貯料具有較高籽粒含量時，其價值一般較高。Csrmely and Maykuth (1981) 相信，青割玉米採收適當時期為籽粒含水率36~42%，亦整株含水率60~65%之際，此時玉米整株具有最高的乾物產量及飼用價值；一般玉米籽粒用手擠壓沒有乳狀液流出 (糊熟期)，即為青割玉米適當收割期 (Keiser, 1981)。許等 (1987) 之結果建議，春作在吐絲後21—28天收割，秋作在吐絲後35—45天收割；而裡作在吐絲後50天收割為宜 (謝等, 1989)。影響玉米乾物質生產的因素很多，除基因型與環境因子外，栽培方法如種植密度與肥料用量也有明顯的作用。族群密度造成影響的主要原因在於植株間對養分和環境資源競爭能力的改變，Bryant and Blaser (1968) 及 Robinson and Murphy (1972) 試驗均顯示青割玉米產量隨密度由每公頃39,500~98,800株之增加而升高，但密度增加並不能提高青貯料之品質；一般而言，玉米單位面積乾物質累積量隨栽培密度增加而升高 (Brown, 1986)。Remison and Lucas (1982) 發現在每公頃種植37,000至80,000株範圍內，單位面積總乾物質產量因密植而增高。王等 (1987) 以每公頃31,250、62,500與125,000株之極端密度栽培臺農351號玉米，發現單位面積乾物質產量及成熟期之乾物質累積量隨密度之增加而升高。陳 (1989) 亦指出不論是臺農351或臺農1號，在吐絲期及成熟期之乾物質累積量均同此趨勢。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1603 號。
2. 本所農藝系助理研究員、研究員及助理研究員。
3. 桃園區農業改良場副研究員。
4. 臺中區農業改良場助理。
5. 臺南區農業改良場助理。
6. 花蓮區農業改良場助理及研究員。

氮素為構成植物蛋白質與葉綠素的主要成份之一，與各項生理活性均有密切關係，作物乾物質生產為生理作用之綜合表現，因此亦受氮素供應適當與否的直接影響，Robinson and Murphy (1972) 指出氮肥用量對鮮草產量有顯著的促進作用存在。而玉米乾物質生產的表現對氮肥的反應雖因品種而異，但一般皆隨施用量之增加而提高 (Chevalier and Shrader, 1977)。Remison and Fajemisin (1979) 測定雜交品種與合成品種對每公頃施用0、75與150公斤氮肥之反應，發現雜交品種在75公斤及合成品種在150公斤時能有最高之乾物產量，顯示基因型與氮肥用量有交感作用存在 (Balko and Russell, 1980)。Lian (1986) 探討氮肥對台農351號品種之影響，發現春作施肥量自每公頃70公斤增加至210公斤及秋作100公斤增加至300公斤時，作用並不明顯，每公頃乾物質產量分別為10及15噸左右，推測係受土壤肥力因子的影響。陳 (1989) 發現不同基因型對氮肥反應有異，台農1號之父本 (TA3651-377) 在吐絲期全株乾重對氮肥用量均無反應，但成熟時，氮肥處理間有明顯差異；台農1號及其母本 (TA2808-176) 的表現則不同，無論吐絲期或成熟期，全株乾重均隨氮肥用量提升而增加。

本試驗在探討氮肥用量及栽培密度對青割玉米鮮草產量之影響，其結果可提供農民栽培青割玉米之參考。

材料與方法

本研究所使用的材料包括H7 (H₁) 及Si4 (H₂) 二個青割玉米單雜交品系，分別由農試所及臺南場朴子分場育成。

試驗地點係在本省北、中、南、東部各設置一處試驗地點，分別由桃園、臺中、臺南及花蓮區農業改良場於其附近租用農家土地進行試驗。播種季節分春、秋、裡等三期作。試驗地點及各地於三期作之播種時期列表1。

表1. 春、秋、裡作之試驗地點及播種時期

Table 1. Locations and planting dates for the spring, fall and winter crops.

Location	Spring	Fall	Winter
Miaoli	Mar. 22	Sep. 3	—
Changhwa	Mar. 7	Aug. 17	Sep. 22
Chiayi	Mar. 7	Sep. 30	Oct. 24
Hwalien	Mar. 9	Aug. 18	Oct. 18

各試區每期作之氮肥用量分N₁=150kg N/ha, N₂=200kg N/ha, N₃=250kg N/ha, 及N₄=300kg N/ha四個等級。栽培密度分D₁=70x15cm (95,238 plants/ha), D₂=70x20cm (71,428 plants/ha) 及D₃=70x25cm (57,142 plants/ha) 三個等級。田間試驗採用裂區設計，以氮肥為主區，主區依逢機完全區集設計排列，重複四次；密度為副區，逢機排列於主區中；品系為副副區，逢機排列於副區中。副副區為六行小區，行長5m。田區周圍種植臺南白兩行作為保護行。基肥以每公頃N=60kg, P₂O₅=90kg及K₂O=60 kg 於播種前或播種時施用，追肥以硫銨 (N=21%) 於中耕培土前施用，N₁處理每行施用158g, N₂處理每行施用245g, N₃處理每行施用333g, N₄處理每行施用420g。其餘管理工作，仿照一般玉米栽培法行之。

調查項目包括開花期、株高、小區鮮草產量 (收穫於大姆指壓擠籽粒已無乳漿溢出之糊熟期) 及各種葉部病害 (依玉米主要病害檢定方法劃分為最抗、抗、中抗、感、最感等5級；1級為最抗，5級為最感)。總營養消化率 (total digestible nutrient percentage, TDN)，係依據Japan Pioneer

Hybrid Company (1986) 之下列公式計算之：

$$\frac{(莖葉加苞葉乾重 \times 0.582) + (穗乾重 \times 0.85)}{(莖葉加苞葉乾重 + 穗乾重)} \times 100 = \text{TND}\%$$

結果與討論

本省地處亞熱帶，適合於玉米栽培，玉米在臺灣的生長季節，主要有春作、秋作及裡作。因地理環境因素，春作播種期為一月月上旬至三月下旬，秋作及裡作則在八月月上旬至十月下旬。不同期作間之氣象差異極大，通常春作由低溫、短日照逐漸轉為高溫、多濕及較長日照之環境；而秋作則由高溫、長日照、多濕逐漸轉為低溫、低濕度及較短日照之環境；在本省不同栽培期作下，玉米生長有明顯的差異（王等，1988）。

本試驗分春、秋及裡作三期作，分別於花蓮瑞穗、彰化芳苑、嘉義溪口及苗栗通霄進行試驗，試驗結果顯示，氮肥及密度處理對開花期、株高、TND及病害等影響並不明顯，品系間差異並不大。春作環境下，達到開花需65天左右，株高為210~213cm，TDN為66~67%，銹病等級為2.3~2.8，煤紋病等級為3.4~4.1，葉斑病1.3~2.3。秋作環境下，達開花期平均55天，株高185cm左右，TDN為67~68%，銹病等級為1.2~1.9，煤紋病2.0~2.8，葉斑病為1.7~2.2。裡作環境下，達開花期需71天左右，株高為158~172cm，TDN為70~71%，銹病等級0.8~1.3，煤紋病等級1.5~2.3，葉斑病等級1.4~1.7（表2）。Hunter (1986)、Rutger and Crowder (1967) 認為密植對品質並無顯著影響；Cummins and Dobson (1973) 及陳 (1989) 指出栽培密度及氮肥用量對TDN並無顯著差異存在，本試驗結果與其相符。裡作由於生育期長，日夜溫差也大，致使較多的碳水化合物轉移至果穗，果穗比例增加，因此裡作之TDN比春作及秋作稍高。

表2. 不同期作下五項性狀在不同氮肥用量、栽培密度及品種下之平均值

Table 2. Influence of nitrogen, planting density and hybrid on five traits of forage maize at different crop seasons.

Crop season	Treatment	Days to tasseling (day)	Plant height (cm)	TDN (%)	Rust (1-5)	Northern leaf blight (1-5)	Southern leaf blight (1-5)
Spring	N ₁	65	212	67	2.8	4.0	1.7
	N ₂	65	210	67	2.5	3.8	1.8
	N ₃	65	213	67	2.4	3.7	1.3
	N ₄	66	212	66	2.3	3.7	1.7
	D ₁	65	213	67	2.3	3.4	1.9
	D ₂	65	211	67	2.7	4.1	2.3
	D ₃	65	210	67	2.8	4.1	2.3
	H ₁	65	214	66	3.3	4.7	1.7
	H ₂	66	209	67	2.7	3.8	1.5
	Fall	N ₁	55	183	67	1.8	2.8
N ₂		55	189	67	1.6	2.0	1.7
N ₃		55	182	68	1.2	2.5	1.8
N ₄		55	183	68	1.5	2.3	1.8
D ₁		55	185	67	1.2	2.4	1.8
D ₂		55	185	67	1.5	2.1	1.9
D ₃		55	182	68	1.9	2.8	1.9
H ₁		55	186	67	1.9	2.6	1.9
H ₂		55	182	68	1.4	2.3	1.8

(繼表 2)

	N ₁	71	168	71	1.1	1.6	1.6
	N ₂	71	166	70	1.0	2.2	1.5
	N ₃	72	170	70	1.2	1.5	1.4
	N ₄	71	166	71	0.9	2.0	1.7
Winter	D ₁	71	164	70	0.8	1.5	1.4
	D ₂	71	172	71	1.1	1.9	1.6
	D ₃	71	158	71	1.3	2.3	1.6
	H ₁	72	171	71	1.1	1.7	1.6
	H ₂	71	164	71	1.0	2.0	1.5

本試驗之鮮草產量資料，裡作缺苗粟一個地點，又因花蓮瑞穗之秋作及裡作僅有兩重複，遂以期作及地點進行個別變方分析，詳細結果列如表3。氮肥處理效果達顯著以上的包括春作之苗栗、嘉義，秋作之嘉義，裡作之彰化、嘉義。密度效應除春作之彰化及裡作之花蓮外，其餘均達顯著或極顯著。氮肥及密度之交感作用在秋作之苗栗為顯著，而秋作之嘉義及裡作之彰化、嘉義為極顯著。品系差異未達顯著的包括春作之苗栗、嘉義、花蓮及秋作之苗栗。氮肥及品系之交感效應僅在春作之嘉義，秋作之嘉義、花蓮，及裡作之嘉義達顯著以上。密度及品系之交感作用在春作之苗栗、嘉義、花蓮，秋作及裡作之嘉義均達顯著或極顯著。而所有期作之所有地點之氮肥x密度x品系交感效應則均未有顯著差異。綜合言之，本試驗之結果，顯示氮肥及密度對鮮草產量之影響隨地點及期作之不同而有差異，且氮肥與密度間之交感效應存在於秋作及裡作之某些地點，不同品系之氮肥與密度效應在不同地點或期作下均一致，但在某些地點之氮肥與品系有交感作用。

表3. 在不同期作及地點下之青割玉米小區鮮草產量 (kg/10.5m²) 綜合變方分析Table 3. Combined analysis of variance for fresh weight of whole plant (kg/10.5m²) at different crop seasons and locations.

Source of variation	Degree of freedom	Spring				Fall				Winter		
		Miao-li	Chang-hwa	Chia-yi	Hwa-lien	Miao-li	Chang-hwa	Chia-yi	Hwa-lien	Chang-hwa	Chia-yi	Hwa-lien
Block	3(1)§											
Nitrogen(N)	3(3)	**		**				*		**	**	
Error a	9(3)											
Density(D)	2(2)	**		**	**	**	**	**	**	*	**	
NxD	6(6)					*		**		**	**	
Error b	24(8)											
Hybrid(H)	1(1)		**				*	**	**	**	**	**
NxH	3(3)			**				**	*		**	
DxH	2(2)	*		**	**			*			**	
NxDxH	6(6)											
Error c	36(12)											

* , ** 分別達5%及1%之顯著水準。

* , ** Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

§ 括號內之自由度為花蓮瑞穗秋作及裡作之自由度。

§ Degrees of freedom for fall and winter crops of Hwalien are presented in parenthesis.

氮素為構成植物蛋白質與葉綠素成份之一，與各項生理活性均有密切關係，而作物乾物質的生產為生理作用之綜合表現，因此氮素供應適當與否與之有密切關係，Robinson and Murphy (1972)

指出氮素用量對玉米鮮草產量有顯著的促進作用。本試驗之結果顯示在某些地點亦有差異，而有些地點小區鮮草產量未有顯著差異存在，推測可能係受地力因子之影響 (Lian, 1986)。品系與氮肥有交感作用，顯示玉米鮮草產量對氮肥用量的反應會因品系而異，此與Remison and Fajemisin (1976)、Balko and Russell (1980) 指出基因型與氮肥用量有交感作用之結論相符。而品系與密度之交感作用在某些地區也存在，顯示不同品系對於栽培密度的變化並無相當一致的趨勢，各品系欲獲致最高鮮草產量或各需要其特殊之栽培密度配合 (Rutger and Crowder, 1967)。

進一步由氮肥、密度及品系間之平均值進行比較(表4)：在不同氮肥用量下，鮮草產量在春作之苗栗、秋作之嘉義及裡作之彰化，均以N₄較其他氮肥等級略高；春作之彰化及裡作之花蓮各等級並不顯著外；其餘期作或地點概以N₃最高，N₁最低(春作及裡作之嘉義除外)。氮肥處理沒有明顯差異存在之期作或區域，或因地力之影響所致 (Lian, 1986)。施用氮肥的確可提高鮮草產量，持續增加施氮肥超過某一程度時，其產量不再增加，反而有下降趨勢，由總平均比較，發現氮肥以N₃=250kg N/ha及N₂=200kg N/ha表現較佳，此與Wang *et al.* (1986) 及Carlone and Russell (1987) 之結果相類似。密度處理中，除春作之嘉義、裡作之彰化及花蓮外，其餘期作及地區均以D₁之鮮草產量最高；春作之嘉義及裡作之彰化分別以D₂及D₃為最高產量；而裡作之花蓮，其三個密度等級間並無顯著差異。平均而言，密度處理之鮮草產量以70×15cm>70×20cm>70×25cm，此密度範圍之產量趨勢與Bryant (1968) 指出青割玉米產量隨密度之增加而升高之結果頗吻合。比較品系間平均鮮草產量，在春作之彰化，秋作之彰化及嘉義，裡作之彰化、嘉義及花蓮均以H₁顯著高於H₂，唯在秋作花蓮，係為H₂顯著高於H₁。

表4. 不同期作及地區下各級氮肥用量、栽培密度及品種之小區鮮草產量 (kg/10.5m²)。

Table 4. Influence of nitrogen, planting density and hybrid on the fresh weight of whole plant (kg/10.5m²) at different crop seasons and locations.

Treatment	Spring				Fall				Winter			Mean
	Miao-li	Chang-hwa	Chia-yi	Hwal-ien	Miao-li	Chang-hwa	Chia-yi	Hwal-ien	Chang-hwa	Chia-yi	Hwal-ien	
N ₁	41.85	35.62	73.66	55.78	30.36	31.91	84.51	19.05	30.12	95.97	27.40	47.84
N ₂	44.42	37.95	85.02	56.33	31.58	33.37	91.28	20.35	32.91	97.44	29.10	50.89
N ₃	45.06	37.45	89.64	63.76	33.15	35.29	91.64	19.45	34.04	99.61	29.74	52.57
N ₄	47.25	37.91	66.37	60.65	30.80	32.87	92.55	19.54	40.75	82.34	30.14	49.19
LSD(5%)	1.67	4.27	11.74	6.26	2.01	2.41	5.66	4.66	3.52	2.75	2.84	
D ₁	46.72	40.28	82.41	65.70	33.30	37.18	107.69	21.52	34.53	107.94	29.67	55.18
D ₂	46.54	36.37	85.22	58.62	31.26	33.46	90.75	20.21	31.96	88.22	30.72	50.30
D ₃	40.67	35.06	68.39	52.69	29.86	29.43	71.54	17.05	36.87	85.35	26.90	44.89
LSD(5%)	2.09	3.09	8.41	4.32	1.90	3.06	5.56	2.33	3.03	2.67	5.46	
H ₁	44.10	39.60	76.97	59.08	32.11	34.04	92.89	17.43	35.97	99.61	30.61	51.09
H ₂	45.18	34.87	80.38	58.06	30.83	32.68	87.10	21.46	32.93	88.06	27.98	49.16
LSD(5%)	1.94	2.16	4.40	3.04	1.67	1.05	3.03	0.92	1.04	2.03	1.60	

本研究使用兩個青割玉米品系在四個地區分別進行三個期作之試驗，期作、地區間理應作更詳盡的比較，只可惜因部份地區或期作之資料不全，故僅能就各地區在不同期作下之氮肥用量及栽培密度

組合，依鮮草產量高低作一順序排列，以為參考。將鮮草產量排名前四位之組合作一比較（表5，6），發現 H7 及 Si4 於裡作之彰化、春秋裡作之嘉義及春作之花蓮，其前四名之間有顯著差異外，其餘環境下前四名之間皆無顯著差異存在。綜合而言，除品系 H7 於春作之苗栗及裡作之彰化外，栽培青割玉米 H7 或 Si4，欲得到最高之鮮草產量，概以公頃氮肥用量 200~250kg 及栽培密度 70×15cm 之組合較為適當。

表5. H7 品系在各環境下排名前四位之氮肥與密度組合

Table 5. Top four combinations of nitrogen and planting density for H7 at different locations and crop seasons.

Location	Crop season	1	2	3	4
Miaoli	Spring	D ₂ N ₄ a	D ₁ N ₄ a	D ₂ N ₂ a	D ₂ N ₃ a
	Fall	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₁ a	D ₂ N ₂ a	D ₁ N ₂ a
Changhwa	Spring	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₂ a	D ₁ N ₄ a	D ₁ N ₁ a
	Fall	D ₁ N ₂ a	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₄ a	D ₁ N ₁ a
	Winter	D ₃ N ₄ a	D ₁ N ₄ b	D ₁ N ₃ b	D ₁ N ₂ b
Chiayi	Spring	D ₂ N ₁ a	D ₁ N ₂ a	D ₃ N ₃ ab	D ₁ N ₃ b
	Fall	D ₁ N ₂ a	D ₁ N ₃ b	D ₂ N ₁ bc	D ₁ N ₄ c
	Winter	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₁ b	D ₃ N ₃ c	D ₁ N ₂ c
Hwalien	Spring	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₂ a	D ₁ N ₄ ab	D ₁ N ₁ b
	Fall	D ₁ N ₄ a	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₂ a	D ₂ N ₂ a
	Winter	D ₂ N ₂ a	D ₂ N ₁ a	D ₃ N ₃ a	D ₁ N ₂ a

§ 在同一橫行內英文字母 (a, b, c) 相同者，為未達 LSD (5%) 顯著差異者。

§ Combinations with the same letter within each row are not significantly different at LSD (5%)

表6. Si4 品系在各環境下排名前四位之氮肥與密度組合

Table 6. Top four combinations of nitrogen and density for Si4 at different locations and crop seasons.

Location	Crop season	1	2	3	4
Miaoli	Spring	D ₁ N ₂ a	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₄ a	D ₃ N ₄ a
	Fall	D ₁ N ₃ a	D ₃ N ₂ a	D ₁ N ₂ a	D ₂ N ₂ a
Changhwa	Spring	D ₁ N ₄ a	D ₁ N ₃ a	D ₂ N ₄ a	D ₁ N ₂ a
	Fall	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₂ a	D ₁ N ₄ a	D ₂ N ₃ a
	Winter	D ₃ N ₄ a	D ₁ N ₃ a	D ₃ N ₂ b	D ₂ N ₃ b
Chiayi	Spring	D ₂ N ₃ a	D ₂ N ₂ a	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₁ b
	Fall	D ₁ N ₃ a	D ₂ N ₄ ab	D ₁ N ₁ b	D ₂ N ₁ b
	Winter	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₂ b	D ₂ N ₂ c	D ₂ N ₁ c
Hwalien	Spring	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₄ ab	D ₂ N ₂ b	D ₃ N ₃ b
	Fall	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₁ a	D ₂ N ₂ a	D ₁ N ₂ a
	Winter	D ₁ N ₃ a	D ₁ N ₄ a	D ₂ N ₄ a	D ₂ N ₃ a

§ 在同一橫行內英文字母相同者，為未達 LSD (5%) 顯著差異者。

§ Combinations with the same letter within each row are not significantly different at LSD (5%) .

參考文獻

1. 王強生、曹紹徽、劉大江。1987。栽培密度對玉米乾物質累積之影響。中華農業研究36：15-28。
2. 王強生、王碧玉、劉大江。1988。玉米對溫度與光週期之生長反應。中華農業研究37：379-388。
3. 陳建成。1989。栽培密度與氮肥用量對玉米吐絲後乾物質及氮素累積性狀的影響。國立中興大學農藝研究所碩士論文。
4. 許福星、洪國源、李國貞、徐阿里。1987。青割玉米不同成熟期青割產量及營養成份之變化。中華農學會報新139：44-55。
5. 謝光照、盧煌勝、劉孔生、何千里、呂宗佳。1989。期作對青割玉米生長與收穫適期之影響。中華農業研究38：291-305。
6. Balko, L. G., and W. A. Russell. 1980 Response of maize inbred lines to N fertilizer. *Agron. J.* 72:723-728.
7. Brown, D. M. 1986. Corn yield response to irrigation, plant population and nitrogen in a cool, humid climate. *Can. J. Plant Sci.* 66 : 453-464.
8. Bryant, H. T., and R. E. Blaser. 1968. Plant constituent of an early and a late corn hybrids as affected by row spacing and plant population. *Agron. J.* 60 : 557-559.
9. Carlone, M. R., and W. A. Russell. 1987. Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars from different eras of breeding. *Crop Sci.* 27 : 465-470.
10. Chevalier, P., and L. E. Schrader. 1977. Genotypic difference in nitrate absorption and partitioning of N among plant parts. *Crop Sci.* 17 : 987-991.
11. Csermely, J., and J. Maykuth. 1981. Whole-plant maize silage. *Herb. Abstr.* 51 : # 1690.
12. Cummins, D. G., and J. W. Dobson, Jr. 1937. Corn for silage as influenced by hybrid maturity, row spacing, plant population and climate. *Agron. J.* 65 : 240-243.
13. Hunter, R. B. 1986. Selecting hybrids for silage maize production : a Canadian experience. *In* : Breeding of Silage Maize. (O. Dolstra and P. Miedema, eds.). Pudoc, Wageningen.
14. Japan pioneer Hybrid Co. Ltd. 1986. Handbook for field experiment. The Company, Tokyo.
15. Keiser, H. V. 1981. When should silage maize harvested? *Herb. Abstr.* 51 # 1689.
16. Lian, S. 1986. Characteristics of corn production in the drained paddies and their fertility managements in Taiwan. *Soils and Fertilizers in Taiwan 1986* : 65-92.
17. Phipps, R. H., R. F. Weller, and R. J. Fulford. 1979. The development of plant components and their effect on the composition of fresh and ensiled forage maize. 3. The effect of grain content on milk production. *J. Agric. Sci. Camb.* 92 : 493-498.
18. Remison, S. U., and J. M. Fajemisin. 1979. Comparative growth of maize cultivars with different leaf orientation. *J. Agric. Sci. Camb.* 99 : 61-66.
19. Remison, S.U., and E. O. Lucas. 1982. Effects of planting density on leaf area and productivity of two maize cultivars in Nigeria. *Expl. Agric.* 18 : 93-100.
20. Robinson, D. L., and L. S. Murphy. 1972. Influence of nitrogen, phosphorus, and plant population on yield and quality of forage corn. *Agron. J.* 64 : 349-351.
21. Rutger, J. N., and L. V. Crowder. 1967. Effect of population and row width on corn silage yields. *Agron. J.* 59 : 475-476.
22. Thomson, A. J., and H. H. Rogers. 1986. Yield and quality components in maize grown for silage. *J. Agric. Sci. Camb.* 71 : 393-403.
23. Wang, C. S., S. H. Tsao, and D. J. Liu. 1986. Effects of N fertilization on the growth and yield of two maize hybrids. *J. Agri. Res. China* 35 : 437-448.

Effects of N-fertilizer and Planting Density on the Yield of Forage Maize¹

G. J. Shieh², H. S. Lu², C. L. Ho², W. H. Lin³, J. L. Yang⁴,
C. K. Chen⁵, S. S. Cheng⁶, W. H. Chien⁶

Summary

Two forage maize hybrids, H7 and Si4, were grown at Miaoli, Changhwa, Chiayi and Hwalien in spring, fall and winter crops to study the effects of N-fertilizer and plant density effects on the forage yield and several agronomic traits. No N-fertilizer and plant density effects on days to tasseling, plant height, total digestible nutrient percentage (TDN) and leaf diseases were found. Response to N-fertilizer and planting density effects varied among crop seasons and locations.

The highest forage yield was obtained for N-fertilizer treatment of 250 kg N/ha and for planting density treatment of 70×15cm. Forage yield of H7 was slightly higher than that of Si4. However, the optimum combination of N-fertilizer of 200–250 kg/ha and spacing of 70×15cm would give the highest forage yield.

1. Contribution, No. 1603 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, assistant agronomist, senior agronomist and assistant agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, ROC.

3. Agronomist, Taoyuan DAIS.

4. Research assistant, Taichung DAIS.

5. Research assistant, Tainan DAIS.

6. Research assistant and senior agronomist, Hwalien DAIS.