

## 期作對青割玉米生長與收穫適期之影響<sup>1</sup>

謝光照<sup>2</sup> 盧煌勝<sup>2</sup> 劉孔生<sup>2</sup> 何千里<sup>2</sup> 呂宗佳<sup>3</sup>

**摘要** 本研究以三個不同成熟期之玉米品系，臺南白（早熟）、E47（中熟）及 H41（中晚熟），自民國76年秋至77年春，在農試所進行春、秋、裡等三期作之試驗，以探討期作對青割玉米生長及收穫適期之影響。試驗結果摘要如下：

1. 期作間在吐絲期、株高、單株葉面積、成熟期百粒重、直線生長速率、有效充實期及全株乾重等性狀均為差異極顯著。品種間及品種×期作交感效应在多數性狀亦是差異互見。
2. 同時考慮青割鮮草量、乾草量、含水率、果穗百分比及總營養消化率，臺灣中部地區春、秋、裡作玉米青割適期分別為吐絲後21—28天、28—35天及50—60天為宜。
3. 性狀間之相關性顯示：子粒含水率可作為整株含水率之判定標準，並提供青割適期另一方面且可靠之依據。

作物的產量是一個相當複雜的性狀，它同時受許多遺傳與環境因子的控制。氣候環境因子中對作物生長影響最直接的為溫度與日照，Hunter *et al.* (17) 報告指出，玉米植株平均每日乾物質生產量，以在較長日照下較多，主要是由於每株有較大的葉面積，可增加光合產物的製造；在較低溫度下，玉米子粒產量則大，主要是子粒充實期之時間增長及開花後有較高比例的乾物質累積在子粒所致；較長日照及較低溫度的聯合運作下，植株最後的乾物重及子粒產量均達最大。一般玉米供源 (source) 的大小是由單株葉面積與光合作用速率所共同組成，而供源的大小，會受溫度高低及日照長短所影響。Landi and Cunti (21) 指出，玉米生長於 20°C 以下的溫度植株葉面積會減少。Wilson *et al.* (36) 則有溫度升高會增加玉米單株葉面積之研究結果。Coligado and Brown (8) 發現同時增加溫度及光週期 (日照長度)，會增加玉米單株葉片數。而根據 Russell and Stuber (29) 報告，對玉米總葉片數之影響，光週期小於溫度。Warrington and Kanemasu (34) 認為玉米植株的葉片數隨品種而異，主要受溫度、光週期影響；溫度對葉片數的反應為曲線的；而日照長度對葉片數的反應，則為日長增加葉片數亦隨之增加。

玉米子粒的生長受積儲 (sink) 的大小與積儲活性所共同作用。Hunter *et al.* (17), Breuer *et al.* (4) 等認為，子粒充實期的長短主要受溫度影響。而 Jones *et al.* (19) 則發現，溫度對玉米子粒充實速率及子粒充實期具有很大的影響，子粒充實期常因溫度升高而縮短。盧 (2) 以臺農 351 號及臺南 11 號為材料，進行不同期作下光合產物供源、積儲及營養要素的分配與玉米產量的關係研究，指出臺灣中部裡作玉米適值低溫，單株葉面積較小，限制了玉米供源及積儲強度之發揮，而使其乾物產量最低，一般臺灣中部裡作物產量的限制因子主要為供源不足；春作玉米營養生長期之溫度與日照強度不高，而生殖生長期則有明顯之升高，在此種環境下，葉部發育良好，單株葉面積大，但因植株老化快速而使葉片持續期 (LAD-leaf area duration) 值低，供源強度亦因而降低，又因高溫而縮短子粒

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1470 號。

2. 本所農藝系助理研究員、副研究員、副研究員、助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

3. 國立宜蘭農工專科學校園藝科教授。臺灣省 宜蘭市。

充實期，積儲強度亦因有效充實期 (EFPD-effective filling period duration) 縮短而減少，故春作子粒產量主要限制因子為供源不足及積儲之持續期過短；秋作營養生長期的溫度、日照均高而生殖生長期則均低，因此不僅有利於葉片之發育，且有利於其功能之維持，並能延長子粒充實期，故秋作 LAD 值相當高，約為春作二倍，雖因低溫低日照使淨同化速率 (NAR-net assimilation rate) 值較低，但其供源強度潛能極高，子粒的發育不僅粒數多，且有足夠充實期使其百粒重亦高。秋作玉米在子粒達生理成熟時，尚有半數的葉片維持綠色，顯示仍有供源可資利用，故子粒積儲能力不夠或為秋作玉米子粒產量之主要限制因子。

有關青割玉米整株乾物產量、品質與收穫期整株含水率、子粒含量、子粒含水率、可消化性總乾物重等之關係研究報告頗多。Faurey<sup>(14)</sup>、Phipps and Weller<sup>(25)</sup>、Daynard and Hunter<sup>(12)</sup> 指出，當收穫期延後時，莖葉、苞葉與穗軸的可消化性百分比減少，但整株產量的子粒比例增加部分則具有互補作用，以維持整株固定之可消化性物質，因此收穫期早晚對整株乾物重的可消化性百分率影響極小。Daynard and Hunter<sup>(12)</sup> 就八個雜交種的試驗結果顯示，當玉米整株達最大乾物產量時，其整株含水率為66—70%，相對的子粒含水率為45—50%，子粒含水率與整株的乾物產量、子粒乾物產量、整株含水率之二次迴歸係數均為極顯著值。Hume and Campbell<sup>(16)</sup> 認為，玉米整株乾物產量達最大時，子粒的產量可達最大，此一時段，碳水化合物可重新代謝，由莖稈轉移至子粒，但地上部整株的乾物產量並未增加，這一段過渡期約為3週或更長。Cummins<sup>(11)</sup>、Caldwell and Perry<sup>(7)</sup> 發現，玉米整株具有最大乾物產量時，其整株的含水率約在65—67%。Daynard and Hunter<sup>(12)</sup> 也得到類似的結果，玉米整株含水率降至65—68%時，可減少在貯藏時因發酵造成汁液的流失，並可獲得最大乾物產量及飼養值 (feeding value)，因而建議當玉米子粒含水率在45%時，其整株含水率約為65—68%，收割可獲得最大的乾物產量，且最適作青貯料。Phipps and Weller<sup>(25)</sup> 指出，玉米整株含水率達75%時或之前，整株可得最大乾物產量。Rutger<sup>(30)</sup> 則認為當整株含水率在50—65%時，整株的乾物產量最大。Ledrew *et al.*<sup>(22)</sup> 相信，玉米在達最大乾物產量時，其玉米整株含水率與玉米成熟所需的熱量 (CHU-corn heat unit) 之間的相關不顯著，即在獲得最大總乾物產量時之整株含水率，不受雜交種的成熟速率 (maturity rating) 所影響；而獲得最大總乾物重時之子粒含水率，則受玉米品種的成熟速率及整個生長季熱量的累積 (seasonal-CHU accumulation) 所影響。

McAllan and Phipps<sup>(23)</sup> 報告中指出，玉米整株與穗的乾物重隨成熟時間之增加，呈穩定性的增加；莖及稈之乾物重却隨時間之增加而減少。而植株各部位，在整個生長季節，其纖維素含量 (cellulose content) 並沒有明顯的增加。Cummins<sup>(11)</sup> 以為，玉米整株鮮重隨成熟度之增加而減少，而總乾物產量隨成熟度之增加而增加，然後呈現下降現象；其中果穗乾物重隨成熟度一直增加至糊熟期 (dough stage)，然後維持一定；莖稈乾物重隨成熟度之增加呈下降現象，至糊熟期而維持穩定現象；葉片乾物重一般隨成熟度之增加而下降；報告中同時指出，玉米果穗的可消化性物質含量 (IVDDM-in vitro digestible dry matter)，隨成熟度的增加而增加，然後持平至糊熟期值達到最大；葉片中 IVDDM 一般隨成熟度之增加而減少；莖稈中的 IVDDM，當水份供應充足時，隨成熟度之增加而增加。Bryant *et al.*<sup>(5)</sup>、Byer and Ormiston<sup>(6)</sup>、Johnson and McClure<sup>(18)</sup> 等人均曾發現，玉米青貯料的品質隨成熟度之增加而增加，至糊熟期為最大。Roth *et al.*<sup>(28)</sup> 指出，玉米果穗/莖葉比值與可消化性的乾物質百分比呈正相關，表示果穗比例越高其 IVDDM 越高。Faurey<sup>(13)</sup> 試驗證實，青割玉米品質受收穫時期的乾物產量及子粒含量所影響。Wilkinson<sup>(35)</sup> 認為青貯料中過多水分會減少動物的消化能力，特別是乾物質低於30%時。Waldern<sup>(33)</sup> 與 Schmid *et al.*<sup>(31)</sup> 確信，整株玉米的青貯料內子粒百分率或果穗含量與乳牛、乳羊每天的產乳量呈正相關。Phipps *et al.*<sup>(25)</sup> 報告指出，玉米子粒含量不同的兩種青貯料 (silage)，其可消化性的乾物質百分比並有顯著差異存在；但高子粒量青貯料在貯藏期間喪失較少的水溶性碳水化合物 (water-soluble

carbohydrate)。當牛餵以高子粒的青貯料時，比餵以低子粒的青貯料可產生更多的牛奶，且其脂肪含量較低。Thomson and Rogers<sup>(32)</sup>認為，當玉米青貯料具有較高的子粒含量時，其價值一般較高。Csermely and Maykuth<sup>(10)</sup>相信，青割玉米採收的適當時期為子粒含水率36—42%，亦是整株含水率60—65%之際。Keiser<sup>(20)</sup>報告指出，玉米子粒用手指擠壓沒有乳狀液流出時（糊熟期），即為青割玉米適當收割期。許等<sup>(1)</sup>之試驗結果建議，本省青割玉米應以秋季種植為宜，以臺農351號及南改育47號為例，春作在吐絲後21—28天收割，秋作在吐絲後35—45天收割為宜。

以青割玉米作成的青貯料或青飼料（forage），是一種嗜口性（palatability）佳且營養價值頗高的芻料，故有芻料之王（king of forages）之稱。其用來餵飼乳牛，更可提高泌乳量及乳脂率。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，均較其他轉作物有利。推廣青割玉米不但可加速稻田轉作計畫之推展，同時更可促進本省乳牛、肉牛事業之蓬勃發展。玉米產量易受栽培環境的影響，臺灣氣候雖然終年適合栽培玉米，但春、秋、裡作栽培環境各異，玉米究竟應於何時收割以供青貯最為適宜？在推廣之初，宜予充分瞭解。本試驗目的即在探討：(一)不同期作（春、秋、裡）環境下，對青割玉米生長之影響；(二)期作對青割玉米收穫適期之影響。本研究結果將提供青割玉米收穫適期，以為玉米青飼與青貯利用之參考。

### 材料與方法

供試的三個品系，包括早熟型的臺南白、中熟型的 E47（SW658×B77）、及中晚熟型的 H41（SW646×Hi31）。臺南白為一天然混交種，約於70年之前自日本引進；E47及H41分別為農試所有成單交青割玉米品系。此三品系分別於秋作、裡作及春作於農試所霧峰本所進行試驗。三個期作之田間試驗均採逢機完全區集設計，四重複，六行區，行長5m，行株距70×25cm，兩粒播，每穴最後僅留一株，公頃株數57,000株。肥料施用量 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=150:90:60 kg/ha。80 kg N、全量 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>及 K<sub>2</sub>O 於播種時當基肥一次施用，另外 70 kg N 於中耕培土時作為追肥施用。田間管理，包括除草、中耕、培土及灌溉等項，均依照一般玉米栽培法進行。春、秋、裡作之播種期分別為1988年2月21日、1987年8月21日及1987年10月5日。

取樣方法及調查項目依試驗目的之不同分成二個部分：試驗第一部分主要是針對期作對玉米生長之影響進行研究，生育期間調查性狀包括吐絲期、株高、單株葉面積、葉片數、成熟期的百粒重、直線生長速率、有效充實期及成熟期5株全株乾重等。試驗第二部分為期作對青割玉米收割適期之影響，春秋作區溫度較高，於玉米吐絲後21天進行第一次取樣，以後每隔一週取樣一次；裡作為吐絲後30天進行第一次取樣，以後每隔10天取樣一次。春、秋、裡作均取樣至子粒成熟為止。每一取樣時期分別調查下列性狀：5株全株鮮重、5株全株乾重、果穗百分比、整株含水率、子粒含水率及總營養消化率。以上各項性狀調查方法詳列如下：

- (1) 吐絲期 (days to silking)：由播種日起至小區中50%植株雌穗開始吐絲所需之日數。
- (2) 株高 (plant height)：為每小區逢機選取10株，由地表至雄穗主軸頂端之平均高度，以 cm 表示。
- (3) 單株葉面積 (leaf area per plant)：每小區逢機選10株，由頂端往下數第八片葉的長度與最寬度的乘積，再乘以0.75及9.39，所獲得的 cm<sup>2</sup> 數值之平均數<sup>(24)</sup>。
- (4) 葉片數 (leaf number)：每小區於吐絲後逢機選10株，計算每株總葉片數之平均數。
- (5) 成熟期的百粒重 (100-kernel weight)：10穗脫粒，逢機取100粒種子，秤其重量，以 g 表示之。
- (6) 直線生長速率 (LGR-linear grain filling rate)：由子粒充實期，每一取樣時期所測之子粒重，求直線充實期間，充實日數與子粒重之直線迴歸方程式，其迴歸係數值即為LGR (mg

/kernel-day)<sup>(3)</sup>。

- (7) 有效充實期 (EFPD-effective filling period duration)：最大子粒重/LGR，以 day 表示<sup>(3)</sup>。
- (8) 成熟期 5 株全株乾物重 (five plant dry weight at maturity)：於成熟期逢機取 5 株，在 70°C 下烘乾 5 天後稱其乾重以 g 表示。
- (9) 5 株全株鮮重 (five-plant fresh weight)：每小區逢機選取 5 株，由地表割下，稱其整株鮮重以 kg 表示。
- (10) 5 株莖葉乾重 (five-plant stover dry weight)：第(9)之樣品，將各部位分離後，在 70°C 下烘乾 5 天後稱取莖葉乾重，以 g 表示。
- (11) 5 株全株乾重 (five-plant dry weight)：為 5 株莖葉乾重加 5 株果穗乾重，以 g 表示。
- (12) 整株含水率 (whole-plant moisture content) =  $100 \times (5 \text{ 株全株鮮重} - 5 \text{ 株全株乾重}) / 5 \text{ 株全株鮮重}$ 。
- (13) 果穗百分比 (ear percentage)：果穗乾重/整株乾重。
- (14) 子粒含水率 (kernel moisture content)：由果穗削下部分子粒，稱其鮮重，於 70°C 下進行 5 天烘乾，然後稱其乾重；每一取樣時期之子粒含水率 =  $100 \times (\text{子粒鮮重} - \text{子粒乾重}) / \text{子粒鮮重}$ 。
- (15) 總營養消化率 (TDN%-total digestible nutrient percentage)：青割玉米 TDN 測定法比照美國 Pioneer 種子公司推廣手冊使用方法進行估算，其法於植株收割時，全株烘乾，以下列公式求得。

$$\text{TDN}\% = 100 \times [ (\text{莖葉乾物重} \times 0.582) + (\text{果穗乾物重} \times 0.85) / (\text{莖葉乾物重} + \text{果穗乾物重}) ]$$

統計分析方面，調查資料依試驗目的之不同，進行個別之綜合變方分析，試驗第一部分將季節列為主區，品系為副區；試驗第二部分將品系列為主區，取樣時期列為副區。兩個部分均作平均值差異顯著性比較，試驗第二部分則另加相關係數表。

## 結果與討論

本試驗期間之月平均溫度與月總日照時數的變化情形列如圖 1。由圖可知，秋作玉米生育期間 (1987.8.21—1987.12.31)，月平均溫度由 29°C (八月) 逐漸下降至 17°C (十二月) 左右，而每月總日照時數呈波浪變化。裡作玉米生育期間 (1987.10.5—1987.3.31)，月平均溫度由 25°C (十月) 逐漸下降至 17°C (十二月)，然後維持 18°C 左右至三月，而每月總日照時數也呈現下降現象。春作玉米生育期間 (1988.2.24—1988.7.31)，月平均溫度由 18°C 逐漸回升至 29°C (七月)，月總日照時數也由 140 小時升至 240 小時。不同期作由於溫度及日照的變化互異，所以對玉米生長的影響也有所不同。春秋作玉米生長期間氣溫較高，玉米生長快，子粒成熟也快，故春作於吐絲後 21 天，每隔一週即取樣一次；裡作生育期間，正為溫度下降，子粒生長較慢，於吐絲授粉後 30 天開始取樣，然後每隔 10 天取樣一次。由播種至子粒完全成熟所需日數，裡作最長秋作至短。

### I 期作對青割玉米生長之影響：

期作間之吐絲期、株高、單株葉面積、成熟期百粒重、直線生長速率、有效充實期、成熟期 5 株全株乾重，均為差異極顯著，而僅植株葉片數並無明顯差異。品系間之吐絲期、單株葉面積、葉片數、成熟期百粒重、直線生長速率、有效充實期等亦均達極顯著差異；而株高、成熟期 5 株全株乾重等性狀，在品系間則沒有差異存在。期作與品系的交感作用，在吐絲期、單株葉面積、葉片數、成熟期百粒重、直線生長速率、有效充實期等性狀，均為顯著效應 (表 1)。

由於大多數性狀在期作間、品系間及期作×品系間有相當大之差異，因此特將之個別比較於表 2

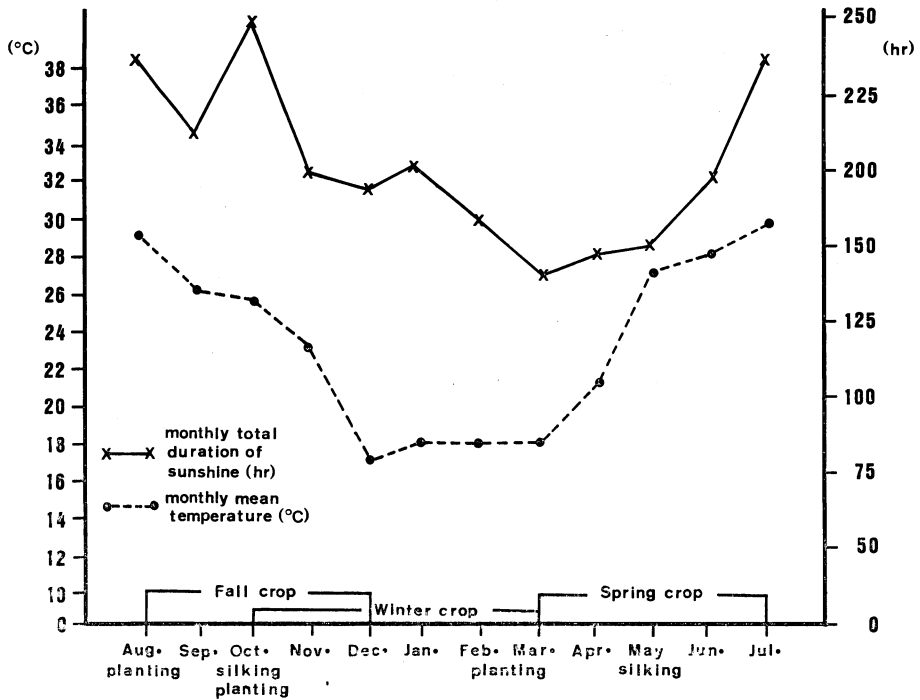


Fig 1. Monthly mean temperature and total duration of sunshine at Wufeng (Taichung ) area from August 1987 to July 1988.

Table 1. Combined ANOVA for seven characteristics of three forage varieties of maize grown in spring, fall and winter crop seasons.

Source of variation	df	Mean Squares							
		Days to silking (day)	Plant height (cm)	Leaf area per plant (cm <sup>2</sup> )	Leaf number (number)	100-kernel weight (g)	LGR (mg/kernel-day)	EFPD (day)	Five-plant dry weight at maturity (g)
Blocks	3	0.74*	52.91	265,953.73	0.48	1.93	1.01	11.85*	35,761.92
Crop seasons	2	2,665.02**	11,005.36**	15,374,142.86**	1.12	49.59**	5.76**	152.14**	311,547.01*
Error (a)	6	0.10	77.13	88,583.56	0.50	3.30	0.50	2.23	39,651.33
Varieties	2	16.02**	213.52	1,035,164.36**	3.20**	387.69**	19.14**	171.14**	9,974.65
Varieties × Crop seasons	4	6.02**	194.31	611,067.56*	4.07**	11.36*	5.90**	85.70**	55,293.05
Error (b)	18	0.62	86.98	157,230.64	0.27	3.38	0.50	11.09	37,238.64

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

、3及4。在表2，對吐絲期而言，春作所需的日數最多(78.75天)，此乃由於播種之初及早期營養生長期正值低溫，所以發芽及生長較慢。裡作吐絲期(55.75天)顯著遲於秋作(50.83天)。秋作及裡作在播種及早期的營養生長均為高溫，生長快速，所以由播種至吐絲期遠較春作短。株高方面以春作(279cm)最高，而秋作、裡作間並沒有差異存在。單株葉面積在期作間之差異情形與株高完全一致。顯示在玉米植株營養生長期，高溫會增加單株葉面積，而低溫則會減少單株葉面積。此與Wilson *et al.* (36) 研究結論相符。對葉片數而言，春秋裡作之間均無顯著差異。Coligado and Brown (9) 曾經發現，同時增加溫度及日照長度會增加玉米單株葉片數，本研究結果與其結論似乎稍有不同。玉米植株的葉片數頗受溫度及光週期之影響，然而，參試品種不同，品種間對溫度、光週期的反應不一，此亦可能是試驗結果不一致的原因之一。成熟期百粒重，以裡作居首，秋作及春作相近。子粒生長速率則為秋作大於裡作及春作；裡作、春作間並沒有顯著差異。有效充實期以裡作之38.51天最長，其次為春作36.02天、秋作31.49天。子粒重的大小受直線生長速率與有效充實期聯合控制，而直線生長速率與有效充實期不僅受溫度影響，同時也受總日照時數所左右。一般而言，增高溫度，子粒充實期常因而縮短；增加日照時數亦會增加子粒充實率與縮短子粒充實期(4,17,19)。成熟期5株全株乾重，春作及裡作同時高於秋作，此乃因為春、裡作的生育日數較長，乾物質產量較多；而秋作由播種至子粒成熟之生育日數較短，乾物質產量較少所致。品系間比較(表3)，吐絲期最短者為臺南白，E47與H41間沒有差異。三個參試品系之株高介於240-248cm之間，其中僅E47略高於臺南白。葉面積與葉片數均以E47最大，而臺南白與E47間則無顯著差異。成熟期百粒重，品系間差異互見，依序為臺南白>H41>E47。子粒直線生長速率在基因型間變異頗大(9,27)，本試驗中臺南白>E47>H41。H41及臺南白之有效充實期同時顯著高於E47。

Table 2. Varietal means for seven characteristics in three crop seasons.

Crop seasons	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Leaf area per plant (cm <sup>2</sup> )	Leaf number (number)	100-kernel weight (g)	LGR (mg/kernel-day)	EFPD (day)	Five-plant dry weight at maturity (g)
Spring	78.75a*	279.00a	7,466.91a	14.24a	32.95b	9.28b	36.02b	1,531.03a
Fall	50.83c	229.08b	5,375.83b	14.08a	33.52b	10.63a	31.49c	1,231.67b
Winter	55.75b	224.33b	5,670.33b	13.65a	36.72a	9.66b	39.51a	1,484.67a

\*Means with the same letter within each column are not significantly different at LSD<sub>0.05</sub>.

Table 3. Crop seasonal means for seven characteristics of three forage varieties of maize.

Varieties	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Leaf area per plant (cm <sup>2</sup> )	Leaf number (number)	100-kernel weight (g)	LGR (mg/kernel-day)	EFPD (day)	Five-plant dry weight at maturity (g)
Tainan white	60.50b*	240.66b	5,925.33b	13.59b	40.69a	11.22a	36.69a	1,446.75a
E47	62.08a	248.83a	6,496.33a	14.57a	29.65c	9.63b	31.07b	1,389.70a
H41	62.75a	242.91ab	6,091.41b	13.80b	32.85b	8.72c	38.25a	1,410.92a

\*Means with the same letter within each column are not significantly different at LSD<sub>0.05</sub>.

進一步比較相同品系或不同品系間在各期作下之表現(表4)，吐絲期、株高、葉面積、葉片數均以春作之 E47 及 H41 居首。百粒重以春、秋、裡作之臺南白最高。直線生長速率也以臺南白在秋作及裡作最大。有效充實期以裡作之 H41 及春作之臺南白最長。5 株全株乾重除秋作之 E47 及 H41 稍低外，其餘則相近。就本試驗而言，春作玉米在吐絲後35天，除中晚熟型的 H41 之植株尚為綠色外，臺南白及 E47 兩品系之植株則均已枯乾。秋作玉米在吐絲後42天，臺南白植株已枯乾，H41 尚有半數葉片呈綠色，E47 苞葉已乾，但植株大部分葉片仍為綠色。裡作玉米在吐絲後70天，臺南白植株已完全枯乾，E47 為植株部分枯乾，而 H41 植株葉中大部分還是綠色。此種現象在期作間，品系間，以及期作×品系交感效應間差異依然十分明顯。

Table 4. Means for seven characteristics of three forage varieties of maize grown in three crop seasons.

Crop seasons and varieties	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Leaf area per plant (cm <sup>2</sup> )	Leaf number (number)	100-kernel weight (g)	LGR (mg/kernel-day)	EFPD (day)	Five-plant dry weight at maturity (g)	
S	Tainan white	78.00b	272.25b	7,068.50b	12.60e	39.92a	9.64bc	41.61ab	1,538.10a
	E47	78.75ab	278.50ab	7,630.50ab	15.07a	29.34e	10.37b	28.37e	1,431.85ab
	H41	79.50a	286.25a	7,701.75a	15.05a	29.60de	7.86d	38.08bc	1,623.15a
F	Tainan white	48.00f	224.25d	5,308.75de	14.05bc	40.52a	11.88a	34.17cd	1,374.28ab
	E47	52.25e	238.75c	5,901.00c	14.65ab	27.29e	9.70bc	28.30e	1,167.32b
	H41	52.25e	224.25d	4,917.75e	13.55cd	32.75c	10.32b	32.00de	1,153.42b
W	Tainan white	55.50cd	225.50cd	5,897.00cd	14.12bc	41.65a	12.15a	34.31cd	1,427.88ab
	E47	55.25d	229.25cd	5,957.50c	14.00bc	32.33cd	8.83cd	36.56cd	1,569.95a
	H41	56.50c	218.25d	5,156.50e	12.82de	36.20b	8.01d	44.69a	1,456.20a

\*Means with the same letter within each column are not significantly different at LSD<sub>0.05</sub>.

S: spring, F: fall, W: winter.

## II. 期作對青割玉米收穫適期之影響：

### (A) 春作：

春作七項性狀之變方分析列如表5。品系間僅5株整株鮮重一個性狀達顯著差異。取樣時期在5株整株鮮重、整株含水率、莖葉乾重、果穗百分比、子粒含水率及 TDN% 等六個性狀均為差異達顯著以上。品系×取樣時期交感效應，在所有性狀，則均為差異不顯著。

**Table 5.** Combined ANOVA for seven characteristics of three forage varieties of maize grown in spring crop season.

Source of variation	df	Mean squares						
		Five-plant fresh weight (kg)	Five-plant dry weight (g)	Whole-plant moisture content (%)	Five-plant stover dry weight (g)	Ear percentage (%)	Kernel moisture content (%)	TDN (%)
Blocks	3	0.1963	41,571.52	19.56	40,899.56	28.69	2.282	1.9133
Varieties	2	1.6577*	35,954.20	27.73	22,424.24	38.13	30.841	2.1917
Error (a)	6	0.2638	60,267.07	7.66	41,049.94	28.05	16.525	1.6071
Harvest times	2	6.2473**	1,016.91	372.99**	87,993.05*	419.19**	774.864**	31.8459**
Varieties × Harvest times	4	0.1783	62,527.62	7.88	33,759.86	11.88	4.398	1.2271
Error (b)	18	0.2618	30,834.59	5.99	18,285.56	17.11	8.461	1.0671

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

表 6 為春作三個品系不同取樣時期之七個性狀平均值比較。本試驗中不論早、中、中晚熟品系，其整株鮮重均隨成熟度之增加逐漸下降。臺南白(早熟)之莖葉鮮重，由 21DAP 至 28DAP 則隨成熟度之增加而下降，而 28DAP 與成熟期間並沒有顯著差異存在；E47(中熟)及 H41(中晚熟)的莖葉鮮重，21DAP 至 28DAP 間無明顯變化，28DAP 以後隨成熟度之增加而下降。整株乾重、整株含水率、果穗百分比、子粒含水率及 TDN 等性狀，三個品系在不同取樣時期間之變化相當一致。由 21DAP 至成熟期之間，整株乾重並沒有顯著差異存在。整株含水率與子粒含水率在取樣時期間之變化趨勢，則與 5 株整株鮮重相仿均隨成熟度之增加而下降

**Table 6.** Means for seven characteristics of three forage varieties of maize grown in spring crop season and harvested at three different mature stages.

Variety	Harvest time	Five-plant fresh weight (kg)	Five-plant dry weight (g)	Whole-plant moisture content (%)	Five-plant stover dry weight (g)	Ear percentage (%)	Kernel moisture content (%)	TDN (%)
Tainan white	21DAP	5.07a*	1,592.35a	68.60a	1,124.12a	28.91b	47.03a	65.94b
	28DAP	4.17b	1,350.45a	67.46a	915.35b	32.18b	39.64b	66.82b
	Maturity	3.78b	1,538.10a	59.28b	915.07b	40.65a	30.03c	70.09a
E47	21DAP	5.35a	1,485.90a	72.08a	1,036.92a	30.29c	44.47a	66.00c
	28DAP	4.70a	1,542.50a	67.29b	975.97ab	37.19b	39.62b	68.18b
	Maturity	3.59b	1,431.85a	60.01c	787.20b	44.96a	30.07c	70.24a
H41	21DAP	5.63a	1,459.62a	74.20a	993.15a	32.33b	49.58a	65.36c
	28DAP	5.22a	1,671.67a	67.75b	1,105.35a	33.88b	40.92b	67.28b
	Maturity	4.33b	1,623.15a	62.49c	957.52a	40.77a	32.89c	69.12a

\*Means with the same letter within the same column under the same varieties are not significantly different at  $LSD_{0.05}$ .

DAP: Days after pollination,

；果穗百分比及 TDN 均隨成熟度之增加而顯著提高。莖葉乾重，臺南白在21DAP 及28DAP 間明顯下降；E47及 H41之下降情形較為緩和，至成熟期階段才趨明顯。

一般而言，青割玉米品質受收穫時期的乾物質含量及子粒含量所影響，當玉米整株含水率為66—70%，相對的子粒含水率為45—50%時，此時期收割可獲得最大的乾物質產量，且可減少貯藏時因醱酵造成汁液之流失<sup>(7,11,12,13,14,25)</sup>。而青貯料中過多水分則會減少動物的消化能力，特別是乾物質低於30%甚多時<sup>(35)</sup>。本試驗三個參試品系，在21—28 DAP 階段，臺南白整株含水率為67.46—68.60%，子粒含水率為39.62—47.03%；E47的整株含水率為67.29—72.08%，子粒含水率為39.62—44.47%；H41的整株含水率為67.75—74.20%，子粒含水率為40.92—49.58%。同時整株鮮重及乾重於此時期內並無太大變化，且果穗百分比在28.91—37.19%之間，此時期正合於青割收穫的條件。因此，臺灣中部地區春作，不論早、中、中晚熟玉米，作青割玉米收割時期，應以吐絲後21—28天為宜。

### (B) 秋作：

秋作七個性狀之變方分析列如表7。品系間僅莖葉乾重、果穗百分率、子粒含水率等性狀達顯著差異。取樣時期則所有性狀均為極顯著差異。由秋作三個品系不同取樣時期七項性狀之平均值差異比較(表8)，得知不論臺南白、E47、H41的整株鮮重，均先增加至28DAP 達最大，然後逐漸下降。整株乾物重，均隨成熟度之增加而增加，28DAP 至成熟期間並沒有顯著差異存在。莖葉乾重隨成熟度之增加先增(28DAP前)後降(28DAP後)，果穗百分比與TDN 均隨成熟度之增加而明顯提高，此結果與 Cummins<sup>(11)</sup>及 Hume and Campbell<sup>(16)</sup>之結論相符。整株含水率與子粒含水率，參試三品系均隨成熟度之增加而遞降，在28DAP 至35DAP 之間，玉米整株及子粒的含水率，臺南白分別為70.36—74.03%及46.28—56.62%；E47分別為68.59—74.27%及41.93—51.00%；H41分別為70.58—74.17%及42.40—52.15%。根據以上隨成熟度之變化情形，推測秋作玉米青割適期，不論早、中、中晚熟型應在授粉後28—35天為宜。太早收割，植株及子粒之水份含量太高，果穗百分率較低，不論作青飼料及青貯料都不理想。太晚收割，莖汁已呈老化乾枯，子粒變硬，嗜口性及消化性均差，利用價值反而低減。

**Table 7.** Combined ANOVA for seven characteristics of three forage varieties of maize grown in fall crop season.

Source of variation	df	Mean squares						
		Five-plant fresh weight (kg)	Five-plant dry weight (g)	Whole-plant moisture content (%)	Five-plant stover dry weight (g)	Ear percentage (%)	Kernel moisture content (%)	TDN (%)
Blocks	3	1.084	45,297.20	11.802	12,537.60	12.61	8.75	0.203
Varieties	2	1.802	190,101.03	3.477	131,857.15**	161.76*	56.16*	11.703
Error (a)	5	0.584	45,467.19	3.856	6,105.40	20.65	9.25	2.550
Havrest times	3	2.633**	353,391.48**	760.230**	28,021.46**	1,189.06**	2,294.87**	78.950**
Varieties × Harvest times	6	0.306	20,598.50	5.643*	8,848.92	31.70	21.39*	2.622
Error (b)	27	0.160	21,433.21	2.196	6,082.31	14.84	6.16	1.266

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

**Table 8.** Means for seven characteristics of three forage varieties of maize grown in fall crop season and harvested at four different mature stages.

Variety	Harvest time	Five-plant fresh weight (kg)	Five-plant dry weight (g)	Whole-plant moisture content (%)	Five-plant stover dry weight (g)	Ear percentage (%)	Kernel moisture content (%)	TDN (%)
Tainan white	21DAP	3.89bc*	847.52b	78.27a	664.60b	21.74d	68.40a	64.02d
	28DAP	4.64a	1,203.42a	74.03b	858.55a	28.39c	56.63b	65.81c
	35DAP	4.45ab	1,318.35a	70.36c	794.02a	39.77b	46.28c	68.85b
	Maturity	3.55c	1,372.75a	58.01d	676.10b	49.69a	31.52d	71.51a
E47	21DAP	3.92ab	808.45b	79.17a	574.87a	28.54c	63.94a	65.84c
	28DAP	4.20a	1,080.30a	74.27b	652.62a	39.56b	51.00b	68.80b
	35DAP	3.34b	1,039.07a	68.59c	562.32a	45.42a	41.93c	70.41ab
	Maturity	2.90c	1,167.32a	59.77d	571.65a	50.06a	30.99d	71.62a
H41	21DAP	3.67a	814.80b	77.81a	567.92ab	30.28c	63.81a	66.31c
	28DAP	3.81a	984.35ab	74.17b	624.87a	36.75b	52.15b	68.41b
	35DAP	3.26ab	961.85ab	70.58c	566.40ab	40.73b	42.40c	69.79ab
	Maturity	3.02b	1,153.42a	61.70d	484.54b	50.75a	36.35d	70.84a

\*Means with the same letter within the same column under the same variety are not significantly different at  $LSD_{0.05}$ .

DAP: Days after pollination.

### (C) 裡作：

裡作玉米生育初期溫度尚高，然後急速下降至  $18^{\circ}\text{C}$  左右。品系之間在整株鮮重、整株乾重、整株含水率、莖葉乾重及果穗百分比差異極為顯著。取樣時期在所有性狀均均達極顯著差異(表9)。比較裡作三個品系不同取樣時期各項性狀之平均值(表10)，不論臺南白(早熟)、E47(中熟)、H41(中晚熟)的整株鮮重，均呈現隨成熟度之增加而下降的趨勢。下降程度，臺南白、E47及H41分別在50DAP-60DAP、60DAP-成熟期及30DAP-40DAP之間至為明顯。整株乾重為隨成熟度之增加而增加，三個參試品系在30DAP-40DAP間均無明顯變化，至50DAP則均顯著提高。莖葉乾重，除臺南白在50DAP至60DAP間顯然降低外，E47及H41在各取樣時期則差異不大。整株含水率及子粒含水率均隨成熟度之增加呈顯著下降現象，三個參試品系頗為一致。果穗百分比及TDN為隨成熟度之增加而提高，果穗百分比變化較明顯的時期，為50DAP-60DAP之間，TDN在各取樣時期之差異則較溫和。由表10資料顯示，裡作臺南白(早熟)在50DAP的整株含水率為68.30%，子粒含水率為48.21%，且整株鮮重及乾物重均達最大，應為青割適期。E47(中熟)在50DAP至60DAP時，其整株含水率67.52-73.27%、子粒含水率為39.58-46.66%，果穗百分比可達40.80-51.08%，TDN介於69.13-71.89%，且鮮重並未顯著下降，故其為青割收穫適期。H41(中晚熟)在50DAP-60DAP時，整株鮮重、整株乾物重及莖葉乾重並沒有顯著差異，果穗百分比介於37.87-52.30%，TDN介於68.34-72.21%，整株含水率為67.81-70.44%，子粒含水率為39.09-48.70%，為收穫適期。綜合言之，臺灣中部裡作玉米之青割適期在臺南白(早熟)為吐絲後50天；而E47(中熟)及H41(中晚熟)則應在吐絲後50-60天為宜。

春、秋、裡作各性狀間之相關性大致相同(表11)，其中三期作均為顯著以上正相關的包括：整株鮮重與整株含水率、莖葉乾重、子粒含水率；整株含水率與子粒含水率；果穗百分比與TDN。三期作均為顯著以上負相關的包括：整株鮮重與果穗百分比及TDN；整株含水

**Table 9.** Combined ANOVA for seven characteristics of three forage maize varieties grown in winter crop season.

Source of variation	df	Mean squares						
		Five-plant fresh weight (kg)	Five-plant dry weight (g)	Whole-plant moisture content (%)	Five-plant stover dry weight (g)	Ear percentage (%)	Kerne moisture content (%)	TDN (%)
Blocks	3	0.3445*	35,229.94	2.905	31,810.05	36.13	21.12	29.61
Varieties	2	0.7645**	163,047.45**	43.345**	158,511.77**	101.39*	18.11	13.50
Error (a)	6	0.0477	13,574.73	2.898	8,652.29	12.23	19.09	16.51
Harvest times	4	2.1356**	688,258.75**	931.317**	50,651.76**	2,137.36**	3,728.64**	193.57**
Varieties × Harvest times	8	0.2587	37,963.66**	9.176	14,129.82*	15.59	8.44	16.62
Error (b)	36	0.1313	12,126.00	2.971	5,355.97	7.38	12.33	15.53

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

率與 TDN；子粒含水率與果穗百分比及 TDN。另外，秋、裡兩期作整株乾重與果穗百分比及 TDN 均為顯著以上正相關；整株乾重與整株含水率及子粒含水率均為顯著以上負相關。三期作中唯獨春作之莖葉乾重與果穗百分比及 TDN 為顯著負相關；同時，莖葉乾重與子粒含水率為顯著正相關。

**Table 10.** Means for seven characteristics of three forage varieties of maize grown in winter crop season and harvested at five different mature stages.

Variety	Harvest time	Five-plant fresh weight (kg)	Five-plant dry weight (g)	Whole-plant moisture content (%)	Five-plant stover dry weight (g)	Ear percentage (%)	Kernel moisture content (%)	TDN (%)
Tainan white	30DAP	4.96a*	1,083.95b	78.15a	881.82a	18.57c	74.45a	62.98b
	40DAP	4.62a	1,167.82b	74.64b	761.37b	34.74b	59.47b	67.50ab
	50DAP	4.66a	1,474.82a	68.30c	985.50a	33.32b	48.21c	67.13ab
	60DAP	3.81b	1,400.00a	62.93d	697.45b	50.10a	38.83d	71.83a
	Maturity	3.46b	1,427.95a	58.66e	725.67b	49.26a	28.34e	71.92a
E47	30DAP	4.59a	879.07d	80.85a	687.97a	21.77e	74.53a	64.03b
	40DAP	4.30a	947.82d	78.01b	618.75a	34.91d	57.57b	67.56b
	50DAP	4.42a	1,181.32c	73.27c	700.75a	40.80c	46.66c	69.13ab
	60DAP	4.32a	1,404.57b	67.52d	687.02a	51.08b	39.58d	71.89a
	Maturity	3.65b	1,569.95a	49.48e	660.72a	57.97a	31.48e	73.73a
H41	30DAP	4.39a	850.27c	80.63a	653.52ab	23.04c	78.91a	64.37b
	40DAP	3.84b	858.65c	77.58b	552.47b	35.68b	58.86b	67.61ab
	50DAP	3.95b	1,173.30b	70.44c	732.30a	37.87b	48.70c	68.34ab
	60DAP	4.11ab	1,324.95ab	67.81d	631.12ab	52.30a	39.09d	72.21a
	Maturity	3.42c	1,456.20a	57.40e	654.12ab	55.30a	32.23e	73.00a

\*Means with the same letter within the same column under the same variety are not significantly different at LSD<sub>0.05</sub>.

DAP: Days after pollination.

Table 11. Correlation coefficients for seven characteristic of three forage varieties of maize grown in three crop seasons.

Item		Five-plant fresh weight (kg)	Five-plant dry weight (g)	Whole-plant moisture content (%)	Five-plant stover dry weight (g)	Ear percentage (%)	Kernel moisture content (%)
Five-plant dry weight (g)	S	0.280					
	F	0.207					
	W	-0.436					
Whole-plant moisture content (%)	S	0.917**	-0.105				
	F	0.642*	-0.744**				
	W	0.747**	-0.917**				
Five plant stover dry weight (g)	S	0.802**	0.610	0.614			
	F	0.763**	0.561	0.071			
	W	0.529*	0.304	-0.009			
Ear percentage (%)	S	-0.787*	0.010	-0.853**	-0.783*		
	F	-0.659*	0.633*	-0.908**	-0.260		
	W	-0.763**	0.783**	-0.881**	-0.336		
Kernel moisture content (%)	S	0.915**	-0.002	0.958**	0.721*	-0.900**	
	F	0.617*	-0.724**	0.953**	0.128	-0.966**	
	W	0.734**	-0.862**	0.929**	0.112	-0.950**	
TDN (%)	S	-0.790*	0.019	-0.857**	-0.776*	0.998**	-0.894**
	F	-0.652*	0.617*	-0.887**	-0.278	0.989**	-0.971**
	W	-0.554*	0.847**	-0.860**	-0.083	0.878**	-0.867**

S: spring crop, F: fall crop, W: winter crop.

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

綜合以上試驗結果，溫度及日照時數變化對玉米植株、子粒之生長、子粒直線生長速率及有效充實期等性狀均有相當程度之影響。植株生長、子粒直線生長速率及有效充實期均隨溫度之下降而趨緩慢，有效充實期因而需更長；日照時數增加，則子粒直線生長速率亦隨之增加，有效充實期縮短。不同基因型與期作均影響玉米生育日數之變化。葉片數目及吐絲後日數亦可用來判斷玉米的生育期<sup>(15)</sup>。根據本實驗結果，同時考慮青割鮮草量、乾草量、含水率、果穗百分比、TDN 及嗜口性，臺灣中部地區春作玉米青割適期為吐絲後21—28天；秋作為吐絲後28—35天左右較宜。裡作溫度較低，早熟型的玉米一般以在吐絲後50天，中熟及中晚熟以在吐絲後50—60天較宜。性狀間之相關性，三個期作之趨勢大致相近。多數性狀之相關性可作為玉米充當青飼料或青貯料利用之參考，也可作為品種改良之選拔指標。由於子粒含水率與整株含水率為極顯著正相關（三期作皆然），又子粒含水率之取樣測定遠較整株含水率之測定來得容易，對於青割適期之判定，子粒含水率將提供另一方便可靠的依據。

### 參考文獻

1. 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分變化。中華農學會報新 139: 44—55。
2. 盧淑華。1985。不同期作下光合產物供源積儲和營養要素的分配與玉米產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。
3. Badu-Apraku, B., R. B. Hunter, and M. Tollenaar. 1983. Effect of temperature during grain filling on whole plant and grain yield in maize (*Zea. mays* L.). Can. J. Plant Sci. 63: 357-363.
4. Breuer, C. M., R. B. Hunter, and L. W. Kanneberg. 1976. Effects of 10 and 20-hour photoperiod

- treatments at 20 and 30°C on rate of development of a single-cross maize (*Zea. mays* L. ) hybrid. Can. J. Plant Sci. 56 : 795-798.
5. Bryant, H. T., J. H. Huber, and R. E. Blaser. 1965. Comparison of corn silage harvested at the milk and mediumdough stage of maturity for dry matter intake, digestibility, and milk production of lactating cows. J. Dairy Sci. 48 : 838.
  6. Byers, J. H., and E. E. Ormiston. 1964. Feeding value of mature corn silage. J. Dairy Sci. 47 : 707.
  7. Caldwell, D. M., and T. W. Perry. 1971. Relationships between stage of maturity of the corn plant at time of harvest for corn silage and chemical composition. J. Dairy Sci. 54 : 533-536.
  8. Coligado, M. C., and D. M. Brown. 1975. Response of corn in the pretassel initiation period to temperature and photoperiod. Agric. Meteorol. 14 : 357-367.
  9. Cross, H. Z. 1975. Diallel analysis of duration and rate of grain filling of seven inbreds of corn. Crop Sci. 15 : 532-535.
  10. Csermely, J., and J. Maykuth. 1981. Whole-plant maize silage. Herb. Abstr. 5# 1690.
  11. Cummins, D. G. 1970. Quality and yield of corn plant and component parts when harvested for silage at different maturity stage. Agron. J. 62 : 781-784.
  12. Daynard, T. B., and R. B. Hunter. 1975. Relationship among whole-plant moisture, grain moisture, dry matter yield, and quality of whole-plant corn silage. Can. J. Plant Sci. 55 : 77-84.
  13. Fairey, N. A. 1980. The effects of hybrid maturity, date of planting, and date of harvesting on growth and development of forage maize. Can. J. Plant Sci. 60 : 1367-1375.
  14. Fairey, N. A. 1983. Yield, quality and development of forage maize as influenced by dates of planting and harvesting. Can. J. Plant Sci. 63 : 157-168.
  15. Hanway, J. J. 1963. Growth stage of corn (*Zea. mays* L. ). Agron. J. 55 : 487-492.
  16. Hume, D. J., and D. K. Campbell. 1972. Accumulation and translocation of soluble solids in corn stalks. Can. J. Plant Sci. 52 : 363-368.
  17. Hunter, R. B., M. Tollenaar, and C. M. Breuer. 1977. Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of a maize (*Zea. mays* L. ) Hybrid. Can. J. Plant Sci. 57 : 1127-1133.
  18. Johnson, R. R., and K. E. McClure. 1968. Corn plant maturity. IV. Effect on digestibility of corn silage in sheep. J. of Animal Sci. 27 : 535-540.
  19. Jones, R. J., B. G. Gengenbach, and V. B. Cardwell. 1981. Temperature effect on in vitro kernel development in maize. Crop Sci. 21 : 716-765.
  20. Keiser, H. V. 1981. When should silage maize be harvested? Herb. Abstr. 51# 1689.
  21. Landi, P., and S. Conti. 1976. Effect of the sowing date on the performance of various characters in early dent×flint maize hybrids. Maydica 21 : 31-47.
  22. Ledrew, H. D., T. B. Daynard, and J. F. Muldoon. 1984. Relationships among hybrid maturity, environment, dry matter yield and moisture content of whole-plant corn. Can. J. Plant Sci. 64 : 565-573.
  23. McAllan, A. B., and R. H. Phipps. 1977. The effect of sample date and plant density on the carbohydrate content of forage maize and the change that occur on ensiling. J. Agric. Sci. Camb. 89 : 589-597.
  24. Pearce, R. B., J. J. Mock, and T. B. Bailey. 1975. Rapid method for estimating leaf area per plant in maize. Crop Sci. 15 : 691-694.
  25. Phipps, R. H., and R. F. Weller. 1979. The development of plant component and their effect on the composition of fresh and ensiled forage maize. I. The accumulation of dry matter, chemical composition and nutritive value of fresh maize. J. Agric. Sci. Camb. 92 : 471-483.

26. 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.
27. Poneleit, C. G., and D. B. Egli. 1979. Kernel growth rate and duration in maize as affected by plant density and genotype. *Crop Sci.* 19 : 335-388.
28. Roth, L. S., G. C. Marten, W. A. Compton, and D. D. Stuthman. 1970. Genetic variation of quality traits in maize (*Zea. mays* L. ) forage. *Crop Sci.* 10 : 365-367.
29. Russell, W. K., and C. W. Stuber. 1983. Effects of photoperiod and temperature on the duration of vegetative growth in maize. *Crop Sci.* 23 : 847-850.
30. Rutger, J. N. 1969. Relationship of corn silage yields to maturity. *Agron. J.* 61 : 68-70.
31. Schmid, A. R., R. D. Goodrich, R. M. Jordan, G. C. Marten, and J. C. Meiske. 1976. Relationships among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. *Agron. J.* 68 : 403-406.
32. Thomson, A. J., and H. H. Rogers. 1968. Yield and quality componets in maize grown for silage. *J. Agric. Sci, Camb.* 71 : 393-403.
33. Waldern, D. E. 1973. Effect of grain content of corn silage and concentrate level on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 56 : 645.
34. Warrington, I. J., and E. T. Kanemasu. 1983. Corn growth response to temperature and photoperiod. III. Leaf number. *Agron. J.* 75 : 762-766.
35. Wilkinson, J. M. 1976. Voluntary intake and efficiency of utilization of whole-crop maize silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1 : 441-454.
36. Wilson, J. H., M. ST. J. Clowes, and J. C. S. Allison. 1973. Growth and yield of maize at different altitudes in Rhodesia. *Ann. Appl. Biol.* 73 : 77-84.

## Effects of Crop Seasons on Growth and Harvest Time of Forage Maize<sup>1</sup>

G. J. Shieh<sup>2</sup>, H. S. Lu<sup>2</sup>, K. S. Liu<sup>2</sup>, C. L. Ho<sup>2</sup> and T. C. Lee<sup>3</sup>

### Summary

Three forage varieties of maize with various maturities, Tainan White (early), E47 (intermediate) and H41 (late), were grown in replicated trials at TARI in spring (1988), fall (1987) and winter (1987) crops. Effects of crop seasons on growth and harvest time were investigated.

- (1) The combined analysis of variance for days to silking, leaf area per plant, 100-kernel weight, linear grain filling rate (LGR), effective filling period duration (EFPD) and dry weight per plant indicated that the mean squares for crop seasons were all significant. In most traits mean squares for varieties and varieties×crop seasons were also significant.
- (2) If fresh weight, dry weight, moisture content, ear percentage and total digestible nutrient (TDN) were considered simultaneously, the most suitable harvest time would be 21-28, 28-35 and 50-60 days after silking for spring, fall and winter crops, respectively, in central Taiwan area.
- (3) The significantly positive relationship between kernel moisture content and whole-plant moisture content suggested that kernel moisture would be a useful and reliable index for determining suitable harvest time in forage maize.

---

1. Contribution No. 1470 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, assistant agronomist, agronomist, agronomist, research assistant, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

3. Professor, Department of Horticulture, National I-lan Institute of Agriculture and Technology, I-lan, Taiwan, ROC.