

品種、種植期與收穫期對青割玉米產量與品質的影響⁽¹⁾

陳嘉昇^{(2) (3)} 王紓愍⁽²⁾ 游翠鳳⁽²⁾ 劉信宏⁽²⁾

收件日期：95年11月14日；接受日期：96年1月23日

摘要

為了解品種、種植月份及不同收穫期對青割玉米產量與品質的影響，本研究以台南19號、台農3號及台南21號等三個青割玉米推廣品種為材料，於91年春作2、3、4月種植並分別於吐絲後7天、14天、21天及28天收穫調查。種植月份對株高、產量有較大影響；收穫期影響穗／桿比例、產量及乾物率；品種僅在穗／桿比例有顯著差異。隨著收穫期延後，苞穗／槁桿之乾重比由0.49提高到1.11；乾物率每日約提高4%，鮮重產量由每公頃45公噸降至40.6公噸，乾重產量由7.8公噸上升至12.0公噸。全株之營養成分方面，中洗纖維、酸洗纖維、中洗纖維消化率（NDFd）及澱粉受收穫期的影響較大；粗蛋白質及試管真消化率（IVTD）則受種植月份的影響較大；品種僅在中洗纖維有顯著效應。種植月份與收穫期在多個營養成分有顯著交感，月份間的趨勢並不一致，以主效應的平均值而言，4月份種植者之粗蛋白質含量高，NDFd與IVTD較低；隨著收穫期粗蛋白質、酸洗纖維、水溶性碳水化合物降低，澱粉提高，IVTD48（48小時培養）在後期降低1.4%。台南21號的中洗纖維顯著較高。不同於全株之狀況，槁桿在多個成分有顯著的品種差異；槁桿之中、酸洗纖維在各收穫期間變動幅度小，IVTD48僅在後期小幅下降。苞穗的IVTD48約較槁桿高12%，隨著成熟，苞穗的WSC降低、澱粉升高，但IVTD30（30小時培養）在前期下降、IVTD48無顯著變化。全株的營養價值是槁桿與苞穗的組合，部分營養成分在種植月份間的變動趨勢不一，推論是環境效應影響植株供源與積儲比例及其成分所造成。

關鍵詞：成熟度、營養成分、中洗纖維消化率、試管真消化率。

緒言

青割玉米在草食動物經營中扮演重要角色，隨著產乳量提升以及國產芻料發展，青割玉米的利用更形重要。國產青割玉米的利用方式，青貯與青飼均有，為減少供應的空窗期及調節收穫管理與土地利用，不僅種植期分散，收穫時之生理成熟度亦不一致。國內除了許等（1987）之報告外，

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第1350號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

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

對種植期與收穫期分散導致的影響較少探討。國外雖有相關的研究，但多為溫帶地區一年一作之資料，限制因素為前期低溫、後期霜害，其氣候限制因素、耕作制度、品種特性等與台灣多所不同，直接引用參考有其限制。

國內為推展國產青割玉米種植，自1994年起陸續命名推廣台南19號、台農3號及台南21號等三個青割玉米品種（曾等，1994；何等，1998；曾，1999），該等品種之選育著重產量、適應性、抗病蟲性等，較少營養價值狀態之資料。前人研究指出營養價值的差異存在於基因型之間（Allen *et al.* 1990; Cox *et al.* 1994），除苞穗比例的影響外，槁桿本身的消化率也有品種間的差異（Hunt *et al.*, 1992）。除品種因素外，生長環境與栽培條件也影響青割玉米的產量與品質（王等，1995；Crasta and Cox, 1996; Cusicanqui and Lauer, 1999），而成熟度則是另一個重要的影響因素。

成熟度與青割玉米營養價值關係的探討方面，早期如Cummins（1970）指稱全株消化率隨成熟度增加，直到乾物率35-40%為止，但Daynard and Hunter（1975）則認為乾物率由24-44%之間的全株消化率並無變化。Faurey（1983）認為收穫期對試管乾物消化率（IVDMD）的影響小，Winersma *et al.*（1993）則支持Cummins（1970）的結果，認為黃熟早期到3/4 Milkline stage之間消化率最高。另有研究指出玉米的槁桿隨著成熟而老化，營養價值降低（Danley and Vetter, 1973；Irbeck *et al.* 1993）。而在生育後期穀粒的比例隨著成熟而增加，提高全株消化率（Coors *et al.* 1997; Darby and Lauer, 2002），但穀粒澱粉的消化率隨著成熟而降低（Philippeau and Michalet-Doreau, 1997）。許等（1987）之報告指出粗纖維含量隨收穫期延後而增加，粗蛋白質含量隨收穫期延後而略呈降低。Hunt *et al.*（1989）指出中洗纖維含量在2/3 Milkline stage時因澱粉累積而降低，隨後隨纖維累積及糖分降低，NDF提高，*In situ*瘤胃消化率隨著生理成熟而降低，但計算總可消化養分（TDN）卻無相同之趨勢。對青貯玉米而言，Bal *et al.*（1997）的餵飼試驗結果顯示最適割期為2/3 Milkline stage，或1/4 Milkline至2/3 Milkline 之間。綜而言之，Milkline出現之後被認為是較佳的收穫期，而各研究之材料、環境與營養價值指標不同及植株生長狀況的差異，其結論或變動的幅度並不一致。

國內春作青割玉米推薦的收穫期為吐絲後21天至27天，但目前青割玉米以鮮重計價，在乳熟或糊熟前即採收是普遍的現象，加上種植期的分散，其對產量與營養價值的影響為何是一值得探討的問題，而隨著精準飼養的需求，各化學成分的變動也需加以了解。本研究以國內推廣的三個青割玉米品種為對象，探討在春作不同月份種植及不同收穫期對產量、苞穗／槁桿比、營養成分及試管真消化率的影響。

材料與方法

I. 材料種植及取樣

青割玉米台南19號、台南21號及台農3號，分別由台南區農業改良場朴子分場及農業試驗所提供。種植於畜試所恆春分所試驗田區，小區面積4 m×3 m，行株距80×15 cm，三區集，以台肥二號（N：P₂O₅：K₂O = 11：9：18, 600 kg/ha）為基肥，中耕培土再追施尿素100 kg/ha，分別於91年2、3、4月各種一次（種植日期：2/7、3/7、4/9）。以小區內植株達半數吐絲之日期為小區之吐絲期（吐絲期：4/15、5/14、6/3），各小區分別於吐絲後7天、14天、21天及28天各收穫一行進行性狀調查。為了解各部位比例與營養成分的變化，除全株取樣外，另將整株玉米分成槁桿與苞穗兩個部位，苞穗含苞葉、穗軸及發育中的玉米種子，槁桿則含苞穗以外的部分。取全株及苞穗與槁桿分開樣品各6株，經80℃、48小時烘乾後磨粉，保存於4℃冷藏庫備用。分別測定各樣品之乾

物率、粗蛋白質（CP）、酸洗纖維（ADF）、中洗纖維（NDF）、澱粉、水溶性碳水化合物含量（WSC）、中洗纖維消化率（NDFd）及試管真消化率（IVTD），測定方法如下：

II. 營養成分分析

CP含量以Kjeldahl法測定（AOAC, 1984）；ADF及NDF的測定以ANKOM²⁰⁰纖維分析器進行（Komarek *et al.*, 1996; Vogel *et al.*, 1999），NDF分析採添加 α -amylase方法（van Soest *et al.*, 1991）。WSC依Morris（1948）方法採anthron呈色法測定；WSC萃取液棄去後之樣品烘乾，加入過氯酸加熱水解，以anthron呈色法測定澱粉含量。上述化學分析，每一樣品重複二次。

III. 消化率測定

IVTD以ANKOM F57濾袋及DAISY II 200乾物消化器（ANKOM Technology, New York, USA）進行（Cusicanqui and Lauer, 1999; Darby and Lauer, 2002; Chen *et al.*, 2006）。方法如下：稱取樣品0.5 g稱重，裝入濾袋並密封，再將濾袋置於含瘤胃緩衝液之培養瓶中。每培養瓶之瘤胃緩衝液含緩衝液1600 ml（1.67% KH_2PO_4 ，0.083% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，0.083% NaCl ，0.017% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，0.083% urea，12.5% Na_2CO_3 ，0.83% $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ）及牛瘤胃液400 ml，取瘤胃液及瘤胃液製備時均須充入 CO_2 。每一培養瓶放置25個濾袋（其中含一個空白袋及兩個校正用之標準樣品），充入 CO_2 ，將培養瓶置入DAISY II 乾物消化器內，於39.5℃下轉動培養48小時或30小時，在消化瓶中培養48小時及30小時者，分別簡稱為IVTD48及IVTD30。消化器內可同時放置四個培養瓶。培養完成後將濾袋取出清洗，然後於ANKOM Fiber Analyzer中以中洗溶液煮沸1小時，清洗後以80℃、48小時烘乾稱重，由樣品重差值計算其乾物消化率。每一樣品重複二次。取瘤胃液時間約在上午餵食後兩小時，瘤胃液取自二頭裝有瘤胃瘻管的荷蘭閩公牛，平均年齡約兩歲，每日以一公斤精料及青貯玉米任食餵飼。NDFd由NDF及IVTD計算而來，公式如下： $\text{NDFd} = 100 \{ [\text{NDF} - (100 - \text{IVTD})] / \text{NDF} \}$ （Schwab *et al.*, 2003）。

結果

I. 農藝性狀

綜合變方分析結果，除乾物率外種植月份效應都顯著，尤其對株高、產量有較大影響；收穫期則影響穗／桿比例、乾物產量、生理成熟度及乾物率；品種的效應相對較小，僅在穗／桿比例有顯著差異。表1為種植月份、品種及收穫期主效應間的比較。4月份種植者因生長期氣溫高，其株高、產量高於2、3月種植者，吐絲日數亦提早13天（試驗期間之氣溫度變化見圖1）。台農3號之株高高於台南19號及台南21號，但葉數少、產量較低。收穫期方面，本研究在吐絲期後每間隔7天取樣調查，由於收穫期正值夏季高溫，各生理成熟期短，吐絲期後28天均已達黃熟期，玉米種子表面凹陷，乾物率約30%，大部分的國產青割玉米在此時期均已完成採收。穗／桿之鮮重比隨著收穫期由0.58提高到0.76，穗／桿之乾重比則由0.49提高到1.11；鮮重產量由每公頃45公噸降至40.6公噸，但隨著乾物率的提高（約4%/天），乾重產量由每公頃7.8公噸逐漸上升至12.0公噸。

品種與種植月份或品種與收穫期少有交感效應，而種植月份與收穫期則在多個性狀有顯著交感，因此，以三品種平均繪圖說明各性狀在各種植月份隨收穫期的變化（圖2）。四月份種植者之鮮重產量在吐絲後14天達最高，其餘則在7天時為高點。

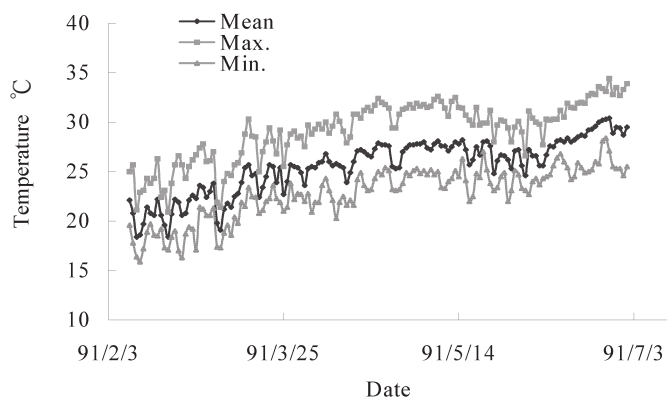


圖 1. 試驗進行期間每日氣溫度變化。

Table. 1. The time course of temperature in the period of this experiment.

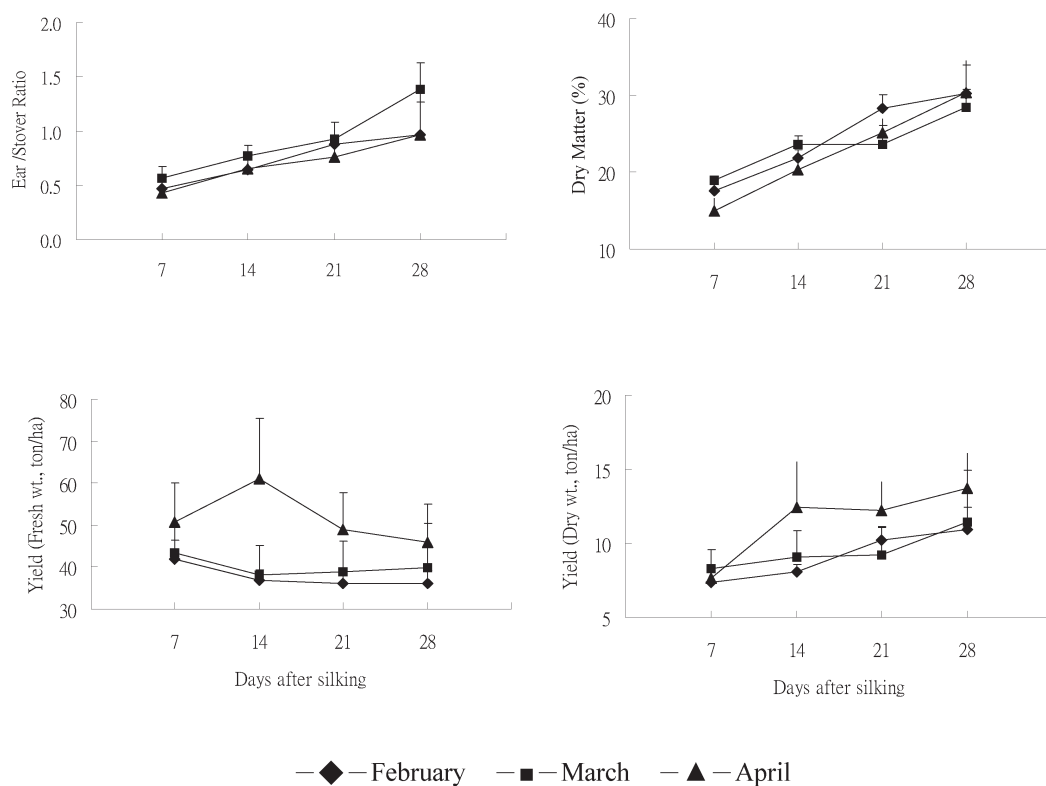


圖 2. 不同月份種植之青割玉米的苞穗／稿桿比、乾物率及產量隨著收穫期的變化。資料為三品種平均值。

Fig. 2. Changes in ear/stover ratio, dry matter percentage, and yield from different harvesting days of forage corn planted in February, March, and April, 2002 respectively. Data are the means of three varieties.

表 1. 不同青割玉米品種、種植期及收穫期對產量及農藝性狀之影響

Table 1. Yield and agronomic characters from different month of planting, variety, and different harvesting days

	Plant height	Leaf no.	Spike/stover (fw)	Spike/stover (dw)	Yield (fw)	Yield (dw)	Dry matter	Days at silking
	cm				Tons/ha	Tons/ha	%	days
Month								
February	165.1 ^a	11.6 ^b	0.69 ^a	0.74 ^b	37.7 ^b	9.1 ^b	24.5 ^a	69.9 ^a
March	145.0 ^b	11.1 ^c	0.70 ^a	0.91 ^a	40.1 ^b	9.5 ^b	23.7 ^a	68.8 ^b
April	208.5 ^a	13.2 ^a	0.56 ^b	0.70 ^b	51.7 ^a	11.5 ^a	22.7 ^b	56.0 ^c
Variety								
Tainung no.3	179.7 ^a	11.7 ^b	0.62 ^b	0.73 ^b	38.9 ^b	9.0 ^b	23.6 ^{ab}	64.9 ^a
Tainan no.19	169.8 ^b	12.1 ^a	0.61 ^b	0.73 ^b	45.8 ^a	10.4 ^a	23.0 ^b	64.4 ^a
Tainan no.21	169.2 ^b	12.1 ^a	0.73 ^a	0.89 ^a	44.9 ^a	10.7 ^a	24.2 ^a	65.3 ^a
Harvesting, days after silking								
7	172.2 ^{ab}	12.1 ^a	0.58 ^c	0.49 ^d	45.4 ^a	7.8 ^c	17.2 ^d	
14	176.4 ^a	12.1 ^a	0.63 ^b	0.69 ^c	45.4 ^a	9.8 ^b	21.9 ^c	
21	167.9 ^b	12.0 ^{ab}	0.64 ^b	0.85 ^b	41.3 ^{ab}	10.6 ^b	25.7 ^b	
28	175.1 ^{ab}	11.6 ^b	0.76 ^a	1.11 ^a	40.6 ^b	12.0 ^a	29.7 ^a	

^a Means in the same column without same superscripts differ significantly (P<0.05)

II. 營養成分

全株：種植月份對CP、ADF、WSC、IVTD48及NDFd均有顯著效應；收穫期僅在CP、IVTD48、IVTD30無顯著效應；品種僅在NDF有顯著效應。對效應的相對大小而言，NDF、ADF、NDFd及澱粉受收穫期影響大；CP及IVTD則受種植月份的影響較大（表2）。主效應間的比較見表3。4月份種植者之CP含量高，澱粉與WSC含量低，ADF較高，NDFd與IVTD較低，NDF在月份間無顯著差異。品種方面，台南21號的NDF顯著較高，其他成分則無差異。收穫期方面，隨著收穫期CP、ADF、NDF、WSC降低，澱粉提高，IVTD48在吐絲後28天平均值降1.4%（表3）。

種植月份與收穫期在多個營養成分有顯著交感，品種與種植月份的交感僅在IVTD存在，以三品種平均繪圖以說明營養成分在各種植月份隨著收穫期的變化情況（圖3）。四月份種植者，其NDF在21天後明顯升高，且IVTD前期升高後期下降，與前二月種植者不同。

表 2. 各營養成分之種植月份、收穫期、品種及交感效應變方成分佔總變方之百分比

Table 2. Variance percentage of planting date, harvesting days, variety, and their interactions of the total variance for nutritional contents

Source of variance		CP ⁺	NDF	NDFd	Starch	ADF	WSC	IVTD48	IVTD30
		%							
Whole plant	Month (M)	51.9**	1.5	9.1*	1.2	33.0**	26.5**	72.3**	0.0
	Harvest (H)	30.6	83.6**	64.2*	93.1**	63.0**	45.9*	7.6	0.0
	Variety (V)	0.9	8.4**	3.2	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0
	MxH	16.2**	5.7	20.3**	4.6	4.0	18.2**	10.5	70.5
	MxV	0.0	0.0	3.3	1.0	0.0	4.3	3.5	29.5
	VxH	0.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0
Stover	Month (M)	40.3**	3.3	25.9*	41.1**	39.1**	3.8	19.9*	37.0**
	Harvest (H)	37.2	16.2	39.4	42.0**	26.4*	8.5	6.5	7.3
	Variety (V)	2.8	44.0*	7.3	2.9	18.1	33.7*	24.3*	20.8**
	MxH	18.5**	22.9*	16.5	4.9	9.8*	48.7**	44.2**	35.0**
	MxV	1.3	10.3	0.9	6.0	5.8	5.3	0.0	0.0
	VxH	0.0	3.2	10.0	3.0	0.8	0.0	5.1	0.0
Ear	Month (M)	16.7	19.2**	24.3*	1.3	5.8**	6.0**	0.0	5.9**
	Harvest (H)	19.2	16.9	34.3	86.4**	81.4**	89.3*	5.3	44.6*
	Variety (V)	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	20.4**
	MxH	42.9**	34.2**	30.2**	6.7**	2.6	2.8*	28.7**	17.2
	MxV	15.7**	16.9**	3.1	3.6*	5.0*	1.4*	37.3*	11.6**
	VxH	5.4	12.8*	8.1*	1.8	5.3*	0.2	28.7	0.4

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

⁺CP : crude protein ; NDF : neutral-detergent fiber ; NDFd : NDF digestibility

ADF : acid-detergent fiber ; WSC : water soluble carbohydrate ;

IVTD48 : *in vitro* true digestibility of 48 hours ;

IVTD30 : *in vitro* true digestibility of 30 hours

表 3. 不同青割玉米品種、種植期及收穫期對全株營養成分之影響

Table 3. Nutritional contents of whole plant for various planting date, variety, and harvesting days

	CP ⁺	NDF	NDFd	Starch	ADF	WSC	IVTD48	IVTD30
	%							
Month								
February	6.7 ^c	53.2 ^a	54.1 ^{ab}	12.3 ^{ab}	29.7 ^b	14.5 ^a	75.6 ^a	70.6 ^a
March	7.7 ^b	53.9 ^a	55.1 ^a	12.8 ^a	28.6 ^c	12.5 ^b	75.9 ^a	70.9 ^a
April	8.0 ^a	54.0 ^a	53.2 ^b	11.1 ^b	31.7 ^a	12.2 ^b	74.8 ^b	68.8 ^b
Variety								
Tainung no.3	7.4 ^a	52.8 ^b	53.4 ^b	12.0 ^a	29.9 ^a	13.7 ^a	75.5 ^a	70.7 ^a
Tainan no.19	7.6 ^a	53.7 ^{ab}	54.1 ^{ab}	12.1 ^a	29.9 ^a	13.2 ^a	75.5 ^a	69.8 ^b
Tainan no.21	7.4 ^a	54.6 ^a	54.9 ^a	12.2 ^a	30.3 ^a	12.3 ^b	75.4 ^a	69.7 ^b
Harvesting, days after silking								
7	8.2 ^a	57.5 ^a	57.3 ^a	6.4 ^d	32.6 ^a	14.1 ^a	75.5 ^a	70.1 ^a
14	7.5 ^b	53.5 ^b	54.5 ^b	9.9 ^c	30.8 ^b	14.5 ^a	75.7 ^a	70.1 ^a
21	7.4 ^b	51.2 ^c	53.1 ^c	15.1 ^b	28.2 ^c	12.8 ^b	76.0 ^a	70.4 ^a
28	6.8 ^c	52.5 ^{bc}	51.6 ^d	16.9 ^a	28.4 ^c	10.8 ^c	74.6 ^b	69.8 ^a

^a Means in the same column without same superscripts differ significantly (P<0.05)⁺The same as table 2

表 4. 不同青割玉米品種、種植期及收穫期對稿桿營養成分之影響

Table 4. Nutritional contents of stover for various planting date, variety, and harvesting days

	CP ⁺	NDF	NDFd	Starch	ADF	WSC	IVTD48	IVTD30
	%							
Month								
February	6.3 ^c	59.2 ^a	51.3 ^a	4.7 ^b	36.0 ^b	15.1 ^a	71.2 ^a	69.9 ^a
March	7.0 ^b	57.4 ^b	50.3 ^b	5.1 ^a	34.7 ^c	14.1 ^b	71.6 ^a	70.5 ^a
April	7.9 ^a	57.7 ^b	48.3 ^c	3.2 ^c	37.7 ^a	13.6 ^b	70.2 ^b	67.7 ^b
Variety								
Tainung no.3	7.3 ^a	56.0 ^c	49.0 ^b	4.6 ^a	35.4 ^b	15.4 ^a	71.6 ^a	70.5 ^a
Tainan no.19	7.1 ^{ab}	57.8 ^b	50.3 ^a	4.5 ^a	35.7 ^b	14.7 ^a	71.3 ^a	69.3 ^b
Tainan no.21	6.8 ^b	60.5 ^a	50.6 ^a	3.9 ^b	37.4 ^a	12.7 ^b	70.2 ^b	68.3 ^c
Harvesting, days after silking								
7	8.0 ^a	60.6 ^a	51.8 ^a	3.0 ^c	37.9 ^a	12.3 ^b	70.8 ^{bc}	68.0 ^c
14	7.0 ^b	57.8 ^b	50.6 ^b	4.3 ^b	36.2 ^b	14.9 ^a	71.5 ^{ab}	68.9 ^b
21	7.1 ^b	57.1 ^b	50.4 ^b	4.7 ^b	34.9 ^c	14.9 ^a	71.8 ^a	70.5 ^a
28	6.2 ^c	56.9 ^b	47.1 ^c	5.2 ^a	35.7 ^{bc}	15.0 ^a	70.0 ^c	70.1 ^a

^a Means in the same column without same superscripts differ significantly (P<0.05)⁺The same as table 2

稿桿：種植月份對CP、澱粉、ADF及IVTD30、NDFd均有顯著效應；收穫期僅對澱粉與ADF有顯著效應；不同於全株之狀況，稿桿在NDF、WSC、IVTD均有顯著品種效應（表2）。稿桿成分主效應間的比較列於表4，種植月份隨著收穫期的變化如圖4。NDF之變動不一致，平均以2月份種植者最高，4月份種植者CP、ADF高，澱粉、WSC、NDFd與IVTD較低。品種方面，台南21號之NDF、ADF較高，CP、澱粉、WSC均較低。收穫期方面，CP、ADF隨著收穫期降低，澱粉、WSC略提高；NDF、NDFd較不一致。4月份種植者IVTD48與IVTD30隨收穫期先升後降，關係明顯。

苞穗：種植月份對NDF、ADF、WSC及IVTD30有顯著效應；收穫期對ADF、澱粉與WSC有顯著效應；品種間則均無顯著效應（表2）。4月份種植者NDF高，3月份種植者ADF最低。隨著收穫期ADF降低，澱粉提高，WSC降低，IVTD48無顯著差異，IVTD30下降後上升（表5）。不同於全株或稿桿，苞穗的品種與種植月份在多個成分有顯著交感，但仍以種植月份與收穫期的交感效應較大（表2），以品種平均繪圖以便於了解各種植月份隨著收穫期的變化（圖5），CP在14天後逐漸上升，NDF、NDFd關係不一致，但以前期最高。

表 5. 不同青割玉米品種、種植期及收穫期對苞穗營養成分之影響

Table 5. Nutritional contents of ear for various planting date, variety, and harvesting days

	CP ⁺	NDF	NDFd	Starch	ADF	WSC	IVTD48	IVTD30
	%							
Month								
February	7.5 ^b	42.0 ^b	59.1 ^b	23.1 ^b	20.0 ^a	16.7 ^a	82.9 ^a	74.6 ^b
March	7.9 ^a	42.5 ^b	59.8 ^b	26.3 ^b	18.7 ^b	14.1 ^b	83.0 ^a	75.4 ^a
April	7.7 ^a	45.0 ^a	62.3 ^a	24.6 ^{ab}	20.7 ^a	14.2 ^b	83.1 ^a	73.9 ^b
Variety								
Tainung no.3	7.8 ^a	42.9 ^a	60.5 ^a	26.9 ^a	19.3 ^b	14.2 ^b	83.2 ^a	73.3 ^c
Tainan no.19	7.7 ^{ab}	43.7 ^a	60.0 ^a	23.5 ^b	20.5 ^a	15.4 ^a	82.6 ^b	74.2 ^b
Tainan no.21	7.6 ^b	43.0 ^a	60.6 ^a	23.8 ^b	19.7 ^{ab}	15.4 ^a	83.2 ^a	76.3 ^a
Harvesting, days after silking								
7	7.9 ^a	46.2 ^a	63.3 ^a	10.5 ^d	24.2 ^a	21.6 ^a	83.1 ^{ab}	76.9 ^a
14	7.4 ^b	42.0 ^b	58.6 ^c	22.9 ^c	21.0 ^b	16.5 ^b	82.7 ^b	71.8 ^c
21	7.5 ^b	42.1 ^b	60.5 ^b	31.2 ^b	17.4 ^c	12.7 ^c	83.4 ^a	74.8 ^b
28	8.0 ^a	42.4 ^b	59.0 ^c	34.3 ^a	16.5 ^c	9.2 ^d	82.7 ^b	75.0 ^b

^a Means in the same column without same superscripts differ significantly (P<0.05)

⁺The same as table 2

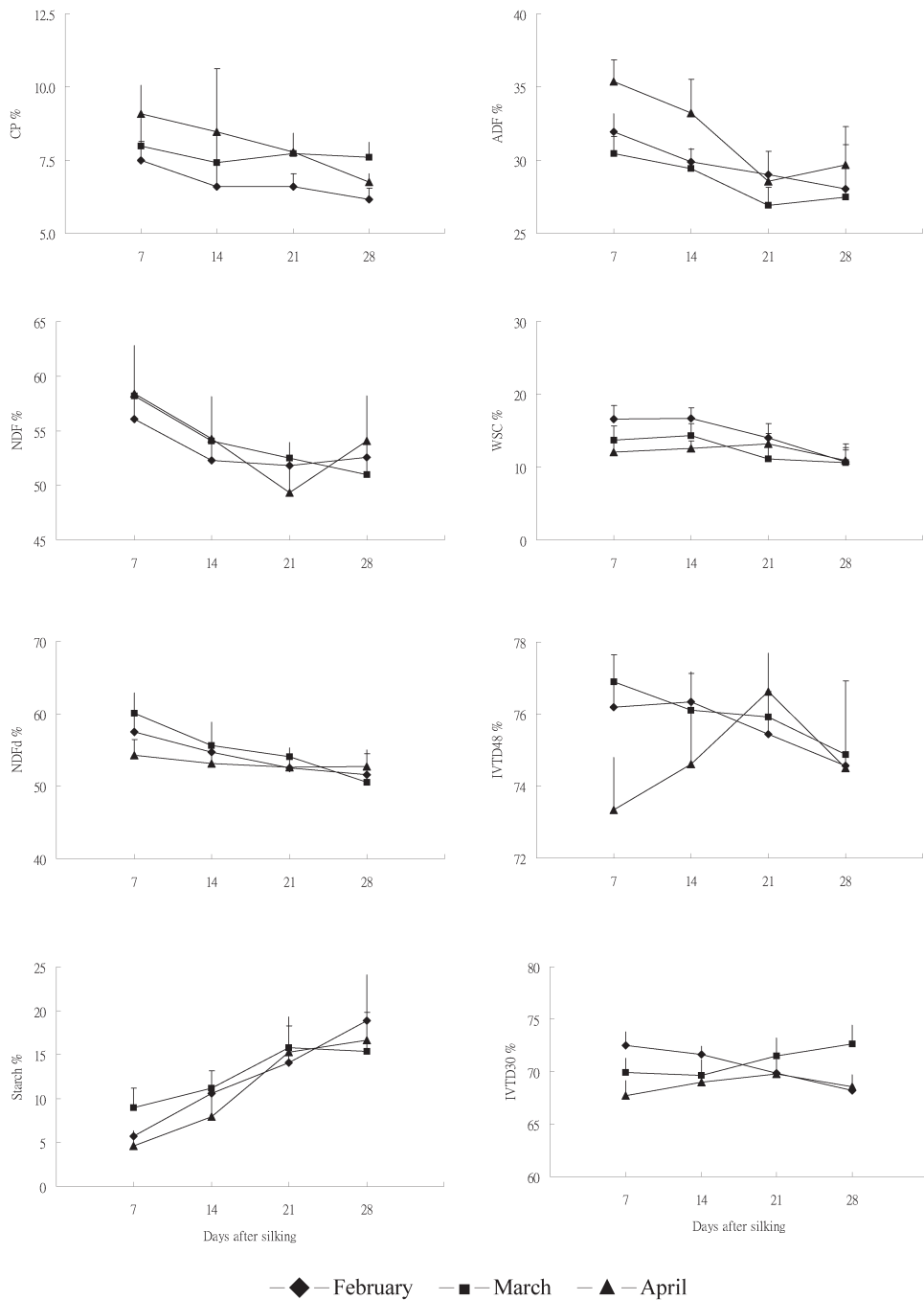


圖 3. 不同月份種植之青割玉米的全株營養成分與NDFd (NDF digestibility)、IVTD (*in vitro* true digestibility)隨著收穫期的變化。資料為三品種平均值。

Fig. 3. Changes in nutritional contents, NDFd (NDF digestibility), and IVTD (*in vitro* true digestibility) of whole plant from different harvesting days which planted in February, March, and April, 2002 respectively. Data are the means of three varieties.

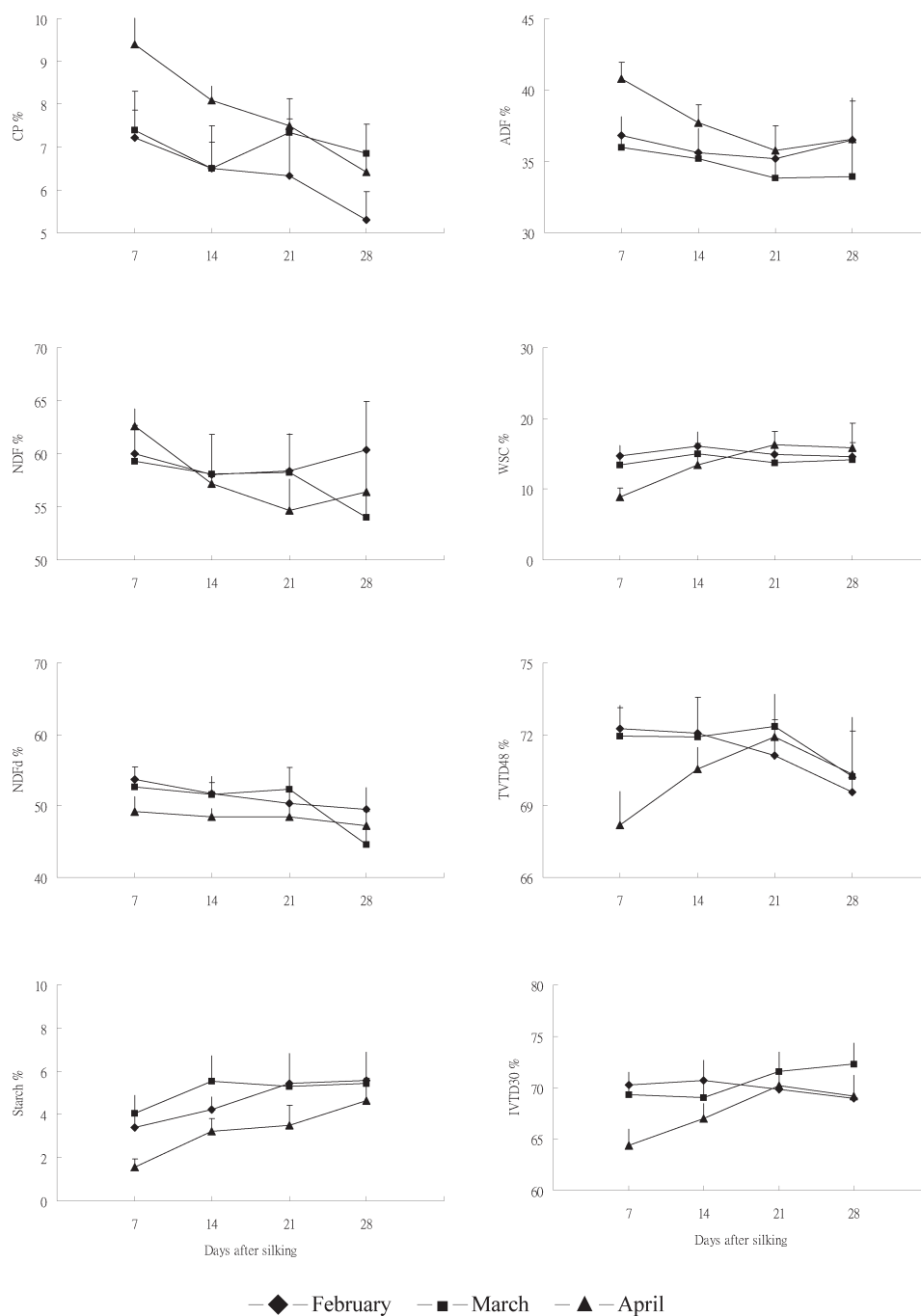


圖 4. 不同月份種植之青割玉米的稿桿營養成分與NDFd (NDF digestibility)、IVTD (*in vitro* true digestibility)隨著收穫期的變化。資料為三品種平均值。

Fig. 4. Changes in nutritional contents, NDFd (NDF digestibility), and IVTD (*in vitro* true digestibility) of stover from different harvesting days which planted in February, March, and April, 2002 respectively. Data are the means of three varieties.

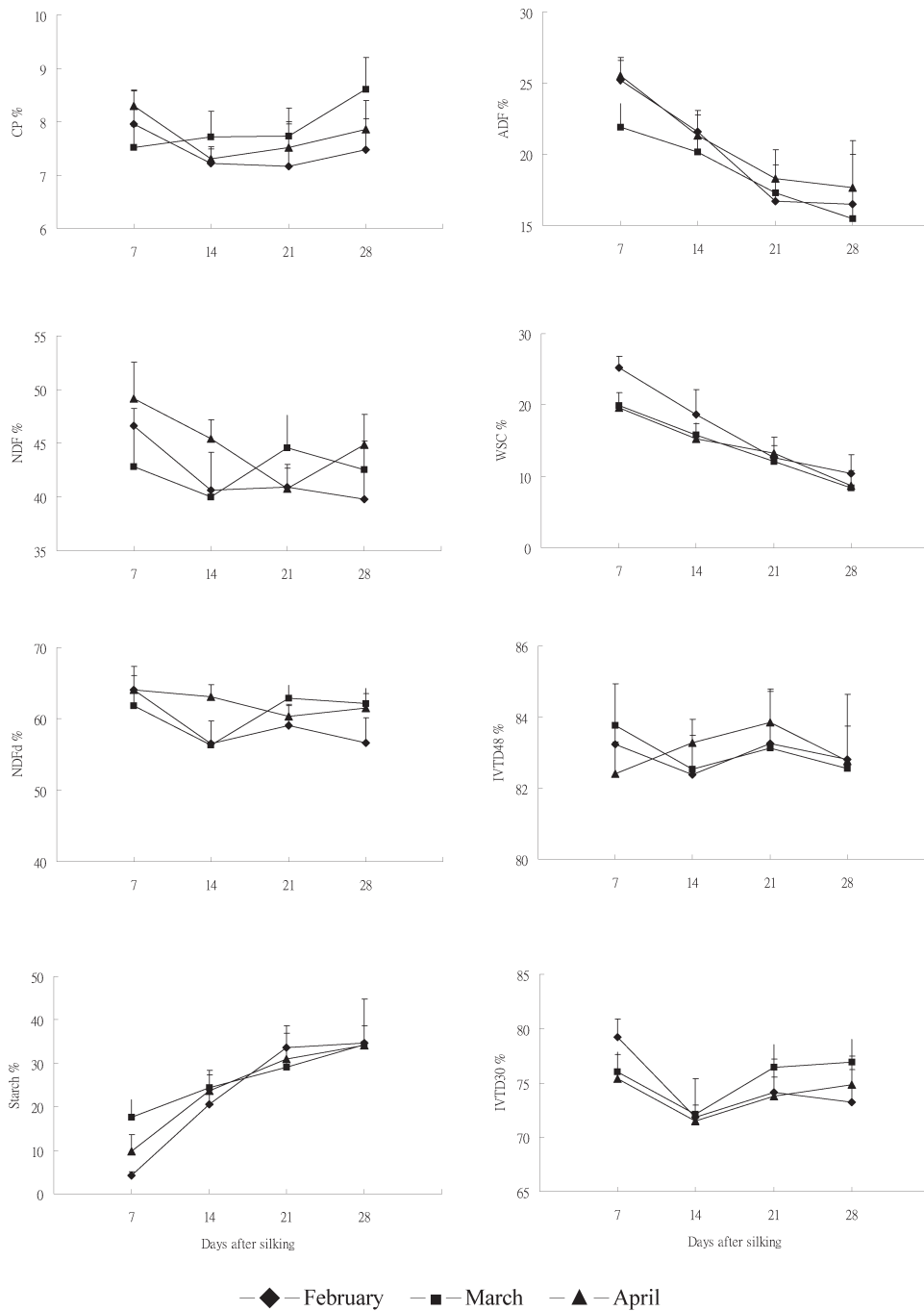


圖 5. 不同月份種植之青割玉米的苞穗營養成分與NDFd (NDF digestibility)、IVTD (*in vitro* true digestibility)隨著收穫期的變化。資料為三品種平均值。

Fig. 5. Changes in nutritional contents, NDFd (NDF digestibility), and IVTD (*in vitro* true digestibility) of ear from different harvesting days which planted in February, March, and April, 2002 respectively. Data are the means of three varieties.

討論

由本研究結果，國內推廣的三個青割玉米品種中，除NDF外全株營養成分無太大差別，且品種與種植月份或品種與收穫期少有顯著交感，但槁桿之NDF與IVTD均有顯著品種差異，其中台南21號槁桿之NDF、ADF含量較高、IVTD較低。據農民之田間經驗，台南21號鮮重產量高但莖桿較硬，機械採收較費力，應有育種改良的空間。青割玉米營養價值的改良除提高苞穗比例外，槁桿本身的纖維消化率也影響全株營養價值（Hunt, 1992），高產與高營養價值青割玉米種原的輪迴選拔已顯示有正向的反應（Frey *et al.*, 2004），國內青割玉米的改良，除針對產量、抗病蟲選拔外，也應將營養價值列為育種目標。

種植月份不同則玉米生育期間經歷之氣候環境不同，對農藝性狀及營養成分均有顯著影響。2、3月種植者，因前期溫度尚低，發育較緩慢；4月種植者，因溫度上升，吐絲期較之前大幅縮短，且株高、產量均提昇，顯見分散種植期時宜考慮品種對生育環境的反應再加以規劃，以減少產量的損失並達到分散收穫的目的。對未混有苞穗影響的槁桿而言，4月種植者CP及ADF均較高，全株的NDF在後期顯著提高且IVTD有下降的現象。推論可能由於生育期氣候條件差異導致營養成分變動趨勢的差異，是值得進一步探討的問題。

收穫期的影響方面，鮮重產量在吐絲後7-14天（約乳熟前期）即達高峰，而後下降，乾物產量則在黃熟期還繼續累積。由表1可知，提前採收則總乾物量之損失大，延後採收若仍以鮮重計價則草農的收入減少。據多篇前人研究認為槁桿隨成熟老化，消化率降低（Hunt *et al.*, 1989; Darby and Lauer, 2002），但本研究結果，槁桿隨著成熟CP及WSC降低、澱粉升高，但ADF、NDF變動幅度小，IVTD48僅在後期小幅下降，IVTD30在三個月份間趨勢不一，亦即由本研究結果發現槁桿並無明顯老化與消化率下降的現象。此結果與Wiersma *et al.*（1993）的結果相似，其槁桿的IVDMD在1/2ML前無顯著變化，三個年度的變動大，且三年間僅有一年有顯著差異。推測是槁桿的成分顯著受種子充實時光合成物質運轉的影響（Coors *et al.*, 1997），而非單純的由成熟度決定。

苞穗的IVTD約較槁桿高12%，隨著成熟WSC降低、澱粉升高，但IVTD30在前期下降、IVTD48無顯著變化。全株的營養價值是槁桿與苞穗的總合，槁桿與苞穗成分的變動影響全株成分的變動，本研究結果全株之CP、ADF、NDFd均一致性的隨成熟而下降，NDF與IVTD的變動在月份間不一致，成熟度對IVTD變動的解釋力低，推測是生長條件不同，各部位成分與比例不同所致，印證青割玉米營養價值受植株供源與積儲的影響而關係複雜（Sanderson *et al.*, 1995; Cox *et al.*, 1994; Coors *et al.*, 1997; Morrison *et al.*, 1998），不同於盤固草、狼尾草等的IVTD變化，可由收穫天數、生長積溫等成熟度的指標準確預測（陳及王, 2005; Chen *et al.*, 2006）。本研究將槁桿、苞穗、全株受品種、種植月份、收穫期的相對影響效應列出，有助於釐清不同成分或性狀受不同因素影響的強度及其之間關係。

對青飼而言，台灣普遍發生的提前收穫，損失的應是總乾物產量，至於是否有營養價值的損失或其差異大小，可能需依生長狀況而定。除總乾物消化率的討論外，本文中詳列國內推廣品種在本地環境下各營養成分的變動狀況，可供日糧調配之參考。

參考文獻

- 王永琴、李免蓮、陳文。1995。栽培密度及氮肥用量對青割玉米生長性狀、產草量及化學組成之影響。畜產研究 28：125-132。
- 何千里、謝光照、盧煌勝。1998。青割玉米單雜交種台農3號之育成。中華農業研究47：189-203。

- 曾清田。1999。青割玉米新品種「台南21號」。台南區農業專訊 29：2-4。
- 曾清田、李文輝、陳振耕。1994。青割玉米新品種「台南19號」。台南區農業專訊 9：2-4。
- 許福星，洪國源，李國貞，徐阿里。1987。青割玉米不同成熟度青割產量及營養成分變化。中華農學會報新 139：44-55。
- 陳嘉昇、王紓慇。2005。盤固草試管真消化的變動與預測。畜產研究 38：197-206。
- A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 14 ed. Washington DC. pp.125-142.
- Allen, M. S., K. A. A. O'Niel, D. G. Main and J. Beck. 1990. Variation in fiber fractions and *in vitro* and cell wall digestibility of corn silage hybrids. J. Dairy Sci. 73 (Suppl. 1)：129.
- Bal, M. A., J. G. Coors and R. D. Shaver. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. J. Dairy Sci. 80：2497-2503.
- Chen, C. S., S. M. Wang and J. T. Hsu. 2006. Factors affecting *in vitro* true digestibility of Napiergrass. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 19：507-513.
- Coors, J. G., K. A. Albrecht and E. J. Bures. 1997. Ear-fill effects on yield and quality of silage corn. Crop Sci. 37：243-247.
- Cox, W. J., J. H. Cherney and W. D. Paradee. 1994. Forage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions. Agron. J. 86：277-282.
- Crasta, O. R. and W. J. Cox. 1996. Temperature and soil water effects on maize growth, development, yield, and forage quality. Crop Sci. 36：341-348.
- Cummins, D. G. 1970. Quality and yield of corn plants and component parts when harvest for silage at different maturity stages. Agron. J. 62：781-784.
- Cusicanqui, J. A. and J. G. Lauer. 1999. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. Agron. J. 91：911-915.
- Danley, M. M. and R. L. Vetter. 1973. Changes in carbohydrate and nitrogen fractions and digestibility of forages: maturity and ensiling. J. Anim. Sci. 37：994-999.
- Darby, H. M. and J. G. Lauer. 2002. Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality, and preservation. Agron. J. 94：559-566.
- Daynard, T. B. and R. B. Hunter. 1975. Relationships among whole plant moisture, grain moisture, dry matter yield, and quality of whole plant corn silage. Can. J. Plant Sci. 55：77-84.
- 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.
- Frey, T. J., J. G. Coors, R. D. Shaver, J. G. Lauer, D. T. Eilert, and P. J. Flannery. 2004. Selection for silage quality in the Wisconsin Quality Synthetic and related maize population. Crop Sci. 44：1200-1208.
- Hunt, C. W., W. Kezar and R. Vinande. 1989. Yield, chemical composition and ruminal fermentability of whole plant, ear, and stover as affected by maturity. J. Prod. Agric. 2：357-361.
- Hunt, C. W., W. Kezar and R. Vinande. 1992. Yield, chemical composition and ruminal fermentability of corn whole plant, ear and stover as affected by hybrid. J. Prod. Agric. 5：286-290.
- Irlbeck, N. A., J. R. Hallauer and D. R. Buxton. 1993. Nutritive value and ensiling characteristics of maize stover as influenced by hybrid maturity and generation, plant density and harvest date. Anim. Feed. Sci. Technol. 41：51-64.
- Komarek, A. R., H. Manson and N. Thiex. 1996. Crude fiber determination using the ANKOM system. Publ. 102. ANKOM technol. Corp., Fairport, NY.

- Morris, D. L. 1948. Quantitative determination of carbohydrates with dry-wood's anthrone reagent. *Science* 107 : 254-255.
- Mossison, T. A., H. G. Jung, D. R. Buxton and R. D. Hatfield. 1998. Cell-wall composition of maize internodes of varying maturity. *Crop Sci.* 38 : 455-460.
- Philippeau, C. and B. Michalet-Doreau. 1997. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 68 : 25-35.
- Sanderson, M. A., R. M. Jones, J. C. Read and H. Lippke. 1995. Digestibility and lignocellulose composition of forage corn morphological components. *J. Prod. Agric.* 8 : 169-174.
- Schwab, E. C., R. D. Shaver, J. G. Lauer and J. G. Coors. 2003. Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. *J. Anim. Feed Sci. Technol.* 109 : 1-18.
- 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.
- Vogel, K., J. F. Pedersen, 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.
- Wiersma, D. W., P. Carter, K. A. Albrecht and J. G. Coors. 1993. Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. *J. Prod. Agric.* 6 : 94-99.

Effects of variety, planting date, and harvest days on yield and quality of forage corn⁽¹⁾

Chia-Sheng Chen⁽²⁾⁽³⁾, Shu-Min Wang⁽²⁾, Tsui-Huang Yu⁽²⁾ and
Hsin-Hung Liu⁽²⁾

Received : Nov. 14, 2006 ; Accepted : Jan. 23, 2007

Abstract

In order to understand the effects of variety, planting date and harvesting time on yield and nutritive value of forage corn, three cultivars in Taiwan, i.e.; Tainung no. 3, Tainan no. 19 and Tainan no. 21, were planted monthly from February to April 2002 and harvested at 7, 14, 21, and 28 days after silking, respectively. The results showed that planting date had much more effective on plant height and yield, while harvest time did more on the ear/stover ratio, yield, and dry matter. The variety affected only the ear/stover ratio. The ear/stover ratio kept increasing with maturity from 0.49 to 1.11 and dry matter rose by 4% per day, with the maturity. At the same time, fresh weight dropped from 45 to 40.6 tons per hectare, but dry weight rose from 7.8 to 12.0 tons per hectare. From the aspect of nutrition of whole plant, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), digestibility of NDF (NDFd), and starch were more affected by harvest time, while crude protein (CP) and *in vitro* true digestibility (IVTD) were obviously affected by planting date. Variety effect was found only on NDF content. There are significant interaction effects of planting dates and harvest time on several components. Comparing the means of main effects, plants planted on April had higher CP contents and lower in NDFd and IVTD. Crude protein, ADF, and WSC decreased and starch increased with maturity. On the other hand, IVTD48 (IVTD of 48 hour's incubation) dropped by 1.4% during the later stage. Tainan no. 21 had the highest NDF content. As contrast to those in whole plant, significant effects among varieties were found in several components in stover. Changes in ADF, NDF of stover are little in range with harvest time and IVTD48 dropped slightly only at later stage. IVTD48 of the ear was higher by about 12% than that of stover. WSC decreased and starch increased apparently with harvest time in the ear. IVTD30 (incubated for 30 hours) dropped in earlier stage, while IVTD48 didn't show significant change. The nutritive value of whole plant is the mean value of ear and stover, and the inconsistent changes in some components are referred to the consequences of environmental effects that altering the plant sink and source ratio and their chemical contents of forage corn.

Key words: Maturity, Nutritional content, Neutral detergent fiber digestibility, *In vitro* true digestibility.

(1) Contribution No.1350 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, Pingtung 946, Taiwan, R. O. C.

(3) Corresponding author, E-mail: chencsg@mail.tlri.gov.tw

