

青割玉米青貯方包裝填機初期研製

Primary Development of Plung Press for Forage Corn Cube

國立嘉義技術學院農機系講師

國立嘉義技術學院農機系副教授

國立嘉義技術學院農機系副教授

連振昌

林正亮

黃清旺

Jenn-Chang Lian

Jeng-Liang Lin

Ching-wan Huang

摘要

為將青割玉米壓擠成方塊，以便運搬至貨櫃內青貯，須先研製一台青割玉米方包裝填機，試驗初期，先對青割玉米一些基本物性做量測與分析，以此作為青貯裝填雛型機之設計依據；取樣量測的秋作青割玉米其含水率為 71.4%，以莖部含水量較高，平均之細斷長度為 19.7mm，虛表比重為 0.221。在青貯技術層面上，壓縮比可決定青貯玉米之裝填密度及評量青貯時空隙率及壓擠後方塊的大小，設計一壓縮試驗裝置，得出青割玉米之裝填壓力(GP)對壓縮比(CR)之關係；其迴歸方程式為 $CR = 1.455 \times \ln(GP) - 1.964$ ，決定係數為 0.998。當裝填錶壓力達錶壓 $60\text{kg}/\text{cm}^2$ 時，有大量水份滲出，因此裝填錶壓力以 $50\text{kg}/\text{cm}^2$ 為設計準則。

關鍵詞：青割玉米，裝填機，青貯玉米。

ABSTRACT

A Feeding machine for forage corn was developed to compress it as a cube-shape in order to move to cargo for storage. Physical properties of forage corn were measured and analyzed as a design basis for prototype of Feeding machine. Moisture content of experimental samples of forage corn, which grown in Autumn, was 71.4%, and moisture content in part of stem was higher. The average length and bulk density of samples were 19.7mm and 0.221 respectively. For the technique of silage, bulk density, sealing, and size could be decided by compression ratio. An experimental setup for compression tests was developed to obtain the relationship between gage pressure Gp and compression ration CR, regression equation to be $CR = 1.455\ln(GP) - 1.964$ and the coefficient of corelation to be 0.998. Lost of water leaked out as gage pressure above $60\text{kg}/\text{cm}^2$. Hence, design criterion would be based on gage pressure to be $50\text{kg}/\text{cm}^2$.

Keywords: Forage corn, Feedin machine, Corn silage.

一、前言

以青割玉米作成的青貯料(silage)或青飼料(forage)，是一種嗜口性(palatability)佳及營養價值高的芻料，被稱為「芻料之王」^(1,2)，尤其用來飼餵乳牛更可提高其泌乳量及乳脂率，目前政府大力推行稻田轉作，而玉米是被推薦種植的主要作物之一。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，均較其它轉作作物有利；因此推廣青割玉米，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。

早先幾年部份農戶以臺南白玉米、飼料玉米臺農 1 號、臺農 351 號或外國進口之 X678 作為生產青割玉米之用，目前則以臺南 19 號及臺農 2 號兩種品種為主要青割玉米之來源。青割玉米的生產目標以高乾物質產量、高營養價質及高消化性為主，青割玉米與飼作玉米略有不同⁽³⁾，飼作玉米僅利用果穗部份，而青割玉米則為整株利用。

臺灣牧草生產夏季過剩而冬季不足，青割玉米適合秋作栽培，適可應急需，且其鮮草產量高，有賴青貯方式來保存，其青貯品質為各種芻草之冠⁽⁷⁾。本究目的，以貨櫃作為青割玉米青貯之密閉容器，研製一青貯方包裝填機將青割玉米壓縮成小方塊，然後搬運至貨櫃青貯，由於此種青貯方式，貨櫃四面鐵皮密閉，可達密封無氧狀態，青貯效果良好，可以提高青貯玉米品質；貨櫃可堆疊，空間高度使用，而且貨櫃可回收使用，無環保問題，在運輸上相當方便。

為將青割玉米壓縮成方塊，以便於運搬至貨櫃內青貯，須先研製一台青割玉米方包裝填機，試驗初期，先對青割玉米一些的基本物性做量測與分析，如含水率、細斷長度、虛表比重、安息角、滑動角等。壓縮比可決定裝填密度，評量青貯草閉氣程度，設計一壓縮試驗裝置，得出裝填壓力對壓縮比之關係，以此作為青貯裝填機之設計依據，為本研究初期之目標。

二、文獻探討與分析

(一) 青割玉米之農藝特性

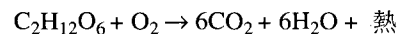
青割玉米對於溫度的適應範圍很廣，是溫帶及熱帶都能生產之高營養芻料作物；以臺南 19 號品種而言，在本省播種適期可分春作及秋作二期作，春作 2 月中旬~3 月中旬，秋作 8 月下旬~9 月下旬，種植密度春作每公頃株數 83,333 株，行株距 70×20 公分，秋作每公頃株數 62,500 株，行株距 80×20 公分；株高 15~20 公分時，舉行間苗，每穴留一株，不宜太密否則易倒伏。植株葉片寬大濃綠，莖桿粗壯，具抗倒伏性及抗病蟲害性，平均株高 228 公分，收割期春作約 87 天，秋作約 102 天，平均每公頃鮮草產量為 52,551 公斤。此品種營養成份高，長期餵飼有益牛隻健康，並可增進泌乳量及牛乳風味。^(4,9,10)

(二) 青貯理論

將新鮮芻草閉氣貯藏，在無氧狀態下，利用乳酸菌低溫發酵作用來保存芻草成為青貯料(silage)，此種調製方法謂之青貯(Ensilage)^(5,6,7)。即將青割芻草置於密閉容器內，藉微生物厭氣發酵過程調製而成。青貯發酵過程大致可分為四個時期^(6,8)：

1. 呼吸作用

芻草經細切置入青貯設備中並擠壓密閉後，植物細胞仍保有部份活性，猶能進行呼吸作用，吸入殘存氧氣使一部份碳水化合物分解成為二氧化碳氣體逸失（如下式），所以青貯第一期的變化會使養份損失：



呼吸作用的結果不僅排出二氧化碳並且產生水份，同時放出熱能，使容器內材料溫度升高至 40~50 °C 左右，品質愈差的青貯材料上升的溫度愈高，且維持高溫的時間愈長，當容器內的氧氣耗盡時，呼吸作用停止，溫度再回復到常溫，合乎所要求之低溫發酵。

2. 醋酸發酵

呼吸作用停止，溫度回復到常溫時，醋酸菌開始繁殖而產生醋酸，此作用時間很短大約三天左右，接著即乳酸發酵，因醋酸菌已不能生在較濃之酸中。

3. 乳酸發酵

此時期厭氣性微生物大量繁殖，將植物體內的碳水化合物變成有機酸，主要繁殖乳酸菌，產生大量乳酸。有機酸的產生將青貯料的 pH 值降低至 4.2 以下，此種酸度可阻止細菌及酵素活動，而將其營養價值保存下來，得到氣味良好、嗜口性佳之青貯料。然在發酵過程中仍有能量的損失，此發酵過程為決定青貯成敗及品質高低之決定期，時間約為 2~3 週。

4. 腐敗作用

如果發酵不完全，不能產生足夠的乳酸，使青貯料品質穩定下來，或青貯容器密閉不良，讓空氣或雨水進入，則會進入二次發酵，乳酸會變成酪酸。酪酸增加結果，導致青貯料 pH 值上升，若酸度太低，不宜的細菌之作用產生丁酸，而產生惡臭之青貯料，降低青貯料之品質。

(三) 裝填機與貨櫃青貯

由研究調查得知，超過 75% 的酪農認為青割玉米是最合經濟及品質要求的青貯作物，有將近 50% 的酪農使用青割玉米作為調製青貯料之芻料作物，而青貯調製失敗原因以「壓實不緊」所佔比率最高佔 22.8%，其次為「水份太高」17%、「密閉不良」14%、「調製時間過長」12.5%⁽¹²⁾。追根究底實乃酪農戶本身無一套完整之裝填及青貯的機械設備，否則前述青貯失敗原因應均可迎刃而解。因此開發青貯青割玉米之機械設備有其必要性。

芻料生產收穫調製的流程如圖 1 所示，對一直立高莖牧草而言；牧草青割收穫機之割取裝置，將牧草植株的基部予以割取剪斷，將割斷的牧草植株夾持輸送並進入細斷裝置進行細切，成為一小段一小段的細斷牧草，再利用葉輪高速迴

轉的離心力及鼓風機高速氣流的吹送力，將細斷後的牧草予以拋擲吹送至運搬車，以便運搬回酪農戶直接青飼乳牛或裝填擠壓於密閉容器內進行青貯作業。

由圖 1 芻料生產收穫調製流程中裝填擠壓，須藉助裝填機械來達成，主要目的是除去細斷牧草間之空隙，縮短細斷牧草呼吸作用之時期。而以貨櫃作為青貯之密閉容器，由於貨櫃為一長方體，故裝填機須將細斷牧草擠壓成一小方塊，再運搬至貨櫃內青貯。圖 2 為青割玉米貨櫃青貯之處理流程，細斷的青割玉米藉由輸送機輸送投入裝填機之方形壓擠槽，利用油壓方式進行壓擠後推出，然後定型再轉送至貨櫃內青貯。

為將青割玉米壓擠成方塊，以便於運搬至貨櫃內青貯，須先研製一台青割玉米方包裝填機，故須對青割玉米一些的基本物性做量測與分析，如含水率、細斷長度、虛表比重、及裝填壓對壓縮比之關係，以作為青貯裝填機之設計依據。以此設計依據研製青貯裝填雛型機，此為本研究初期之目標。

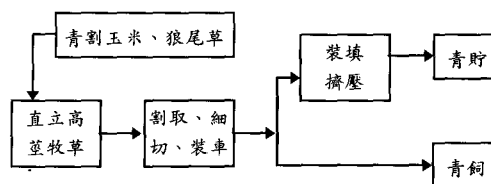


圖 1 芻料生產收穫調製流程

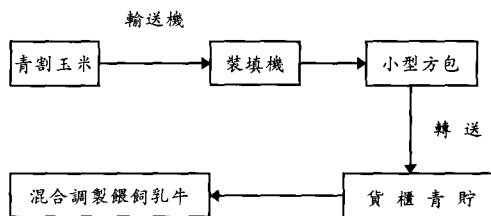


圖 2 青割玉米貨櫃青貯之處理流程

三、試驗裝置與方法

就一裝填機設計與製造的角度來評估青割玉米青貯的機械化作業，可從對象物之調查、量測與分析得知，是否滿足青貯技術層面的條件，如青割牧草之適割期、含水率、細斷長度、添加物、裝填速度、青貯容器密封、安息角、滑動角、虛表比重、裝填密度等。其中以含水率、細斷長度、安息角、滑動角、虛表比重、裝填密度等物性為機械設計的主要考量參數。欲得到用於青貯時之最適機械作業條件及緊密之填壓功能，應針對處理對象物的物性與機構間相關性找出其機械之設計參數，在可接受的作業精度範圍內，加大寬容度，以處理不同性狀、不同生育期的差異性。

(一) 試驗裝置

1. ANTEC FC-610 強制循環定溫烘箱，附有定時功能，最高設定溫度可達 250 °C。
2. 滑動角測定裝置如圖 3 之示意圖，由鋼料承板、調節螺桿、調整輪、角度儀等所組成。
3. 壓縮試驗裝置

圖 4 為壓縮試驗裝置實體圖，圖 5 為壓縮試驗裝置示意圖，壓縮試驗裝置由控制箱、油壓馬達、壓縮活塞、壓縮缸、上、下極限開關、指示滑塊、捲尺、退料機構所組成。上、下極限開關為壓縮活塞最高及最低位置之安全開關，利用鋼繩及滑輪使指示滑塊隨壓縮活塞之下降而上昇，由旁邊之捲尺刻度可記錄下其位置，壓縮試驗開始時，壓縮活塞處於最高位置，將細斷後之青割玉米投置於壓縮缸內，按下控制箱使壓縮活塞下降並進行壓縮，壓縮試驗完成後，稍為提昇壓縮活塞，然後轉動退料手輪使底板退出，再使壓縮活塞下降將壓縮後之青割玉米推出壓縮缸，再提昇壓縮活塞至最高位置，完成一個循環之壓縮試驗。

(二) 試驗方法

3-2-1 含水率

隨機取樣機械採收後的細斷青割玉米，並將玉米莖、玉米葉、玉米穗三者分開，先以電子秤秤鋁質罐重量，再將取樣青割玉米放置於鋁質罐內，秤其重量後，把鋁質罐放置於 103 °C 的定溫烘箱中加熱乾燥 24 小時(16)，取出後移入乾燥器中冷卻至與電子秤環境相同之溫度，秤其乾物重量，如此即可得到水份重量，扣除鋁質罐重量，代入(1)式計算溼基含水率。

$$\text{溼基含水率(w.b.)} = \frac{\text{水份重量(Wm)}}{\text{溼物重量(Wd)}} \dots\dots\dots(1)$$

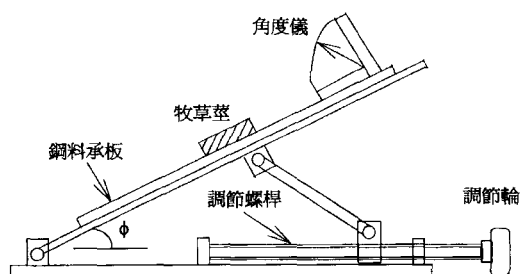


圖 3 滑動角測定裝置示意圖

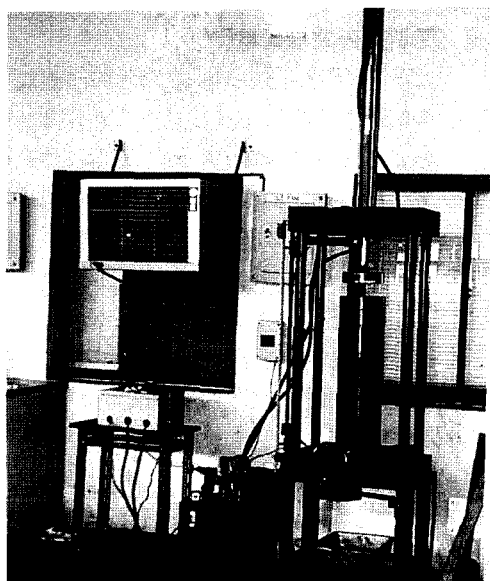


圖 4 壓縮試驗裝置實體圖

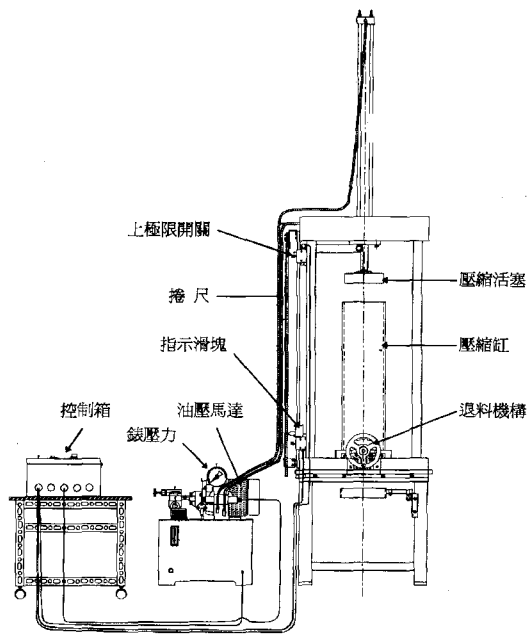


圖 5 壓縮試驗裝置示意圖

3-2-2 細斷長度

隨機取樣機械採收後的細斷青割玉米，並將玉米莖、玉米葉、玉米穗三者分開，利用游標卡尺分別量測出其細斷長度。

3-2-3 滑動角 ϕ

圖 3 為滑動角量測示意圖，將細斷後之取樣青割玉米莖，靜置於鋼料承板上進行滑動角試驗，轉動調節輪，使承板提升，直到留置於承板上的草莖待測物開始下滑瞬間，停止轉動調節輪，如圖所示，計錄角度儀此時之仰角，即可得滑動角 ϕ 。

3-2-4 安息角 α

圖 7 為安息角 α 量測示意圖，以自然堆積方式將細斷後之青割玉米莖堆積於直徑為 D 之圓筒上，並量測其堆積之最大高度 L ，由(2)可計算出安息角 α 大小。

$$\alpha = \tan^{-1} (2L/D) \dots\dots\dots(2)$$

3-2-5 虛表比重

所謂虛表比重是以已得到的該物料之細斷長度在自然的狀態下，在一定容積內量測其重量與常溫常壓下同容積水重的比值。在自然的狀態下，將細斷後之青割玉米投入一定容積之容器內，以電子秤量出其重量，再與同容積之水重量相比即可得到虛表比重。

3-3-6 裝填密度

青割玉米之裝填密度大小必須要適當，過高或過低之裝填密度對青貯過成品質均會有影響，須知道其裝填密度才能夠瞭解在青貯過程中，青割玉米達密氣無氧程度及擠壓後方塊的大小，吾人定義經裝填機擠壓後的裝填密度與虛表密度之比稱為壓縮比，即壓縮比愈高，裝填密度也就愈高。為配合青貯技術層面，須進行壓縮試驗。以找出裝填壓力與壓縮比之關係。將細斷後之青割玉米莖，投置於壓縮缸內一直到填滿為止，然後按下開關使壓縮活塞下降，並慢慢調整壓力調節閥，使裝填之油壓錶壓力逐漸增加，同時紀錄下不同錶壓力時，指示滑塊之移動位置，以便計算出其壓縮比大小。

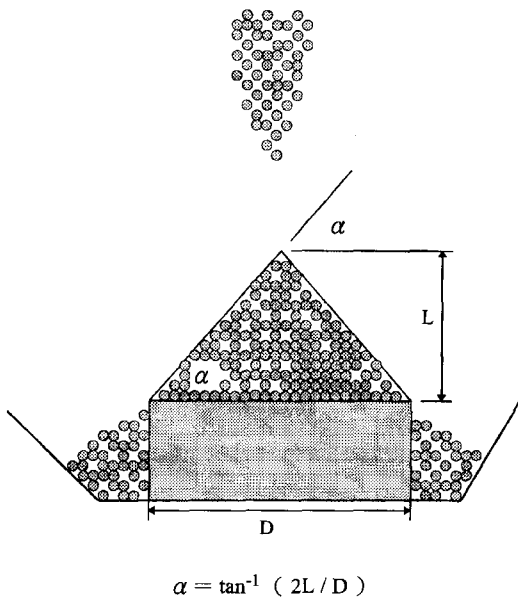


圖 7 安息角 α 量測示意圖

四、結果與討論

(一) 適割期與含水率

圖 8 為青割玉米機械採收情形，青割玉米適割期時，由青割玉米收穫機將青割玉米割取、細斷、拋擲、吹送至搬運車上，運搬回農場直接青飼乳牛或青貯保存。青割玉米之收割期的決定原則在產量與營養價值達最高時收割，青割玉米之乾物收量隨生育期增加而增大，直到黃熟期達最高，以後乾物量之變化漸小，而黃熟期之可消化總養份(TDN)及青貯乾物量也最大，而且影響青貯成敗之水份於黃熟期時約在 70%左右為最適合青貯的水份含量，因此在黃熟期時收割最適當⁽⁹⁾。青割玉米之青割適期，一般以手指壓擠籽粒無乳汁流出時（黃熟期），即為青割玉米適割期^(3,13)。

含水率變化對青割料品質影響雖不大，但對青貯料之品質之優劣卻有非常顯著之影響。水份是微生物活動重要因子，水份含量對青貯發酵的影響很大，過多的水份，青貯過程中容易形成滲出液，造成養份流失，同時水份高時，乾物質太低，水溶性碳水化合物降低，不利於乳酸發酵，雜菌較容易滋長，使青貯料品質降低。但水份太低時，又往往抑制了微生物的活動，降低發酵作用，Csermely & Maykuth 認為玉米最適宜之採收期為全株玉米含水率 60~65%時⁽¹⁵⁾。Daynard & Hunter 認為玉米整株含水率下降至 65~68%時可減少在青貯時因發酵而造成汁液流失，可獲得最大乾物質產量及飼料價值⁽¹⁴⁾，就本省青割玉米而言；青貯時理想的水份含量約在 65~75%左右⁽¹⁰⁾。水份過高的青貯材料，須藉萎凋或添加乾的材料來調整其水份。表 1 為青割玉米含水率摘要統計表；玉米莖平均含水率為 78.1%、玉米葉平均含水率為 73.8%、玉米穗平均含水率為 55.3%，又混合的平均含水率為 71.1%，此含水率介於 65~75%之間，為最適合做青貯作業。

(二) 細斷長度

細斷長度影響裝填密度，即裝填時影響細

表 1 青割玉米含水率 (%) 摘要統計表

變數	玉米莖	玉米葉	玉米穗	混 合
Sample size	12	12	6	12
Average	78.1	73.8	55.4	71.1
Median	78.0	74.0	55.3	71.4
Variance	0.514242	0.312955	0.415000	0.758409
Std. Deviation	0.717107	0.559423	0.644205	0.870867
Minimum	76.9	72.8	54.9	68.8
Maximum	79.3	74.5	56.7	71.9

含水率在 71.1±2%間之機率為 91.7%。

取樣時間：85 年 1 月 11 日。

取樣地點：臺南縣柳營鄉。 收穫期：適割期。

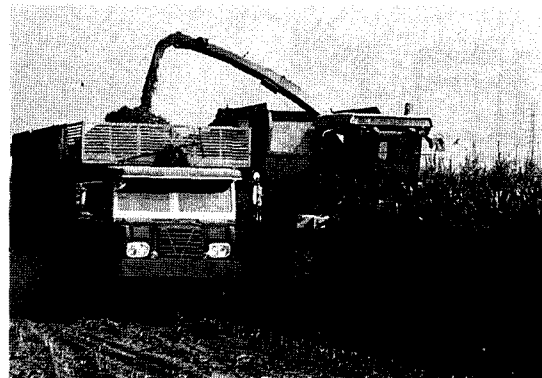


圖 8 青割玉米機械採收情形

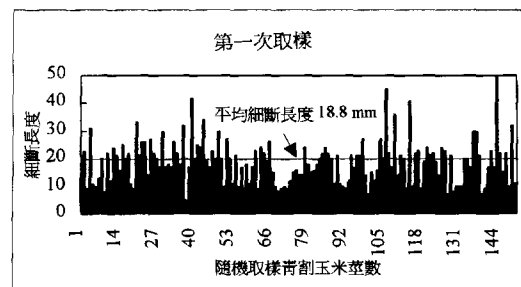


圖 9 隨機取樣青割玉米莖細斷長度分佈圖(一)

斷牧草間氣密性，理論上細斷長度愈短，填壓密度愈高，殘留於材料間隙就愈少，青貯效果愈好，但須兼顧纖維長度及餵飼殘量，理想之細斷長度在 10~20mm⁽⁹⁾。圖 9 為第一次隨機取樣青割玉米莖細斷長度分佈圖，青割玉米莖平均細斷長度為 18.8mm，圖 10 為第二次隨機取樣青割玉米葉細斷長度分佈圖，青割玉米葉平均細斷長度為

22.0mm，圖 11 為第三次隨機取樣青割玉米穗細斷長度分佈圖，青割玉米穗平均細斷長度為 18.3mm，表 2 為青割玉米細斷長度摘要統計表，由表中可知總平均細斷長度為 19.7mm，介於理想之細斷長度在 10~20mm 之間。

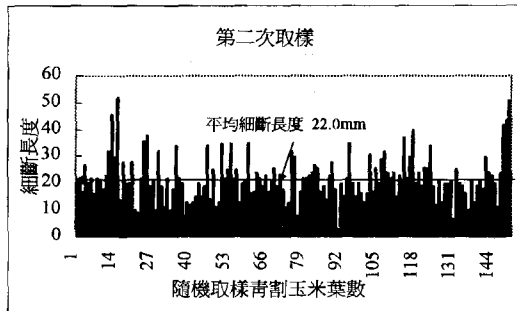


圖 10 隨機取樣青割玉米葉細斷長度分佈圖(二)

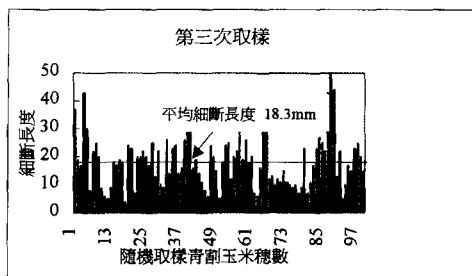


圖 11 隨機取樣青割玉米穗細斷長度分佈圖(二)

表 2 青割玉米細斷長度(mm)摘要統計表

變數	玉米莖	玉米葉	玉米穗
Sample size	150	150	100
Average	18.8	22.0	18.3
Total average		19.7	
Median	19	21	18
Variance	61.51271	74.75727	84.46588
Std. Deviation	7.843004	8.646229	9.190532
Minimum	5	3	4
Maximum	50	52	50

細斷長度在 32mm 以下之機率為 92.2%

取樣時間：85 年 1 月 11 日。

取樣地點：臺南縣柳營鄉。 收穫期：適割期。

(三) 滑動角、安息角與虛表比重

滑動角 ϕ 是不同材料彼此間黏附力的表現，摩擦係數值 f 的大小為 $\tan \phi$ ，是指材料與輸送機鋼材間之阻力，當輸送機 β 大於滑動角 ψ 時，輸送的物料會下滑，影響進料效率。安息角 α 是指相同材料其粒度間內聚力的表現，在此粒度是指牧草的細斷長度，安息角大小與材料本身的細斷長度長短、含水率多寡等均有關係，當輸送機的斜角 β 大於安息角 α 時，輸送的物料會下落，同時當物料在裝填機內擠壓時，安息角的大小亦表示裝填機內物料流動之難易，如圖 12 所示。

物料在輸送計量時，虛表比重可為計量的依據，若將一定容積內量測所得之重量除以該容積大小則可得虛表密度，此虛表密度可當成裝填機初始容積之設計依據，如此才能得知擠壓後每塊小方包重量。表 3 為青割玉米之安息角、滑動角、虛表比重量測摘要統計表，平均安息角為 55.1° ，平均滑動角為 26.7° ，虛表比重為 0.221。

(四) 裝填密度

青貯裝填時，必須注意裝填的壓力，以確保空隙緊密，減少空氣留存青貯容器內，減少呼吸作用損失的碳水化合物，因此當以油壓機械壓縮青割玉米時，必須找出壓縮比與裝填壓力之關係。過高的壓縮比，物料會被擠出汁液，造成不良發酵及，青貯料養份的流失，過低的壓縮比，物料間之空隙大，殘存的空氣多，呼吸作用期間過久，使青貯料品質降低。圖 13 為進行壓縮試驗後所得之結果，從圖中可看出當裝填錶壓力達 $60\text{kg}/\text{cm}^2$ 時，壓縮缸內之青割玉米會有大量水份滲出，因此裝填錶壓力以 $50\text{kg}/\text{cm}^2$ 為最高裝填表壓力，將裝填錶壓力(GP)對壓縮比(CR)進行迴歸分析，可得迴歸方式式： $\text{CR} = 1.455 \times \text{Ln}(\text{GP}) - 1.964$ ，決定係數為 0.998。

目前青貯裝填機已製作完成，如圖 14 所示為青貯裝填機入料蓋板及出料側板打開之情形，唯須待秋作青割玉米達適割期始可進行試驗。

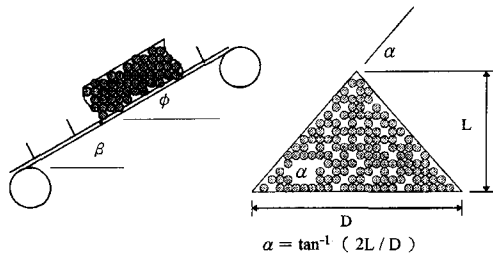


圖 12 物料滑動角 ϕ 與安息角 α 對輸送機斜角 β 之相對關係

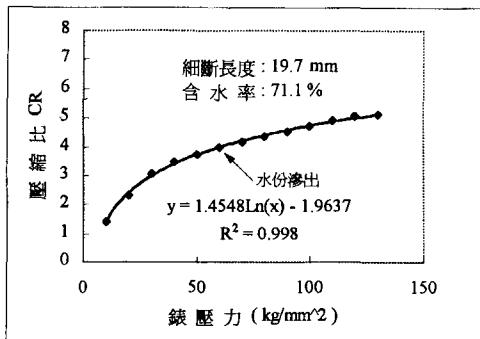


圖 13 青割玉米裝填錶壓力對壓縮比之關係

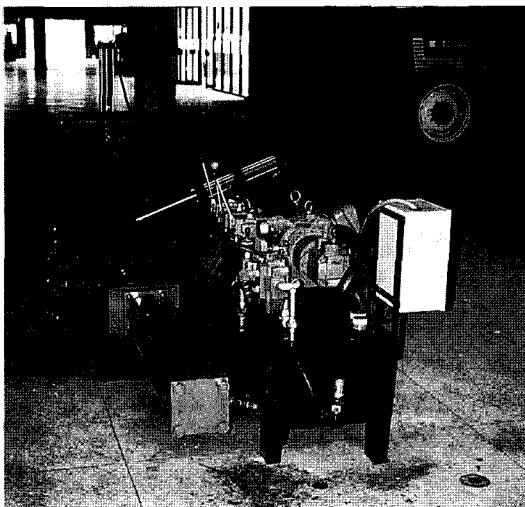


圖 14 青貯裝填機實體圖

表 3 青割玉米之安息角、滑動角、虛表比重測摘要統計表

變數	安息角(°)	滑動角(°)	虛表比重
Sample size	30	30	30
Average	55.1	26.7	0.221
Median	54.8	26.0	0.220
Variance	8.315402	22.52299	0.000127
Std. Deviation	2.883644	4.745839	0.01128
Minimum	50.4	19.5	0.201
Maximum	60.4	35	0.252

取樣時間：85年1月11日。

取樣地點：臺南縣柳營鄉。

收穫期：適割期。

五、結 論

為將青割玉米壓擠成方塊，以便於運搬至貨櫃內青貯，須先研製一台青割玉米方包裝填機，試驗初期，先對青割玉米的基本物性做量測與分析，由實驗數據及分析結果可得以下結論：

1. 物性分析：秋作青割玉米的含水率為71.4%，以莖部含水量較高，平均之細斷長度為19.7mm，虛表比重為0.221。
2. 壓縮試驗：在青貯技術層面上，壓縮比可決定青貯玉米之裝填密度及評量青貯時閉氣程度及壓擠後方塊的大小，壓縮試驗可提供青割玉米之裝填壓力對壓縮比之關係，作為青貯裝填機械設計參考，裝填錶壓力(GP)對壓縮比(CR)之關係為： $CR = 1.455 \times \ln(GP) - 1.964$ ，決定係數為0.998。當裝填壓力達錶壓60kg/cm²時，有大量水份滲出，因此裝填錶壓力以50kg/cm²為設計準則。

六、誌 謝

本研究試驗承蒙農委會，85年科技-1-8-糧-24(2)計畫經費補助，試驗期間艾群教授提供寶貴意見及指導，謹致謝忱。

七、參考文獻

1. 戴耕。1991。青割玉米飼料價值與莖桿品質的研究。國立中興大學農藝系研究所碩士論文。
2. 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變化。中華農學報 新 139：44~55。
3. 謝光照、何千里、呂宗佳、劉孔生、盧煌勝。1994。青割玉米單雜交種臺農 2 號之育成。中華農業研究。43(4): 354~372。
4. 曾清田、陳振耕。1995。青割玉米品種「台南 19 號」之育成。台南區農業改良場研究彙報 32: 1~22。
5. 鮑其美、黃清旺、黃慶祥、黃文祿。1989。牧草袋式青貯裝填機初期試驗。中國農業工程學報。Vol: 35. No.2. p.98~111。
6. 黃清旺。1995。改良式小型袋式牧草裝填機用於甘蔗尾作業適性試驗。中國農業工程學報。Vol: 41. No.1. p.61~72。
7. 盧啟信。1990。牧草青貯調製。台灣牧草研討會專輯。p.153~158。
8. 許福星。1994。青貯料之調製。八十三年度飼料製造技術研習會專輯。
9. 行政院農業委員，臺灣省政府農林廳。1989。牧草及飼料作物。八萬農業建設大軍訓練教材。p.27~32, 42~49。
10. 臺灣省畜產試驗所。1994。芻料作物生產及利用。臺灣省畜產試驗所專輯第 25 號。p.11~12, 22~27。
11. 盧啟信。1990。水份含量及玉米粉添加物對盤固草青貯品質的影響。畜產研究 23 卷(2)期：p.125~130。
12. 臺灣省畜產試驗所。1995。「芻料青貯調製」會議資料。
13. Keiser, H. V., 1981. When should silage maize be harvested. Herb. Abstr. 51: #1689.
14. Daynard, T. B., and R. B. Hunter., 1975. Relationship whole-plant moisture, dry matter yield, and quality of whole-plant corn silage. Can. J. Plant Sci. 55: 77~84.
15. Csermely, J., and J. Maykuth, 1981. Whole-plant maize silage. Herb. Abstr. 51: #1690.
16. ASAE Standard. 1992. Moisture measurement-forages. ASAE Standard: ASAE S358. 2, p.406.

收稿日期：民國 85 年 9 月 15 日

修正日期：民國 85 年 11 月 26 日

接受日期：民國 85 年 12 月 20 日