

# 狼尾草收穫機兼用於玉米青割之田間作業試驗

## Extended Application and Field Operation Characterization of the Napier Harvester for Green Feeding of the Forage Maize

國立嘉義農業專科學校  
農業機械工程科副教授

國立嘉義農業專科學校  
農業機械工程科技術員

黃 清 旺

林 文 進

Ching-wan Huang

Wen-chin Lin

### 摘 要

狼尾草收穫機兼用於玉米青割，經田間初期試驗，該機功能顯著，其週邊之前處理部分雖引起2.65%之殘留率，因非來自本體機構之作用，故不影響其作業能力，但提昇兼用作業的田間效率，應由前處理部分改良，並有適當的田間條件配合，始能達到。

關鍵語：狼尾草收割機、青割玉米。

### ABSTRACT

The function of the Napier Harvester for Green Feeding be used to harvest the Forage Corn is obvious in the primary field test. It doesn't affect the working capacity and the action of the main body of this machinery, though the remaining rate caused by the front parts of the working mechanism is up to 2.65%. In order to raise the efficiency of field capacity, it is proper to improve the ahead parts of the working mechanism to fit the field condition, so as to reach the main goal.

Key word: Napier Harvester, Forage Maize, Green Feeding

### 一、前 言

開發一種新型專用之農用作業機，除需符合其作業條件完成原先預期之工作外，如能調換極少之週邊機構便可達到同屬類似作物之需求，不僅可提高機械使用頻度，更因一機多用途令使用者具備較大之彈性空間以掌握農時。

已開發並進行性能測定之狼尾草收穫機<sup>(7)</sup>，其母本模式為飛輪釜刀型之青割玉米收穫機改良而來<sup>(15,17,19,22)</sup>，狼尾草與青割玉米雖同為高莖牧草，但其生育物性迥然不同，收穫後宿根要求也異；前者叢生與收穫後宿根復生；後者無需考慮，狼尾

草收穫機兼用於青割玉米，由理論分析與田間實際試驗可預期其功能效率在水準以上，唯一之瑕疵是殘留率比青割狼尾草高稍高。

牧草之代收穫為目前部分核心農民與代耕中心努力爭取之項目，也為酪農帶來更細之分工而專注於乳牛之管理，對鮮奶品質產量提昇有正面效益，而狼尾草收穫機在國產化下，如能順利地兼用於玉米青割，對其可達60~80倍於人工能力之作業功能而言，無論專兼業或小酪農戶影響至鉅。

本試驗之目的，在瞭解兼用之功能指標，更重要的是做如何減少田間作業殘留之改良，依持過去五年研究試驗開發狼尾草收穫機之經驗，以該機為

主體，在不同田間做高莖青割玉米收穫之作業試驗，期由累次試驗改良中歸納分析該機在變因之常態性範圍內，得到在收穫寬容度上最適之週邊前處理機構的定型，以便經由最簡易之附件互換下，提高狼尾草收穫機的利用率。

飼作玉米之種類很多，專用於青割者，於準備試驗時，人時地一直難以配合，故本機先期以雜交之白玉米在採穗一次後，做青割對象，因產量差不足以顯示本機兼用時之作業能力，但在功能試驗之代表性及週邊機構之改良企求上並無影響。

## 二、青割玉米田間機械物性調查

### (一) 本田條件

1. 玉米栽培之特點為不擇時期、不擇土壤、栽培容易，於栽培技術及品種改良後可增加產量，可間

作、複作。

播種之密度隨品種及環境或栽培目的而異，植株高大，晚熟種或土壤肥沃區為疏播，反之則密播，無論整地或不整地機械播種，行株距一般從65×30公分到100×30公分，依收穫時所用機械或需要而定<sup>(11,12)</sup>。

2. 植床作畦栽培，為亞熱帶多雨區方式，本試驗之試區為嘉義農專農藝科農場之試驗田，面積不規則，雖不利於曳引機旁載狼尾草收穫機及儲料拖車之附掛作業，但加以分區並採階段累計收割方式，對試驗結果沒有影響。

為量度畦高及行距以配合作業，於分區試區上，逢機取樣予以統計<sup>(8,10,13)</sup>，其結果如表1、2所示。

表1 本試驗試區植床之畦高調查統計量

Type	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
Sample Size	50	50	50	50	50	50
Average	10.04	10.64	10.94	10.98	11.2	10.82
Median	10	10.5	11	11	11.5	11
Mode	12	12	12	10	12	12
Variance	5.5493	5.8269	6.5065	4.1832	5.2653	3.6608
Standard Dev.	2.3557	2.4139	2.5507	2.0453	2.2946	1.9133
Standard Err.	0.3331	0.3607	0.3607	0.2892	0.3245	0.2705
Minimum	6	6	6	6	7	6
Maximum	15	16	18	16	17	16
Kurtosis	-0.7445	-0.6513	0.9614	0.6439	0.1019	0.4347

表2 本試驗試區栽培之雜交玉米行距調查統計量

Type	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
Sample Size	50	50	50	50	50	50
Average	87.08	85.32	84.66	94.24	88.00	90.22
Median	88	86.5	84.5	95	89	91
Mode	90	89	80	96	90	88
Variance	54.1159	30.1404	52.7188	16.431	40.0408	65.0731
Standard Dev.	7.3563	5.4900	7.2607	4.0535	6.3277	8.0667
Standard Err.	1.0403	0.7764	1.0268	0.5732	0.8948	1.1408
Minimum	63	73	70	86	70	72
Maximum	103	98	100	102	100	104
Kurtosis	1.5188	-0.4735	-0.2834	-0.7855	0.2042	-0.6311

(二)試驗時青割玉米生育情況

1.株高 \* 斷面直徑 \* 穗數

品種與管理影響產量，機械作業對低產量之收穫處理，效益低，成本相對提高，在本試驗中，對每一試區取點 200 做株高 \* 斷面直徑（距地面 5 公分處）\* 穗數（不含第一次被採過者），其統計量

如表 3 所示，該作物產量低乃是可見之事實。

2.每公尺支數

植株生育密度與播種疏密及管理良劣有關，因與收穫機進料性能有關，故予調查，其結果如表 4 之統計量，此顯示該作物生育密度極低。

表 3 本試驗各試區 [株高 \* 斷面直徑 \* 穗數] 統計量

Type	B <sub>1</sub>			B <sub>2</sub>		
Sample Size	200			200		
Average	156.38	* 22.93	* 1.295	177.77	* 23.03	* 1.1
Median	160	* 23	* 1	180	* 23	* 1
Mode	170	* 24	* 1	180	* 23	* 1
Variance	1367.72	* 21.0805	* 0.2693	382.168	* 13.0691	* 0.7839
Standard Dev.	36.9828	* 4.5913	* 0.5189	19.5491	* 3.6151	* 0.8853
Standard Err.	2.6150	* 0.3246	* 0.0366	1.3823	* 0.2556	* 0.0626
Minimum	11	* 12	* 1	140	* 14	* 0
Maximum	278	* 34	* 4	235	* 33	* 4
Kurtosis	1.6108	* -0.4404	* 3.5479	-0.2078	* -0.0336	* -0.1650

Type	B <sub>3</sub>			B <sub>4</sub>		
Sample Size	200			200		
Average	158.90	* 24.32	* 1.385	168.05	* 26.39	* 1.285
Median	163.5	* 24	* 1	170	* 26.5	* 1
Mode	170	* 25	* 1	180	* 30	* 1
Variance	888.458	* 21.6878	* 0.2681	1007.74	* 18.5507	* 0.2248
Standard Dev.	29.807	* 4.6570	* 0.5177	31.7449	* 4.3070	* 0.4742
Standard Err.	2.1076	* 0.3293	* 0.0366	2.2447	* 0.2556	* 0.0335
Minimum	76	* 12	* 1	60	* 15	* 1
Maximum	240	* 40	* 3	230	* 37	* 3
Kurtosis	0.2895	* 0.1504	* -0.6442	1.3866	* -0.4296	* 0.2420

Type	B <sub>5</sub>			B <sub>6</sub>		
Sample Size	200			200		
Average	181.67	* 22.95	* 1.325	156.77	* 21.98	* 2.225
Median	180	* 23	* 1	155	* 22	* 1
Mode	180	* 23	* 1	175	* 20	* 1
Variance	787.758	* 13.0583	* 0.2908	547.462	* 12.236	* 0.1853
Standard Dev.	28.067	* 3.6136	* 0.5392	23.3979	* 3.4979	* 0.4304
Standard Err.	1.9846	* 0.2555	* 0.0381	1.6544	* 0.2473	* 0.0304
Minimum	115	* 14	* 0	105	* 15	* 0
Maximum	280	* 39	* 3	235	* 31	* 2
Kurtosis	-0.0861	* 1.3248	* -0.2125	-0.2251	* -0.3841	* -0.1440

表4 本試驗各試區每公尺支數之統計量

Type	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
Sample Size	50	50	50	50	50	50
Averag	2.7	3.88	3.04	3.04	3.76	2.9
Median	3	4	3	3	4	3
Mode	3	4	3	3	4	3
Variance	0.3775	0.2710	0.4065	0.4473	0.4718	0.6224
Standard Dev.	0.6144	0.5205	0.6375	0.6688	0.6869	0.7889
Standard Err.	0.0868	0.0736	0.0901	0.0945	0.0971	0.1115
Minimum	2	3	2	2	3	2
Maximum	4	5	4	4	5	4
Kurtosis	-0.5703	0.6695	-0.4191	-0.6694	-0.8130	-1.3563

3. 含水率調查測定

1. 玉米桿莖及葉或玉米穗含水率之高低，在機械收穫上，為影響青割細斷投擲昇送之重要因素，本試驗期間因不易找到特定用青割玉米品系，故以雜

交白玉米（被採過一次玉米穗者）為對象作田間試驗，各試區作物之含水率以定量分析法，於各試區逢機取樣，其濕基含水率如表5所示。

表5 本試驗各試區草料之含水率

試 區	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
取樣鮮重 (g)	3100	3200	3400	3100	3300	3400
乾 物 重 (g)	713	806	747	792	700	658
含 水 率 (%)	77.00	74.81	78.03	74.45	78.79	80.64

三、機械適性探討

(一) 畦高與行距對機械適性之比較

同是植床作畦以利排水方式栽培，畦高條件決定機械割高及割後基部整齊度，行距為配合曳引機及儲料拖車之輪距，並決定田區作業順序，因青割玉米割後宿根不再復生，在基部整齊度及撕裂與鬆動上可不予考慮，這對狼尾草收穫機用於玉米青割乃為有利之條件，但狼尾草屬叢生再生，畦寬較之單行單株玉米為大，收穫時因狼尾草收穫機進料喉口 (Throat)，適合整叢之供伺<sup>(3,4,5)</sup>，當進料植株少時，以相同之動力作業不僅浪費，且釜刀的刀口機構利用率降低，進料之殘留也相對因入口植株未互相重疊而增加。

(二) 生育密度與株高、斷面直徑、穗數對機械之適性

狼尾草收穫機進料喉口 (Throat)，適合整叢之供伺<sup>(3,4,5)</sup>，單行單株之青割玉米生育密度雖

低，但較高之株高、較粗大斷面直徑及擁有果實穗數之物性條件，理論上可有彌補作用，基本上，採較密播寬條，並於一畦上植兩行之栽培方式，如不影響產量與品質，對機械當有更佳之適性。

(三) 青割利用與收穫適期<sup>(12)</sup>

1. 狼尾草收穫適期也以營養收量變化為依據，通常為1.5~2.0公尺高未開狼尾花時為佳。

2. 青割玉米最佳之收穫適期應於乳熟期至黃熟期間，或黃熟期之初期，一般以飼料為目的而栽培之玉米，在未成熟前，通常是玉米穗已飽滿粒子尚軟時全株割下，作家畜飼料之利用方式謂之青割玉米，在國內以臺南10號與11號為宜，因其莖葉高大，每公頃青割收量達50,000~80,000公斤，其營養收量之變化，依成熟期之不同，範圍甚廣，故合理之收穫適期應考慮到含有之成份，可消化成份及收穫量等變化，乳熟期生草含量最多，如以100表示時，黃熟期約減少25%，可消化之粗蛋白之最高收量

為黃熟期至完熟期，可全消化養份之收量以乳熟期至黃熟期最高。此外，青割玉米糖分之變化，依成熟期別及植體部位之不同，地上部於黃熟期達最高，以後急速減低；地下部在地上部完全充實後亦急激提高於完熟期達最高，莖葉部糖份充實速度比地下部慢，根部之強化時期以後，尤於乳熟期至完熟期最快。

3.機械用切具，應依定位於收割適期之條件設計，同是禾本科作物，表皮含矽份，收割期掌握不正確，不但影響生草收量與養分，對切具而言，因草料木質化，造成磨耗與動力之浪費<sup>(14,16)</sup>，根據美國康乃爾大學農工系 W. J. Cha-ncellor 教授於實驗室中發現切割能量之需求與刀口鈍度成正相關<sup>(2,9)</sup>，如表 6 所示，又該校 R.P. Prince, W.C. Wheeler 及 D.A. Fisher 也作相似之研究指出，切割苜蓿所需能，如以鋒利刀片所需為基準，中度鋒利刀片為其5/2倍，鈍刀片為其10/3倍。

4.含水率變化對於青割料的品質，影響不大，除非要利用於青貯製作上於品質優劣才有決定作用，但作業上對機械性能與效率有很大影響，本機型屬飛輪釜刀式，在細切用飛輪徑向，兩釜刀間有動葉輪片，進料供細斷之對象物在一前一後被細斷間，也被葉輪衝撞，含水率高者，在1350 rpm 轉數下，有膠質產生，影響細斷草料之投擲流路，徒增動

表 6 刀口鈍度與切割能

刀口厚度(吋)	刀割能量 (馬力-小時/噸)
0.002	0.90
0.004	1.15
0.006	1.40
0.008	1.62
0.010	1.76
0.012	1.80

資料來源：藍章華 (1976) 農業機械使用與管理，初版，徐氏，p. 164。

葉輪鼓風作用阻力<sup>(18,21,25)</sup>，較低之含水率有利於機械青割作業，在過去所做研究調查中<sup>(1,2,3,4,5,7)</sup>，狼尾草含水率與適割期之青割玉米之含水率差異甚微。

#### 四、試驗設計與方法

##### (一)試區規劃

本試驗區共0.25公頃，以每 200公尺行長做為一試區，由於試區不規則，每行行長不等，故每一 200 公尺長試區中，依田間環境地形給予列定五個區段，如表 7 所示，做為收穫作業試驗。

表 7 本試驗各試區之區段

試區	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
區	36.6	30.1	37.7	34.2	44.0	43.8
段	37.0	31.1	32.0	39.5	42.8	46.6
行	38.6	35.4	52.4	38.8	42.8	34.5
長	38.4	40.2	39.7	40.5	35.3	36.1
(m)	49.4	63.2	38.2	47.0	35.1	39.0
合計	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0

##### (二)試驗機規格與式樣

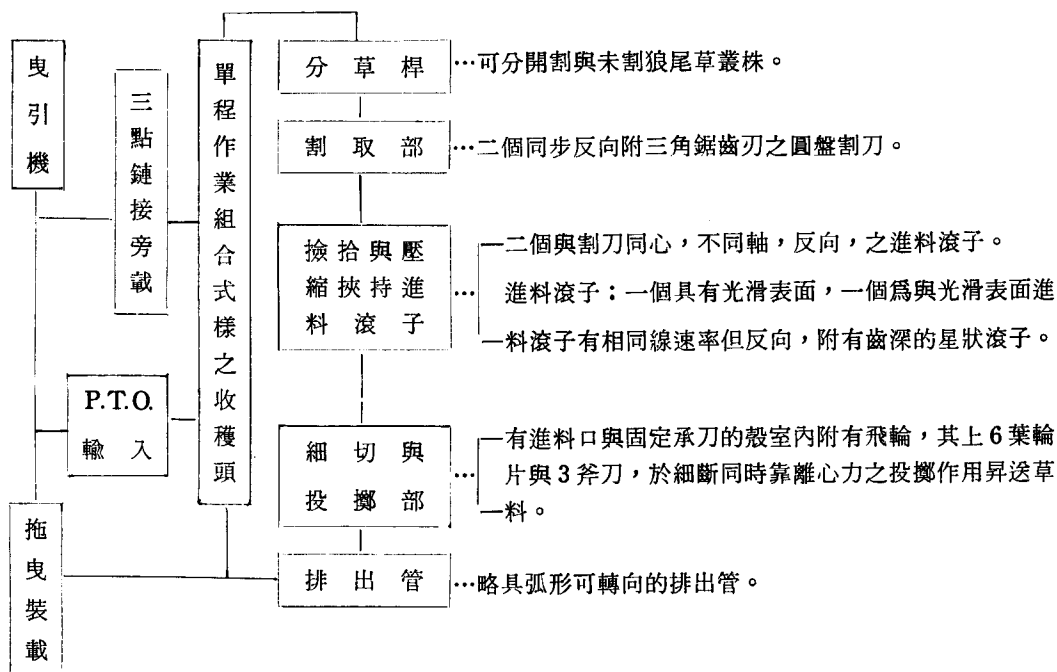
###### 1.動力機

本商品化青割收穫頭以何種方式承載，迄目前尚未決定，故動力機部份均暫以強鹿牌 (John Deere) 2140 型曳引機旁載。

###### 2.作業機

###### (1)組合式樣

採用單程一貫作業組合型式，包括分草、割取、檢拾與壓縮挾持進料、細切與投擲昇送等聯合之一貫作業組合式樣，動力並由外接 P. T. O. (540 rpm) 輸入，其組合流程如下：



(2)規 格

表 8 狼尾草青割收穫機規格尺寸數據

全長・全寬・全高 (mm)		1580×2450×3000			
全 重 (kg)		536			
割 取 部	型 式	同步反向圓盤附三角齒刃 (ISO)	細 切 投 擲 部	斧刀內端半徑 (mm)	47.2
	割取寬度 (mm)	840~767		斧刀支數及刃口 (mm)	3支×290
	割刀寬度 (mm)	767		斧刀裝配角 (度)	30
	割刀半徑 (mm)	210		殼室內徑 (mm $\phi$ )	871
	轉 數 (rpm)	450		動葉輪外徑 (mm $\phi$ )	850×6片
進 料 供	型 式	雙筒同步反向	部	投擲口內徑 (mm)	162×112 1530mm $\phi$
	轉 數 (rpm)	113		轉 數 (rpm)	1300
	光面滾子高徑 (mm)	305×300		飛輪直徑 (mm $\phi$ )	734
伺 部	星狀滾子高徑及凸起高深 (mm)	305×300 60×8	理論細斷長度 (mm)		30
	機喉間隙 (mm)	195×300	作業速度 (m/s)		0.56~1.12

資料來源：嘉義農專農機工程科，狼尾草青割收穫機商品化技術資料。

三、試驗方法

1. 以 P.T.O. 540 rpm 驅動旁載之狼尾草青割收穫機，依規劃以做過田間調查之試區作區段收割，儲料箱且以二輪式拖車拖曳於收穫頭後方，下田前做好割高調整以進行常態之田間作業試驗。

2. 觀察本機用於青割行列單株生育之雜交玉米時功能之變化，包括前處理、割取、撿拾進料、草料細段與投擲吹送效應。

3. 量計以曳引機相同之前進檔數與固定之油門，在每一試區每區段行長之作業時間，以瞭解該機兼用於玉米青割作業之穩定性能。

4. 每作完一試區，將草料由儲料箱中倒出稱重，並撿拾試區內未進料或漏割等殘留玉米桿稱重記錄，並依(1)式予以計算殘留率。

$$\text{殘留率}(\%) = \left\{ \frac{\text{殘重}}{\text{收量} + \text{殘重}} \right\} * 100\% \dots\dots\dots(1)$$

5. 在倒出稱重之每一試區草料中，逢機取樣，以游標卡尺量計草料細段均度後，依(2)、(3)、(4)式作統計量<sup>(8,10,12)</sup>分析，並與(5)式之理論細斷均度<sup>(20,24)</sup>作比較。

$$\text{AVG} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{x}_i}{n} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{STD} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i + \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{VAR} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i + \bar{x})^2}{n-1} \dots\dots\dots(4)$$

理論細斷長度 = 進料供率 / (飛輪轉數 \* 斧刀數目)

$$= 3.1416 * 113 / (1200 * 3) = 30(\text{mm}) \dots\dots\dots(5)$$

6. 調查割後之每試區，玉米基部宿根之高度，並分析以瞭解該機兼用於玉米青割的適合度。

7. 以數字式可記憶型轉數計測定作業中入力軸之轉數變化，以(6)式公式作本機作業時承受負荷的轉數降低率<sup>(20,24)</sup>。

$$\text{轉數降低率}(\%) = 100 - \left( \frac{\text{負荷轉數}}{\text{空車轉數}} \right) \dots\dots\dots(6)$$

8. 分析整理試驗資料，以提供狼尾草收穫機兼用於青割玉米之改良及利用之參考。

四、結果分析

(一) 本田畦高、作物行距與收穫作業

1. 在本次試驗各試區所調查之田間畦高資料之統計量如表1結果，其抽樣平均維持在10~11公分間，變異少，以狼尾草收穫機所能適應之條件而言，雖不及不作畦之有利，但在可調整之寬容範圍，尚不屬惡劣地形，不過如果作物行距，沒有配合曳引機輪距，作業時曳引機一輪在畦頂，一輪在溝底形成曳引機橫向斜坡，無論前載或如本試驗之旁載的橫向不穩定<sup>(6)</sup>，收穫作業時，剖面形成斜面。

2. 本試區所調查之田間作物行距資料之統計量如表2結果，其行距在84~94公分間，變異少，動力機後橫向輪距最少為185公分，是一種不相配合之組合，唯一有利作業的是此後橫向輪距約為行距之一倍，且畦高在10~11公分高，對寬胎面高突起之曳引機影響少，且行株距由65\*30~100\*30間的本省玉米栽培區，欲以機械作青割收穫，以本機之寬容度而言，是可以勝任的，此可由試驗後宿根基部高度之抽樣資料的統計量如圖1之結果，各試區平均高度均維持在15公分以內，其變異數也小。

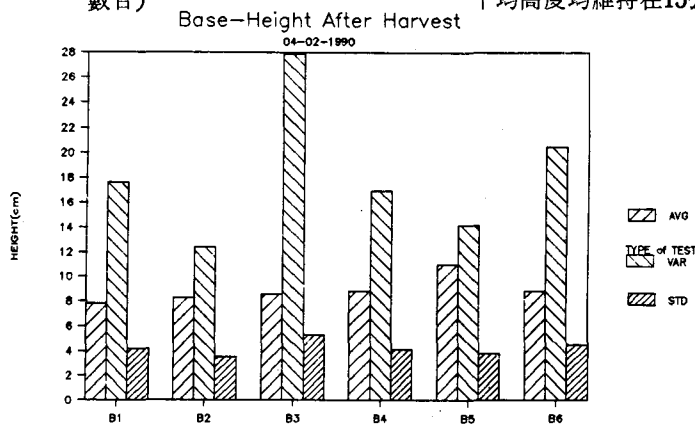


圖1 本試驗試區割後宿根基部高度之變化

(二)物性條件與作業功能

1.改良並商品化之狼尾草收穫機，有別於青割玉米收穫機是在割取部與同步反向之進料滾子，較寬之割取部，對單株單行且每公尺支數由最少到最多僅在2~5支間，如表4所示各試區每公尺支數之調查統計量而言，無疑的，割寬之利用率實在太低。

2.同步反向之進料滾子間所形成的較寬的機喉(Throat)，是針對在適割期直立叢生的狼尾草收穫而來，對單株單行且每公尺2~5支之玉米，雖嫌單薄，但仍能順利供伺進料(Feeding Transfer)，可由玉米物性條件調查資料統計量如表5之結果得到說明，[株高\*斷面直徑\*穗數](cm

\*mm\*p)，在各試區中，其平均值之最大與最小範圍介於[156\*22\*1.1]~[182\*26\*2.2]之間，此條件和一般玉米常態之株高1.0~3.6公尺比較是屬於極差之等級，對於適應狼尾草叢生且能重疊進料的較寬機喉是很差之作業條件，然其植株斷面直徑(以距地5公分處之標準)平均為狼尾草之2倍左右，如表9所示，並擁有狼尾草所沒有之子實，本試驗所採之對象物條件，其穗數(在試驗前已被採過一次子實未列入調查)，平均在1~2穗間，如表3所示，若以常態的玉米節數14節計算，其子實生育是很差的，雖如此較大的斷面直徑及含有子實，進料時可彌補較寬之機喉<sup>(2,7)</sup>。

表9 玉米與狼尾草基部生育斷面直徑之比較

試區	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	平均
玉米	22.93	23.03	24.32	26.39	22.95	21.98	23.53
狼尾草	12.66	12.34	12.92	11.04	12.12	11.64	12.12
倍數	1.81	1.87	1.88	2.39	1.89	1.89	1.98

3.含水率對作業功能之影響

禾本科作物過適割期後，含水率逐漸降低並開始木質化，影響割切刀具之銳利度與消耗額外之動力，且切割細斷品質差，於含水率降低之同時，枯株葉增多，重量顯著下降，以本機型機構細斷投擲性能而言，多少會有影響<sup>(18,21)</sup>，表5為本次試驗各試區含水率情形，其變化範圍在74~84%之間，比正常青割玉米要乾，由於未進一步比較試驗，含

水率對作業功能之影響程度沒有具體之結論，擬於下次試驗中與以研析。

4.作業中之轉數降低率

(1)狼尾草收穫頭，在未做青割細斷投擲前曾於室內試驗裝置上做起動與空轉扭力檢測，得到如表10結果，知本機起動瞬間平均扭力雖穩定但高達18.21 kgf-m，在空車怠速運轉達穩態時之平均扭力為5.784 kgf-m，此處可說明本機作業應遵

表10 起動與空轉扭力

型別	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	平均	標準機差	
起動扭力	19.45	18.12	18.37	18.16	17.58	17.58	18.24	0.28093	
空轉之扭力	檔1	6.46	5.47	6.10	5.70	5.56	6.28	—	—
	檔2	6.20	5.67	5.54	5.78	6.02	5.75	—	—
	檔3	6.41	5.98	5.03	5.90	5.66	6.01	—	—
	檔4	6.09	5.97	4.96	6.24	5.05	6.45	—	—
	檔5	5.95	5.18	4.97	5.23	5.54	6.27	—	—
平均值								5.784	
標準機差								0.082769	



循一些基本原則，即作業前應先令機械運轉達穩定後再作業，並於作業結束前，維持運轉一小段時間以促使飛輪殼室內草料完全排出方可將 P.T.O. 切離，以免殘留導致下次起動時，因阻力太大引起超載 (Overload) 而造成熄火或意外，而徒增清理或麻煩影響作業效率<sup>(2,5)</sup>。

(2)在各試區試驗，以數字式轉數計測定該機負載時之轉速降，並依(6)式計算得到如表11之結果，

其轉速降低率在5%以內，變異數小，可顯示兩種情況，一是本試驗採用之對象物，生育差，產量低，負載因而較低，故皮帶不打滑；二是本機作業扭力穩定，在過去狼尾草田間收穫試驗中<sup>(1,2,3,4,5,7)</sup>，該機作業轉數之打滑率仍在5%以下，故以上二種情況都可以成立，不過第二種情況仍需進一步做各種季節與不同品系之田間試驗。

表11 各次試驗抽樣測定之轉數降低率

試 驗 別	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
轉	4.63	2.35	1.80	6.62	7.40	3.54
數	5.82	3.64	2.40	6.30	4.30	4.86
降	4.20	5.50	2.58	4.70	5.80	7.52
低	3.63	6.40	6.70	3.20	1.92	3.22
率	7.22	5.70	5.50	2.10	2.57	0.39
(%)	3.33	4.00	4.20	4.00	3.43	5.62
AVG	4.81	4.60	3.88	4.49	4.24	4.19
VAR	2.1630	2.3208	3.7920	3.0947	4.2500	5.8772
STD	1.4707	1.5234	1.9473	1.7591	2.0615	2.4243

(三)操作與作業功能

1.在各試區區段有不同之行長，以穩定的曳引機前進速度作業並予計時，經分析得到如表12之作業速度統計量，由此資料顯示作業速度維持在0.49~0.62 m/s 間，總平均為 0.57 m/s，操作穩定。

2.本機下田前曾將第一行之玉米壓倒，而以逆向割取，發現效果奇差，沒有該機用於狼尾草收穫時之逆向青割性能<sup>(7)</sup>。

3.圖2、3為狼尾草收穫機兼用於玉米青割田間試驗實況

表12 各試區曳引機平均前進作業速度

試 驗 別	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
作	0.488	0.510	0.608	0.633	0.611	0.576
業	0.536	0.527	0.667	0.627	0.556	0.597
速	0.477	0.506	0.582	0.606	0.578	0.651
度	0.486	0.509	0.630	0.643	0.607	0.592
(m/s)	0.395	0.506	0.637	0.595	0.638	0.619
平 均	0.497	0.511	0.625	0.621	0.598	0.607
總 平 均	0.5766					



圖 2 狼尾草收穫機田間作業



圖 3 狼尾草收穫機兼用於玉米青割試驗

### 3. 割高控制

本田畦高，行距對作業影響少，於作業前以地輪固定割取部到地面15公分，由於本機是旁載方式，且也無法以三點鏈接的油壓升降感應自動控制割高，其唯一之法是操作者利用曳引機上之傘板的控制桿做指尖割高控制<sup>(20,23)</sup>，避免因畦高變化引起割刀切入土中而損毀之意外，本試驗中，於割後逢機取點割過之基部高度，如圖1，除符合前所分析本田條件影響作業因素少外，更說明試驗各試區條件之相似性，在割高與操作速度之變因被控制下比

較是有意義的。

### 4. 作業與拖車之縱向穩定

以旁載收穫機直結附掛拖車，有別於曳引機拖曳拖車或其它作業機，其縱向穩定極差是屬高難工作，尤以作業中收穫機升降，拖曳點隨之改變，拉力作用線之角度也隨之變化<sup>(6)</sup>，本試驗中以二輪式拖車，採試區區段作業，畦高與行距尚不致影響穩定，又因承載重量少，故重量移轉 (Weight Transfer) 相對減少。

(四)機械性能與草料處理情形

### 1. 草料細斷均度

一般供飼牛隻所需之草料細斷長度，在專家與酪農間各有不同之看法，本試驗所用之機型 (Fly-wheel Type)，細斷長度可由飛輪上徑向斧刀數目及其迴轉數加以調整，其長度比圓筒型 (Cylinder Type)，更趨向理論長度，如(5)式，經各

試區抽樣分析，其統計量如表13所示結果，更發現比以前各次試驗更接近<sup>(5,7)</sup>，推究理由是處理量之問題，當狼尾草叢生支數粗多時，整叢之進料，扭力加大，操作者瞬間加大油門，轉數提高與扭力上下差距拉大所致。

表13 本試驗各試區草料細斷均度統計量

Type	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
Sample Size	200	200	200	200	200	200
Average	32.17	31.44	31.94	30.57	31.95	30.60
Median	34	33	32	32	32	32
Mode	35	35	32	35	35	34
Variance	73.0564	56.1572	54.4285	46.4380	42.5115	55.6884
Standard Dev.	8.5473	7.4938	7.3775	6.8145	6.5200	7.4624
Standard Err.	0.6043	0.5298	0.5216	0.4818	0.4610	0.5276
Minimum	12	10	12	10	12	11
Maximum	55	54	54	50	51	58
Kurtosis	0.0706	0.4201	0.5614	0.8248	0.3358	0.3394

### 2. 殘留率

青割收穫作業中殘留率也為作業功能優劣之指標，而影響殘留率之因素除田間條件、作物培育方式外，操作者也為主導因素，但基本上，機構設計之不能配合作物才是最大之理由，由本試驗各試區之殘留情況依(1)計算得如表14所示結果，除第三試區 4.61%外，餘為在 1.96%~2.57%間，此可說

明在各試區作業條件相似性下，操作者，田間條件，培育方式不是影響之因素，而作業基本機構若有問題，殘留率當不致如此少，故可判定係其週邊分草桿所引起的，這與作業時觀察發現分草桿不適合單株單行之作物相符合，故欲將狼尾草收穫機兼用於玉米青割作業，應先由分草桿之適合性改良着手。

表14 本試驗各試區之草料殘留率

試 區	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
收 穫 量 (kg)	232.3	265.8	265.1	307.8	220.9	185.5
殘 留 量 (kg)	5.0	7.0	12.8	7.8	4.9	3.7
殘 留 率 (%)	2.11	2.57	4.61	2.47	2.17	1.96
平 均 值 (%)	2.65					

## 五、結論與建議

### (一) 結 論

1. 狼尾草收穫機原是飛輪釜刀型之青割玉米收穫機改良而來，在基本式樣上，有其相似性，於節省勞工，降低作業成本觀念中，一機多用途

之農機應用研究原則理念下，互用兼用是有其正面可觀之效益。

2. 由於狼尾草與青割玉米同是高莖禾本科牧草，在機械基本物性上，有其相同點，在機械的週邊機構稍加改良，並配合栽培方面之改變就可達互用之目的乃是吾人所期盼者。

3. 本試驗雖僅做初期性之兼用作業試驗，但已可確定的是其機構在主要功能上沒有障礙，但玉米的品系、栽培與管理方式、採收型態、適割期判定等，有形形色色的不同取向，而要要求較高之效率，令損失量在1%內的玉米青割，應改良本機分草桿型式，並依作物外在客觀條件於收穫前能做彈性的適當調整。
4. 栽培管理型態上，本田作畦，在不影響排水情況下，盡可能降低畦高，換句話說，在中耕培土時予以注意，也或對量較低者以單畦雙行方式或寬條密植型式栽培，以不影響產量之原則而達到配合曳引機輪距行走之行距，當然最主要是能發揮兼用收穫作業效率。

### (二) 建議

1. 兼用作業之試驗應繼續，一面對已達到作業功能部分加以肯定；一面在週邊分草桿機構上着手改良並予定型。
2. 請農藝或牧草專家，在培育管理與推廣上，除顧及產量外，請認清機械之功密度，理論上可由零到無限大，但實際上却因成本與保養之考量，更有作業功能寬容度之限制，故別把配合機械化之取向給輕忽了，是禱！

### 誌 謝

本試驗之順利完成，承蒙本科鮑主任其美教授之指導，同仁陳講師添福先生，助教黃文祿先生與洪澆祐先生之鼎力協助，農藝科提供試驗用玉米田區，本科四年級全班同學之幫忙，令人感佩，特此一併表示萬分敬意與謝忱。

### 參 考 文 獻

1. 黃清旺 (1987) 履帶式青飼收穫機之研究。中國農業工程學報。Vol.33 No. 2. p. 69~77。
2. 黃清旺 (1987) 狼尾草青割收穫機之研究。中國農業工程學報。Vol. 33 No. 4. p. 62~81。
3. 黃清旺 (1988) 機械化青割狼尾草之現況與發展。中國畜牧。第20卷，第2期。中國畜牧雜誌。p. 162~168。
4. 黃清旺 (1988) 狼尾草機械青割收穫有關之物性研究。嘉義農專學報，第17期。p. 217~231。
5. 黃清旺 (1989) 狼尾草青割收穫機作業扭力特性初步試驗。中國農業工程學報。Vol. 35. No. 2.

- p. 37~58。
6. 陳添福、黃清旺 (1988) 曳引機用旁載式牧草青割收穫機附掛拖車縱向穩定作業分析。中國農業工程學報。Vol. 34. No. 4. p. 52~58。
7. 陳文彬、黃清旺 (1989) 商品化狼尾草青割收穫頭田間試驗分析。嘉義農專學報。第20期。p. 99~127。
8. 李良 (1982) 試驗統計方法的應用。糧食作物試驗技術講習會。臺灣省政府農林廳農產科。p. 57~67。
9. 藍章華 (1976) 農業機械使用與管理。初版。徐氏。p. 164。
10. 葉樹藩 (1977) 試驗設計學，第一部分生物統計學。國立臺灣大學農學院生物統計室。p. 162~185。
11. 黃嘉 (1985) 稻田轉作青割玉米及牧草之檢討。中國畜牧雜誌。第16卷。第9期。p. 81~84。
12. 王啓柱 (1981) 飼用作物學。臺三版。正中。臺北。p. 237~377。
13. 蔡致榮、艾群 (1989) 統計繪圖。初版。長諾資訊。臺北。
14. 江崎春雄 (1970) バイндаとコンバイン。初版。農業圖書株式會社。日本東京。p. 398~416。
15. Berge, O. I. (1951) Design and Performance Characteristics of the Flywheel-Type-Harvester Cutterhead. Agr. Eng., Vol: 32 (2). p. 85~91.
16. Liljedahi, J. B., G. L. Jackson, R. P. Degraff, and M. E. Schroedder. (1961) Measurement of shearing energy. Agr. Eng., Vol: 42. p. 298~301.
17. Blevins, F. Z., and H. J. Hansen. (1956) Analysis of Forage Harvester Design. Agr. Eng., Vol: 37(1). p. 21~26, 29.
18. Chancellor, W. J. (1960) Relations Between Air and Solid Particles Moving Upward in a Vertical Pipe. Agr. Eng., Vol: 41. p. 168~171, 176.
19. Instruction Manual for TAARUP 101. (1983) Directions for use. List of Spareparts.
20. Harris Pearson Smith, A.E., and M.S.

- Lambert Henry Wilks. (1976). Farm Machinery and Equipment: Forage Harvesting Equipment.
21. Chancellor, W. J., and G. E. Laduke. (1960) Analysis of forage flow in a deflector elbow. *Agr. Eng.*, Vol: 41. p. 234~336, 240.
22. Blevins, F. Z., and H. J. Hansen. (1956) Analysis of Forage Harvester Design. *Agr. Eng.*, Vol: 37 (1). p. 21~26, 29.
23. Keper, R.A., and R. Bainer., and E.L. BARGER. (1978) Principle of Farm Machinery. 3th Edition. p. 368~391.
24. Raney, J. P., and J. B. Lijedahl. (1957) Impeller Blade Shape Affects Forage Blower. *Agr. Eng.*, Vol: 38. p. 722~725.
25. Tottens. D. S., and F. M. William. (1966) Energy and Particle Path Analysis: Forage Blower and Vertical Pipe. *Trans. ASAE*, 9 (5):629~636, 640.

收稿日期：民國79年4月17日

修正日期：民國79年7月24日

接受日期：民國79年8月20日

(上接第76頁)

### References

- Cutter, G. A., Selenium in reducing water, *Science*, 217, 829-831, 1982.
- Doran, J. W., Micro-organisms and biological cycling of selenium, in *Advances in Microbial Ecology*, edited by K. D. Marshel, Peenum, New York, 1982.
- Garrels, R. M. and C. L. Christ, *Solutions, Minerals and Equilibria*, Freeman Cooper and Co., San Francisco, CA, 450pp, 1965.
- LBL Progress Report 2, Kesterson Project, December 1985 through June 1986, LBL-1188, Earth Science Division, Lawrence Berkeley Laboratory, CA, 1986.
- LBL Progress Report 4, Kesterson Project, October 1986 through December 1986, LBL-1250, Earth Science Division, Lawrence Berkeley Laboratory, CA 1986.
- LBL Progress Report 5, Kesterson Project, January 1987 through March 1987, LBL-1291, Earth Science Division, Lawrence Berkeley Laboratory, CA, 1987.
- Liu, C. W., Multiple-species chemical transport involving oxidation/reduction reaction in geological media, Ph. D Dissertation, University of California, Berkeley, CA, 257pp, 1988.
- Robberecht, H. and R. Van Grieken, Selenium in environmental waters: Determination, speciation and concentration levels, *Talanta*, 29, 823-844, 1982.
- Sarquis, M. and C. D. Mickey, Selenium: Part I. Its chemistry and occurrence, *Journal of Chemical Education*, 57, 886-889, 1980.
- USBR, Preliminary final closure and post-closure maintenance plan, Kesterson Program, U.S. Bureau of Reclamation, Mid-Pacific Region, 1986.

收稿日期：民國79年6月18日

修正日期：民國79年7月25日

接受日期：民國79年7月28日