

# 學術講演

## 開發黃瓜收穫機之經過\*

臺灣大學農工系客座副教授

蘇 昭 山 博 士

Dr. C. S. Su

本省近年來由於大量農村勞力轉移到工業界，因此使農業機械成爲農業生產過程中很重要的課題。目前已有水稻聯合收割機在本省各地使用中，此種收穫機的發展將繼續看好。筆者想在這裏將美國加工用黃瓜的收穫機械作一簡單的介紹，此種收穫機在臺灣來說，不論是現在或是最近的將來都沒有實用的價值，因此本文之目的在於報告黃瓜收穫機開發過程中的種種問題及其解決方法，相信這些技術性的問題將可作爲本省各種蔬菜及水果收穫機的研究參考。大約在 1957 年在密西根州立大學開始研究黃瓜收穫機時，一般的看法認爲此種機械的適用性是不可能成功的，但是到了 1973 年事實證明黃瓜收穫機是成功了。從圖 1 可以明顯的看出來美國加工用黃瓜已大量使用機械收穫。通常對於農業機械化的需求，首先的決定因素是其所在的社會環境缺少農業勞力，接着仍需要高度的技術能力來研究並發展出可適用的機械，一個

成功的農業機械最後的決定性條件是必須合於經濟的原則。我們可以看出美國黃瓜收穫機的成功可以說是經過了以上三步驟以後的結果。這裏讓我們來看表 1，這表中的數字顯示出美國對蔬菜水果的機械化情形，特別是對於節省勞力上所得到的效果。

### 1. 黃瓜生長特性及人工採收作業

黃瓜在文獻上最早的記載是 De Candolle (1882)，其原名爲 *Cucumis Sativus L.*。其原產地爲印度西馬拉亞山麓。以後流傳到我國及西方國家，並成爲西方人所最喜愛的蔬菜之一。

#### 1-1. 植物型態及生長特性：

黃瓜果實的大小因品種而不同，通常是長形或橢圓形，其斷面略成三角形。加工用黃瓜其長度與直徑之比率約爲 2.5~2.8。果實幼小時爲綠色，成熟後變爲黃白色。一株黃瓜在結實期若能適時的採收，通常可以結到 35 到 40 個果實，若沒有採摘而讓果實一

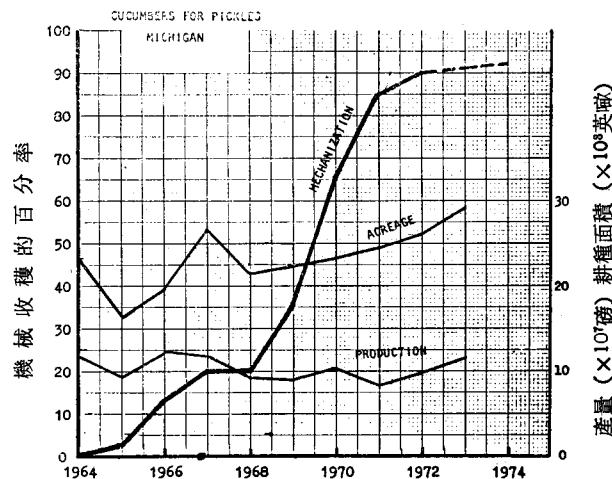


圖 1. 黃瓜收穫機的普及情形

\* 該文爲蘇昭山博士於 65 年 4 月 16 日在臺灣大學農工系中國農業工程學會之學術講演。

附表 1. 美國蔬菜及水果的栽培面積，機械收穫率，及人工工時與機械工時之比較

作物種類	面積 (1000 英畝)		1968年生量的銷售情形		使用機械收穫率		人工與機械工時比	
	1964-68	1975	食 用	加 工 用	1968	1975	1968	1975
虹 豆	336	370	22 %	78 %	79 %	100 %	250:1	300:1
紅 蘿 蔔	79	84	—	—	95	100	4:1	6:1
玉 米	626	700	20	80	78	93	—	—
食 用	—	—	—	—	30	75	—	—
加 工 用	—	—	—	—	100	100	—	—
加工用黃瓜	181	210	31	69	80	100	—	30:1
高 苣 荳	218	230	—	—	0	50	—	12:1
注 葱	100	105	—	—	35	70	—	8:1
青 豆	444	490	1	99	99	100	—	—
馬 鈴 薯	1391	1459	—	—	85	97	19:1	15:1
蕃 茄	456	500	12	88	44	70	—	3:1
食 用	—	—	—	—	0	30	—	3:1
加 工 用	—	—	—	—	65	90	3:1	3:1
其他蔬菜	148	183	—	—	5	15	10:1	10:1
蘋 菓	436	530	58	42	0	5	7:1	9:1
食 用	—	212	—	—	0	0	—	—
加 工 用	—	318	—	—	1	10	7:1	9:1
葡 萄 柚	123	145	49	51	0	10	—	8:1
葡 萄 萄	529	480	16	84	5	42	15:1	15:1
檸 檸	54	58	56	40	0	0	—	—
柑 橘	600	850	25	75	0	10	—	8:1
桃 子	281	345	39	61	3	41	4:1	5:1
梨 子	80	90	34	66	0	7	—	4:1
草 莓	75	82	64	36	0	10	—	20:1
其他水果及核果	580	750	—	—	5	10	10:1	15:1

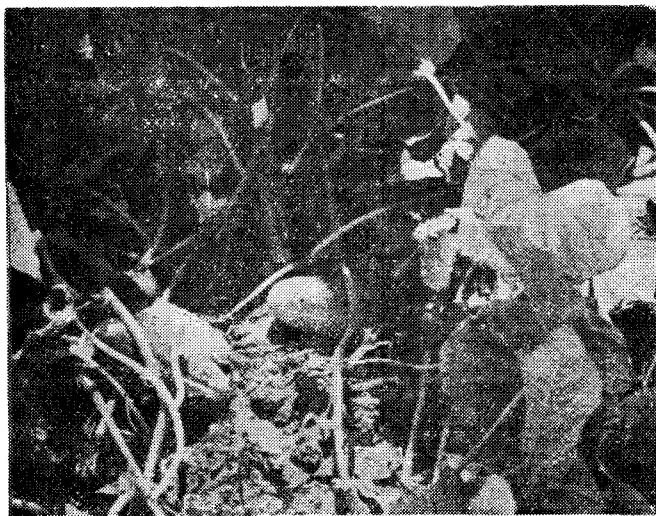


圖 2. 加工用黃瓜的生長情形

直留在株上，則每株結果不到 10 個。這裏所說的加工用黃瓜，是不搭架或整藤的，其生長情形是讓瓜藤自然地蔓延在地面，有如圖 2 所示的情形，這是配合一次採收的收穫機所做的密植栽培方式。一般的栽培是行距約六英尺，株距在六吋左右。

#### 1—2. 人工採收法：

黃瓜的採收是一件很費時而勞苦的工作。一般的栽培情形下，人工採收的費用佔總生產費用的 50 % 以上。過去由於沒有收穫機，美國在每年的收穫季節都需要向鄰國的墨西哥僱用臨時的採收工人。黃瓜在春天種植約五十天起開花，人工採收，通常是每週採二至三次。採收後的黃瓜當天運到分級場分成如表 2 所示的等級，然後交加工場加工。

表 2. 黃瓜分級標準

分 級	直徑尺寸 (英吋)	價格(美金/英斗)
No. 1	小於 $1\frac{1}{8}$	\$ 6.00
No. 2	$1\frac{1}{8}$ — $1\frac{1}{4}$	\$ 3.00
No. 3	$1\frac{1}{4}$ — 2	\$ 2.00
No. 4	2— $2\frac{1}{2}$	\$ 1.00
No. 5	$2\frac{1}{4}$ — $2\frac{1}{2}$	\$ 0.50
No. 6	$2\frac{1}{2}$ 以上	\$ 0.25

## 2. 開發黃瓜收穫機的經過

第一個設計的黃瓜收穫機是在 1945 年，為 H. J. Heniz Co. 所完成，此後在 1950 年代出現了一些黃瓜收穫機的特別裝置，但是比較有規模的研究是在 1957 年的密西根州立大學的農工系開始。此後在 1965 年北卡羅萊州立大學農工系也加入了研究工作。

### 2-1. 初期的基本研究：

在收穫機設計的初期，除了對象作物是黃瓜之外，幾乎沒有可以作為設計用的基本資料，因此許多研究工作只有從求取這些基本資料開始，其中如採摘所需要的力量，將黃瓜自藤上分離的方法，結果的位置，如何整藤以配合機械的使用，改變栽培設計以利機械的操作，總之當初的着眼點只在於使用機械來替代人工的採收。為着便於機械在田間行走，將栽培行距加寬，而機械以能採下成熟的果實而不損傷作物本身及未成熟的花果為目的。此時所設計的收穫機被稱為「多次採收式收穫機」，經過多年的試驗結果，此種型式的收穫機一直無法達到實用的階段。在 1963 年密大的研究中，開始探討改變栽培方式，而使用「一次採收」的可行性。經過多方面的商討分析結果，如從作物、機械、經濟利益等三方面的綜合研討，認為一次採收的收穫機有很高的可行性。從此有了「一次採收」及「多次採收」的兩種機械被並行的研究。

### 2-2. 「多次採收式」及「一次採收式」黃瓜收穫機。

由於黃瓜在田間栽培設計的不同，而有了多次採收式及一次採收式的兩種黃瓜收穫機。前者的栽培方式是，行距約六英尺，株距為六英吋，通常在根部築有小畦，以提高作物的根部及便於機械之操向。每一英畝的栽培株數約為 10,000~20,000 株，此種栽培方式之優點為，節省種子，易於中耕除草之管理作業。

後者的栽培使用密植，行距約在 8~10 英吋，因此每一英畝的栽培株數在 80 000~200,000 株，此法之目的在於一次採收時，每一英畝之採收量可與前者的產量相等。其缺點為，使用大量的種子，機械的中耕除草困難。

#### 2-2-1. 多次採收式黃瓜收穫機的機械構造：

此種機械的採摘機構主要包括①提起瓜藤的滾筒②分離果實裝置③收集果實部份。其中分離果實的裝置有許多不同的形式，圖 3 是其中的一種，是為北卡羅萊州立大學所設計的「固定鐵條式」的採果裝置。圖 4 為多次採收式黃瓜收穫的全貌。此種機械價格約在美金 5,000~7,000 元，作業時操作技術的好壞對於

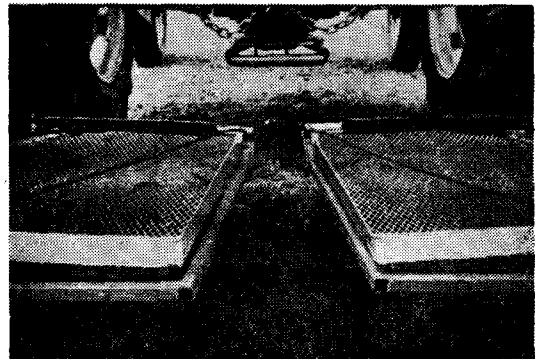


圖 3. 多次採收式機械的採收機構

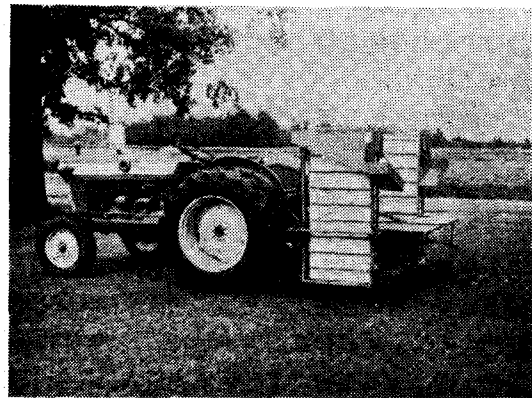


圖 4. 裝在曳引機上的多次採收式機械

採收率的影響很大，操縱需要有一定的技巧。對於瓜藤及花總免不了有些損傷。

#### 2-2-2. 一次採收式黃瓜收穫機的機械構造。

此種機械的構造通常包括下列五部份：①拔取瓜藤並送到機械入口，②果實分離裝置，③將果實輸送到清理機構④將雜質如葉及瓜藤分離，⑤將瓜藤排出。其最主要的果實分離裝置通常使用兩個滾筒，將滾

筒的間隙作適當的調節，使瓜藤能通過而果實由於直徑較大無法通過，因此自瓜藤上脫落。此種果實分離法構造簡單，作用確實，因此作業能量高。圖5是為使用或引機為動力之一次採收式黃瓜收穫機。此種機械造價約在美金 20 000 元，所採收的黃瓜往往莢帶許多雜質及砂土為其缺點。

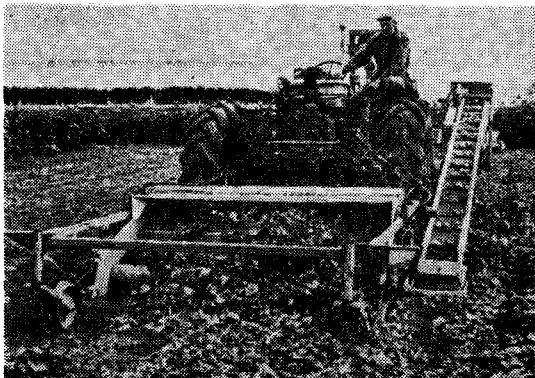


圖 5. 使用曳引機帶動的一次採收式黃瓜收穫機

### 3. 目前黃瓜收穫機的使用情形及經濟價值

關於黃瓜收穫機的使用情形及經濟價值可歸納為下列幾點：

(1)一次採收式機械已達到實用的階段，目前一臺機械的收穫能力約等於 200 個工人。每一臺機械每天可採收十英畝，每英畝的採收量約為一萬英磅。若一臺機械可以充分的利用，每季的採收能量為 100~200 英畝。

(2)由於黃瓜的分級，對於價格有很大的變化，因此，收穫時在相差二十四小時的情形下，往往會使總收益改變 5~6%，甚至於在某些情形下可能相差了 20%之多。這是由於果實太小使收穫量低，或者是果實過大使價格低。只有適時的採收才能得到最適當的品質及產量。最近已有人研究出利用數學模式來預測田間的生產情形，其作業的方法是在收穫前在田間隨機採樣，選擇 100 平方英尺的面積使用人工採摘果實，分出等級及重量，然後將這些資料套入電腦的數字模式，並計算出最適當採收時間。

(3)多次採收式機械雖然沒有很普遍的被使用，但是由於機械價格低，適合於小農戶購用。

### 4. 結 論

收穫機是一種相當複雜的機械，需要有較長期的研究才能有成效，就以黃瓜收穫機為例，在 20 年前認為不可能的事，今天已成為可能的事。收穫機的開發需要有多面的合作才能成功，例如要有農機與園藝兩方面專才人員的攜手合作才能有好結果。美國的農場面積一般都很大，但是對於每戶農家所栽培的黃瓜面積就不是那麼大。一臺兩萬美金的黃瓜收穫機，有時需要數家農戶有計劃的來共同使用才能得到收益。

### 參 考 文 獻

1. Cargill B. F. and G. E. Rossmiller, editors, 1970. Fruit and Vegetable Harvest Mechanization, Teehnological Implications and Policy Implications. Bulletin Office, Agricultural Hall, Michigan State Uhivecity, East Lansing, Michrgan.
2. \_\_\_\_\_, 1973, Machine Harvest Comes of Age After Twenty-Five Years of Work, Packars International Inc, 108½ East Main St., St. Charles, Ill.
3. Holtman, J. B., A. K. Patel and B. F. Cargill. 1973. Timing of Harvest of Once-Over Harvested Pickling Cucumbers. Research Report 213, Michigan State University, Agricultural Experimental Station.
4. Humphries, E. G. 1971. Development of a Multiple-pick Cucumber Harvester, ASAE Transaction.
5. Stout, B. A. and S. K. Ries. 1959. A Progress Report on the Development of Mechanical Cucumber Harvester, Michigan Quarterly Bulletin, Vol 41, No. 3. Michigan State University.

歡 迎 本 會 會 員 踴 躍 惠 賜 大 作