

# 多用途不整地真空吸力式播種施肥 聯合作業機械之研究

## Development of Non-Tillage Pneumatic Precision Seeding and Fertilizing Machine

國立屏東農專農業機械工程科副教授

國立屏東農專農業機械工程科講師

翁 金 瑞  
King-swi Wung

蘇 重 生  
Chung-sheng Su

### 摘 要

真空吸力式播種機屬曳引機承載式者，每次可播4~6行，每天約可完成4公頃的播種作業，配合高性能WS-2型施肥機及不整地機構，可達成最小耕犁體系，減少機具田間往返之次數，節省所需動力及勞力費用，其精密點播之特性可節省種子費用，使種子之損傷為最小，且可適用於玉米、大豆、花生等多種雜糧作物之播種。不整地真空吸力式播種施肥聯合作業機械的研製完成，使雜糧機械化栽培有所突破，以高性能之機械替代性能較差的機械，實為農業機械化成功的基礎。

### Abstract

We developed one of the non-tillage pneumatic precision seeding and fertilizing machine for corn, soybean and peanut. With the precision seeding, we could save the amount of expensive seeds to descend the crop-planting cost and decrease the damage of seeds. S-Diagram showed that WS-2 type fertilizer was the best one for fertilizer work at the present time. In non-tillage part, we developed a zone-tillage mechanism which was driven by the PTO shaft of the tractor to open a furrow in the center of the seedbed. The fine soil distributed evenly above the seedbed in 3-5 cm thickness and 50 cm width. This soil construction was suitable for budding. With the minimum-tillage system developed in this study, we could reduce the soil compaction from the tractor and the cost of power as well as labor.

### 一、前 言

稻田轉作雜糧，為政府既定之政策，本研究係配合此一發展，開發完成適用於玉米、超甜玉米、高粱、大豆、落花生等多種雜糧作物之不整地播種及施肥的多用途不整地真空吸力式播種施肥聯合作業機械，由於性能優異，不但提高田間作業效率，降低雜糧生產成本，且可減少曳引機對土壤組織之

破壞力，誠為明日雜糧栽培機械化中，最富發展潛力之機具，極宜推廣。

### 二、試驗裝置材料與方法

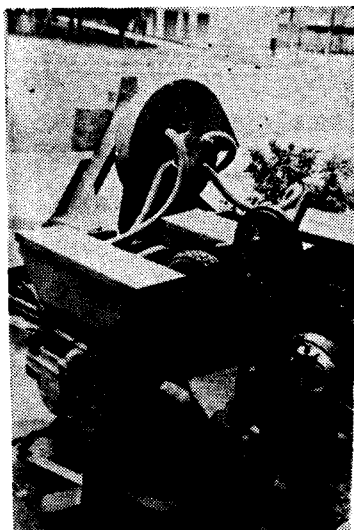
#### 2.1. 試驗裝置

##### 2.1.1. 建立真空吸力式播種機性能試驗裝置

###### (1) 靜態性能試驗裝置

為測試自製真空吸力式播種機之性能，乃建立

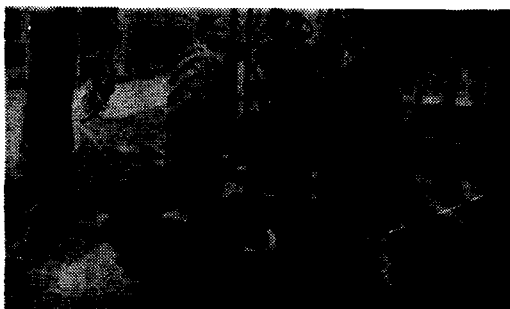
此靜態試驗裝置（圖一）以瞭解各種不同真空度與種子吸附之相關因子，靜態試驗裝置由曳引機一台，自製真空吸力式播種機一台及六段變速動力裝置一部所構成。



圖一 真空吸力式播種機靜態性能試驗裝置

## (2) 建立播種機動態性能測試台

為比較真空吸力式播種機與現有機種（計有：美國強鹿牌播種機、九福牌播種機及高改式播種機）

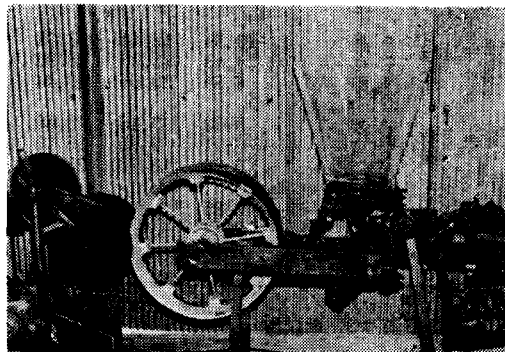


圖二 真空吸力式播種機不整地機構性能測試圖  
其開溝之溝型、土壤覆蓋及分佈

之性能，乃建立圖二所示播種機動態性能試驗台，長15公尺寬1.9公尺，兩旁各有一道寬0.68m之水泥軌道供曳引機行進測試，此外亦供不整地機構之理論分析用。不整地機構係以曳引機 P.T.O 軸輸入動力經由一傘形齒輪組及鏈條組傳動迴轉犁，再以開溝器提昇耕鬆之土壤經兩側翼板均勻覆蓋於未耕土壤之表面，形成植床（參閱圖二）。

## 2.1.2. 建立施肥機靜態性能試驗裝置

為配合播種同時施肥作業，乃建立施肥機靜態性能試驗裝置（圖三）以六段變速動力源上之橡膠輪緊壓鎖壓輪，將動力傳到施肥軸上，而獲得各種不同作業速度，測定其施肥性能，供試機種有研製完成之 WS-2 型施肥機，強鹿牌、布斯牌及台糖研製之施肥機等，進行靜態性能試驗。

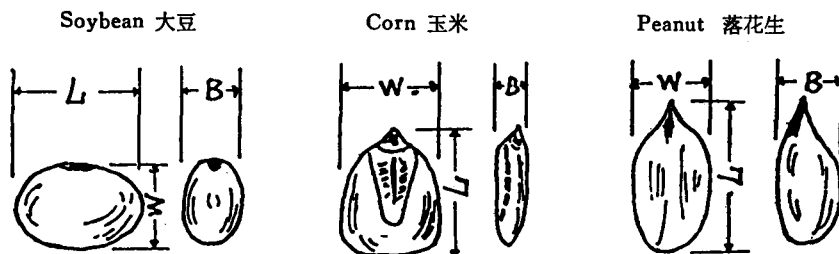


圖三 施肥機靜態性能試驗裝置

## 2.2. 試驗方法

### 2.2.1. 播種機之性能試驗

- (1) 各種試驗採逢機取樣五重複，其結果以變異系數，累積頻度、F 分佈、標準偏差、平均值來處理。
- (2) 供試材料在種子部份如：玉米、大豆、落花生等（參閱圖四），以 x 軸、y 軸、z 軸，三軸方向量取其大小，並取其適當區間作為供試種子。表一為供試種子之生物特性。



圖四 大豆、玉米、花生種子之長、寬、厚之表示法

表一 試驗種子生物特性

材料類別	材料大小	測試種類	X			千粒重 (g)	每升重 (g)	形狀	顏色	發芽率 (%)
			(mm)	最小值	最大值					
十石大豆	7.3 mm	長寬厚	7.80	5.10	9.20	221.0	729.7	球形	淡黃褐色	80
			7.14	5.80	10.00					
			5.88	20.50	22.20					
	7.0 mm	長寬厚	7.76	7.90	12.60	205.5	738.8	球形	淡黃褐色	80
			6.97	8.28	12.20					
			5.69	20.90	24.80					
	6.5 mm	長寬厚	7.29	5.90	11.60	176.5	732.3	球形	淡黃褐色	80
			6.90	7.50	11.10					
			5.54	20.40	23.00					
臺農四號大	長寬厚	8.03	5.20	7.40	198.0	701.8	橢圓形	淡黃色	80	
		7.04	5.40	7.60						
		5.58	14.10	19.10						
高雄三號大	長寬厚	8.49	9.60	14.40	230.0	721.0	橢圓形	淡黃色	80	
		7.24	10.40	14.00						
		5.62	22.20	24.10						
臺南11號玉	長寬厚	10.39	12.44	17.08	326.0	746.2	楔形	黃色	80	
		9.43	13.36	18.92						
		4.69	23.06	28.44						
臺南5號玉	長寬厚	8.92	5.16	8.60	244.0	773.7	楔形	黃色	80	
		8.27	9.35	15.10						
		5.66	18.76	26.90						
花生	長寬厚	12.95			412.0	638.0	橢圓形	紅褐色	80	
		8.14								
		6.96								

2.2.2. 施肥機之性能試驗

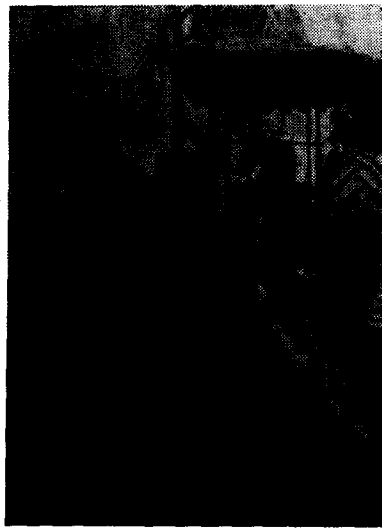
施肥機性能試驗所用肥料部分，以臺肥公司所生產之粉狀肥料三種(硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀)及粒狀複合肥料三種(1號、5號、39號)供試肥料之機械性質如表二所示。

2.2.3. 不整地機構之測試在動態試驗台上進行，以

測試在不同耕耘軸轉速及行走速度下，耕鬆覆蓋土壤之厚度是否均勻，不整地機構所築溝形如圖五。

表二 各種供試肥料之機械性質

肥料種類名稱	主要成份 (%)				含水率 (%)	摩 擦 係 數				安息角 (度)		密度 (kg/公升)		
	氮	素	磷	鉀		自然滑下		輕微震盪		柱筒式	漏斗式			
						鐵板	不銹鋼	鐵板	不銹鋼					
粒狀複合肥料	1	號	20	5	10	22.7	0.7	0.7	0.6	0.5	28	29	1.032	
	5	號	16	8	12	27.0	0.6	0.6	0.5	0.5	32	32	0.948	
	39	號	16	18	12	12.5	0.6	0.5	0.5	0.5	31	31	0.956	
粉狀單質肥料	硫	酸	銨	21	0	0	2.0	1.0	2.4	0.7	1.0	44	36	0.857
	過	磷	酸	0	18	0	9.0	1.3	0.9	0.8	0.7	37	36	0.630
	氯	化	鉀	0	0	60	3.0	0.9	1.9	0.7	0.5	35	29	0.970

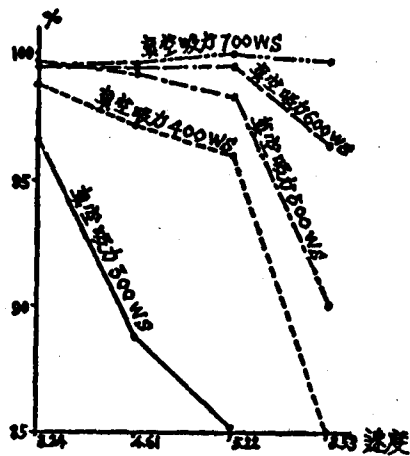


圖五 不整地機構於動態試驗台測試所開溝形

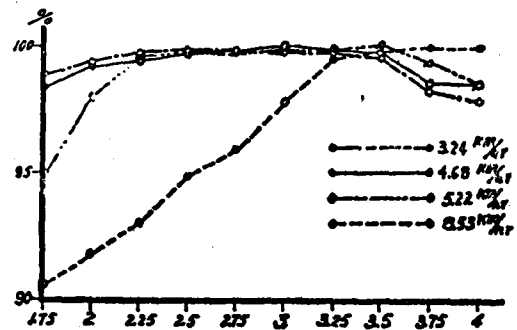
### 三、試驗結果與分析

#### 3.1. 真空吸力式播種在不同真空度對正常株之影響

真空吸力式大型播種機真空度之產生是由曳引機後端之 P. T. O 軸經萬向接頭驅動大皮帶輪，再由大皮帶輪驅動小皮帶輪，其最高之轉速達每分鐘 4,320 轉，真空度之大小隨小皮帶輪之增快而增大，同時在真空泵之出口有一調整風量之裝置。真空度之大小影響播種性能極大，如圖六所示，真空度提高，播種精度亦隨之增大。以真空度在 700ws 為例，在各種不同速度時，間隙對播種機性能之影響（圖七），間隙太小與太大均產生不良之播種精度，是故應依種子之特性而選用最佳之間隙。



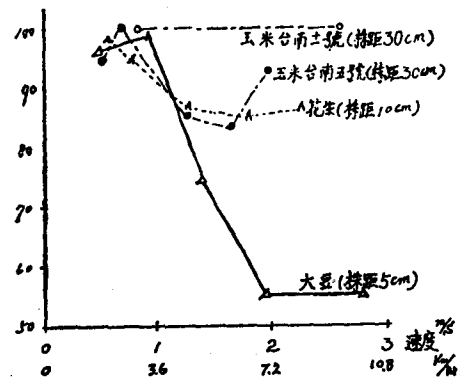
圖六 真空吸力在300,400,500,600,700WS時  
間隙 3.5 各種速度對正常株數影響之  
百分比圖



圖七 真空吸力 700 時，各種不同速度對正常株數  
影響之百分比圖

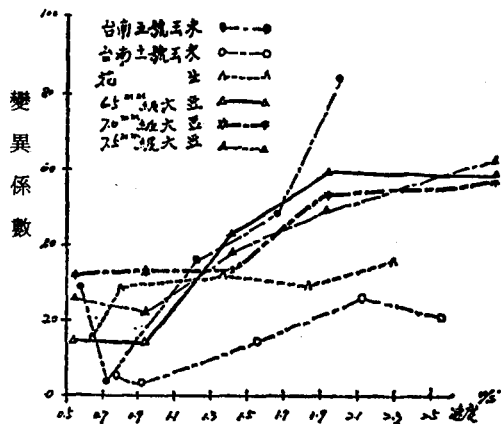
#### 3.2. 真空吸力式播種機在不同理論株距對播種性能 之影響

大豆之理論株距為 5.6 公分，花生之理論株距為 10 公分，玉米之理論株距不論是臺南十一號或臺南五號玉米均為 30 公分，從圖八得知，理論株距越大者，所獲得之播種性能越佳，是故大豆為最低，其次花生，最佳者為臺南十一號玉米，在此所應注意者臺南十一號玉米之播種性能遠比臺南五號為佳。雖然同為 30 公分之理論株距，概臺南十一號玉米之生物特性諸如大小形狀等，均遠比臺南五號為佳，是故在試驗台之理論分析上看大豆之播種速度不應超過 1.5m/s，花生與玉米可逐漸提高其速度，其後限制之條件將視田間情形及反跳情形而有所改變。



圖八 吸力式播種機不同速度與正常株百分比之  
關係

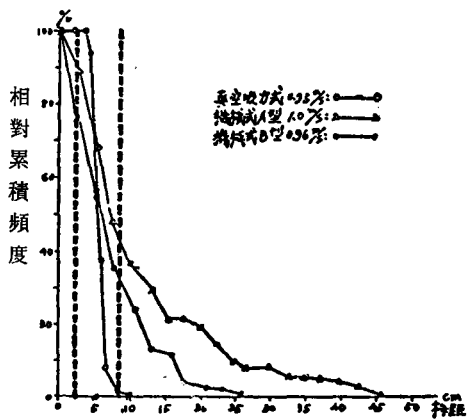
以變異係數來分析各品種諸如：大豆、花生、  
臺南五號、十一號玉米之播種性能如圖九所示。



圖九 真空吸力式播種機不同種子，速度對變異係數之關係

### 3.3. 真空吸力式播種機在同一速度下之性能與機械式之比較

以相對累積頻度分析真空式與機械式之播種性能，如圖十所示，在速度接近 1m/s 時相對累積頻度與株距之關係。在理論株距範圍內真空式之相對累積頻度高達 98.5%，而機械式者僅 45% 左右，相差甚多，且從相對累積曲線上看，曲線越陡則表示播種種子之株距越接近理論株距，而機械式 A 型及 B 型其陡度均小於甚多，真空式者表現出優異的播種性能。

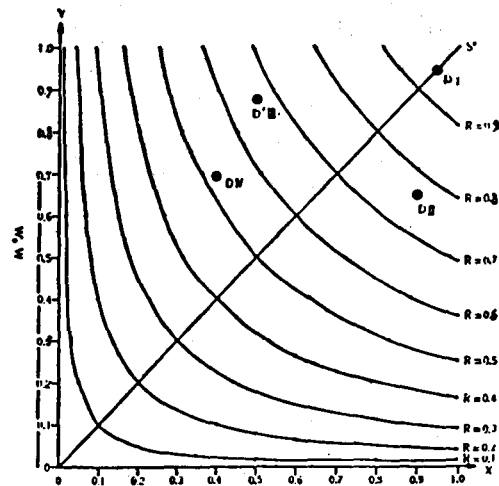


圖十 各型播種機之相對累積頻度與株距之關係

### 3.4. WS-2 型施肥機之評價

茲將供試之三種施肥機與本研究所製之 WS-2 型施肥機就經濟與技術兩方面，照西德國家工程師協會 VDI 出版之 Konstruktionslehre 之 S-Diagram 方法加以評價。S-Diagram 以 x 軸代表技術評價值，y 軸代表經濟評價值，而 S 點為 x =

1, y=1 時之最理想的開發機具，技術評價值 (T. W) 為機具之實際機械性能與理想值之比值，而經濟評價值 (W. W) 為結構上與經濟上的實際與理想值之比值，圖中 R 為等值線，一般以 0.1, 0.2, 0.3, …, 0.9, 1 表示之。R 值為  $\sqrt{xy}$ ，越接近 S 點越理想，經評價後之 S-Diagram 示於圖十一。圖中顯示 WS-2 型施肥機在技術與經濟評價中極為優異。

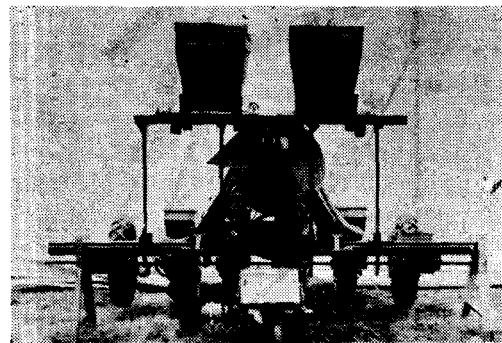


圖十一 供試施肥機之經濟與技術評價圖 (S-Diagram)

- D I 本計劃研究成功之 WS-2 型施肥機。
- D II 布斯牌高粱施肥機。
- D III 強鹿牌玉米施肥機。
- D IV 臺糖甘蔗施肥機。

### 3.5. 不整地機構之開溝性能及其聯合作業機械

真空吸力式播種機不整地機構，在自製動態性能試驗台試驗，土壤硬度 20mm，碎土器迴轉速



圖十二 研製完成之不整地真空吸力式播種施肥聯合作業機械

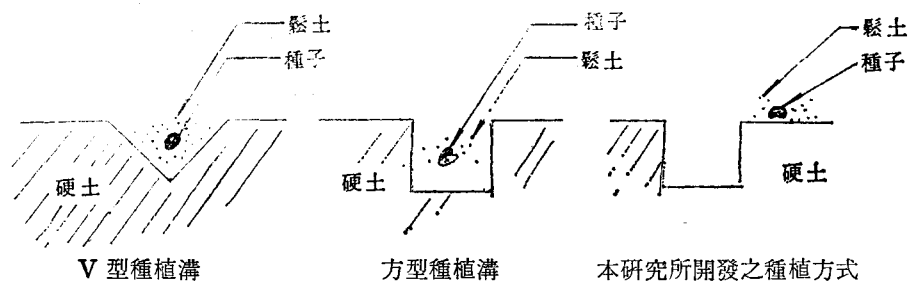
200rpm 側翼高14cm時，測試結果：兩側覆土寬度平均 50cm，覆土厚度 3 ~ 5 cm，溝深 16cm、溝寬 23cm，此一斷面足可防止一天降雨量 150公厘時種子浸水不發芽。研製完成之不整地真空吸力式播種施肥聯合作業機械，如圖十二所示。

#### 四、討論與建議

- 1.大型真空吸力式播種機屬精密點播者，研究結果顯示其性能遠優於傳統之機械式者。機械式播種機屬於條播或點播，在播種時將多耗種子，且增加萌芽後疏株工作，工資不斷上漲，政府為提高農民所得而極力推行擴大經營規模，鼓勵農民轉作雜糧之際，大型真空吸力式播種機，值得推廣。
- 2.真空吸力式播種機屬於多用途播種機，可適用於玉米、高粱、落花生、大豆等雜糧之播種，只要千粒重相同，不管種子之形狀如何，均可以同一種盤播種，且不易傷及種子，對價格昂貴之超甜玉米更可節省種子費，凡此均非一般傳統之機械式播種機所能比。
- 3.真空吸力式播種機上所設計之WS-2型施肥機為一極優異之施肥機。歐美之施肥機所以不能適用於臺灣，原因在於歐美為大陸型氣候，其相對濕

度極低，臺灣屬海洋型氣候，其相對濕度極高。有時高達90%甚至比此值還高，肥料若防潮設施不良，極易受潮，為配合施肥作業之機械化，避免肥料長期存放受潮，應建議臺灣肥料公司改善其包裝。

- 4.真空吸力式播種機所設計之不整地機構為突出之設計。目前臺灣所用不整地方式率皆開一V型或方型植溝播種後加以覆土，在遇雨積水時種子易浸水無法萌芽。  
本研究所開發之方式如圖十三，係將耕鬆之土壤翻出溝外而覆蓋於兩側植床上再行播種，此一土壤結構有助於種子發芽，植株不易倒伏，遇雨時雨水極易自排水溝排出。此外，作物開花時，此溝亦可作為灌溉溝。此一原理已由耕耘機驅動之小型不整地播種機所採用。
- 5.不整地播種的理想作業方式可分為二種：一為不整地播種之前期作物為水稻，收割後播種大豆、或玉米，則其最理想之作業方式為收割水稻之同時一併完成播種，施肥作業，而以切碎之稻桿覆蓋田面抑制雜草之生長不但節省工、時，同時提高作業效率；另一種不整地之作業方式為沒有前期作物，可將回轉犁與播種機聯合使用或使用特種犁與播種機聯合使用以解決此一問題。



圖十三 不整地機構之各種不同種植方式

#### 五、謝 誌

本研究之完成，承行政院農業發展委員會重點研究計劃經費支持，農發會農機小組技正彭添松、吳維健等提供寶貴意見與指導，屏東農專雜糧機械研究室歷年研究助理邱澄文、王文瑞、李經緯及農機科潘旺生同學等多人協助製造，試驗及調查，始得順利完成，謹致以衷的謝意。

#### 六、參考文獻

1. 小栗富士雄著 (1969) 標準機械設計圖表便覽

台隆書店編輯委員會譯

2. 王明茂 (1976) 動力大豆播種機之四行式動力大豆播種機研究改良 農工學報 Vol 22 No 2 P.P. 56 ~65。
3. 林文晃編著 (1971) 機械設計原理與實例 信明出版印行
4. 陳樹全 (1976) 曳引機承載式播種機在水稻乾田直播之利用研究
5. 陳俊明 (1976) 耕耘機掛裝雜糧作物條播機之研究及性能試驗 農林學報 (第22輯) P.P.103~116
6. 劉瑞雪譯述 (1977) 統計學

7. 翁金瑞 (1976) 大豆播種機之研究  
臺灣省立屏東農業專科學校農業機械工程學報
8. 翁金瑞 (1979) 真空吸力式大型播種機之研究  
六十七年度農機具試驗研究彙報 P.P. 43~65
9. 翁金瑞、蘇重生 (1980) 臺灣現有粉粒狀肥料施肥  
機性能之測定 屏東農專雜糧機械研究室(未發表)
10. 翁金瑞、蘇重生 (1980) WS-2 型施肥機之研製及  
其性能測定 屏東農專雜糧機械研究室 (未發表)
11. 翁金瑞 (1979) 真空吸力式播種機性能之研究  
屏東農專農機工程學報第十六輯 P.P. 16~17
12. 游祥芳 (1976) 曳引機承載式多種旱作播種機  
農機具試驗研究彙報 P.P. 30~35
13. 張學珊 (1965) 大豆精密點播採用垂直外圈迴轉型  
加裝轉動刷之研究 農工學報 Vol 11 No. 1 P.P.  
2~15
14. 劉昆揚 (1976) 耕耘機拖拉式玉米點播機之研究  
農工學報 Vol 22 P.P. 35~38
15. Copyright, Virgil M, Faircs. (1965) Design  
of Machine Elements.
16. C. B. RICHEY, PAUL JACOBSON, CARL  
W. HALL. (1961): Fertilizing and Liming  
Machines. Agricultural Engineers' Handbook.  
p. 164
17. Gerhad Nulle (1974) Untersuchungen Zu  
Eizelkornsoat Von Getreide Landwirtschaftl-  
ichen Fakultat der Rheinischen Friedrich-  
wilhems-Universität Bonn.
18. GUNKEL, W. W., and A. HOSOKAMA.  
(1964) : Laboratory device for measuring  
Performance of granular Pesticide applicators.  
Trans. ASAE, 7 (1): 1-5.
19. HOLZHEI, D. E., and W. W. GUNKEL.  
(1967) : Design and development of new  
granular applicators. Trans. A.S.A.E. 10(2):  
182-184, 187.
20. Kepner R. A. Roy Bainer, E. L. Barger, 1972  
"principles of farm machinery" AVI 2nd,  
Ed.
21. LAWRENCE, DOYLE, 1961, 1969 MANUF-  
ACTURING PROCESSES AND MATER-  
IALS FOR ENGINEERS Second Edition.
22. Nuri N. Mokscnin Professor of, Agricultural  
Engineering March (1968) PHYSICAL PR-  
OPERTIES OF PLANT AND ANIMAL  
MATERIALS.
23. Prof Dr-Ing, Dr. agr. h. c, CARL HETNRICH  
DENCKER (1961) HANDBUCH DER LAN-  
DTECHNIK.
24. Ronald E. Walpole 1968 Introduction to  
Statistics.
25. Wernes Stieger (1974)  
EINEELKORNERFASSUNC PNEUMATI-  
SCHER MAISEINELKORNSAGERATE.  
Institut fur Landtechnik der Rheinischen  
Friedrich-Wilhems-Universität, Bonn.
26. Wilhelm Mülle (1975)  
Die Einzelkornsat bei Mais and Zuckerruben  
Fachhochschulr Koln.
27. Wung King-Swi, Ritter Klaus (1976) Biot-  
echnische Stoffeigenschaften. P. P. 14-23 F.  
H. Koln.
28. Wung King-Swi (1976); Entwicklung Einer  
Sojabohnen Samaschine. P. P. 51-54 屏東農專  
農業機械工程學會農機第一號報告

專營土木、水利、建築等工程

## 俊 喬 營 造 有 限 公 司

負責人：黃 水 池

地址：臺南市安南區13佃四三一五號