蔬菜種子田間直播機具之研發 [1]

邱澄文 [2]　宣大平 [3]

摘要

本場開發之各式蔬菜種子直播機具，其中有雙輪單行及多行手推式及承載型等多種型式，本機具可依環境及作業能量之需求調整行數，並可配合機具之承載或利用人工推拉來進行播種。為配合田間實際作業及環境之需要進行開發，設有四連桿開溝覆土裝置，使作業中保持水平，讓開溝、播種及覆土達到一貫作業之功能。本機主要構造包括地輪、傳動裝置、種子箱、種子分配盤、種子導板及四連桿開溝覆土裝置等。本機具作用原理，係將播種機置於待播之畦（溝）上，前進時地輪經由與土壤之接觸摩擦轉動，帶動傳動軸與種子分配室中之種子分配盤，種子依本身重量落入種子箱下方，進入種子分配盤之種子室中，藉傳動軸帶動種子分配盤中之種子，由上方迴轉超過 90 度後，種子即可依重力離開種子室，掉入播種溝中經覆土達到播種之目的。另外在種子分配盤上方入口處設有一組刷毛，控制所需播種粒數，以有效節省種子又可減少爾後間拔作業時間。本機採直線播種，設定行距利於施肥、除草等田間管理。本研發為因應不同蔬菜種類之種子大小，規畫設計有七種不同大小種子室及播種量之種子分配盤，可供多種蔬菜播種之選用，包括芹菜、菠菜、青江白菜、空心菜、莧菜、蘿蔔及胡蘿蔔等。初步試驗結果顯示可減少蔬菜田間播種時，種子分佈不均及種子用量不易控制之缺點，節省種子用量 28％　86％，並明顯節省播種作業工時 55％　94％，有助於蔬菜種子播種作業效率之提昇。

（關鍵字：蔬菜、播種機）

1.花蓮區農業改良場研究報告第 162 號，本試驗經費承行政院農業委員會補助（89 科技-1.1-糧 13(5)）謹此致謝。

2.作物環境課助理。

3.作物改良課助理研究員。

前言

本省蔬菜年栽培面積約 20 萬公頃，在農業生產中佔有極重要之地位，近年來隨著國民生活水準提高，對蔬菜之需求及良好品質要求亦日益提高，蔬菜已成為日常生活中所需熱量、蛋白質、礦物質、維生素及纖維素的重要來源及維持身體健康不可缺乏之食物（張，1995），但是蔬菜栽培是屬於勞力密集之產業，在目前農村勞力不足及工資高漲之情形下，如何促進生產作業機械化以降低生產成本提高效率是非常迫切的。

目前蔬菜田間播種方式主要以人工撒播為主，撒播過程中需有熟練技術，否則無法有效控制植株密度，種子發芽後需投入相當多之人力來間拔，費時費工，且通常需撒播多量之種子造成浪費。目前雖已有小型精密之真空播種機，可達精密播種之功能（張、游，1994）但

由於投資成本高，在使用推廣上受到限制。有鑒於此，本研發乃致力於開發售價低、構造簡單實用之播種機具，供農民方便使用，以促進蔬菜播種作業機械化，減少種子成本及間苗人力，降低生產成本提高工作效率。

材料與方法

（一）試驗材料

1.本場研發之單行式及多行式蔬菜種子田間直播機具、試驗改良用五金零件、鐵材、試驗用種子、肥料、農藥等。

2.碼錶、磅秤、天平、電子式游標尺、捲尺。

（二）試驗方法

1.設計研製蔬菜種子田間直播機具之各部機件及結構，裝配完成後進行室內及田間試驗，測試其機械性能，依測試結果改良其結構。

2.蔬菜種子性狀調查

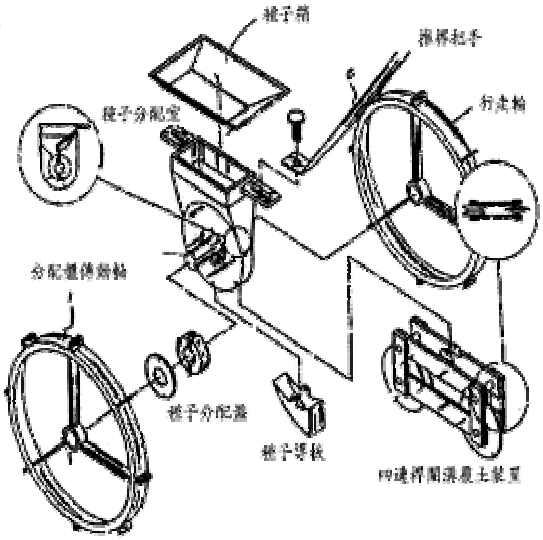
(1)以胡蘿蔔、蘿蔔、空心菜、黃金白菜、青江白菜、莧菜種子供試，在發芽玻璃皿中播種，測其發芽率。

(2)分別測種子長、寬、千粒重等物理性狀，及分析各類種子大小變異情形。

（三）設計製造適應不同大小及形狀種子之種子分配盤，並進行動態播種試驗，在室內播種測試槽中，分別測試播種胡蘿蔔、蘿蔔、黃金白菜、空心菜，調查播種測試槽中播種黏帶上種子分佈情形，並進行相關統計分析。

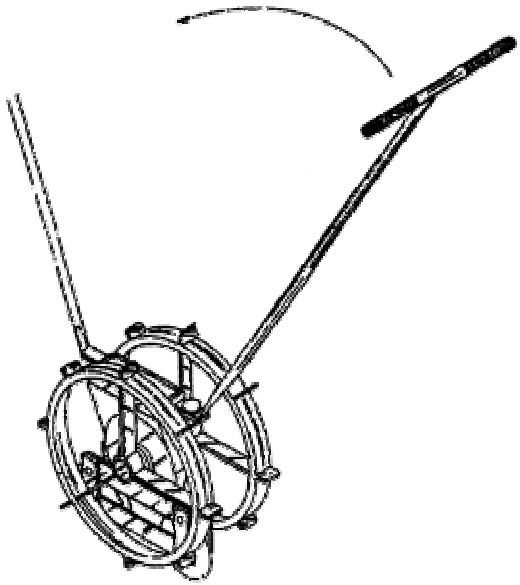
（四）以五行式蔬菜田間直播機及人工撒播方式，進行空心菜田間播種試驗比較，試驗時每處理區塊長 43 公尺、寬 1.5 公尺，採 2 重複，人工與機械種子播種量均用每區塊 1600 公克，機械播種採用 5 行式播種機，每畦來回播種一次共 10 行；人工播種以一般農家慣行法，分為每區塊開溝 7 行及 8 行二種處理，並於種子撒播後以人工腳撥土方式覆土。播種後 2 週調查每處理面積 1.5 ㎡(取樣區畦寬 1.5m，畦長取 1m)之苗株分佈情形及苗株數，以評估播種量及變異情形；另於植株播種後一個月調查苗株數、株高及每 1.5 平方公尺植株總重量。

（五）以單行式及多行式播種機及人工播種方式播種進行胡蘿蔔、蘿蔔、茼蒿、青江白菜、芹菜及菠菜之田間播種試驗，每處理播種 2 小區，每小區長 11.5 公尺、畦寬 80 公分、面積 9.2 平方公尺，各種蔬菜機械播種時，使用其專用之種子分配盤；其中胡蘿蔔及蘿蔔每小區播 2 行，茼蒿、青江白菜、芹菜及菠菜播種 4 行。試驗時調查播種所需工時及種子用量；播種 14 天後，調查苗株分佈情形，每小區取 3 調查點，每一點取畦長 2 公尺，其中胡蘿蔔調查 20 公分長度中之每小段苗株數，蘿蔔調查 25 公分長度中之每小段苗株數，其餘種類蔬菜調查每 10 公分長度小段中之植株數，並計算每一段植株數之平均及變異係數，以鄧肯氏多重變域分析比較機械與人工播種播種量及各小區段間播種量之變異情形。



圖一、蔬菜直播機相關播種機構

Fig. 1.　The mechanism of this seeding machine for vegetables.



圖二、單行式蔬菜直播機具

Fig. 2.　The single-row type of vegetable seeding machine.

結果

（一）目前已開發出單行及多行式蔬菜田間直播機具之雛形機，機具構造示如圖一，主要分為種子播種機構、播種機行走裝置及四連桿開溝覆土裝置；種子播種機構包括播種機外殼、種子箱、種子分配盤、控制種子配出之毛刷、種子配出導槽、分配盤傳動軸等。行走輪行走於畦床時，藉傳動軸帶動種子分配盤。播種機播種流程如下：（1）於種子箱承裝種子，（上有蓋子以防種子於播種機行動中振動而掉出），（2）種子箱下方裝有種子分配盤，不同種子分配盤可適用不同種子，種子因重力自然落入分配盤穴槽中，（3）在分配盤轉動時，由分配盤上方之毛刷刷去多餘之種子，（4）種子隨著分配盤轉動至播種機下方，再順著播種導槽落入土中，完成播種。

（二）本機多行式播種機主要構造和單行式相同，由多個播種單元組裝在傳動主軸上，以達成可同時播種多行之目的，播種之行距可藉由調整播種機構鎖定螺絲之位置來調整，目前可以播 3 行、4 行、5 行，視需要而定，使用相當方便，調整彈性亦很大，可有效達到農友一機多用途之功用。

（三）蔬菜播種量因不同之蔬菜種類而不同，各種蔬菜種子形狀、大小等性狀又有很大差異，為了進一步瞭解蔬菜種子性狀，以作種子分配盤孔穴大小研發之基礎，本試驗調查了東京小白菜、胡蘿蔔、空心菜之長、寬等性狀結果如表一所示。在種子大小方面，不論長及寬的性狀上胡蘿蔔種子之變異係數分別為 0.1488 及 0.1988，顯示種子間形狀有很大之差異，形狀也很不規則，在分配盤設計時須有特別之規劃。表二為種子發芽率及千粒重之比較，表中結果顯示，不同蔬菜種子千粒重差異很大，如空心菜千粒重達

44.24g，而白莧菜種子千粒重僅 0.68g，在種子分配盤穴槽大小設計時，即須針對不同之種類來作設計；而在發芽率比較上可以看出，供試胡蘿蔔種子發芽率偏低，可增加播種量加以調節。

表一、三種不同蔬菜種子外觀性狀差異

Table 1. The difference of external characters in the three kinds of vegetables.

Vegetables	Characters	Mean（mm）	Standard deviation	Coefficient of Variance (%)
Chinese mustard	Length	1.6101	0.1659	10.30
Carrot	Width	1.4884	0.1563	10.50
	Length	3.5638	0.5304	14.88
	Width	1.7260	0.3432	19.88
	Length	6.0700	0.3688	6.08
Water	Width	3.9780	0.2131	5.35
convoluvlus	Thickness	3.2400	0.2828	8.73

表二、六種不同蔬菜種子之千粒重及發芽率之比較

Table 2. The comparison of 1,000 seed weights and germination rates of six kinds of vegetables.

Vegetables	1000-seed weight（g）	Germination rate（%）
Pak-choi	1.84	98.5
Chinese mustard	1.88	98.0
Chinese spinach	0.68	92.5
Carrot	1.90	60.0
Radish	11.55	93.0
Water convolvulus	44.24	84.5

（四）本機設計採用強制配出之方式播種，種子箱中之種子藉重力作用進入種子分配盤，種子播種量之多少由種子分配盤周圍種子室大小來決定。本機目前針對不同蔬菜種類設計了七種不同之種子分配盤，以供不同蔬菜播種所需，不同種子分配盤有不同大小及形狀之種子室，以滿足各種株距及種子量之需求。目前研發完成供試之種子分配盤其種子室規格如表三。

表三、七種不同種子分配盤之種子室形狀及規格

Table 3. The designed size and shape of groove of seven different seed distributing dishes.

Dishes NO.	Shape of groove	Upper length（cm）	Upper width（cm）	Depth（cm）	Target vegetable	Number of seeds	Interval between seeds (cm)
1	ellipse	1.55	0.67	0.37	radish	4	26.3
2	round	0.69	0.69	0.29	carrot	5	21.0
3	orthogonal	1.50	1.17	0.99	Water convolvulus	12	8.8

4	ellipse	1.59	0.64	0.42	spinach	12	8.8
5	round	0.46	0.46	0.27	Chinese mustard	10	10.5
6	round	0.50	0.50	0.12	celery	15	7.0
7	round	0.50	0.50	0.14	Chinese spinach	8	13.1

（五）經靜態試驗測定，前面五種種子室種子平均每室填裝種子數如表四，蘿蔔平均 5.63 粒、胡蘿蔔 7.5 粒、空心菜 9.3 粒、菠菜 4.8 粒及小白菜 8.3 粒。

表四、前五種種子分配盤每一種子室填裝種子數之比較測定結果

Table 4. The tested result of mean number of seeds per groove among five different seed distributing dishes.

Dishes No.	Target vegetable	Seed number of per groove		
		mean	Standard deviation	Coefficient of variance(%)
1	radish	5.63	1.40	24.87
2	carrot	7.50	2.08	27.73
3	Water convolvulus	9.30	0.60	6.44
4	spinach	4.80	1.27	26.46
5	Chinese mustard	8.30	1.73	20.78

（六）為了測試播種機播種時種子分佈情形，於室內進行動態模擬播種試驗，將種子播種於種子粘貼條帶上，並在播種條帶上取 2 公尺長來調查種子分佈情形，並比較其播種測試結果。蘿蔔及胡蘿蔔播種時一般採用點播，蘿蔔播種株距一般在 25 公分左右，由測試結果顯示，平均每 25 公分播種粒數 5.19 粒，其種子分佈分別如表五、六所示。結果顯示，蘿蔔在株距 25 公分時，種子平均缺播率只有 2.5％；而形狀不規則種子之胡蘿蔔，株距 20 公分，經測試種子平均缺播率 7.5％，平均每 20 公分播種 3.8 粒。

表五、蘿蔔機播，種子分佈於八個區間之測試結果（四重複）

Table 5. Radish seed distribution at 8 segments sown by machine.

Seeding segment(cm)	Replication			
	1	2	3	4
0-25	6	4	6	1
25-50	5	4	8	5
50-75	3	5	7	7
75-100	7	8	6	6
100-125	1	7	6	0
125-150	4	2	3	11
150-175	4	3	5	6
175-200	7	5	10	4
mean	4.7	4.8	6.4	5.0
Total mean		5.2		

Seeding failure	0％	0％	0％	12.5％
Total mean of failure		3.1％		

表六、胡蘿蔔機播，種子分佈於 10 個區間之測試結果（四重複）

Table 6. Carrot seed distribution at 10 segments sown by machine.

Seeding segment(cm)	Replication			
	1	2	3	4
0-20	6	6	6	5
20-40	6	4	2	2
40-60	1	1	3	5
60-80	5	4	2	4
80-100	3	7	5	6
100-120	6	2	2	0
120-140	0	4	7	4
140-160	1	1	5	3
160-180	3	8	1	5
180-200	4	0	8	5
mean	3.5	3.7	4.1	3.9
Total mean		3.8		
Seeding failure	10％	10％	0％	10％
Total mean of failure		7.5％		

（七）使用多行式蔬菜直播機及人工播種方式於田間播種空心菜，播種後二週，調查種子在田間發芽分佈結果，如表七所示。播種一個月後再調查每公尺植株數、植株重量及株高結果示如表八。由表七中可以看出，在機械播種取樣之 1.5m2 內，空心菜在畦長 1 公尺中每一 10 公分區間之苗株在各區間之變異係數分別為 14.9 及 15.37，分佈相當均勻；而在 1.5 m2 之總苗株數方面，機械播種為 432 株，超過人工播種之 347.5 及 319.5 株，在播種量相同之情況下，可能機械播種在覆土，播種深度方面較為一致而有助於種子發芽。

表七、機械與人工播種後兩週，田間調查各小試區段植株數目變異情形

Table 7. Distribution of the seedlings （surveyed after sowing 2 weeks）.

Seeding segment(cm) ／treatments	A1	A2	B1	B2	C1	C2
0-10	36	33	25	40	52	47
10-20	33	32	24	39	34	34
20-30	39	32	31	31	54	42
30-40	32	40	32	36	46	50
40-50	41	33	31	35	39	41
50-60	27	43	48	25	38	34

60-70	31	28	40	26	41	47
70-80	34	35	27	43	49	37
80-90	37	34	17	24	46	48
90-100	28	47	27	38	51	34
Mean	33.8	35.7	30.2	33.7	45	41.4
Coefficient of variance	0.13	0.16	0.15	0.20	0.15	0.15
Mean of C.V.	0.15		0.18		0.15	
Seedlings in 1.5 m^2	338	357	302	337	450	414
Mean of seedling numbers in 1.5m^2	347.5		319.5		432	

A1, A2-sown by hands, 8 rows in a ridge.

B1,B2- sown by hands, 7 rows in a ridge.

C1,C2- sown by machine, 10 rows in a ridge.

表八、空心菜機械與人工播種一個月後，每 1.5 平方公尺植株數、植株重及株高之比較

Table 8. The comparison of plant numbers, weight and height per 1.5m^2 between the machine and manual sowing after one month.

Treatments	Plant number	Plant weight（g）	Plant height（cm）
A	439.5	3732.5	58.32
B	356.0	3409.5	59.35
C	495.5	3947.8	58.40

在播種一個月後，人工與機械播種之植株在株高方面並無明顯差異，但植株數及植株重量方面機械播種均較高；在植株數方面比二週調查值有增加之現象，推估可能是空心菜發芽不整齊，部份種子發芽較慢所致。

（八）以單行式及多行式播種機分別播種蘿蔔、胡蘿蔔、茼蒿、青江白菜、芹菜及菠菜，並測定作業所需時間及種子用量，並換算 0.1 公頃所需時間及種子用量如表九及表十。播種後二週調查田間植株分佈結果如表十一。

表九、人工與機械播種作業時間效率比較

Table 9. The comparison of the efficiency between machine and maunal seeding.

Vegetables	Time of sowing（seconds）		Time of sowing per hectare（minutes）		Index of sowns time（machine/manual）	1-Index（%）
	Manual seeding	Machine seeding	Manual seeding	Machine seeding		
Celery	79	16.75	143	30	21.2	78.8
Spinach	53	23.50	96	43	44.3	55.7
Garland Chrysanthemum	81	27.00	147	49	33.3	66.7

Water Convolvulus	201	20.25	364	37	10.1	89.9
Chinese mustard	44	15.50	80	28	35.2	64.8
radish	172	28.00	312	51	16.3	83.7
carrot	226	14.00	409	25	6.2	93.8

表十、蔬菜種子直播機機械播種與人工播種種子用量比較

Table 10. Seed weights demanded by machine and manual sowing.

Vegetable kinds	Seeding amount（g）		Seeding amount per 0.1 hectare（g）		Index of sowing amount （%）（machine/man）	1-Index（%）
	Manual seeding	Machine seeding	Manual seeding	Machine seeding		
Celery	20.60	2.77	2239	301	13.44	86.56
Spinach	46.50	22.68	5054	2465	48.77	51.23
Garland Chrysanthemum	27.37	32.98	2975	3585	120.49	-20.49
Water Convulvulus	323.31	231.46	35142	25159	71.59	28.41
Chinese mustard	21.38	8.08	2324	878	37.80	62.20
Radish	4.49	6.48	488	704	144.37	-44.37
Carrot	1.89	1.33	205	145	70.37	29.63

田間測試時，單行式播種機因開溝及覆土裝置尚在研製中，故仍須另外開溝及覆土作業。在蘿蔔播種試驗中，機械播種作業時間是人工作業時間之 16.3%，胡蘿蔔機播時間為人工作業之 6.2%；在多行式播種機部份目前已有開溝及覆土裝置，所以從開溝、播種、覆土可一貫作業，故空心菜機械播種時間是人工作業之 10.1%，不論單行式或多行式機械播種均可大幅減少作業時間，明顯提高作業效率。機械播種與人工播種在種子用量方面，蘿蔔及胡蘿蔔一般是點播方式，機械播種種子用量並不一定會節省，如蘿蔔機械播種反而比人工播種用量多；一般葉菜類機械播種皆會節省種子用量，約可節省 28.41%至 86.56%，比較特別的是茼蒿，可能是專用種子盤播種量較大，用量比人工稍多。

在植株田間分佈方面，播種二週後取樣長 2m 寬 0.8m 之小區調查，每小區中再區分為小區段；胡蘿蔔每小區段 20cm，蘿蔔 25cm，其餘種類 10cm，調查各小區段中苗株數量，再比較取樣區中各小區段間之變異。結果顯示除了蘿蔔以外，人工播種均比機械播種苗株數多；而在各小區段植株數之變異係數方面，菠菜及芹菜機械播種變異較大，其餘蔬菜變異情形與人工無顯著差異。

表十一、機械與人工播種二週後田間苗株數與苗株分佈變異數比較

Table 11. The comparison of the seedling number and coefficient variance between machine and manual sowing after 2 weeks.

Vegetables	Seedling number		C.V. of Seedling numbers	
	manual	machine	manual	machine
Carrot	3.43	2.08 *	75.63	81.02 n.s.
Radish	4.04	5.23 *	81.86	57.22 n.s.
Garland chrysanthemum	42.94	20.48 *	30.70	33.82 n.s.
Spinach	22.64	9.50 *	33.17	48.18 *
Chinese mustard	47.74	16.25 *	38.75	30.23 n.s.
Celery	141.63	9.68 *	25.74	45.90 *

＊Significant at 0.05 level ,n.s. not significantly at 0.04 level.

討論

1.蔬菜種子外表性狀差異很大，一般來說，最容易播種的種子是形狀規則及大小適中的種子，如黃金白菜、青江白菜、東京小白菜等，種子為球形且球徑不是很小，在播種機配出時種子分佈穩定。另如胡蘿蔔種子小而不規則，空心菜種子不規則且較大，在播種時種子分配盤要能適應種子性狀方能有較好之播種效果。

2.目前播種盤圓周為 20 公分，接地輪圓周為 105 公分（直徑 33.8 公分），比率為 1:5.25，一般人工播種時，蘿蔔及胡蘿蔔採用點播之株距約 20-25 公分，因此規劃種子分配盤之種子室格數分別設計為 4 格及 5 格，田間播種株距即可達此條件，平均 21-26.25 公分播種一次。目前以單行式進行試驗效果良好，將來可視農友實際需要，製作 2 行式或 3 行式之播種機，一次即可完成一畦 2 行至 3 行之播種作業。

3.在空心菜田間播種試驗中，人工與機機均播種等量種子每畦 1600 公克，於播種二週後，每 1.5 平方公尺之取樣中，以機械播種之發芽株數 432 株，較相對照的二種人工播種為高，與機械播種時，開溝、播種、覆土均由機械一貫完成，種子覆蓋土壤厚度均勻，故發芽生長均較整齊所致。在播種一個月後再比較人工與機械播種在植株株高方面無明顯差異，但在植株重量方面以機械播種的 3947.8g/1.5m2 為較佳，植株數也以機械播種較多。

4.如果人工播種採一般慣行法播種，再與機械播種比較其種子用量，結果顯示可有效節省種子用量，特別是較小的種子如胡蘿蔔、芹菜、青江白菜等，種子之節省特別明顯；在蘿蔔之播種上，雖種子用量較人工點播稍多，但種子在田間分布較均勻，且可大量節省作業時間 83.7％，仍是對農友有相當大之幫助。

5.在播種機播種田間植株分佈情形方面，以點播方式之蘿蔔及胡蘿蔔田間苗株數分佈之變異係數為 81.02 及 57.22，雖然和人工播種差異不顯著，但偏高之變異係數代表每次播種量之變異在田間仍偏高，待進一步改良；在葉菜類方面茼蒿、菠菜、青江白菜及芹菜一般採用撒播或條播方式，結果機械播種田間變異係數分別為 30.23 及 48.18，已和人工播種相近，

達農友可接受之範圍，如果能更進一步降低變異即播種更均勻可能更理想。比較特別的一點是茼蒿機械播種種子用量比人工多，但在田間調查時，苗株數卻較少，是否機械播種覆土較深或其他因素造成，仍待探討比較。

參考文獻

1.小粟富士雄 1978 機械設計圖表　台隆書局。

2.邱澄文 林龍水 1996 蔬菜播種器具之研發 花蓮區農業專訊 16：15-16。

3.唐火勝 1994 穴巢式播種機之性能測定與效益評估 臺灣省菸酒公賣局菸葉試驗所研究彙報 41：1-4。

4.野口尚一 1975 機械設計與製圖 正言出版社。

5.陳澤民、陳俊明 1996 真空式蔬菜播種機播種特性之研究 農業機械學刊 5(1):65-79。

6.陳俊明、陳澤民、賴惠敏、尤瓊琦 1995 六行式雜糧播種機缺播預警系統之研究 農林學報 44(3)：105-117。

7.游俊明 1998 簡易式蔬菜育苗播種一貫作業機之研製 桃園區農業改良場研究報告 33：28-34。

8.游俊明、葉永章 1997 葉菜類播種機之研製改良 85 年度台灣農業試驗研究成果年報 p.201。

9.謝建傳 1975 實用機耕農具。

10.關昌揚　譯 1975 農業機械實驗　徐氏基金會。

11.盧福明　1978 動力農業機械　徐氏基金會。

12. Hawker M.F.J. and J.F. Keenlyside.　1985.　Horticultural Machinery.

13. Shippen,J.M.,　C.R.Ellin and C.H. Clover.　1980.　Basic Farm Machinery.

14. Smith. H.P.　1965.　Farm Machinery and Equipment.　5th ed. McFrawHill Co.　U.S.A.