

設施園藝蔬菜園真空式播種機之研究

張金發 游俊明

摘 要

目前本省葉菜類蔬菜栽培均採撒播為主，不僅播種量多致浪費種子，且需間苗作業費時費工。本場為解決葉菜類之播種問題，已研製完成手拉式蔬菜園真空播種機，經實際播種白菜結果，每公頃需 25 工時。雖然人工撒播作業每公頃僅 2.5 工時，但於生長期間需行間苗作業，每公頃費時 400 工時，因此真空播種機與人工撒播作業工時比較，每公頃可節省 377.5 工時。為配合設施園藝直播作業，目前正示範推廣供農民應用。

為應設施園藝簡易網室蔬菜園行株距較寬之蔬菜點播栽培作業，引進日本啓文牌 CN-852 S 型真空播種機，本機附掛於中耕管理機上，一行程播種二行，其作業方式為開溝、播種、覆土及鎮壓等一貫作業。播種機構係利用真空吸附原理將種子吸附於種子吸附針上，再由正壓空氣吹落於導管內達播種之目的。由機械性能測試結果得知；以冬天小白菜測試，種子吸附針孔徑為 0.6mm，吸力調整為 15mmHg，吸附一粒種子者達 95%，複粒者 3.4%，缺株率僅 1.6%。以青江白菜測試時，吸力調整為 16mmHg，播種一粒者為 94.0%，複粒率者 4.2%，缺株率僅 1.8%。對於較大之種子如蘿蔔，菠菜其吸附孔徑為 1.0 m.m。測試結果，蘿蔔播種一粒者 92.3%，複粒率者 4.2%，缺株率 3.5%。而菠菜播種一粒者 90.5%，複粒率者 5.7%，缺株率為 3.8%。本機播種作業效率每公頃僅需 5.8 工時與人工點播每公頃 7.2 工時及需間苗每公頃 240 工時比較可節省 241.4 工時，由機械使用成本分析得知；蔬菜園真空播種機之固定費為機械投資成本，其經濟效益與播種年負擔面積成正比，其負擔成本隨作業面積之增加而遞減；雖然慣行法人工點播每公頃僅需 7.2 工時，但需間苗作業每公頃 240 工時，合計工資約 15,676 元，故利用真空播種機比較經濟，若年工作面積超過 10 公頃，其每公頃成本僅 2,655 元，因此經濟效益更為顯著，將可降低生產成本，值得示範推廣供農友應用。

前 言

台灣地區蔬菜栽培面積約 224,641 公頃，目前勞力缺乏工資上漲，因此需導入各項農機耕作，以節省勞力及時間，期能降低生產成本。設施園藝栽培是為了維持蔬菜最適生長環境，以提高蔬菜品質及產量之新興栽培技術。但一般在設施園藝葉菜類栽培上仍仰賴人工撒播或點播方式⁽²⁾，將種子直接播種於畦面上，此法不僅播種量多而浪費種子，同時需於生長初期做間苗作業，不但增加成本而且會使旁邊的根系受傷影響蔬菜之生長。因此本場乃研製改良設施園藝蔬菜園真空式播種機⁽⁵⁾，以精密播種方式免除間苗作業，以節省勞力並促進設施園藝蔬菜園栽培機械化。

材料與方法

一、試驗材料：真空式播種機 (1.3.6), 試驗改良用五金零件, 鐵材及試驗用種子、肥料與農藥等。

二、試驗方法：

1. 設計研製手拉真空式播種機應用於設施園藝上之播種作業, 以取代人工撒播方法, 進行田間播種試驗, 並對機械缺點加以改良。
2. 設計研製設施園藝真空式播種機, 裝配在中耕管理機上操作運用, 作為中耕管理機之附屬機具, 進行田間試驗, 並逐次改良。
3. 調查項目：不同蔬菜種子之真空吸力, 播種量, 播種後之發芽率, 田間工作效率, 及機械使用成本分析。

結 果

一、設計研製改良手拉真空式直播機應用於設施園藝播種作業, 本機結構係以針尖磨平之注射針作為種子吸附針^(4,5), 裝置於播種機之輪軸上呈放射狀, 輪軸一端為真空吸力, 另一端吸力調整閥, 利用水車迴轉原理, 當吸附針轉到種子槽時吸取種子, 轉到水平方向時由刷種器刷落種子達播種作業。真空吸力由背負式割草機之引擎傳動真空泵產生, 由手拉式操作本機。

二、手拉式真空直播機應用於設施園藝播種作業, 經試驗得知：播種株距整齊, 生育平均, 不必間苗, 採收時株高大小較為一致故產量較高(如表一、二)。

表一 手拉式真空直播機與人工播種生育與產量比較

Table 1. Comparison of vegetable growth and yield production between hand-pull vacuum seeding and manual seeding

處 理	生 育 調 查 (79.8.9)			產 量 調 查 (79.8.22)			
	Growth			Production			
Process	株 高	葉 長	葉 寬	株 高	葉 長	葉 寬	產 量
	Plant height	Leaf length	Leaf width	Plant height	Leaf length	Leaf width	Production
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(kg/ha)
機 械	10.4	7.7	4.9	33.6	25.0	18.0	25,680
Mechanical							
人 工	9.8	6.7	4.9	33.2	20.0	16.2	25,270
Manual							

備 註：1. 設施園藝網室長35M X 寬4.7M。 2. 作物種類：小白菜。 3. 播種日期：79.7.20。

Remark: 1. 35M long and 4.7M wide net house. 2. Variety: Pai-tsay 3. Date: 79.7.20.

表二 手拉式真空直播機與人工播種工時比較表

Table 2 Comparison of time consumption between vacuum seeding and manual seeding

Unit: hr/ha

處 理 Process	播種工時 Sowing time	間苗工時 Thining time	合 計 Total time	節省工時 Save time
機 械 Mechanical	25.0	0	25.0	377.5
人 工 Manual	2.5	400.0	402.5	

三引進日本啓文牌 CN-852 S型動力兩行式蔬菜園真空播種機，試驗改良適合於本省設施園藝行株距較寬之蔬菜園點播栽培應用，本機結構由播種機構，真空泵，動力傳動機構及機架組合而成，附掛於中耕管理機操作應用。

四動力兩行式蔬菜園真空播種機，其栽培方式為開溝、播種、覆土及鎮壓等一貫作業，一行程播種二行，機體輕小便於操作，適合於設施園藝簡易網室作業，株距由5至60cm均可調整應用(如表三)。經測試結果得知，可播種小白菜、青江白菜、蘿蔔及菠菜等種子(如表四、五、六)。

表三 動力兩行式蔬菜園真空播種機株距調整表

Table 3. Plant distance adjust table of two-Row power driven vegetable vacuum seeder

Unit: cm

傳 動 齒 輪 比 Transmission gear ratio		種 子 吸 附 針 裝 置 支 數 Number of needles				
驅 動 輪 Drive wheel	被 動 輪 Driven wheel	12支	6支	4支	3支	2支
14 T	10 T	5.0	10.0	15.0	20.0	30.0
13	10	5.5	11.0	16.5	22.0	33.0
13	12	6.5	13.0	19.5	26.0	39.0
12	12	7.0	14.0	21.0	28.0	42.0
12	13	7.5	15.0	22.5	30.0	45.0
10	13	9.0	18.0	27.0	36.0	54.0
10	14	10.0	20.0	30.0	40.0	60.0

表四 動力兩行式蔬菜園真空播種機測試結果

Table 4. Field test of two-row vegetable vacuum seeder

作物 Vegetable	種子吸 附針孔徑 Diameter of needles (m.m.)	真空吸力 Vacuum pressure (mmHg)	播種性能 Sowing results (%)		
			一粒 Single seed	複粒 Double seeds	缺株 Missing seeds
小白菜 Pai-tsaj	0.6	15	95.0	3.4	1.6
青江白菜 Chinese cabbage (No head)	0.6	16	94.7	3.5	1.8
蘿蔔 Radish	1.0	18	92.3	4.2	3.5
菠菜 Spinach	1.0	17	90.5	5.7	3.8

註：本機行距15-45cm，株距4-12cm均可依作物栽培方式調整應用。

Remark: The row distance and plant distance can be adjusted to meet the needs.

The range between rows is 15 to 45 cm. The range between plants is 4 to 12 cm.

表五 動力兩行式蔬菜園真空播種機與人工播種生育與產量調查表

Table 5. Comparison of vegetable growth and yield production

處理 Treatment	株高 Plant height (cm)	葉長 Leaf length (cm)	葉寬 Leaf width (cm)	株高 Plant height (cm)	葉長 Leaf length (cm)	葉寬 Leaf Width (cm)	產量 Production (kg/ha)
機械 Mechanical	11.9	6.6	2.7	26.5	12.0	6.3	25,330
人工 Manual	11.5	6.2	2.7	24.3	12.0	4.8	24,650

表六 蔬菜園每公頃播種勞力比較表

Table 6. Comparison of labor cost of seeding by manual and vacuum seeder.
(hr/ha)

作業方式 Type of operation	播種工時 Sowing time	間苗工時 Thinning time	合計工時 Total time	節省工時 Save time	省時百分比 Ratio
實行(人工) Manual	7.2	240	247.2	—	100
真空播種機 Vacuum seeder	11.6	0	11.6	235.6	4.7

註：蔬菜別：菠菜。

Remark: Vegetable: Spinach

表七 動力兩行式蔬菜園真空播種機之固定費用表

Table 7. Fixed cost of two-row vacuum seeder.

Unit: NT\$

作業方式 Type of operation	購入價格 Purchase cost	殘存價格 Residual cost	年平均償還費 Average amortization cost per year	年間資本利息 Cost and interest per year	年固定費用合計 Total fixed cost per year	每公頃固定費用 Fixed cost per ha
真空播種機 Vacuum seeder	78,000	7,800	7,000	3,650	10,650	1,330

註：1. 殘存價格為購入價格之10%。

2. 資本利息 = $\frac{\text{購入價格} + \text{殘存價格}}{2} \times \text{年利率}$ 。

3. 年間負擔面積設為10公頃，耐用年限以八年計算。

Remark: 1. Residual cost is 10% of Purchase cost.

2. Cost and interest = (purchase cost + residual cost) / 2 × interest rate per annum.

3. Assumed operational area per year and duration of machine is 1.5 ha and 8 years respectively.

表八 兩行式蔬菜園真空播種機之變動費用表

Table 8. Variable cost of two-row vegetable vacuum seeder.

作業方式 Type of operation	作業性率 Field work capability (hr/ha)	公頃變動費用 Various cost per ha (NT\$)			合計 Total cost (NT\$)
		修護費 Repair cost	工資 Wage	燃料費 Fuel cost	
		真空播種機 Vacuum seeder	11.6	390	

表九 兩行式蔬菜園真空播種機每年不同作業面積之負擔成本比較表

Table 9. Cost of two-row vegetable vacuum seeder in various operational area per year.

Unit: NT\$

作業方式 Type of operation	年間作業面積 Operational area per year									
	1ha.	2ha.	3ha.	4ha.	5ha.	6ha.	7ha.	8ha.	9ha.	10ha.
真空播種機 Vacuum seeder	12,240	6,915	5,140	4,253	3,720	3,365	3,112	2,921	2,774	2,655

註：每公頃成本 = $\frac{\text{真空播種機年間固定費}}{\text{年間作業面積}} + \text{公頃變動費}$

Remark: Cost/ha = Fixed cost of vegetable vacuum seeder per year / (Operational area per year + variable cost per ha).

五動力兩行式蔬菜園真空播種機之作業性能使用成本及經濟效益之分析

1. 本機測試結果，作業性能穩定，操作簡易，點播精密，其作業能率為 11.6hr/ha，且生長株距整齊，不必疏株，較慣行法人工播種省時 95.3%。勞力比較如表六。
2. 年間負擔面積設為 10 公頃，本作業機裝配於中耕管理機作為附屬機具操作應用，中耕機部份可單獨作整地作畦，中耕陪土除草等作業，增加利用價值。
3. 經濟效益，由表九知，蔬菜園真空播種機之固定費為機械投資成本，其經濟效益與播種年負擔面積成正比，其負擔成本隨作業面積之增加而遞減，由表八知，慣行法人工點播每公頃僅需 7.2 時，但需間苗作業每公頃 240 工時，合計工資約 15,676 元，故利用真空播種機比較經濟，若年工作面積超

10公頃，其每公頃成本僅2,655元，故經濟效益更為顯著。

討 論

為提供設施網室內葉菜類蔬菜直播作業，本場已研製改良完成手拉式蔬菜園真空播種機，經實際操作以白菜為例，每公頃只需25工時完成，雖然人工撒播作業較快速每公頃僅2.5工時，但需經疏株作業，每公頃達400工時。因此真空播種機操作與人工撒播作業工時比較每公頃可節省377.5工時。

為應用於設施網室行距較寬之蔬菜點播栽培用，本場亦引進日本啓文牌CN-852 S型真空播種機，本機附掛於中耕管理機上，一行程播種二行，其作業方式為開溝、播種、覆土及鎮壓一貫作業。播種機構係利用負壓將種子吸取後，再由正壓吹落於導管內達播種之目的，由機械性能測試結果得知，以冬天小白菜測試，種子吸附針孔徑為0.6mm吸力調整為15mmHg，吸附一粒種者達95%，複粒者僅3.4%，缺株率僅1.6%。以青江白菜測試時，吸力調整為16mmHg，播種一粒者為94.0%，複粒率者4.2%，缺株亦僅1.8%。對於較大之種子如蘿蔔，菠菜其吸附孔徑為1.0 m.m。測試結果，蘿蔔播種一粒者92.3%，複粒率者4.2%，缺株率3.5%。而菠菜播種一粒者90.5%，複粒率者5.7%，缺株率3.8%。本機係附掛於中耕管理機，機體簡單輕巧，其工作效率每公頃為11.6工時，而人工慣行法撒播雖然每公頃僅需7.2工時，但需疏苗作業，每公頃240工時，合計需247.2工時。因此機械播種可節省235.6工時，由經濟效益分析得知播種機如年工作面積為10公頃，其每公頃成本僅2,655元，與人工慣行法每公頃需15,676元，經濟效益顯著，可節省成本，值得推廣供農民應用。

參考文獻

1. 中山勝天著，賴耿陽譯著。1981。真空技術實物，復漢出版社印。
2. 林文雄。1983。六行式蔬菜播種機之研製改良，中國農業工程學報，第29卷，第一期。
3. 翁金瑞、蘇重生。1984。多用途不整地真空吸力播種施肥聯合作業機械之研究，中國農業工程學報30卷；第2期。
4. 游俊明、張金發。1987。蔬菜真空播種育苗作業機械之研製，中國農業工程學報，七十六年學術討論會論文集。
5. 游俊明、張金發。1988。蔬菜園真空播種機之研製及改良，中國農業工程學報，第34卷第二期抽印本。
6. 後藤明美。1983。野菜栽培播種用機械。野菜栽培機械化手冊，日本農業機械化協會。

Study on Vacuum Seeder for Vegetable Production Under Structure

Chin-fa Chang and Chun-ming Yu

Summary

In order to save labor cost in growing vegetable, a hand-pulled vegetable vacuum seeder was designed and developed. The traditional way of seeding vegetables is to spread the seeds directly on fields. Although the manual seeding is easy to operate, but it requires more time to thin plants after germination. The result of the field experiment shows that seeding with vacuum seeder, could save about 377.5 hours per hectare.

Another imported type vegetable seeder is equipped with two vacuum seeding sets attached on a high raised cultivator. It can seed two rows per ridge. The operation procedures of the seeder are as following: opening furrow, seeding, covering and pressing. Field experiments showed that the vacuum seeder could be used for several kinds of vegetable and all gave good performance. Seeding with this seeder needs 5.8 hours per hectare, while the manual seeding and thinning operation need 247.2 hours per hectare. Therefore, vacuum seeder can save 241.4 hours per hectare. The investment in vacuum seeder will be decreasing if seeding area is increasing. Although the manual seeding needs only 7.2 hours per hectare, but it requires 240 hours of thinning operation. Therefore, the labor cost for manual operation is NT\$15,676 per hectare. However, the vacuum seeding cost is only NT\$ 2,655 per hectare if its annual operation area is over 10 hectare. Therefore, for a long run, vacuum seeding operation is not only economic but also very practical.