

蔬菜清洗機之研製¹

施清田²、鄭榮瑞²、盧子淵²

摘 要

施清田、鄭榮瑞、盧子淵·1996·蔬菜清洗機之研製。台南區農業改良場研究彙報 33：82~99。

根據人工蔬菜清洗作業流程，完成蔬菜清洗作業機構配置規劃及實驗機製造。並配合蔬菜產銷班進行實際清洗試驗，試驗結果顯示，清洗芹菜作業能量 1,200 kg/hr，青蔥 1,250 kg/hr，青蒜 1,500 kg/hr，清洗芹菜作業效率比人工快 5~8 倍以上，芹菜洗淨率達 98% 以上，損傷率 1% 以下。青蔥洗淨率達 95% 以上，損傷率 1% 以下。青蒜洗淨率達 95% 以上，損傷率 1% 以下。經示範觀摩會結果農友反應良好。本蔬菜清洗機已達實用性，應可發展利用於其他葉菜類蔬菜清洗，如薺菜（空心菜）、莧菜及青梗白菜等之機械化清洗，提高蔬菜清洗機之使用率。

關鍵詞：蔬菜、清洗機。

接受日期：1996年8月31日。

前 言

本省各種蔬菜年栽培面積達 20 萬公頃以上，年產量約 300 萬公噸，產值約 316 億元。主要蔬菜種類中，根菜類蔬菜如蘿蔔等，莖菜類蔬菜如青蒜、青蔥等，葉菜類蔬菜如芹菜、韭黃、白菜、萵苣、青梗白菜、菠菜、莧菜及空心菜。其中青蒜栽培面積有 1,800 多公頃，韭黃、韭菜栽培面積有 1,000 餘公頃，芹菜栽培面積有 1,683 公頃，蔥栽培面積有 5,200 餘公頃，薺菜栽培面積有 2,200 公頃，白菜栽培面積有 4,100 餘公頃。這些蔬菜收穫後必需先經過清洗之後再運到市場銷售，傳統清洗方法係將蔬菜採收後運到集貨場旁邊之水池或蓄水桶或水溝邊以人工清洗，或者在空地將蔬菜排成一列，利用高壓噴霧機噴出高壓水流沖洗，這些方法既費時費工又辛苦，且易因人為疏忽而造成蔬菜損傷或處理環境衛生條件差而影響蔬菜品質及衛生，降低菜農生產收益，尤其在寒冷的冬季蔬菜採收後之清洗工作，更令清洗工畏懼，鑑於未來蔬菜清洗走向機械化趨勢及提高品質與衛生，本場在中正農業科技社會公益基金會經費贊助下著手研製蔬菜清洗機，

1. 台灣省台南區農業改良場研究報告第 231 號。本試驗經費承中正農業科技社會公益基金會贊助，謹此致謝。

2. 台南區農業改良場助理、副研究員、助理。台南市林森路一段 350 號。

以解決蔬菜清洗問題，使得蔬菜清洗作業所需勞力降到最低，以紓解農村勞力之不足，降低生產成本，提高蔬菜出售時之衛生及品質，並增加農民收入。

材料及方法

一、試驗材料及設備

蔬菜清洗機雜型機及實驗機，清洗用之芹菜、青蔥、青蒜及韭黃，改良用不銹鋼鐵材、傳動元件等，試驗測試用碼錶、轉速錶、磅秤及物性測定儀等儀器。

二、試驗方法

- (一) 物性調查與基本試驗—調查韭黃、青蒜、芹菜等蔬菜株高、莖長、莖直徑、殘葉數、殘葉包覆長度、單株重量、每株莖數或葉片數等基本農藝性狀及利用物性測定儀測定殘葉抗拉力，作為清洗雜型機設計噴水沖洗時水流壓力與流量大小及對蔬菜損傷情形之參考。調查不同土壤質地及不同噴水壓力對蔬菜洗淨率之影響及不同噴水壓力對蔬菜清洗破損率之影響，作為設計蔬菜清洗雜型機作業機構之參考。
- (二) 清洗雜型機設計—根據人工清洗芹菜、青蔥、青蒜等蔬菜清洗作業流程及清洗作業品質的要求，配合抽水馬達、減速機、無段變速馬達、高壓泵、傳動元件、節流閥、不銹鋼網狀輸送帶、可調式水壓與噴水裝置進行蔬菜清洗雜型機作業流程與作業機構配置規劃，經由進料台、網狀輸送帶、沖洗裝置、淋沖式裝置、出料輸送機構等整體設計檢討分析並試造實驗雜型機。機械製造完成後配合收穫適期不斷進行機構功能測試分析，由網狀輸送機構、沖洗裝置、出料輸送機構各部測試結果整理分析後，輔導合作廠商根據試驗結果，進行蔬菜清洗示範機、樣品機製造與性能修改。
- (三) 清洗示範機作業性能試驗—為加速清洗作業成效，配合蔬菜產銷班合作農場進行芹菜、青蔥、青蒜清洗試驗與耐久性測試，調查記錄清洗機作業性能、作業速度、作業能力、作業精度及作業機構故障損害情形，以評估各機構強度、連續作業能力，並辦理示範觀摩會，加強農友對本機作業性能的了解。
- (四) 經濟效益分析及示範推廣—根據試驗結果分析清洗機作業性能及使用經濟效益整理後供作業設計修正及提供合作廠商作機械性能改進，並辦理技術轉移及擴大示範推廣。

結果與討論

一、物性調查與基本試驗—調查韭黃、青蒜、芹菜等蔬菜基本農藝性狀，作為蔬菜清洗機設計製造之參考。

- (一) 蔬菜基本物性調查：於 82 年 10 月 9 日在田尾鎮調查韭黃，於 83 年 3 月 4 日在虎尾鎮調查青蒜，於 83 年 3 月 1 日西螺鎮調查芹菜，以上三種蔬菜各調查 100 株成熟蔬菜的株高、莖長、莖直徑、單株重量、殘葉數及殘葉包覆長度、葉片數（每株莖數）等物性之平均值，作為機械清洗時水流壓力與流量大小之參改，經調查韭黃、青蒜及芹菜之物性結果如表

1。

表 1. 蔬菜基本物性

Table 1. Basic physical properties of vegetables.

作物別 Type of vegetable	韭黃 Leek	青蒜 Green garlic	芹菜 Celery
株高 Plant height (mm)	500	950	680
莖長 Stem length (mm)	180	350	360
莖直徑 Stem diameter (mm)	長徑 6.61 Long diameter	柄直徑：14.4 Stalk diameter	6.25
	短徑 4.76 Short diameter	頭直徑：24 Bulb diameter	
殘葉數 Withered leaves (mm)	9	0	0
殘葉包覆長度 Length of a withered leaf (mm)	131.3	0	0
單株重量 Weight per plant (mm)	12.5	80	68.5
每株莖數或葉片數 Number of stems or leaves per plant	3.5	7.5	6

(二) 蔬菜殘葉抗拉力試驗：調查 100 株成熟蔬菜殘葉數及殘葉包覆所需拉力之平均值，作為清洗機設計噴水沖洗時水流壓力與流量大小及對蔬菜損傷情形之參攷，其結果如表 2。

(三) 不同土壤質地對採收蔬菜洗淨率之影響：

由於韭黃採收時用鐮刀割取不帶根，因此，不列入調查。不同土壤栽培蔬菜對洗淨率的影響如圖 1 所示，當噴水水流壓力在 1.5 kg/cm^2 時，對砂土栽培之芹菜及青蒜清洗洗淨率分別為 98% 及 94%，對砂質壤土栽培之芹菜及青蒜清洗洗淨率分別為 98% 及 92%，對壤土栽培之芹菜及青蒜清洗洗淨率分別為 96% 及 90%，對黏質壤土栽培之芹菜及青蒜清洗洗淨率分別為 94% 及 87%。根據上述試驗結果顯示，蔬菜清洗洗淨率與不同栽培土壤質地有密切關係。

表 2. 韭黃及青蒜不同殘葉數所需拉力

Table 2. Different tension required for withered leaves.

作物別 Type of vegetable	殘葉數* Number of withered leaves									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
韭黃 Leek	162.5	334.1	361.9	436	555	567.1	595	615	775	854
青蒜 Green garlic	833	1624	1975							

*：韭黃一般殘葉數 5~7 葉比較多，青蒜一般殘葉數 3~5 葉。

*：The average number of withered leaves of leek is mostly 5-7 pieces, and the average number of withered leaves of green garlic is 3-5 pieces.

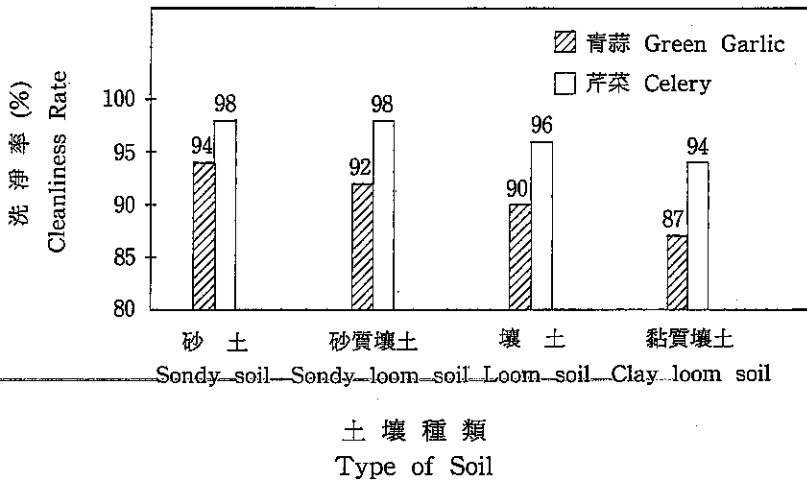


圖 1. 不同土壤質地對採收蔬菜洗淨率之影響

Fig. 1. Effect of different soil on the cleanliness rate of harvested vegetable.

(四) 不同噴水壓力對蔬菜清洗作業洗淨率之影響：

如圖 2 所示，不同噴水水流壓力 0.6 kg/cm²、1 kg/cm²、1.5 kg/cm² 及 1.8 kg/cm² 對韭黃、青蒜及芹菜清洗洗淨率試驗結果得知，當噴水水流壓力 1.8 kg/cm² 時，洗淨率分別為 95.5%、94% 及 98%。當噴水水流壓力 1.5 kg/cm² 時，洗淨率分別為 94.5%、92% 及 98%。當噴水水流壓力 1 kg/cm² 時，洗淨率分別為 93%、84% 及 96%。當噴水水流壓力 0.6 kg/cm² 時，洗淨率分別為 81%、80% 及 92%。因此，噴水

水流壓力愈高清洗洗淨率愈好，但破損率愈大，所以最適當噴水水流壓力範圍應控制在 1~1.5 kg/cm²。

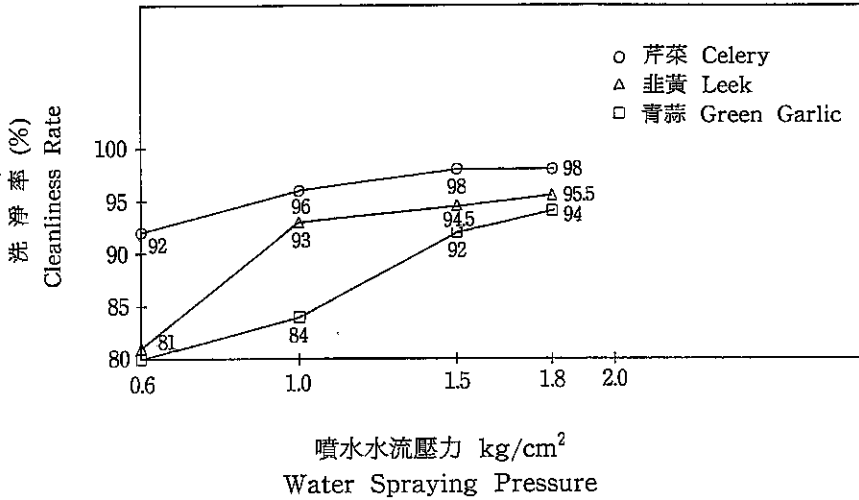


圖 2. 不同噴水壓力對蔬菜清洗作業洗淨率之影響

Fig. 2. Effect of different water spraying pressure on the cleanliness rate of vegetable washing process.

(五) 不同噴水壓力對蔬菜清洗破損率之影響：

如圖 3 所示，不同噴水水流壓力 0.6 kg/cm²、1 kg/cm²、1.5 kg/cm² 及 1.8 kg/cm² 對韭黃、青蒜及芹菜清洗破損率之試驗結果得知，當噴水水流壓力 1.8 kg/cm² 時，破損率分別為 7%、5.2% 及 2.5%。當噴水水流壓力 1.5 kg/cm² 時，破損率分別為 5.2%、3% 及 1.3%。當噴水水流壓力 1 kg/cm² 時，破損率分別為 4%、1.8% 及 1%。當噴水水流壓力 0.6 kg/cm² 時，破損率僅分別為 2%、0.7% 及 0.5%，噴水水流壓力愈高對葉片破損率影響愈大，但洗淨率相對提高，因此，噴水水流壓力與清洗破損率有密切關係。

二、清洗機雛型機之設計

(一) 清洗機雛型機作業機構規劃設計

根據人工清洗芹菜、青蔥、青蒜等蔬菜清洗作業流程，配合抽水馬達、減速機、無段變速馬達、高壓泵、傳動元件、節流閥、不銹鋼網狀輸送帶、可調式水壓與噴水裝置進行蔬菜清洗作業機構配置規劃設計，並試造完成實驗雛型機。

(二) 清洗機雛型機主要作業機構及功能

實驗雛型機之作業流程由進料台、網狀輸送帶、沖洗裝置、淋沖式裝置及出料等作業依序連貫完成（如圖 4），其主要結構依功能而分為：

A. 進料台：進料台之作用是將待清洗蔬菜暫時堆放，便於平舖在網狀輸送帶。

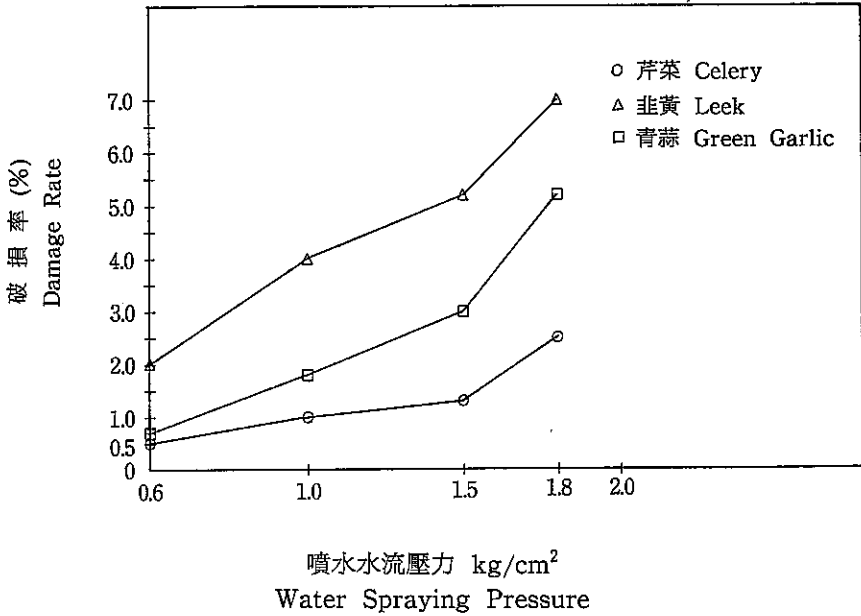


圖 3. 不同噴水壓力對蔬菜清洗破損率之影響

Fig. 3. Effect of different water spraying pressure on the damage rate of vegetable washing process.

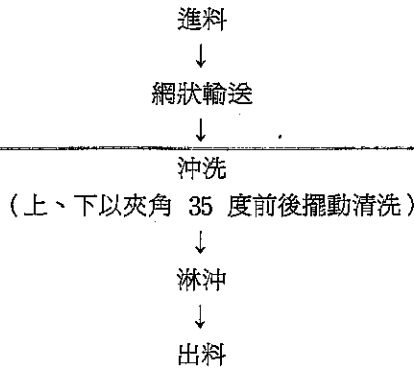


圖 4. 蔬菜清洗機雛型機作業流程

Fig. 4. Operational flow of the proto-type vegetable washing machine.

B. 網狀輸送帶：網狀輸送帶之作用乃對平舖在網狀輸送帶之蔬菜給予適當的作業速度 (3.55 M/min)，將蔬菜帶進沖洗裝置進行清洗，其構造為 SUS304#4500L×700 w×2 mm 之不銹鋼網狀輸送帶、張力調節裝置、骨架及入力傳動裝置等。不銹鋼網狀輸送帶前端 100 公分為平舖行程，中段 250 公分為清洗行程，後段 100 公分為排出行程。

- C. 沖洗裝置：網狀輸送帶來之蔬菜經過沖洗裝置沖洗乾淨後再送出。其構造上方為一排一字型噴頭，以夾角 35 度前後擺動清洗及在其下方為 5 個固定式 4 mm 單孔型噴頭配合清洗作業。
- D. 淋沖式裝置：經過沖洗裝置清洗後之蔬菜莖及葉部含有少量沙土再用 4 個固定式 4 mm 單孔型噴頭以軟水淋沖式清洗，提高根、莖及葉部清洗洗淨率。

洗淨後之蔬菜隨著不銹鋼網狀輸送帶送至末端出口，再由人工定量束成一把，便於搬運到市場銷售。

(三) 清洗示範機主要機構及功能

根據實驗雛型機多次清洗試驗結果，修正完成清洗示範機作業機構配置規劃與製造，作業流程由儲料進料、輸送、沖洗、出料等作業依序連貫完成。其主要構造依功能而分：儲料進料台、網狀輸送機構、沖洗裝置、出料輸送機構等部份。茲分述如次：

A. 儲料進料台

儲料進料台之作用是將待清洗之蔬菜暫時堆放，便於進行進料處理工作，使不同蔬菜給予適當厚度平鋪在網狀輸送帶進入沖洗裝置。其構造為 SUS304#1800L×850 W×1000 H×850 H 之不銹鋼進料台。

B. 網狀輸送機構（如圖 5）

網狀輸送帶之作用乃對平鋪在網狀輸送帶蔬菜給予適當的作業速度，將已平鋪適當厚度之蔬菜帶進沖洗裝置進行清洗，為配合芹菜、青蔥及青蒜不同蔬菜清洗作業，網狀輸送帶前進速度為無段可調式輸送（0.59 M/Min~6.19 M/Min），其構造為 SUS304#4000L×850 W×2 tmm 之不銹鋼網狀輸送帶、張力調節裝置、骨架及動力傳動裝置等，其無段變速馬達馬力為 2 HP。不銹鋼網狀輸送帶前端 100 公分為平鋪行程，中段 200 公分為清洗行程，後段 100 公分為排出行程。

C. 沖洗裝置（如圖 6）

沖洗裝置係由離心式泵浦 $\phi 3" \times 3$ HP、不銹鋼管，壓力調整閥、噴頭、壓送皮帶組等所組成。先由網狀輸送帶將送進來之蔬菜，以同步輸送之壓送皮帶給予適當壓送，經過沖洗洗淨後送出。壓送裝置構造有塑膠平皮帶（1800 L×500 W×1 tmm）、張力調節器、骨架及入力傳導裝置等。沖洗構造分上、下、前、橫四種方式順序沖洗，上、下、前方沖洗之噴頭各為 3 組一字型噴頭，橫沖洗噴頭由 5 個 4 mm 單孔型噴頭以淋沖式清洗，提高根、莖及葉部清洗洗淨率。上沖洗水流壓力為 0.5 kg/cm^2 、下沖洗水流壓力為 0.2 kg/cm^2 、前沖洗水流壓力為 0.9 kg/cm^2 、橫沖洗水流壓力為 0.75 kg/cm^2 。

D. 出料輸送機構（如圖 7）

出料輸送之作用是將已清洗乾淨蔬菜，在輸送中提供人工定量分開，便於人工結束。其構造有塑膠平皮帶（4100 L×800 W×4 tmm），骨架（SUS304#4100L×850 W×850 H×500 H）、張力調節器及入力傳導裝置等。

E. 結束作業平台（如圖 8）

供作清洗乾淨之蔬菜，人工定量結束之用。其構造為 SUS304#2000L×800 W×850 H 之不銹鋼製。

F. 集束輸送機構（如圖 9）

經結束後的蔬菜，由此輸送帶送至末端再由人工裝入紙箱包裝。其構造包括塑膠平皮帶（4100L×800 W×4 tmm），骨架（SUS304#4100L×850 W×800 H×500 H）、張力調節裝置及動力傳導裝置等，其馬力為 0.5 HP。

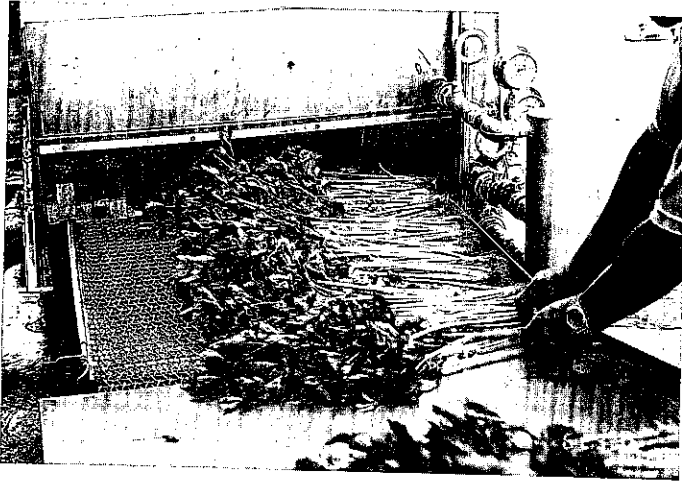


圖 5. 芹菜清洗網狀輸送進料情形

Fig. 5. Celery washing, net conveying and feeding condition.

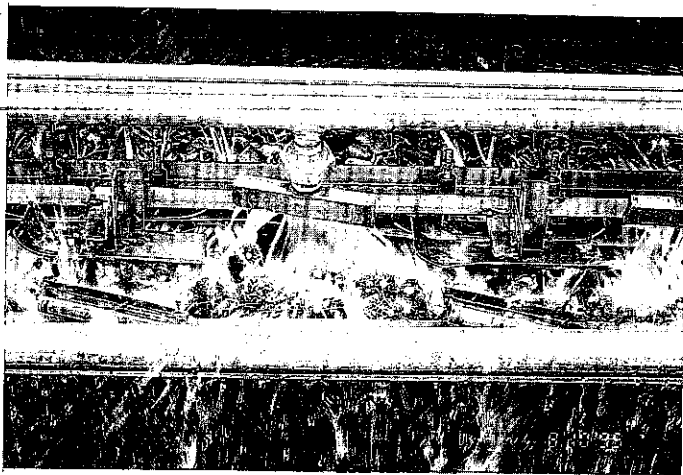


圖 6. 沖洗裝置沖洗芹菜情形

Fig. 6. Celery washing condition of the washing device.

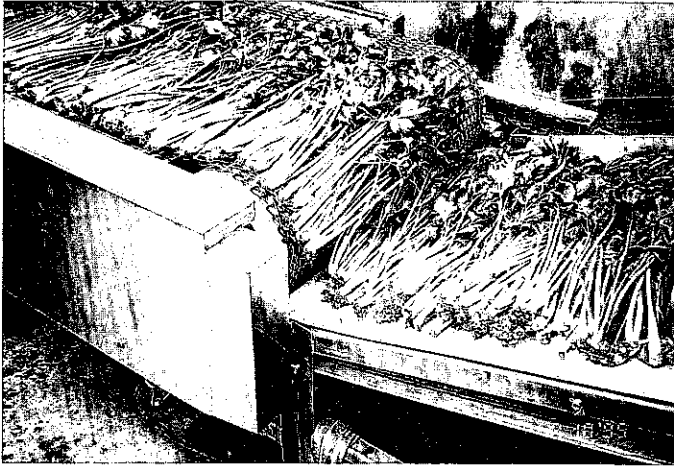


圖 7. 芹菜沖洗後由網狀輸送帶銜接到平面出料輸送帶之出料情形

Fig. 7. Discharging condition of washed celery from the net conveying belt to the flat conveying belt for discharging.



圖 8. 青蔥沖洗後結束作業平台結束作業情形

Fig. 8. Finishing condition of the finishing process platform after washing of scallion.



圖 9. 芹菜沖洗後經集束輸送帶後送裝入紙箱包裝作業情形

Fig. 9. Packaging condition of washed celery from the collecting/conveying belt into the carton.

(四) 清洗機作業方法

採收後之芹菜、青蔥及青蒜可由小貨車或農地搬運車運到產銷班合作農場或集貨場，再用手推車，推到蔬菜清洗機儲料進料台旁邊，清洗機開動後，1人將蔬菜暫時堆放在進料台並給予適當厚度平鋪在網狀輸送帶，網狀輸送帶自動將蔬菜送進沖洗裝置，沖洗乾淨後自動輸送到平面輸送帶，再由1到2人作定量分開及1人作結束作業。結束後的蔬菜再經輸送帶送至末端由1人裝入包裝紙箱。本蔬菜清洗機由進料→網狀輸送→沖洗裝置→網狀輸送→出料輸送→人工結束→輸送包裝等作業一貫完成需 4~5 人工。

三、清洗示範機作業性能試驗

利用研製完成之蔬菜清洗機配合蔬菜產銷班在芹菜、青蔥及青蒜收穫適期，栽培區內進行清洗耐久性能測試，其結果如表 3、表 4 及表 5。性能試驗調查結果顯示，網狀輸送帶前進速度與壓送皮帶前進速度要同步前進輸送，才不會造成蔬菜磨擦損傷，壓送皮帶的壓力要在 0.4 kg 以內，才不會壓傷蔬菜。

表 3. 蔬菜清洗機利用於芹菜試驗調查表

Table 3. Test of vegetable washing machine on celery.

試驗日期 Date of Test	83.10.4	83.10.12
株高 Height of Plant (mm)	650	680
莖長 Length of Stem (mm)	350	358
莖直徑 Diameter of Stem (mm)	8.16	8.07
單株重量 Weight Per Plant (g)	81	80.5
每株莖數 Number of Stems per Plant (支) (piece)	4~6	4~6
網狀輸送帶速度 Speed of Net Conveying Belt (M/Min)	4.47	6.12
平面輸送帶速度 Speed of Flat Conveying Belt (M/Min)	1.84	2.66
壓送皮帶速度 Speed of Pressing/Conveying Belt (M/Min)	4.29	4.83
清洗壓力 Washing Pressure (kg/cm ²)	1	1.1
清洗能力 Washing Capacity (kg/hr)	1200 (400 kg/hr/人) 比人工快8倍 8 times faster than manual work	796 (398 kg/hr/人) 比人工快7.9倍 7.9 times faster than manual work
清洗洗淨率 Cleanliness Rate of Washing (%)	98	98
清洗損傷率 Damage Rate of Washing (%)	1	1
操作人數 Number of Operators (Person)	3	2
人工清洗能力 Capacity of Manual Washing (kg/hr)	50	50

註：每束1公斤

Remark: 1 kg per bunch.

表 3. 蔬菜清洗機利用於芹菜試驗調查表 (續)

Table 3. Test of vegetable washing machine on celery (continued).

試驗日期 Date of Test	83.10.26	83.11.3
株高 (mm) Height of Plant	650	700
莖長 (mm) Length of Stem	290	370
莖直徑 (mm) Diameter of Stem	7.51	9.1
單株重量 (g) Weight Per Plant	72	56
每株莖數 (支) Number of Stems per Plant (piece)	4~6	4~6
網狀輸送帶速度 (M/Min) Speed of Net Conveying Belt	6.19	6.04
平面輸送帶速度 (M/Min) Speed of Flat Conveying Belt	6.48	6.32
壓送皮帶速度 (M/Min) Speed of Pressing/Conveying Belt	6.43	6.27
清洗壓力 (kg/cm ²) Washing Pressure	1.5	1.5
清洗效率 (kg/hr) Washing Capacity	810 (405 kg/hr/人) 比人工快 8.1 倍 8.1 times faster than manual work	951 (317 kg/hr/人) 比人工快 6 倍 6 times faster than manual work
清洗洗淨率 (%) Cleanliness Rate of Washing	98	98
清洗損傷率 (%) Damage Rate of Washing	1	1
操作人數 (人) Number of Operators (Person)	2	3
人工清洗能力 (kg/hr) Capacity of Manual Washing	50	50

註：每束 1公斤

Remark: 1 kg per bunch.

表 3. 蔬菜清洗機利用於芹菜試驗調查表 (續)

Table 3. Test of vegetable washing machine on celery (continued).

試驗日期 Date of Test	84.3 .31	84.5 .15	平均
株高 (mm) Height of Plant	580	650	652
莖長 (mm) Length of Stem	300	305	329
莖直徑 (mm) Diameter of Stem	7~10	7~11	7.6~7.9
單株重量 (g) Weight Per Plant	70.2	71.2	71.8
每株莖數 (支) Number of Stems (piece) per Plant	3~5	3~5	3~6
網狀輸送帶速度* (M/Min) Speed of Net Conveying Belt	5.2	5.2	5.53
平面輸送帶速度 (M/Min) Speed of Flat Conveying Belt	5.4	5.4	4.68
壓送皮帶速度 (M/Min) Speed of Pressing/Conveying Belt	5.4	5.4	5.44
清洗壓力 (kg/cm ²) Washing Pressure	上沖洗水流壓力0.5 Up Water Spraying Pressure 0.5 前沖洗水流壓力0.9 Front Water Spraying Pressure 0.9 下沖洗水流壓力0.2 Drow Water Spraying Pressure 0.2 橫沖洗水流壓力0.75 Transverse Water Spraying Pressure 0.75	上沖洗水流壓力0.5 Up Water Spraying Pressure 0.5 前沖洗水流壓力0.9 Front Water Spraying Pressure 0.9 下沖洗水流壓力0.2 Drow Water Spraying Pressure 0.2 橫沖洗水流壓力0.75 Transverse Water Spraying Pressure 0.75	
清洗能力 (kg/hr) Washing Capacity	960(320kg/hr/人) 比人工快6.4倍 6.4 times faster than manual work	1220(244~305kg/hr/人) 比人工快4.9~6.1倍 4.9-6.1 times faster than manual work	1200(240-400)kg/hr/人) 比人工快5~8倍 5-8 times faster than manual work
清洗洗淨率 (%) Cleanliness Rate of Washing	98	98	98
清洗損傷率 (%) Damage Rate of Washing	1	1	1
操作人數 (人) Number of Operators	3	4~5	3~5
人工清洗能力 (kg/hr) Capacity of Manual Washing	50	50	50

* : 網狀輸送帶速度最慢 0.59 M/min * 最快 6.19 M/min。

* : Speed of net conveying belt slowest 0.59 M/min, fastest 6.19 M/min.

表 4. 蔬菜清洗機利用於青蔥試驗調查表

Table 4. Test of vegetable washing machine on green onion.

試驗日期 Date of Test	83.11.3	84.5.15	平均
株高 (mm) Height of Plant	560	630	595
莖長 (mm) Length of Stem	155	162.7	159
莖直徑 (mm) Diameter of Stem	長徑12.3 Long diameter 短徑 8.6 Short diameter	長徑11.9 Long diameter 短徑 9.1 Short diameter	長徑12.1 Long diameter 短徑 8.85 Short diameter
單株重量 (g) Weight Per Plant	36.4	31.37	33.9
每株莖數 (支) Number of Stems per Plant	2~4	1~5	2~5
網狀輸送帶速度 (M/Min) Speed of Net Conveying Belt	6.04	5.2	5.6
平面輸送帶速度 (M/Min) Speed of Flat Conveying Belt	6.32	5.44	5.9
壓送皮帶速度 (M/Min) Speed of Pressing/Conveying Belt	6.27	5.4	5.8
清洗壓力 (kg/cm ²) Washing Pressure	1.5	上沖洗水流壓力0.5 Up Water Spraying Pressure 0.5 前沖洗水流壓力0.9 Front Water Spraying Pressure 0.9 下沖洗水流壓力0.2 Drow Water Spraying Pressure 0.2 橫沖洗水流壓力0.75 Transverse Water Spraying Pressure 0.75	
清洗能力 (kg/hr) Washing Capacity	786(262kg/hr/人) 786(262kg/hr/person)	1250(320kg/hr/人) 1250(320kg/hr/person)	
清洗洗淨率 (%) Cleanliness Rate of Washing	95	95	95
清洗損傷率 (%) Damage Rate of Washing	1	1	1
操作人數 (人) Number of Operators	3	5	4
人工清洗能力 (kg/hr) Capacity of Manual Washing	55	55	50

表 5. 蔬菜清洗機利用於青蒜試驗調查表

Table 5. Test of vegetable washing machine on green garlic.

試驗日期 Date of Test	84.4.13	
株高 Height of Plant	(mm)	900
莖長 Length of Stem	(mm)	310
莖直徑 Diameter of Stem	(mm)	16.35
單株重量 Weight Per Plant	(g)	113
每株莖數 Number of Stems per Plant	(支) (piece)	1
網狀輸送帶速度 Speed of Net Conveying Belt	(M/Min)	5.01
平面輸送帶速度 Speed of Flat Conveying Belt	(M/Min)	5.30
壓送皮帶速度 Speed of Pressing/Conveying Belt	(M/Min)	5.16
清洗壓力 Washing Pressure	(kg/cm ²)	上沖洗水流壓力0.5 Up Water Spraying Pressure 0.5 前沖洗水流壓力0.9 Front Water Spraying Pressure 0.9 下沖洗水流壓力0.2 Drow Water Spraying Pressure 0.2 橫沖洗水流壓力0.75 Transverse Water Spraying Pressure 0.75
清洗能力 Washing Capacity	(kg/hr)	1500
清洗洗淨率 Cleanliness Rate of Washing	(%)	95
清洗損傷率 Damage Rate of Washing	(%)	1
操作人數 Number of Operators	(人) (Person)	4
人工清洗能力 Capacity of Manual Washing	(kg/hr)	70

四、經濟效益分析及示範推廣

(一) 機械作業成本評估：

機械作業成本之估計，包括固定成本與變動成本，其考慮因子有機械年作業清洗量、貸款年利率、農機購入價格、耗電量常數、機械折舊殘存比、操作人員工資、機械總修理係數、操作人員數、作業能力、總作業時數與機械馬達馬力等。機械作業成本採用估算式如下：

$$Ca = \frac{P(1-\alpha+Cr)}{Fc \times TH} + \frac{i}{2} (1+\alpha) \frac{P}{A} + (1.3 \times K \times HP + Lc \times PPM) \frac{1}{FC}$$

Ca	：每公斤作業成本	
A	：年作業清洗量	3,744,000 公斤
i	：年利率	4.5 %
P	：農機價格	300,000 元（農機廠商定價）
K	：耗電量常數	1.56 元/度（基本農業用電）
α	：折舊殘存比	通常為農機價格的 10%
Lc	：工 資	100 元/小時（800 元/天×天/8 小時）
Cr	：總修理係數	農機價格的 50 %
PPM	：操作人員	4 人（不含包裝）
Fc	：作業能力	1,200 公斤/小時
TH	：總作業時數	24,960 小時 (8 小時/天×26天/月×12月/年×10年)
HP	：機械馬達馬力	5.5 馬力

* 以芹菜清洗計算

將上述資料代入上式可得每公斤作業成本為：

$$Ca = 0.01402 + 0.00198 + 0.34262 = 0.35862 \text{元 (元/公斤)} = 6,091 \text{元 (元/公頃)}$$

(二) 機械作業與人工作業之比較

根據上述作業試驗結果，使用本機進行清洗作業每小時 1,200 公斤，以 4 人共同作業則每公頃共需 56.6 工時（每公頃產量 16,985 公斤），據以計算機械作業成本每公斤需 0.35862 元。而根據調查，人工清洗芹菜作業每公頃需 339.7 工時（粗洗→水桶精洗→結束，每人每小時 50 公斤），若以每天工資 800 元計算，則每公斤所需的清洗作業費用 2 元。因此以芹菜清洗為例，機械清洗作業與人清洗作業方式比較，在作業工時方面，每公頃可節省 283.1 工時，即可節省 83.3% 以上工時；而就清洗作業成本而言，芹菜年栽培面積 1,683 公頃，每公頃產量 16,985 公斤，人工清洗作業費用每公頃 33,970 元，機械清洗作業費用每公頃 6,091 元，可較人工作業每公頃節省 27,879 元。據以估算全年可節省清洗作業費用達 46,920,000 元以上。

(三) 示範推廣

為加速蔬菜清洗作業全面機械化，本機於 84 年 12 月已辦理技術移轉吉利機械工廠（台南縣善化鎮成功路 387 號）商品化生產，並經台灣省農業試驗所於 85 年 4 月 16 日

性能測定通過，並申請列入國產新型農機補助，以減輕農民購置成本負擔。

結 論

- 一、本蔬菜清洗機由不銹鋼製成，抽水馬達 $\phi 3'' \times 3$ HP，減速馬達 2 HP，可任意調整輸送帶作業前進速度 (0.59 M/Min~6.19 M/Min)。
- 二、以本蔬菜清洗機配合蔬菜產銷班進行實際清洗試驗結果顯示，清洗芹菜作業能量 1,200 kg/hr，青蔥 1,250 kg/hr，青蒜 1,500 kg/hr，清洗芹菜作業效率比人工快 5~8 倍以上。
- 三、清洗效果佳，芹菜洗淨率達 98% 以上，損傷率 1% 以下。青蔥洗淨率達 95% 以上，損傷率 1% 以下。青蒜洗淨率達 95% 以上，損傷率 1% 以下。
- 四、芹菜機械清洗與人工清洗作業比較，在作業工時方面，機械清洗每公頃可節省 283.1 工時，即可節省 83.3% 以上工時，在清洗作業成本方面，機械清洗每公頃可節省 27,879 元。

誌 謝

本計畫承中正農業科技社會公益基金會經費贊助及行政院農業委員會、台灣省政府農林廳的輔導，計畫執行期間承本場陳前場長榮五、黃場長山內、作物環境課陳課長文雄等全力支持與指導、農機研究室同仁林正昌、李慶成、梁紹發、鄭明賢、鄭志峰等先生之協助及西螺鎮詔安合作農場林理事長宗憲、林場長安助等全力配合，始得完成，本文稿承蒙本場葉副場長忠川及行政院農業委員會李科長廣武斧正，謹此致謝。

引用文獻

1. 台灣農業年報·1992·台灣省政府農林廳印行。
2. 古谷正·1983·野菜之調製用機械。野菜機械化栽培の手引日本農業機械化協會。
3. 陳立明·1992·自動控制。
4. 專業栽培蔬菜 30 種。豐年社。P.76~86、P.110~113。
5. 馮丁樹·1986·農業工程導論。徐氏基金會出版。
6. 張兆豐·1986·標準機械設計圖便覽。臺隆書店。
7. 楊惠春·1976·機械設計。百成書店印行。
8. 萬迪棟、梁文傑、曹友興·1972·流體力學。大中國圖書公司印行。
9. 關昌揚·1969·農業機械學概論。徐氏基金會出版。
10. Kepner, R. A., Roy Bainer and E. L. Barger, 1978. Principles of Farm Machinery, 3rd edition, P.464~504.
11. Jemsen, M. E., 1983. National Research Program Leader, Water Management Science and Education Administration, Agricultural Research U.S. Department of Agriculture, Beltsville, MD 20705.
12. Nelson, P. V., 1985. Greenhouse Operation and Management. 3rd edition, Department of Horticultural Science, North Carolina State University, SB415, N44 P.34.

Study on the Vegetable Washer¹

Shih, C. T.², J. J. Cheng², and T. Y. Lu²

Summary

According to the processes of washing vegetable by man, we improved the experimental washer and manufactured the prototype machine. The field test were held in the vegetable production areas. The result of test showed that the washing capacity were 1,200 kg/hr for celery, 1,250 kg/hr for green onion, 1,500 kg/hr for green garlic respectively. When prototype machine was used to wash celery, the cleaned rate was 98% but damaged rate was under 1%. The similar condition for green garlic, cleaned rate was 95% but damaged rate still under 1%. The functions of prototype were definite by farmers, so this machine maybe developed to wash other vegetable, such as water convolvulus, edible amaranth and pak-choi, for raising the utilization.

Key words: vegetable, washer.

Accepted for publication: August 31, 1996.

-
1. Contribution No. 231 from Tainan District Agricultural Improvement Station.
 2. Assistant, Associate Researcher and Assistant, Respectively, Tainan DAIS. 350 Section 1, Lin-Sen Road, Tainan 70125, Taiwan, R.O.C.