

蔬菜清洗機之引進及機械性能評估研究

張金發

摘要

本研究目的在探討日本引進之佐騰SJX-72 S型蔬菜清洗機在本省之適用性，本機係利用噴射式高壓霧狀水流清洗原理，配合72個螺狀排列之噴嘴，作多方向及多角度之清洗，可應用於多種蔬菜之清洗，根莖類蔬菜如蘿蔔、蔥、蒜、芹菜等，葉菜類蔬菜如小白菜、萵苣、青梗白菜、菠菜、空心菜等，並可依清洗蔬菜之種類調整壓力，清洗效果良好。本機最理想之高壓噴霧水流壓力為 1.5kg/cm^2 ，當輸送帶前進速度為 5.12m/min 之條件下清洗白菜，其清洗率達92%，清洗效率每小時可達280公斤，比人工清洗每小時30公斤快約9.33倍，機械清洗效率高，且清洗率符合一般市場要求之標準，由成本分析得知，機械清洗每100公斤之成本為201.66元較人工清洗每100公斤成本480.77元可節省279.11元。就以機械清洗效率每天平均達1,944公斤計算，可節省5,412元，建議改良清洗機後端加設結束機及稱重裝置，以便搬運，使蔬菜自清洗、稱重、結束、包裝為一貫機械化作業。

關鍵詞：清洗機、蔬菜。

前言

本省蔬菜年栽培面積達20萬公頃以上，年產量約300萬公噸，農民為了增進生產收益，皆將採收之蔬菜加以清洗，以提升蔬菜品質及市場拍賣價格。目前本省蔬菜清洗作業主要仍依賴人工，由於農村勞力短缺及老化，導致僱工不易、工資高漲，直接提高生產成本，加以國人生活習慣及飲食型態之改變，對蔬菜品質要求提高，更增加清洗處理之勞力。為了供應高品質之蔬菜，避免人為疏忽造成蔬菜損傷或處理環境衛生條件所造成蔬菜之污染⁽²⁾蔬菜清洗機之採用，是未來農民以降低清洗成本，提高生產收益之過程所殷切需要之工具。

本省之蔬菜產銷習慣，根莖類蔬菜如蘿蔔、蔥、蒜、芹菜等，葉菜類蔬菜如小白菜、萵苣、青梗白菜、菠菜、空心菜等，都必須先行清洗之後再運到市場銷售。傳統式的清洗方法係蔬菜採收後，於集貨場之水溝邊或水池清洗，或者於空地排成一列，利用高壓噴霧機噴出高壓水流加以沖洗^(3,4)。以上兩種方法既費時又費工，易因人為疏忽造成蔬菜損傷，目前市面上無清洗機供農民使用。民國82年本桃園場在行政院農委會經費補助下，引進日本佐騰牌SJX-72 S型蔬菜清洗機⁽¹⁾，並探討其性能及清洗效率，以解決蔬菜清洗問題。

材料與方法

本試驗清洗之蔬菜種類包括葉菜類如莧菜、萵苣、菠菜、白菜、茼蒿、空心菜、芹菜等及根莖菜類如山葵、紅蘿蔔、白蘿蔔、生薑、牛蒡等。有關本清洗機之規格與性能如表1、圖1、圖2及圖3。

表1. 蔬菜清洗機(SJX-72 S型)之規格與性能表

Table 1. The specification and performance of vegetable washing machine (Type : SJX-72 S).

項 目	規 格 與 性 能	備 註
機械尺寸	長330×寬75×高110公分	重量：300公斤。
輸 送 帶	寬度50公分	網狀不銹鋼製。
輸送速度	1-6公尺/分鐘	可前進或後退。
洗菜能力	葉菜類蔬菜280-550公斤/小時	依蔬菜種類不同而異。
噴 嘴	72個，噴嘴孔徑1.7mm	螺旋狀排列。
馬 達	90W + 200W 單相各一個	電源100V，15A。
抽 水 機	口徑50mm，出水量250 l/min	排水口徑 ϕ 1/2"。

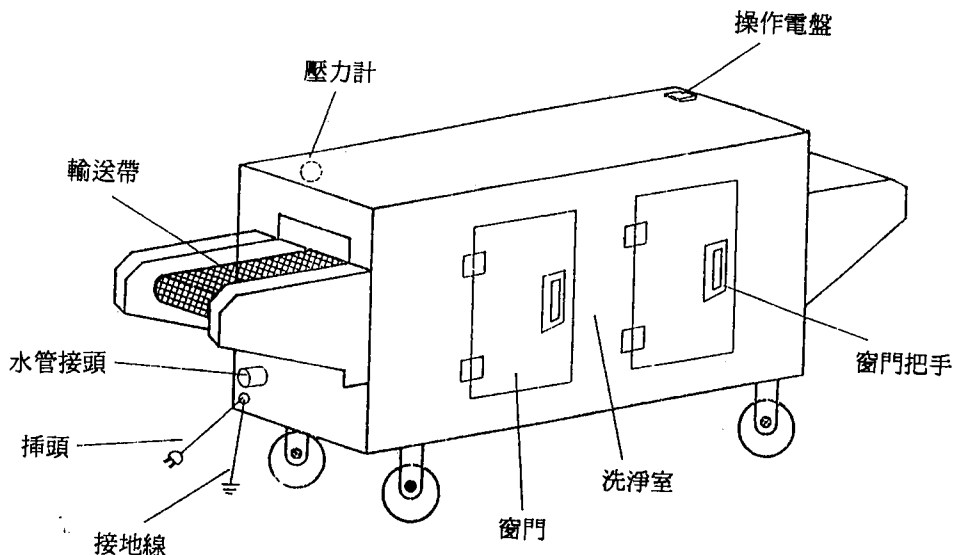


圖1. 蔬菜清洗機之各部名稱

Fig 1. Parts for washing machine.

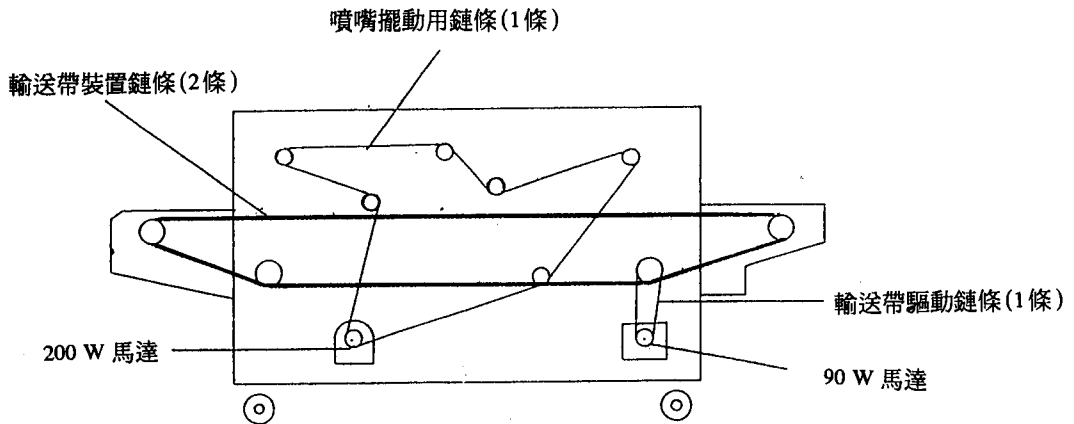


圖2. 連條傳動系統圖

Fig 2. The power transmission of drive chain.

A. 清洗根莖菜類蔬菜之圓柱型噴嘴

B. 清洗葉菜類蔬菜之扇型噴嘴

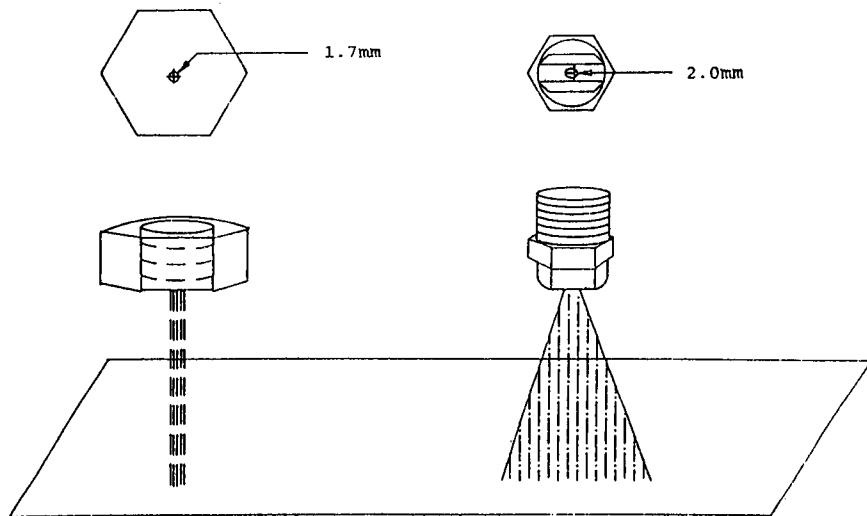


圖3. 清洗機組清洗噴嘴之規格比較

Fig 3. Comparison of two types of washing nozzles.

試驗方法先搜集目前葉菜類蔬菜之清洗與捆紮包裝方法等基本資料並分析探討，供清洗機試驗改良之參考。調查葉菜類蔬菜之物性每株成熟蔬菜的葉片數、葉片莖長、重量、葉寬、葉長及根長等物性，作為機械清洗水流壓力之參考⁽⁷⁾。於蔬菜專業區內進行蔬菜清洗機之清洗測試及性能調查，評估機械作業性能及使用效率。

於空車運轉下，量測 SJX-72 S 型清洗機之各項性能包括水流量、清洗水壓、輸送帶各段速度及耗水量^(5,6)。親往產地或市場購買試驗蔬菜，剔除採收時損傷之蔬菜於不同之管路壓力、流量及輸送帶速度下進行下列各項測試：

一、清洗率

本測試重覆3次，每次選取不乾淨之蔬菜各30株投入清洗，清洗後再逐一目視檢查各蔬菜根部及表面是否洗淨(是否仍殘留泥土)，再以公式計算其清洗率。

$$\text{計算公式：清洗率}(\%) = (\text{清潔蔬菜數}/30) \times 100$$

二、損傷率

本測試重覆3次，每次清洗前隨機選取受測蔬菜30株，作為損傷之對照樣本，清洗後以目視方法量測清洗損傷率。

三、腐敗率

選取經清洗之蔬菜30株為樣本，將所有樣本置於高溫高濕(30°C, 90 % RH以上)之恆溫恆濕箱中1至4日，再以目視觀察其霉腐劣化情形，據以求其霉腐劣化增加率。

四、耗水量

$$\text{計算公式為 } W = L \times T$$

W：耗水量(公升)

L：各管路壓力所對應之單位時間耗水量(公升/分)

T：各輸送帶刻度所對應之蔬菜在輸送帶滯留時間(分)

五、耗電量

$$\text{計算公式為 } Q = (1.732 \times A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2) / 1000$$

Q：耗電量(千瓦)。

A₁：抽水馬達之安培數。

V₁：抽水馬達之伏特數(220V)。

A₂：各輸送帶刻度所對應之輸送帶馬達安培數(2.8A)。

V₂：各輸送帶刻度所對應之輸送帶馬達伏特數(110V)。

六、工作效率

以單位時間處理量計算，計算公式如下：

$$R = 60 \times U \times W / D。$$

R：工作效率(公斤/時)。

U：各輸送帶刻度所對應之輸送帶線速度(公尺/分)。

W：單株重量(公斤/株)或集束重量(公斤/束)。

D：單株寬度(公尺/株)或集束寬度(公尺/束)。

結 果

一、葉菜類蔬菜之物性調查

調查每株成熟蔬菜的葉片數、株高、展幅、重量、最大葉片莖長、最大葉片長度、最大葉片寬度及根長等物性，作為機械清洗水流壓力之參考，經調查小白菜與油菜之物性結果如表2。

表2. 蔬菜物性調查表

Table 2. The physical characteristics of vegetables.

作 物	生育日數 (天)	株高 (cm)	展幅 (cm)	葉片數 (片)	單株 重量 (g)	最大葉片 莖長 (cm)	最大葉片 長度 (cm)	最大葉片 寬度 (cm)	根長 (cm)
小 白 菜	25	21.0	16.5	5.0	10.5	9.0	21.0	8.5	7.5
油 菜	30	27.0	12.5	4.0	7.5	16.5	26.5	7.5	6.5

二、不同噴霧水流壓力對蔬菜清洗率及損傷率之影響

噴嘴共有72個依螺旋排列，噴嘴孔徑1.7mm，利用高壓噴射之霧狀水流來清洗蔬菜，由不同噴霧水流壓力0.5、1.0、1.5及2.0 kg/cm²，對小白菜、油菜、青梗白菜、空心菜、菠菜及莧菜等清洗效率之試驗得知，噴霧水流壓力愈高清洗率愈好，但損傷率愈高。當噴霧水流壓力在2.0kg/cm²時清洗率達92%以上，清洗效果雖然很好，但損傷率達19.5%以上，尤其對菠菜清洗時，損傷率高達25%，已失市場價值。再者，噴霧水流壓力低則損傷率低，相對的清洗率低，當噴霧水流壓力在0.5kg/cm²時，雖然損傷率只有1%以下，但清洗率只有78.5%以下，顯然無法完全清洗乾淨。經多次測試探討噴霧水流壓力，當在1.5kg/cm²時其清洗率達90~96%，損傷率僅5%以下，清洗效果好，故本機理想之噴霧水流壓力為1.5kg/cm²(如表3、4)。

表3. 不同噴霧水流壓力對蔬菜清洗率之影響

Table 3. The effect of water pressure on cleaning efficiency.

噴霧水流壓力 (kg/cm ²)	小白菜 (%)	油菜 (%)	青梗白菜 (%)	空心菜 (%)	菠菜 (%)	莧菜 (%)
0.5	75.0	78.5	76.0	77.0	76.5	77.5
1.0	85.0	91.0	89.0	91.0	87.0	90.0
1.5	92.0	93.0	90.0	94.0	92.0	96.0
2.0	94.0	94.0	92.0	95.0	94.0	97.0

表4. 不同噴霧水流壓力對蔬菜損傷率之影響

Table 4. The effect of water pressure on the injury rate.

噴霧水流壓力 (kg/cm ²)	小白菜 (%)	油菜 (%)	青梗白菜 (%)	空心菜 (%)	菠菜 (%)	莧菜 (%)
0.5	1.0	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5
1.0	4.5	3.0	3.0	3.5	4.0	3.5
1.5	5.0	4.0	4.5	4.5	5.0	4.0
2.0	24.5	21.0	19.5	23.0	25.0	21.5

三、不同栽培土壤對清洗率之影響

由試驗得知，當噴霧水流壓力調整為1.5kg/Cm²時，清洗由砂土栽培之小白菜、油菜、青梗白菜、空心菜、菠菜及莧菜等之清洗率均達93%以上，其中莧菜清洗淨率達97%最為理想。其次砂質壤土栽培之蔬菜清洗率也達90%以上。再次為壤土栽培之蔬菜清洗率為82.5%~88%之間較不理想。至於黏質壤土栽培之蔬菜清洗率最差，只有76%~78.5%，已失市場價值。因此，蔬菜之清洗率與栽培之土質有密切關係(如表5)。

表5. 不同栽培土壤對清洗率的影響

Table 5. The effect of cultivation soil on cleaning rate.

土壤	小白菜 (%)	油菜 (%)	青梗白菜 (%)	空心菜 (%)	菠菜 (%)	莧菜 (%)
砂土	93.5	95.0	93.5	96.0	94.0	97.0
砂質壤土	92.0	93.0	90.0	94.0	92.0	96.0
壤土	84.0	82.5	87.0	86.5	86.5	88.0
黏質壤土	76.5	78.0	76.0	77.5	78.5	77.0

四、蔬菜清洗機與人工清洗效率比較

蔬菜機械清洗之損傷率與噴霧水流壓力大小成正比，當噴霧水流壓力太強時，對葉片愈會造成灼傷現象，因此水流壓力愈強，蔬菜灼傷率愈高，當高壓噴霧水壓調整到1.5kg/cm²，輸送帶前進速度5.12m/min情況下清洗小白菜之效率每小時可達280公斤。比人工清洗每小時30公斤快約9倍(如表6)。

如果水源中細小的雜物較多，幫浦吸入口之濾網或噴嘴較容易阻塞，影響清洗效果，故需採用乾淨之水源來清洗。

表6. 機械清洗與人工清洗效率比較

Table 6. Efficiency comparison between washing machine and labor.

清洗方法	小白菜	油菜	青梗白菜	空心菜	菠菜	莧菜	平均
機械(kg/hr)	280	260	240	210	220	250	243
人工(kg/hr)	30	26	25	23	24	27	26

註：噴霧水流壓力1.5kg/cm²，輸送帶前進速度5.12m/min，噴嘴孔徑1.7mm

五、使用成本效益分析

蔬菜清洗機一台購入價格為50萬元，使用年限10年，其殘值約25,000元。機械清洗之成本包括：機械折舊費6.69元/100kg、機械投資利息以年利率10%計算為3.70元/100kg、機械維護費每年50萬元之10%計算為27.05元/100kg、水電耗用費為40.79元/100kg、機械操作工資以技術工每天2工，每工1,200元計算為123.46元/100kg，合計機械清洗成本為201.66元/100kg，而人工清洗則為480.77元/100kg。兩者相較，機械清洗每百公斤可節省279.11元(表7)。

表7. 蔬菜清洗機與人工清洗成本分析

Table 7. Cost analysis of vegetable washing machine and washed by man power.

項 目	使用成本(元/100kg)		說 明
	機 械	人 工	
機 械 折 舊 費	6.69		$(500,000 - 25,000) \div 10 \text{年} \div 365 \text{天} \div 1,944 \text{kg/天} \times 100 \text{kg}$
機 械 利 息	3.70		$(500,000 + 25,000) \div 2 \times 10\% \div 365 \text{天} \div 1,944 \text{kg/天} \times 100 \text{kg}$
維 護 費	27.05		$(500,000 \times 10\% \div 365 \text{天} \div 1,944 \text{kg/天} \times 100 \text{kg} + \text{潤滑油} 20 \text{元}/100 \text{kg}$
水 電 費	40.76		$2.8 \text{元} \times 5 \text{度/小時} \div 243 \text{kg/小時} \times 100 \text{kg} + \text{水費} 35 \text{元}/100 \text{kg}$
機 械 操 工 資	123.46		$1,200 \text{元/天} \times 2 \text{工} \div 1,944 \text{kg/天} \times 100 \text{kg}$
人 工 清 洗 工 資		480.77	$1,000 \text{元/天} \div 208 \times 100 \text{kg}$
合 計	201.66	480.77	

註：由表6平均值換算之。

討 論

蔬菜清洗機之噴嘴共有72個，設計為旋狀排列，利用高壓霧狀水流擺動清洗蔬菜。其噴嘴孔徑1.7mm當水流壓力調整於1.5kg/cm²，輸送帶前進速度5.12m/min情況下，以清洗小白菜為例，其洗淨率可達92%，工作效率每小時可達280公斤。比人工清洗每小時30公斤快約9.33倍。但如果噴霧水流壓力太強，在2.0kg/cm²以上時，對葉片產生灼傷現象，為解決此現象必將水流壓力調整適當，以便達到理想之噴霧水流壓力。

本清洗機可適用於大部份之葉菜類蔬菜如小白菜、油菜、青梗白菜、空心菜、菠菜及莧菜等之清洗應用。由使用成本分析比較得知，機械清洗效率高，每天平均清洗量達1,944kg，每100kg之使用成本為201.66元與人工清洗量每天208公斤，每100公斤之成本480.77元比較，可節省279.11元，一天可節省5,425.9元，可知節省相當多之成本，且蔬菜清洗機適用於清洗根莖類蔬菜，無採收季節之限制可作全天候作業，對於農忙期可節省大量工時。

本機清洗效率符合一般市場所要求之標準，並可提高品質。有時噴嘴會有阻塞現象，是由於水源中雜質太多，為降低此阻塞情形需在幫浦吸入口處加設濾網，或水源本身加以濾清作用。為提高清洗機之工作效率，建議改良蔬菜清洗機後方之末端加設結束裝置，使蔬菜清洗後同時結束成一小把，以便搬運並提高商品價值，以達蔬菜自清洗、稱重、包裝一貫機械化作業。

參考文獻

1. 古谷正。1983。野菜の調製用機械。野菜機械化栽培の手引 日本農業機械化協會。
2. 郭正鑑譯著。1982。定溫型熱水自動冷卻器研製。
3. 馮丁樹譯著。1978。農業工程導論。徐氏基金會出版。
4. 關昌揚譯著。1975。農業機械學。徐氏基金會出版。
5. Mechanising vegetable production, 1978. J. Robertson For Limited.
6. Mechanical engineering design, 1977. J.E.Shigley MCGROW HILL book Co.
7. Principles of farm machinery, 1972. B.A. Kepner et al, AVL. Publishing Co.

Evaluation Study on the Performance of Imported Washing Machine for Vegetable

Chin-fa Chang

Summary

In Taiwan, most of leaf vegetables are still washed by man power before delivering to the markets. Due to the labor shortage and the increase of labor wage, vegetable cleaning gradually becomes a heavy task of vegetable production in Taiwan. In order to solve the emergent problem, a Japanese made vegetable cleaning machine (SJX-72 S) was imported for its feasibility study in Taiwan. The machine, equipped with 72 spiral arranged nuzzles, utilized high presure foggy water to clean the vegetable with multiple directions. The stream pressure could be adjusted for cleaning different kinds of vegetables. The results of the test showed that when water pressure adjusted to 1.5 kg/cm^2 and feeding speed adjusted to 5.12 m/min , Pei-tsai could be cleaned 280 kg per hour which was 9.33 times faster than that by man power. The cleaning rate of the machine for pei-tsai could reach 92% and the quality after cleaning could also meet the market's needs. Most of leaf vegetables such as pei-tsai, lettuce and water convolvulus etc, could be clerned by the machine.

Key words : Washing machine, Vegetable.