

蒜頭剝瓣選別分級機之研製¹

施清田 鄭榮瑞²

摘 要

施清田、鄭榮瑞·1999·蒜頭剝瓣選別分級機之研製。台南區農業改良場研究報告第 36：59~68。

蒜頭剝瓣選別分級機之研製流程是根據原來傳統人工作業的手剝或腳踏剝瓣、風選分離蒜膜、梗及什物，最後再以人工篩選檢除損壞蒜瓣的分段作業等過程，規劃研製蒜頭剝瓣、選別及分級一貫作業機。在播種期進行剝瓣選別分級試驗。試驗結果顯示，剝瓣選別分級作業能力 1,000 kg/hr 以上，剝瓣損傷增加率 3% 以下，單瓣率 97% 以上，夾什率 1.6% 以下，分級精度 97% 以上。以二人共同作業每公頃共需 0.25 人日。機械作業成本每公斤為 0.51 元，每公頃為 526 元。人工剝瓣選別分級作業每公頃需 12.1 人日，人工作業成本每公斤為 9.4 元，每公頃為 9,680 元。機械剝瓣選別分級作業與人工剝瓣選別分級作業比較，在作業工時方面，每公頃可節省 11.85 人日，即可節省 97.9% 以上工時。在作業成本方面，以人工剝瓣選別分級作業費用每公頃需 9,680 元，機械剝瓣選別分級作業費用每公頃需 526 元，可節省 94.6%。

關鍵詞：蒜頭、剝瓣、選別、分級機。

接受日期：1999 年 3 月 29 日。

前 言

蒜頭為國人食用、調味佐料，蒜頭之萃取成分也可提供製藥或作健康食品，如蒜頭精。全省蒜頭播種面積 7,381 公頃，青蒜種植面積 1,824 公頃，合計種植面積達 9,205 公頃，年產量 79,031 公噸及 35,167 公噸。主要產區分佈於雲、嘉、南等地區^(1,11,12)。目前本省商品化蒜頭剝瓣機僅用於加工，若使用在種苗剝瓣，損傷率高達 14% 以上，影響蒜種發芽缺株嚴重，農民無法接受，故種苗用皆以人工剝瓣，所需人工費用不貲。目前勞力短缺及工資高漲情況下，蒜種剝瓣機械化亟待解決。蒜種剝瓣由於無適用剝瓣機，播種農戶大部份利用晚上閒暇剝瓣再經選別分級。根據調查，蒜頭及青蒜每公頃種苗使用量經剝瓣後平均需 1,026 及 1,317 公斤，全年種苗使用量約 8,658 公噸。傳統剝瓣方式係以人工手剝瓣或腳踏剝瓣，費時又辛苦，人工剝瓣每人每小時作業能量平均 11.5 公斤。估計人工剝瓣作業每公頃平均需 11.15 人日，剝瓣後人工篩選分級每小時平均 135 公斤，估計人工篩選分級作業每公頃平均需 0.95 人日。兩者合計需 12.1 人日，人工剝瓣費用每公頃平均需 8,920 元。人工篩選分級費用，每公頃平均需 760 元（800 元/人工計算）。合計人工剝瓣選別分級費用每公頃平均需 9,680 元，據以計算人工作業成本每公斤為 9.4 元（1,026 公斤/公頃計算）。因此鑑於農民對蒜種機械化剝瓣、選別及分

¹ 行政院農業委員會台南區農業改良場研究報告第 251 號。本計畫經費承行政院農業委員會補助，謹此致謝。

² 台南區農業改良場助理、副研究員。台南市林森路一段 350 號。

級作業迫切需求，台南區農業改良場已研製完成種苗用蒜頭剝瓣選別分級機，經試驗及示範觀摩結果，已達實用階段。可達到疏解農村對蒜頭剝瓣選別分級勞力之不足及降低生產成本，增加農民收入。

材料與方法

一、試驗材料及設備

蒜頭剝瓣機及選別分級機實驗機。剝瓣選別分級機作業機構規劃設計，係根據人工作業的手剝或腳踏剝瓣、風選分離蒜膜、梗及雜物，最後再以人工篩選檢除損壞蒜瓣的分段作業過程，配合馬達減速機 1HP、無段變速馬達、傳動元件、橡膠滾輪、軸承、齒輪、輸送帶、風鼓、篩網分級等作業機構配置規劃設計與試造完成實驗機。

二、試驗方法

- (一)物性調查與基本試驗—調查蒜球的直徑、長度、重量、瓣數、每個蒜球雜物重、蒜球梗長度、蒜瓣的直徑、長度、重量及含水率等農藝性狀。利用物性測定儀測定蒜球及蒜瓣抗壓力，作為機械剝瓣選別分級機雛型機各部機構規劃設計、剝瓣橡膠滾輪硬度及各組剝瓣橡膠滾輪間隙大小及選別分級篩網目大小與風鼓風速流量大小之參考。
- (二)剝瓣機及選別分級機之設計^(3,4,6,8,9)—根據人工剝瓣篩選分級等作業流程及剝瓣篩選分級作業品質的要求，進行蒜頭剝瓣選別分級機雛型機作業流程與作業機構配置規劃，經由進料槽、剝瓣橡膠滾輪、出料槽、出料輸送裝置、選別分級裝置等整體設計檢討分析並試造實驗雛型機。機械製造完成後配合播種適期持續進行機構功能測試分析，由剝瓣橡膠滾輪、出料輸送裝置、選別分級裝置等各部測試結果整理分析後，輔導合作廠商根據試驗結果，進行各部機構修改。
- (三)剝瓣選別分級機作業性能試驗^(2,7,10)—調查記錄剝瓣選別分級機作業性能、作業速度、作業能力、作業精度及作業機構故障損傷情形，以評估各機構強度、連續作業能力。
- (四)經濟效益分析—根據試驗結果分析剝瓣選別分級機作業性能及使用經濟效益。

結果與討論

一、物性調查—調查蒜頭農藝性狀，作為蒜頭剝瓣機與選別分級機設計製造之參考。

- (一)蒜頭物性調查：在雲林縣虎尾鎮及台南縣七股鄉生產的蒜頭各調查 100 個蒜球的直徑（長徑與短徑）、長度、重量、瓣數、每個蒜球什物重及蒜球梗長度，蒜瓣的直徑（長徑與短徑）、長度、重量及含水率等物性之平均值。經調查蒜頭之物性結果如表 1。
- (二)蒜瓣抗壓力試驗：利用物性測定儀調查 100 個蒜球及蒜瓣承受壓力之平均值，作為剝瓣機橡膠滾輪規劃設計時考慮的形狀及硬度大小，對剝瓣作業時產生的損傷情形之參考，其結果由表 2 可知蒜瓣的直徑愈大及長度愈長承受的壓力愈大。測試時蒜頭含水率為 61.04%，在 80℃ 風乾 7 天乾基計算。

二、蒜頭剝瓣選別分級機之設計^(3,4,5,13)

(一)剝瓣選別分級機作業機構規劃設計

根據人工作業的手剝或腳踏剝瓣、風選分離蒜膜、梗及雜物，最後再以人工篩選檢除損壞蒜瓣的分段作業過程，配置規劃設計與試造完成實驗機，蒜頭剝瓣機作業流程為剝瓣、選別及分級一貫作業，其作業流程如圖 1。

表 1. 蒜頭物性

Table 1. Garlic Physical Properties.

產地別及品種 Place & Species		虎尾、大片黑 Hu - Wei	七股、大片黑 Chi - Ku
蒜球直徑 (mm) Bulb Dia. (mm)	長徑 long-dia.	60.58	57
	短徑 short-dia.	50.71	48
蒜球長度 (mm) Bulb length (mm)		43.78	38.2
蒜球梗長度 (mm) Bulb stem length (mm)		56	50
蒜球重量 (克/球) Bulb weights (g/unit)		52.64	43.88
每個蒜球什物重 (克/球) Impurity weight per bulb (g/unit)		2.88	2.15
蒜球瓣數 (瓣/球) Number of garlic cloves (clove/unit)		14.55	17
蒜瓣直徑 (mm) Clove diameter (mm)	長徑 long-dia	16.64	13.88
	短徑 short-dia	13.86	12.65
蒜瓣長度 (mm) Clove length (mm)		32.06	27.43
蒜瓣重量 (克/瓣) Clove weight (g/units)		2.8	2.4
蒜瓣含水率 (%) Moisture content of cloves (%)		55.2	53.57

表 2. 蒜球及蒜瓣承受壓力

Table 2. Tolerating Pressure of Garlic Bulb and Clove.

	蒜球 Garlic Bulb		蒜瓣 Garlic Clove								
	長徑 Long	短徑 Short	一級蒜瓣 Grade 1			二級蒜瓣 Grade 2			三級蒜瓣 Grade 3		
			長徑 L	短徑 S	頭尾比 Top/end	長徑 L	短徑 S	頭尾比 Top/end	長徑 L	短徑 S	頭尾比 Top/end
承受壓力 (kg) Tolerating Pressure (kg)	5.86	5.54	2.58	2.47	1.17	2.31	2.11	0.8	2.19	2.15	0.86

註：一級蒜瓣是利用選別分級篩網 16 mm 目以上者。

二級蒜瓣是利用選別分級篩網 10~16 mm 目以內者。

三級蒜瓣是利用選別分級篩網 10 mm 目以內者。

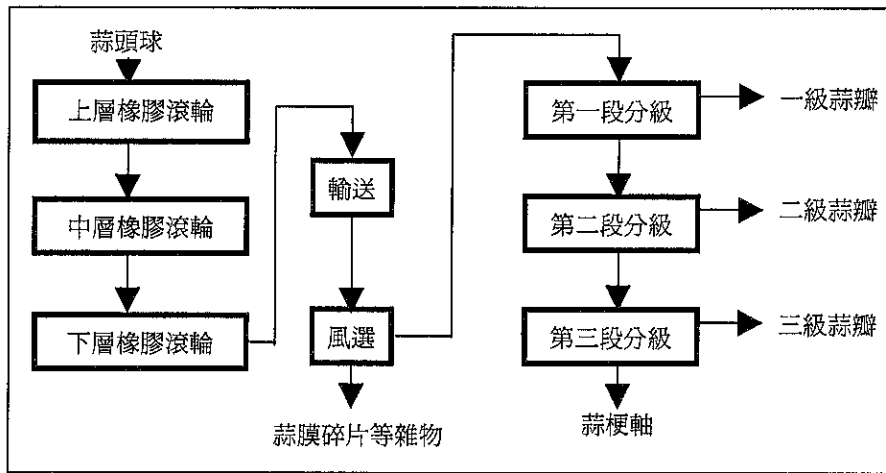


圖 1. 蒜頭剝瓣選別分級機作業流程。

Fig. 1. Operation flow chart of the garlic clove dividing, selecting, and grading machine.

(二) 蒜頭剝瓣選別分級機構造及功能^(5,8)

蒜頭剝瓣機的開發主要配合蒜種剝瓣作業要求—以作業能量大、蒜瓣損傷率低、適當的選別分級能力及省時省工為設計目標。因此規劃的蒜頭剝瓣機主要由進料導槽、剝瓣橡膠滾輪裝置、出料導槽及輸送裝置、選別分級裝置所構成，其作業機構及功能簡述如下：

1. 進料導槽—其作用是便於進行大蒜剝瓣時之進料處理工作，導引蒜球依序進入剝瓣橡膠滾輪裝置進行剝瓣。
2. 剝瓣橡膠滾輪裝置--為蒜球剝瓣的主要部份，由上、中、下三組不同間隙的橡膠滾輪組組成，其作用是利用兩滾輪的差速轉動產生搓揉作用將蒜頭剝瓣。蒜球藉由本身重量自進料導槽落入上層剝瓣橡膠滾輪組，再依序經由中、下層的剝瓣橡膠滾輪組，利用各組剝瓣橡膠滾輪不同的轉速比及不同間隙間的差速與差壓達到剝瓣效果。剝瓣橡膠滾輪裝置由 1HP 馬達驅動，藉由減速機、傳動皮帶、傳動鏈條、傳動齒輪帶動上、中、下三層剝瓣橡膠滾輪，每層剝瓣橡膠滾輪由兩組橡膠滾輪相對迴轉組成，差速比 1：2，最佳轉速比為 60 rpm：120 rpm（如圖 2），上、中層各組剝瓣橡膠滾輪間隙大小，可根據蒜球的直徑大小做適當的調整，蒜球直徑愈大間隙就調整愈大；而下層剝瓣橡膠滾輪間隙的大小，則根據蒜瓣的大小給予適當的調整，橡膠滾輪之硬度為減少剝瓣作業的損傷率，以橡膠硬度 32~30 度為宜。
3. 出料導槽及輸送裝置—出料導槽的作用是将經剝瓣橡膠滾輪裝置剝瓣後之蒜瓣導入出料輸送帶。經由輸送裝置輸送到鼓風選別分級裝置進行篩選及分級作業。
4. 選別、分級裝置—選別分級裝置由 1HP 馬達、皮帶輪、鼓風機、振動篩網等組成。剝瓣後的蒜瓣、蒜膜、蒜梗等經由第一階段鼓風機選別分離蒜膜、蒜梗等雜物，第二階段配合不同篩網孔目大小分級機構作不同大小蒜瓣的分級作業後，蒜瓣可分成三級，蒜瓣徑小於 10 mm 以內者為三級品（良等），蒜瓣徑在 10~16 mm 以內者為二級品（優等），蒜瓣徑大於 16 mm 以上者為一級品（特等）。一般播種用的蒜瓣以二級品（優等）為主，採用一級品（特等）增加種子量及種子費用，採用三級品（良等）影響生長。選別分級試驗以 60 公斤的蒜球分成 10 個處理，每個處理 6 公斤重複試驗結果如表 3 及表 4。

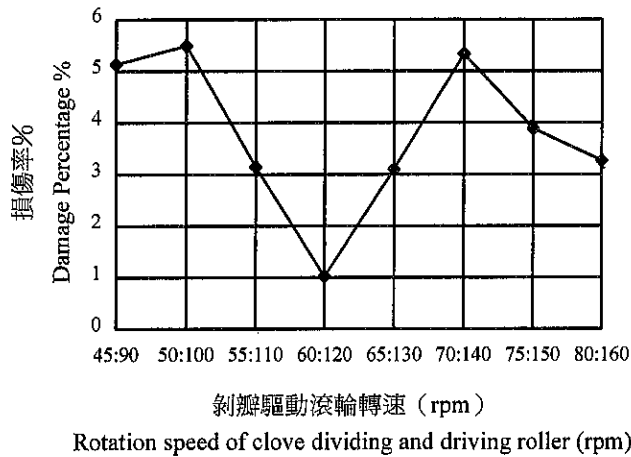


圖 2. 剝瓣驅動滾輪轉速與剝瓣損傷率之關係。

Fig. 2. Relation between the rotation speed of clove dividing and driving roller and the clove damage percentage.

表 3. 剝瓣選別分級重量百分比

Table 3. Weight Percentage of Garlic Cloves.

一級蒜瓣 (%) Grade 1 Clove (%) (特等) (Super)	二級蒜瓣 (%) Grade 2 Clove (%) (優等) (Excellent)	三級蒜瓣 (%) Grade 3 Clove (%) (良等) (Good)	什物 (%) Impurity (%)	損失 (%) Loss (%)	損傷 (%) Damage (%)
33.34	52.16	5.60	6.89	2.01	1.97

表 4. 剝瓣選別分級各級每公斤之瓣數

Table 4. Number of Cloves per kg of Each Grade.

一級瓣數 (瓣) No. of Grade 1 Cloves (特等) (Super)	二級瓣數 (瓣) No. of Grade 2 Cloves (優等) (Excellent)	三級瓣數 (瓣) No. of Grade 3 Cloves (良等) (Good)
176	386	850
(5.68 公克/瓣) (5.68 g/clove)	(2.59 公克/瓣) (2.59 g/clove)	(1.18 公克/瓣) (1.18 g/clove)

- 註：1.試驗日期：86年9月8日~9月9日
 2.試驗品種：大片黑
 3.蒜頭產地：雲林縣虎尾鎮王寶鎮農友

三、剝瓣選別分級機之作業性能

蒜頭剝瓣機之作業性能測試，配合大蒜播種適期選擇虎尾鎮農會輔導之蒜頭產銷班班長周水波農友處進行，在播種前兩天進行剝瓣選別分級性能測試作業及佳里鎮黃秋海農友處進行耐久測試達30,000公斤，累積連續測試量達37,000公斤以上。其作業能力與精度在連續試驗作業機中已可為農友

接受及肯定。蒜頭剝瓣機作業性能受蒜球含水率、蒜球大小、橡膠滾輪硬度、橡膠滾輪速度比及橡膠滾輪間隙的影響。一般剝瓣時之蒜瓣含水率以在 61% 左右較佳(圖 3)。橡膠滾輪硬度以 30~32 度對剝瓣造成損傷率最低。三組剝瓣橡膠滾輪轉速比以 60:120 rpm 最理想。而上、中、下三組剝瓣橡膠滾輪間隙調整因蒜球直徑及蒜瓣直徑之大小而異，蒜球較大者以 34~23~15 或較小者以 24~16~14 mm 最理想，橡膠滾輪間隙適當的調整可有效降低剝瓣損傷(表 5)。試驗結果顯示，蒜頭剝瓣選別分級機每小時作業能力可達 1,000 公斤以上，剝瓣損傷增加率約 0.5~3%，單瓣率達 97% 以上，夾雜率 1.6% 以下，分級精度 97% 以上。

表 5. 不同剝瓣橡膠滾輪硬度對作業精度之影響

Table 5. Effect of Different Hardness of Clove Dividing Rubber Roller on the Operational Performare.

	剝瓣橡膠滾輪硬度 Hardness of Clove Dividing Rubber Roller			
	40~42 度 40-42 degrees	35~37 度 35-37 degrees	30~32 度 30-32 degrees	25~27 度 25-27 degrees
蒜球直徑 (mm) Bulb diameter (mm)	61.6	43.2	65	60.5
單瓣率 (%) Single clove ratio (%)	70.7	85.1	97.1	95.3
夾雜率 (%) Impurity ratio (%)	1.85	1.72	1.6	1.81
剝瓣損傷增加率 (%) Clove damage increase ratio (%)	14.4	3.0	0.5	1.975

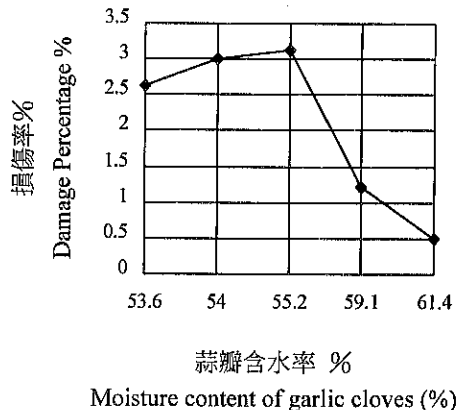


圖 3. 蒜瓣不同含水率與剝瓣損傷率之關係。

Fig. 3. Relation between different Moisture content of garlic cloves and the damage percentage.

四、經濟效益分析

(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剝瓣選別分級量、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: 年作業剝瓣選別分級量 80,000 公斤 (估計播種期間 20 天×4 小時×1,000 公斤/小時); i: 年利率 4.5%; P: 農機價格 150,000 元 (農機廠商定價); k: 耗電量常數 1.56 元 (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/4 小時); Cr: 總修理係數, 農機價格的 50%; PPM: 操作人員 2 人; Fc: 作業能力 1,000 公斤/小時; TH: 總作業時數 800 小時 (4 小時/天×20 天/年×10 年); HP: 機械馬達馬力 2 馬力

將上述資料代入公式, 可得每公斤作業成本為:

$$\begin{aligned} Ca &= 0.2625 + 0.0464 + 0.2040 \\ &= 0.5129 \text{ (元/公斤)} \\ &= 526 \text{ 元/公頃 (1,026 公斤/公頃計算)} \end{aligned}$$

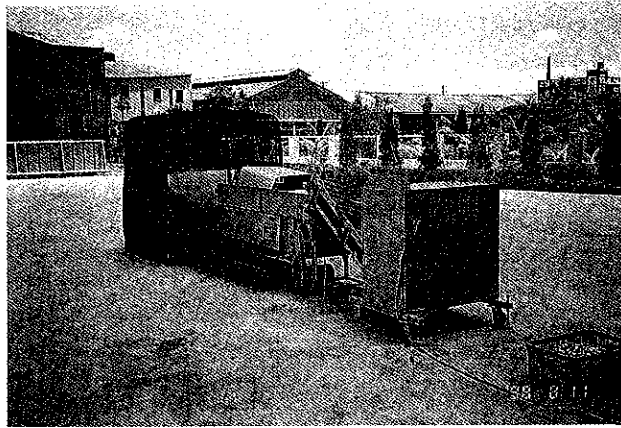


圖 4. 蒜頭剝瓣選別分級機全貌。

Fig. 4. Full view of garlic clove dividing, selecting and grading machine.

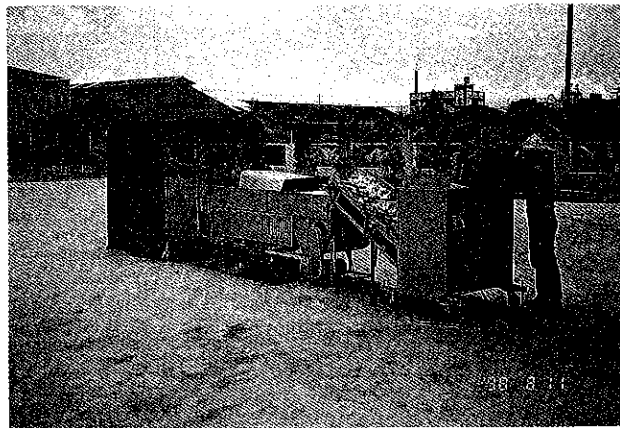


圖 5. 剝瓣選別分級機進料情形。

Fig. 5. Material feeding condition of machine dntotype.

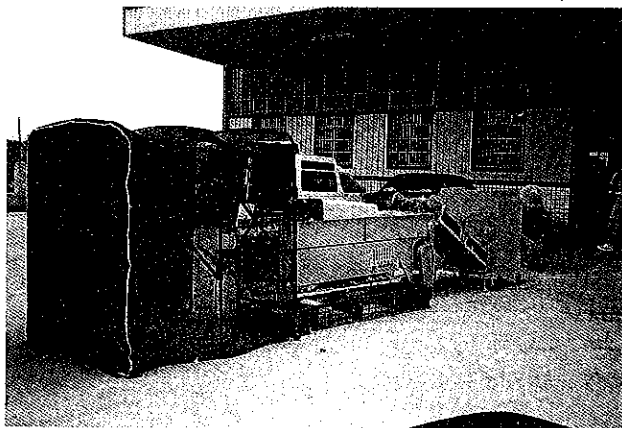


圖 6. 蒜頭經剝瓣後出料情形。

Fig. 6. Output condition of garlies after the clove dividing process.

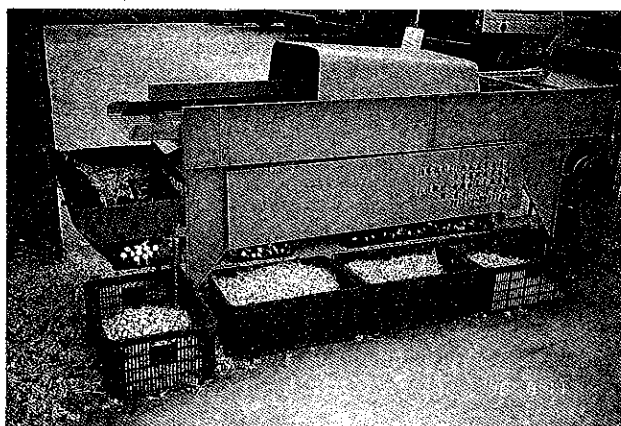


圖 7. 選別分級作業情形。

Fig. 7. Condition of garlic selecting and grading process.

(二)機械作業與人工作業之比較

根據上述作業試驗結果，使用本機進行剝瓣選別分級作業每小時作業能量 1,000 公斤，以 2 人共同作業則每公頃共需 0.25 人日（每公頃需種子量 1,026 公斤），據以計算機械作業成本每公斤需 0.51 元，每公頃為 526 元。另根據前述，人工剝瓣選別分級作業每公頃需 12.1 人日（人工剝瓣每人每小時平均 11.5 公斤，剝瓣作業每公頃需 11.15 人日，剝瓣後人工篩選分級每人每小時平均 135 公斤，人工篩選分級作業每公頃需 0.95 人日），若以每天工資 800 元計算，則每公斤所需的剝瓣選別分級作業費用 9.4 元，折算每公頃作業成本需要 9,680 元。因此機械剝瓣選別分級作業與人工剝瓣選別分級作業方式比較，在作業工時方面，每公頃可節省 11.85 人日，即可節省 97.9% 以上工時；在作業成本方面，以人工剝瓣選別分級作業費用每公頃需 9,680 元，機械剝瓣選別分級作業費用每公頃需 526 元，使用本機可較人工作業每公頃節省 9,154 元，即可節省約 94.6%。

五、技術轉移及輔導

本機於 86 年 7 月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，並於 87 年 8 月 6 日經台灣省農業試驗所性能測定通過，已列入國產新型農機補助機種，農民購買者每台補助 2.5 萬元，以減輕農民購置成本負擔。

結 論

本剝瓣選別分級機之三層剝瓣橡膠滾輪間隙，可由間隙調整桿依蒜球直徑及蒜瓣直徑大小做適當的調整，操作簡單靈活又方便。以本機配合虎尾鎮農會及七股鄉農會輔導之蒜頭產銷班進行實際剝瓣選別分級試驗，結果顯示，剝瓣選別分級作業能力 1,000 kg/hr 以上，剝瓣損傷增加率 3% 以下，單瓣率 97% 以上，夾什率 1.6% 以下，分級精度 97% 以上。機械剝瓣選別分級作業與人工剝瓣選別分級作業比較，在作業工時方面，每公頃可節省 11.85 人日，即可節省 97.9% 以上，在作業成本方面，人工剝瓣選別分級作業費用每公頃 9,680 元，機械剝瓣選別分級作業費用每公頃 526 元，利用機械剝瓣選別分級作業費用每公頃可節省 9,154 元，即可節省剝瓣選別分級作業成本約 94.6%。

誌 謝

本計畫承行政院農業委員會經費補助及台灣省政府農林廳的輔導，計畫執行期間承黃場長山內、陳課長文雄等全力支持與指導、農機研究室盧子淵、鍾瑞永、梁紹發、鄭明賢、鄭志峰、吳秀玉等先生之協助，始得完成，本文稿承本場葉副場長忠川斧正，謹此致謝。

引用文獻

1. 台灣農業年報。83 年期。台灣省政府農林廳編印。
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. 周宗武譯。1981。農業機械學 科技圖書股份有限公司。
4. 徐景福譯。1982。機械公式活用手冊 復文書局發行。
5. 陳立明。1992。自動控制。
6. 張兆豐。1986。標準機械設計圖便覽 臺隆書店。
7. 馮丁樹。農業工程導論 徐氏基金會出版。
8. 楊惠春。機械設計 百成書店印行。
9. 萬迪棣、梁文傑、曹友興。1972。流動力學 大中國圖書公司印行。
10. 關昌揚。農業機械學概論。徐氏基金會出版。
11. 豐年社。專業栽培蔬菜 30 種。
12. 82 年期台灣農產品生產成本調查報告、83 年版台灣省政府農林廳編印。
13. Kepner R. A., R. Bainer and E. L. Barger. 1978. Principles of Farm Machinery. third edition. The AVI publishing Company., INC. p. 464~504.

Research and Production of Garlic Clove Dividing, Selecting & Grading Machine¹

Shih, C. T. and J. J. Cheng²

Summary

The operation flow of the garlic clove dividing, selecting & grading machine was designed according to the manual process of dividing garlic cloves by hand or stamping; separating garlic film, stem, and impurity through wind selection; and manually selecting and removing damaged garlic cloves. And the actual garlic clove dividing, selecting and grading test was carried out during the proper sowing time. The results show that the clove dividing, selecting and grading ability was above 1,000 kg/hr, the damage increase ratio below 3%, the single clove ratio above 97%, the impurity ratio below 1.6%, and the grading accuracy above 97%. If two persons work together, each hectare requires 0.25 person per day. Calculated on the basis of the above, the cost of mechanical operation is \$0.51/kg and \$526/hectare. In case of manual clove dividing, selecting and grading work, each hectare requires 12.1 persons per day. And the cost of manual operation is calculated to be \$9.4/kg and \$9,680/hectare. In comparison with manual work in the aspect of working time, mechanical operation can save 11.85 persons per day for each hectare, that is, to save more than 97.9% of working time. In terms of the operating cost, manual work requires \$9,680 per hectare, whereas mechanical operation requires only \$526 per hectare. The use of this machine can save \$9,154 per hectare when compared with the manual work, that is, to save 94.6% of operating cost.

Key words : garlic, clove dividing, selecting and grading machine.

Accepted for publication : March 29, 1999.

¹ Contribution No. 251 from Tainan District Agricultural Improvement Station.

² Assistant, Associate Researcher, Respectively, Tainan DAIS, 350 Section 1, Lin-Sen Road, Tainan 70125, Taiwan, R.O.C.