

洋蔥分級機之試驗研究

Development of Sorting Machines for Onion

國立臺灣大學農機系教授

王 康 男

Kang-nang Wang

摘 要

洋蔥為本省重要外銷園藝作物之一，為提高品質與價格，這些省產洋蔥均作選別，惟目前其選別作業仍以人手為主，甚費時費工，且不甚精確，因此以高性能洋蔥選別機替代選別效率甚低之人手選別實有必要。為發展此種高性能洋蔥選別機，本研究依省產洋蔥之形狀特性，先發展出圓筒式梅花型及階段式間隔型洋蔥選別裝置。由試驗結果知前者之平均洋蔥選別精度約為95%，而後者對於圓形或橢圓形洋蔥之選別精度則接近100%，此顯示兩者均具有高選別精度之性能。因此本研究再將此二類型之選別裝置發展成圓筒式梅花型及階段間隔型兩種洋蔥選別試驗機。由產地試驗結果知，前者之選別能量約為2300kg/時，選別精度約為87%，耗電量甚低，每小時僅需0.4度電，而後者之選別能量約為1700kg/時，選別精度約為92%，耗電量與前者類似。由此結果顯示此兩種類型之洋蔥選別機均甚有實用價值。

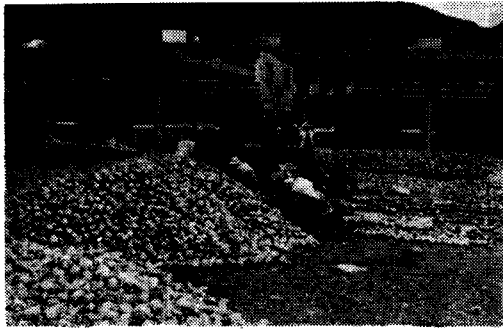
Abstract

Onion is one of the most important vegetables in Taiwan. It is still sorted by hand now in order to increase its market qualities and price. However, this method of hand sorting takes time, requires labor and is not very accurate. The object of this study is to develop suitable sorters to replace the hand sorting method. According to the shapes of onion, a plum-type and a spiral-roller type sorters were developed. As a result, the former has the sorting capacity of 2.3 tons per hour with 87% accuracy, the latter with the 1.5m length has the sorting capacity of 1.7 tons per hour and 92% sorting accuracy.

一、前 言

洋蔥為本省高屏地區特有之外銷園藝作物，其栽培面積約為1,200公頃，年產量約為42,000公噸，價值達新臺幣二億餘元。為提高洋蔥在市場上之品質與價格，省產之洋蔥均作分級選別，惟其分級選

別之方法，迄今仍然停留在如圖一、圖二所示之人手分級法階段。此種人手分級法既費時又費工，且不甚精確，因此有必要開發一種小型快速而又精確能適合本省使用之機械式洋蔥分級選別機以供蒞農使用，並促進完成洋蔥栽培機械化。



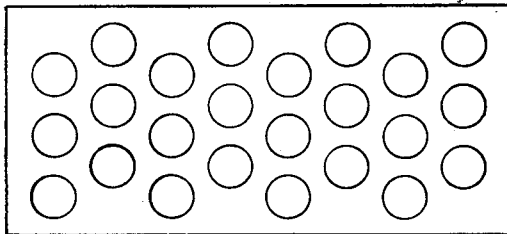
圖一 以人手分級法選別洋蔥實況



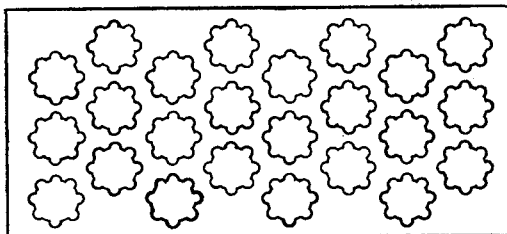
圖二 人手分級法以選別孔量規測定葱球直徑大小

二、試驗裝置

(一)圓筒式梅花形選別裝置：本選別裝置之選別孔（如圖三）是由圓孔形改造而成，其狀如梅花，但仍具圓孔形之特性。因洋蔥縱軸之上部長有葉片，下部長有根鬚，於收穫後此上下兩部位一般留有突起，此突起於選別時容易卡在選別裝置之圓孔周邊，致使本應通過之蔥球無法順利通過，因此為求減少此突起卡到圓孔周邊之機會增加洋蔥之選別精度，有必要將此圓孔形改造成梅花形。



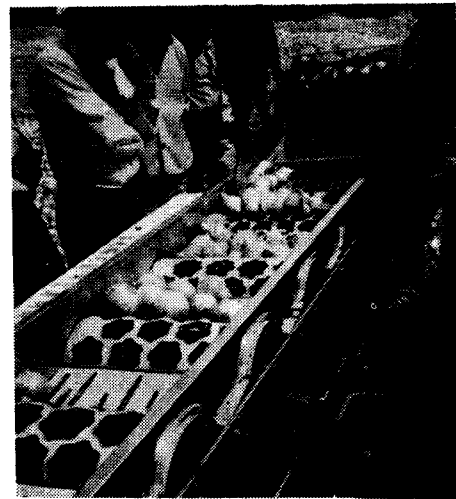
修正前（圓孔形）



修正後（梅花形）

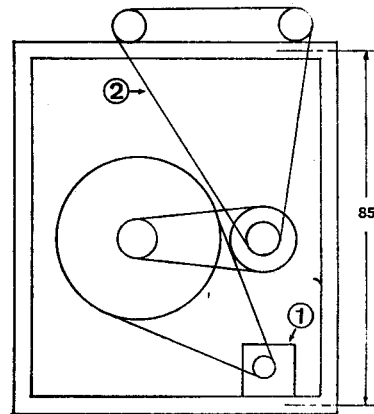
圖三 圓孔形及梅花形之選別裝置

(二)圓筒式梅花形選別機²⁾：本選別機是由前述梅花形選別裝置為骨幹組合而成，其主要構造（如圖四）由填料漏斗，圓筒式梅花形選別裝置，洋蔥承接排出板以及動力傳導裝置所組成。填料漏斗特別以等距相隔之平行圓鐵條組成，因為洋蔥選別時其外表之乾燥蔥膜常會大量剝落堆積於前方之洋蔥承接排出板上，致阻碍洋蔥順利排出，影響選別作業與選別精度，因此必須在此蔥膜未進入選別裝置前即應用此特製之裝置預先予以排除。

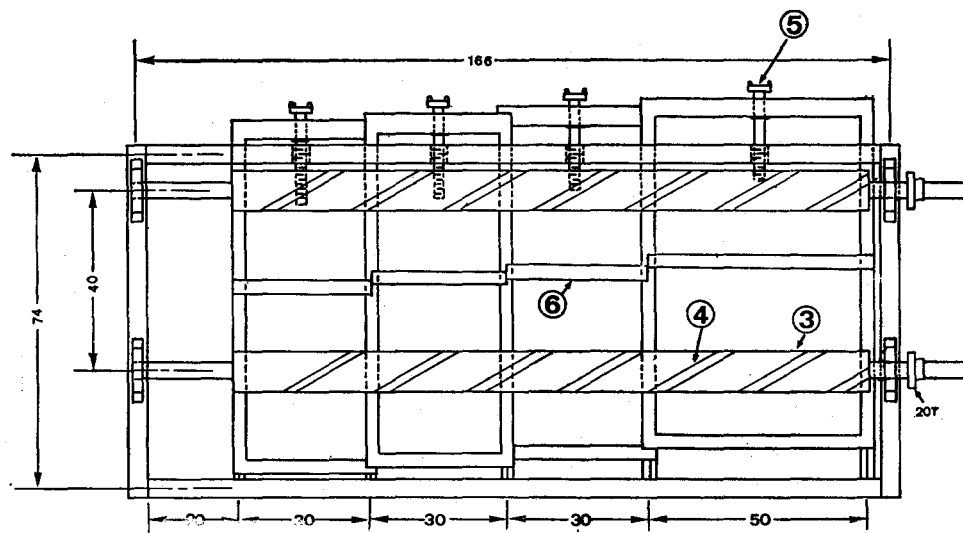


圖四 圓筒式梅花形選別機

(三)階段間隔式選別試驗裝置^{1, 3, 4)}：本裝置（如圖五）主要由(1)分級(2)動力傳動等裝置所組成。分級裝置又由上面纏繞有圓形橡皮條之螺旋滾軸與另一階段滾軸（或平板）所構成。蔥球之大小即應用此滾軸間所形成之間隙大小來作選別。



(a) 動力傳動示意圖



(b) 選別部示意圖

- ① 馬達 ② 傳動鏈條 ③ 選別滾軸 ④ 橡皮圓條螺旋
 ⑤ 選別間隔調整螺絲 ⑥ 選別間隔調整板

圖五 階段間隔式洋蔥選別裝置

四、洋蔥安息角測試裝置：本裝置之構造如圖六所示。洋蔥進入選別裝置後隨即進入洋蔥承接板，並自此處靠滑動或滾動排出，因此承接板之

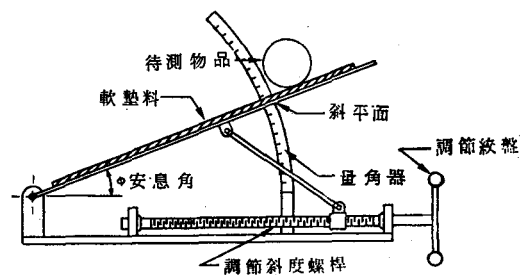
角度大小能影響洋蔥是否順利排出，故洋蔥之靜止角有探討之必要。

三、試驗材料與方法

(一)試驗材料：本試驗所用之洋蔥品種為臺南一號，其性狀如表一所示：

表一 洋蔥之性狀

| 大小 次數 | 特大球 | | 大球 | | 中球 | | 小球 | |
|---------------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|-------|-----|
| | 橫軸 | 縱軸 | 橫軸 | 縱軸 | 橫軸 | 縱軸 | 橫軸 | 縱軸 |
| 1 | 110 | 109 | 94 | 101 | 68 | 96 | 55 | 77 |
| 2 | 98 | 112 | 91 | 95 | 75 | 105 | 43 | 75 |
| 3 | 98 | 98 | 96 | 86 | 71 | 88 | 53 | 69 |
| 4 | 119 | 97 | 87 | 89 | 69 | 102 | 52 | 66 |
| 5 | 108 | 101 | 97 | 85 | 59 | 102 | 53 | 86 |
| 6 | 128 | 96 | 96 | 78 | 74 | 97 | 57 | 73 |
| 7 | 108 | 94 | 82 | 86 | 62 | 86 | 52 | 103 |
| 平均 | 110 | 101 | 92 | 89 | 68 | 97 | 52 | 78 |
| 橫軸：縱軸 | 1:0.92 | | 1:0.97 | | 1:1.43 | | 1:1.5 | |
| 平均含水率 (濕基) | 92% | | | | | | | |
| 平均每球重量 | 0.18kg | | | | | | | |



圖六 洋蔥靜止角測試裝置

(二)試驗方法：本試驗分別在室內及現場進行，前者以選別裝置之迴轉速度對於梅花形、圓孔形、階段間隔形等選別裝置之選別精度影響試驗為主，而後者則在室內試驗中所獲得之最佳選別精度之迴轉速下進行現場之選別精度、選別能量、耗電量、耐久及損傷等之試驗。

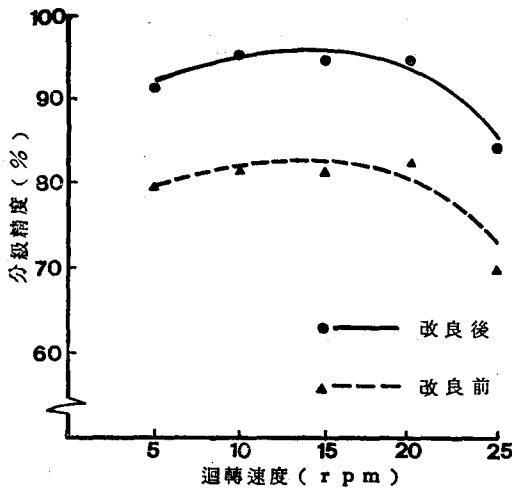
- 1.迴轉速度：梅花形及圓孔形選別裝置之選別迴轉速度均從 5 rpm~25rpm，而階段間隔形選別裝置之選別迴轉速度則自 120rpm~160rpm。
- 2.滾軸長度：係指在階段間隔形之滾軸上所劃出之橫線間隔長度，共有 5 cm、10cm、15 cm、20cm等四種。滾軸長度測試之目的是

在求取各級之階段滾軸所需之最大長度，而此最大長度乃為設計小型階段間隔式選別機所必須之條件。

3.分級精度之表示法：以正確選入級內之個數除以實驗總個數表示之。

四、實驗結果與討論

(一)圓筒式梅花形及圓孔形選別裝置之迴轉速度對於洋蔥分級精度之影響：依前述三(一)之實驗方法，測得如圖七所示之結果。由圖顯示，梅花形及圓孔形選別裝置之選別精度，均受迴轉速度之影響，兩者於迴轉速度 15~20rpm 時選別精度最高，但前者約為95%，後者約為82%，而梅花形之選別精度高於圓孔形達13%之多。此結果顯示在各種迴轉速度之下，梅花形選別裝置對圓孔形者而言，均確具較佳效果。

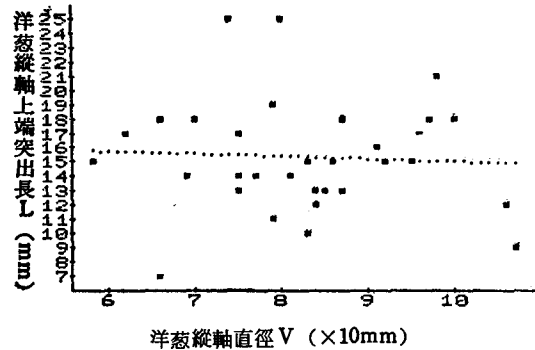


圖七 梅花形及圓孔形選別裝置之迴轉速度對於洋蔥分級精度之影響

梅花形選別裝置之所以有此較佳選別精度效果之原因，可從圖八加以說明。圖八顯示洋蔥在縱軸方向之上端具有平均長約 15mm 之凸起，當用圓孔形選別裝置選別時此突起容易卡住圓孔周邊，使得本應通過之蔥球無法通過而影響選別精度，但若用梅花形選別裝置選別時，因梅花形之凹入部分，有利於洋蔥突起之通過故能提高選別精度。此外，梅花形選別裝置之選別精度，仍可另經由改良其圓孔特性而加以提高。由圖三知，在平面上之梅花形

選別孔呈圓形，但在圓筒面上時，該選別孔即呈如圖九所示之橢圓形狀，而非為圓形。此時 $X > Y$ (X 為平板上選別孔之直徑， Y 為圓筒上 X 弧所對之弦)。當選別孔越大時 X 與 Y 之差距也越大，洋蔥之選別精度也會隨此差距之拉大而低減。因此必須把梅花形選別孔之直徑作如下之修正：

$$L_c = -0.179 \times 10^{-1} V + 15.6$$



圖八 洋蔥縱軸直徑與其縱軸上端突出長之關係

$$D_c = C + X$$

$$\text{而 } C = X - y$$

$$y = 2 \left[r \sin \frac{1}{2} \left(\phi \times \frac{180}{\pi} \right) \right]$$

$$\phi = \frac{r}{X}$$

D_c : 修正直徑, x : 平面上選別孔直徑, y : 圓筒上 X 弧所對之弦, ϕ : 圓心角, r : 圓筒半徑, C : 最大徑與最小徑之差。

如此修正後則在圓筒上選別孔之最小徑將等於 X 值，於選別時可得更高之選別精度，例如：

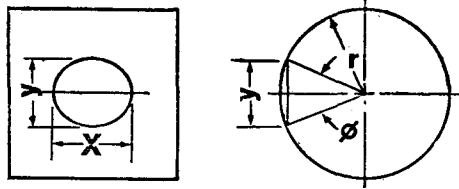
$$r = 155 \text{ mm, 欲測定級數之圓孔直徑為 } 87 \text{ mm (} = X \text{)}$$

$$\begin{aligned} \text{則 } y &= 2 \left[155 \sin \frac{1}{2} \left(\frac{87}{155} \times \frac{180}{\pi} \right) \right] \\ &= 85.86 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_c &= C + X = (x - y) + x \\ &= (87 - 85.86) + 87 = 88.14 \text{ mm} \end{aligned}$$

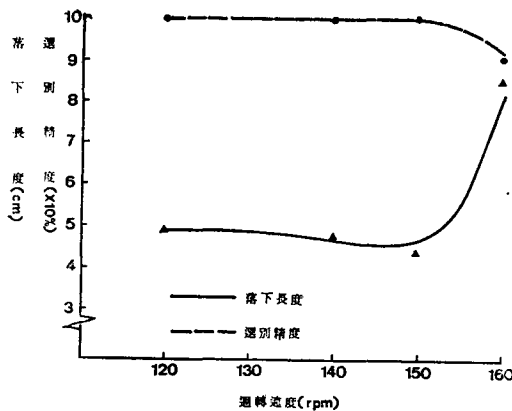
再以此 88.14 mm 長作為圖三平板上之圓孔直徑，則此圓孔於圓筒上之最小徑應等於 87mm，具有此尺寸之選別孔允許直徑 87mm 以下之蔥球在圓筒上通過，故能提高選別精度。

(二)階段間隔式選別裝置之迴轉速度對於選別精度及滾軸長度之影響：經實測，獲得如圖十所示之結果。由圖中顯示迴轉速度在 120~150rpm 時之選



圖九 選別圓筒上之選別孔形狀

別精度幾近於 100%，而所需滾軸之最大長度為 5 cm，於迴轉速度 160 時選別精度則降至 90%，所需滾軸之長度則延長至 9 cm。由此知在迴轉速度 120~150rpm 之間各級選別滾軸甚短，故此種選別裝置可發展成爲一種高效率小型分級選別機。



圖十 階段間隔式選別裝置之迴轉速度對於洋蔥選別精度及滾軸長度之影響

(三) 洋蔥排出板角度對於洋蔥滾動之影響：以圖六所示之洋蔥靜止角測試裝置量測得到表二之結果。由表二知洋蔥對稍硬海綿之平均靜止角爲 17.93°，此角可供作洋蔥選別機排出板傾度之參考。

(四) 圓筒式梅花形洋蔥選別機之選別精度與選別能量：應用前述圓筒式梅花形洋蔥選別裝置之選別原理及其試驗結果研製一部試驗選別機並將之移到屏東縣楓港鄉作實地選別試驗(如圖四)。在圓筒迴轉速度 20rpm 下測得如表三、表四之結果。該表顯示在洋蔥流量爲 2370kg/hr 之情形下，選別精度爲 87%。此數值較室內實驗結果之 95% 相差 8% 之多。造成此種現象原因之一爲選別圓筒上單位時間內洋蔥之流量過多，部分蔥球形成重疊而越過選別孔。原因之二爲選別圓筒上之選別孔並非圓形，由四之(一)

表二 洋蔥之靜止角(對稍硬海綿)

| 取樣號碼 | 蔥球橫軸(mm) | 蔥球縱軸(mm) | 橫軸/縱軸 | 試驗 | | | 平均度 |
|------|----------|----------|-------|------|------|------|-------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | 96.0 | 77.0 | 1.2 | 19.5 | 22.2 | 21.0 | 20.90 |
| 2 | 94.0 | 89.0 | 1.1 | 13.0 | 15.0 | 15.0 | 14.33 |
| 3 | 103.0 | 96.0 | 1.1 | 17.2 | 17.0 | 17.3 | 17.17 |
| 4 | 91.0 | 107.3 | 0.8 | 19.4 | 19.2 | 19.0 | 19.20 |
| 5 | 95.5 | 85.0 | 1.1 | 13.7 | 14.5 | 13.3 | 13.83 |
| 6 | 95.0 | 93.0 | 1.0 | 18.0 | 21.8 | 20.3 | 20.03 |
| 7 | 105.0 | 79.0 | 1.3 | 22.3 | 21.2 | 21.2 | 21.57 |
| 8 | 80.5 | 73.0 | 1.1 | 20.9 | 19.5 | 18.5 | 19.63 |
| 9 | 79.1 | 95.5 | 0.8 | 18.4 | 17.8 | 22.2 | 19.47 |
| 10 | 82.5 | 84.5 | 1.0 | 17.0 | 17.0 | 14.7 | 16.23 |
| 11 | 74.2 | 71.0 | 1.0 | 21.5 | 18.2 | 19.5 | 19.73 |
| 12 | 76.0 | 81.0 | 0.9 | 13.8 | 17.0 | 19.0 | 16.60 |
| 13 | 71.5 | 64.8 | 1.1 | 21.4 | 19.0 | 19.1 | 19.83 |
| 14 | 77.1 | 73.3 | 1.1 | 16.6 | 15.1 | 14.8 | 15.50 |
| 15 | 73.5 | 62.5 | 1.2 | 19.5 | 19.4 | 19.0 | 19.30 |
| 16 | 74.1 | 71.2 | 1.0 | 15.0 | 14.5 | 15.4 | 14.97 |
| 17 | 73.9 | 58.0 | 1.3 | 24.8 | 24.9 | 25.2 | 24.97 |
| 18 | 71.2 | 63.0 | 1.1 | 16.2 | 16.0 | 16.7 | 16.30 |
| 19 | 67.0 | 67.0 | 1.0 | 16.0 | 15.4 | 15.9 | 15.77 |
| 20 | 73.2 | 77.5 | 0.9 | 13.5 | 12.8 | 13.3 | 13.20 |
| 總平均 | | | | | | | 17.93 |

節知，其短徑與長徑之差距會隨着選別級數之增加而增加，換言之蔥球越大時其選別精度越差，此種現象可由表三獲得實證。由表三知，選別精度在 8~10cm 級爲 90.6% 在 10~12cm 級爲 87.6%，而在 12cm 級以上則降至 82.9%。故知若依前節所述之方法修正圓筒上選別孔之短徑，則能提高選別精度。

(五) 階段間隔式洋蔥選別精度與選別能量：

應用前述之階段間隔式洋蔥選別裝置製作一試驗機，並將之移到屏東縣楓港鄉作實地之選別試驗(如圖十一)，在迴轉速度 140rpm，與流量 1700 kg/hr 時，測得如表五之結果。由表知，此種選別機之選別精度可高達 92%。從試驗知，本試驗機之滾軸之強度仍然不足，於選別時有彎曲或造成偏

表三 圓筒式梅花形洋蔥選別機之選別精度

| 級距 次數 | 8~10cm級 | | 10~12cm級 | | 12cm以上 | |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 級內 個數 | 級外 個數 | 級內 個數 | 級外 個數 | 級內 個數 | 級外 個數 |
| 1 | 86 | 10 | 90 | 9 | 40 | 7 |
| 2 | 94 | 10 | 58 | 12 | 18 | 3 |
| 3 | 101 | 10 | 79 | 11 | 39 | 10 |
| 總計 | 290 | 30 | 227 | 32 | 97 | 20 |
| 分級精度(%) | 90.6 | | 87.6 | | 82.9 | |
| 平均分級精度(%) | 87 | | | | | |

表四 圓筒式梅花形洋蔥選別機之選別能量

| 次數 | 重量 | 每次加料重量(kg) | | |
|---------------|----|------------|--------|--------|
| | | 試驗1 | 試驗2 | 試驗3 |
| 1 | | 9.5 | 12 | 13 |
| 2 | | 12.5 | 12 | 12.5 |
| 3 | | 12.5 | 11.5 | 14 |
| 4 | | 13 | 12 | 12.5 |
| 5 | | 13 | 12 | 11.5 |
| 6 | | 12 | 13 | 12.5 |
| 7 | | 14 | 11 | 13 |
| 8 | | 10 | 13 | 12 |
| 9 | | 12.5 | 12 | 10 |
| 10 | | 12.5 | 11 | 11 |
| 11 | | 11 | 12.5 | 12 |
| 12 | | 15 | 12 | 10.5 |
| 13 | | 13 | 12 | 13 |
| 計 | | 160.5 | 156.0 | 157.5 |
| 所需時間(分) | | 4 | 4 | 4 |
| 選別能量(kg/hr) | | 2007.5 | 2340.0 | 2362.5 |
| 平均選別能量(kg/hr) | | 2370 | | |

心迴轉而影響選別精度之現象，因此若再加強滾軸強度，則此選別機之選別精度仍能提高。此種型式之選別機，體型小，構造簡單，製造容易，且對於橢圓形蔥球之選別精度甚高，故甚有推廣之價值。

五、結 論

洋蔥為本省高屏地區特有之重要外銷園藝作物

表五 階段間隔式洋蔥選別機之選別精度

| 級距 次數 | 8~10cm級 | | 10~12cm | | 數12cm以上 | |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 級內 個數 | 級外 個數 | 級內 個數 | 級外 個數 | 級內 個數 | 級外 個數 |
| 1 | 11 | 0 | 83 | 4 | 24 | 1 |
| 2 | 13 | 2 | 82 | 11 | 44 | 3 |
| 3 | 14 | 2 | 92 | 12 | 46 | 8 |
| 4 | 11 | 0 | 63 | 5 | 45 | 3 |
| 分級精度(%) | 93.5 | | 91.1 | | 92 | |
| 平均分級精度(%) | 92 | | | | | |



圖十一 階段間隔式洋蔥選別機在屏東枋山產地之試驗情形

，目前其分級選別之方法仍停留在人手選別階段，費時費工。為解決此項問題，本研究以圓筒式梅花形及階段間隔形兩種選別裝置分別作基礎試驗探討其選別性能及可行性。之後再將此兩種選別裝置發展成圓筒式梅花形及階段間隔形等兩種洋蔥選別試驗機，並在洋蔥產地進行其性能試驗。經由此等試驗獲得以下結果：

1. 圓筒式梅花形選別裝置之平均選別精度約為95%。
2. 圓筒式梅花形選別機之平均分級能量可高達2370kg/時，但其平均選別精度約為87%，惟此項選別精度尚可經由修正圓筒上選別孔口之短徑再予以提高。此外，本分級機之耗電量甚低，每小時僅需0.4度電，故此種機型甚有實用價值。
3. 階段間隔式選別裝置於迴轉速度120~150rpm時，其平均選別精度近於100%，而其各級選別所需之最大滾軸長，則僅需5cm

故本選別裝置可供發展小型高精度選別機之用。

4. 階段間隔式選別試驗機在迴轉速度 140rpm，流量 1700kg/時，可獲得92%之平均選別精度，因此種機型體積小，選別精度高，且甚適於橢圓形洋葱品種之選別，故甚有發展之價值。

六、謝 誌

本研究係在行政院農業發展委員會74農建—4.1—產120計畫下完成，試驗期間承蒙張樹君及游誠一先生大力協助，謹此一併致謝。

七、參考文獻

1. 王康男，民國69年，高效率小型柑桔分級機

之試驗研究，中國農業工程學報 26(4)：68—75。

2. 王康男、葉仲基，民國74年，水果選別分級機之改善研究，中國農業工程學報31(1)：21—26

3. Allshouse, G. W. et al., 1969, Development of a handling and sorting system for certain fruits and vegetables, TASAE, 12(3)290—291

4. 田邊一，1972スパイラルロール形じやがいも選別機について，日本農業機械學會第31回總會講演要旨，3—29

專營土水、水利、建築等工程

金進發造營有限公司

負責人：陳 金 柱

地 址：嘉義縣朴子鎮南通路50號

電 話：3 7 9 2 8 1 3

永 星 土 木 包 工 業

負責人：陳 水 連

地址：斗六市鎮北里鎮北路320巷15號

電話：3 2 5 0 3 9