青梅粒徑分級機之改進研究

曾得洲[1]

摘　要

台東縣梅子栽培面積約 2,100 公頃，青梅一般在三月下旬前採收加工製作成脆梅，此時採收的青梅其成熟度約在 60～70%左右。青梅果實的形狀皆成橢圓形，長短徑差異較大，以往在台東地區的梅農，一般都使用圓盤式分級機作為青梅分級機械，其分級準確率梅農尚可接受，唯其分級作業效率每小時約 200～250 公斤，梅農普遍認為工作效率低，因此本研究乃從事高效率青梅粒徑分級機的研製，以改善青梅產期過於短暫、集中需快速、精確的進行分級作業需求的問題。

研成之青梅粒徑分級機可將青梅分成 20 mm 以下、20～23 mm、23～26 mm、26～29 mm 和 29mm 以上等五級規格，配合小型送料機每小時 500 公斤的青梅進料量，分級機圓皮帶以 43.0 cm/sec 的線速度進行分級作業，其整體分級準確率的平均值可達 85%以上，青梅損傷率在 3%以下。

關鍵詞：青梅、粒徑、分級機

前　言

台東縣梅子栽培面積達約 2,100 公頃，在生產管理上青梅成熟採收作業是以人工敲打或機械振落方式收穫[1,2,3,8,9]，使果實、樹葉、枯枝一併落下後收集，再篩除雜枝葉取青梅果實出售。從 85 年開始農會收購之青梅，要求其粒徑規格需在 20mm 以上，而銷售市場製造脆梅產品之青梅果實，要求依粒徑大小加以分級，小於 20mm 者大都廢棄不收購，但有些製蜜餞廠商則願收購 16～20mm 之青梅。為確保果農收益，必需將青梅加以分級，依市場需求青梅規格大小來出售，方可提昇售價，增加農民銷售利潤。獲利增加則農友更樂於改善梅園的栽培管理，並提升銷售青梅品質。

台東地區之青梅一般在三月下旬前採收加工製作成脆梅，此時採收的青梅其成熟度約在 60～70%左右，由於未完全的成熟，所以整粒青梅果實的形狀皆成橢圓形，長短徑差異較大，只在短徑面的部分較成圓形，如用滾桶式分級機或板式分級機[4,5,6]作為青梅分級機械，則因機械本身的作動原理，較無法將橢圓形的青梅完全的導正至短軸面加以分級，對青梅分級的準確度會有所影響；如用一般果實分級之重量式分級機[5,6,7]，對於每粒重量只有 10～25 公克的青梅，無法做快速的分級，不合經濟效益；但如以人工分級，其工作效率低，作業成本高。在台東地區的梅農，目前使用圓盤式分級機[5,6]作為青梅分級機械，其分級準確率梅農可以接受，唯其分級作業效率每小時約 200～250 公斤，梅農普遍認為比較慢，往往梅子產銷班在青梅出貨量大時，需二至三台圓盤式分級機，才可將當天的青梅採收量處理完畢。基於上述各種原因，本場乃於二年前著手青梅粒徑分級機的研製，使用機械作快速、精確的分級，期以改善青梅產期集中，需快速進行分級作業，依市場需求規格銷售的問題。

[1] 行政院農業委員會臺東區農業改良場 助理研究員

設 計 與 方 法

(一)青梅粒徑分級機機構

研製之青梅粒徑分級機，其機體尺寸設計為長x寬x高為 2950x900x1100mm，主要機構分成二部份：

1.動力傳動部：由一具 110V/1600 RPM 300W 變速馬達作為動力源，並以一只可調整 0～1800 rpm 迴轉數之控制速度鈕來控制變速馬達的作業迴轉數。動力經由鏈條及齒輪帶動分級機構作動調整控制速度鈕，亦可影響分級圓皮帶的分級線速率的快慢。

2.分級機構：每一分級格的尺寸長x寬約為 550x450mm，主要由可傳動的 7mm 圓皮帶及固定於機台的 7mm 不銹鋼條，兩者相互間錯排列所組成，緊臨的雙條圓皮帶間使用長條型的扁鐵作隔離及支撐，防止圓皮帶在輸送青梅的過程中所產生的擠壓變型，以提高分級準確率，將青梅分級成五級規格。

(二)機械分級試驗

1.青梅分級準確率試驗:

A.不同進料量對分級準確率試驗

每次量秤 3 公斤青梅作為測試樣品，倒置於小型送料機中，使用手動方式調整送料機送料量控制鈕之刻度值 3、4、5、6、7、8、9 及刻度 10 等八種不同進料速度，將青梅以均勻的進料量送至青梅粒徑分級機中分級，測試以不同的進料量對青梅分級準確率的影響。

B.不同分級作業速度對分級準確率試驗

調整附於青梅粒徑分級機上的馬達速度控制鈕迴轉數,可以改變分級機圓皮帶的分級作業線速度，分別以 900、1100、1300、1500 及 1700rpm 等五種不同迴轉數，將送料機送至的青梅加以分級，探討圓皮帶以不同作業線速度對青梅分級準確率所產生的影響。

C.青梅最短粒徑長度分級量測標準

研製青梅粒徑分級機的分級間隙設計分為 20 mm、23 mm、26 mm、29 mm 等四種分級間隙，每級中間隙大小的差距為 3mm。每一分級格中以 3mm±5%的誤差,作為每一分級格中量測分級準確率的標準 ,經換算結果,可分成 20.15 mm 以下、19.85～23.15 mm、22.85～26.15 mm、25.85～29.15 mm 及 28.85 mm 以上等五級規格，作為量測青梅最短粒徑長度的分級標準。

D.不同分級作業長度對分級準確率試驗

將原有 55 公分的分級作業長度改變為 50 公分、45 公分、40 公分及 35 公分等不同分級作業長度，以調查最佳的分級作業長度及對分級準確率的影響，同時實際改良機械分級作業的長度，並與原先分級準確率進行比較。

2.損傷率調查

調查青梅經青梅粒徑分級機分級作業後損傷的情形，計算損傷率，以作為日後機械改進及銷售市場反應的參考。

結 果 與 討 論

(一)青梅粒徑分級機作業流程

青梅粒徑分級機(圖 1)的前置作業中，需配合一台小型送料機進行青梅進料及送料的作業，青梅就靠著小型送料機之輸送，以均勻的送料量(如表 1)，送至青梅粒徑分級機中進行分級作業(圖 2)，當青梅落至分級格時，青梅果粒可靠著圓皮帶的帶動，在圓皮帶及不銹鋼條間產生滾動，並隨著圓皮帶的輸送，前進至另一個分級格中，只要青梅之粒徑長度小於圓皮帶及不銹鋼條間兩者所產生的間隙大小時(圖 3)，即會掉落於收集承盤中而完成青梅的分級。



圖 1、青梅粒徑分級機及小型送料機

Fig. 1. The fruit diameter grading machine and the small conveyer.



圖 2、青梅粒徑分級機分級作業

Fig. 2. Operation of the fruit diameter grading machine.



圖 3、圓皮帶及不銹鋼條間排列情形

Fig.3. Range of the transporting belts and the steel bars.

表 1、小型送料機之青梅之送料量調查

Table 1. Investigation of transporting capacity of the small conveyer.

Scale value of transporting capacity of the small conveyer	Linear velocity of transporting belt of the small conveyer (cm/sec)	Transporting capacity of the small conveyer (kg/hr)
1	0.67	37
2	2.03	154
3	3.11	247
4	4.13	317
5	5.36	415
6	6.55	498
7	7.52	594
8	8.69	679
9	8.84	766
10	10.08	776

(二)機械分級規格改良及青梅果實物性調查

青梅成熟度約在 60～70%左右，即可被採收加工製作成脆梅，由於青梅果實的形狀皆成橢圓形，長、短徑的長度會有所差異，果實粒徑越小者，其長、短徑長度的比值越大，其比值平均大約為 1.33～1.18 左右(如圖 4)。整體觀察青梅果實生長情形，一般在短徑面的部分較成圓形，故青梅粒徑分級機乃以青梅最小短徑長度為青梅果實的分級標準。配合台東地區梅農現行分級規格的需求， 每一分級粒徑大小的分級差距由 5mm 改為 3mm，故青梅粒徑分級機的分級間隙共分為 20 mm、23 mm、26 mm、29 mm 等四種分級間隙，則可將青梅分成 20 mm 以下、20～23 mm、23～26 mm、26～29 mm 及 29 mm 以上等五級規格，如此可使隔一等級之青梅大小差距縮小，果實分級效果更為明顯，梅農對此方式分級尺寸大小更易接受及市場認同。

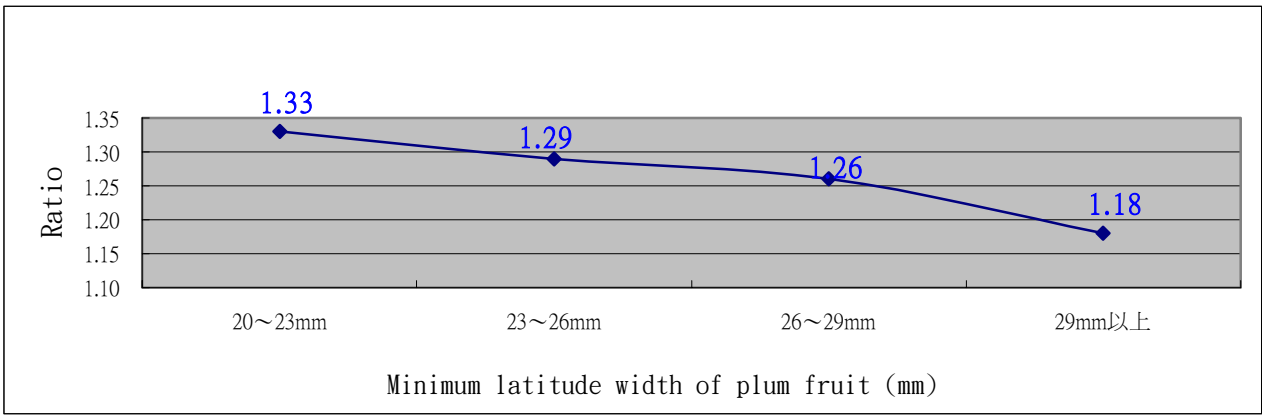


圖 4、青梅果實長徑及短徑比值

Fig.4. Ratio of major to minor axis of plum.

(三)不同進料量對分級準確率試驗

由於分級作業的過程中，是以人工方式將採收後的青梅倒置於小型送料機中，送料機以均勻的送料量將青梅送至青梅粒徑分級機中進行分級。送料機送料量的多寡及青梅粒徑分級機中圓皮帶分級作業速度的快慢(如表 2)，兩者交互作用對分級準確率皆會產生影響；如圓皮帶分級作業速度太慢(一般少於 900rpm)或送料機送料量太多(一般多於 510 公斤/小時)時，容易在分級作業時產生『積料』的情形，而使青梅未經正常分級，即可能被果粒間相互的擠壓而掉落承接盤中，因而降低了分級的準確率。其兩者間的作用對分級準確率產生的影響，可由表 3 中實測結果得知，唯有兩者間互相的配合，才可使分級的作業過程順暢，並有較佳的分級準確率。分級作業量約在 500 公斤/小時，分級機馬達速度控制鈕迴轉數調整在 1500～1700rpm，即圓皮帶以 36.2～43.0 cm/sec 的線速度進行分級作業時，每一分級格中以 3mm±5%的誤差，作為每一分級格中量測分級準確率的標準，其整體分級準確度的平均值可達 80%以上，最高達 87.9%(如圖 5)，相較於其他作業迴轉數或進料量，則有較佳的分級準確率或較大的作業量，並且青梅『積料』的情形也不易產生。

表 2、青梅粒徑分級機之馬達轉速與分級圓皮帶線速度關係

Table 2.Relation between the motor speed and the linear velocity of grading belt.

Motor speed (rpm)	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
Linear velocity of grading belt (cm/sec)	6.6	9.9	12.9	15.0	17.9	20.2	23.0	25.8	28.0	30.7	33.6	36.2	39.3	43.0	43.0

表 3、送料量及分級速度對整體分級準確率平均值的影響

Table 3. Comparison of mean of accurate grading rate between the supplies of the small conveyer and grading velocity of the grading machine.

Mean of accurate grading rate of the grading machine		Scale value of transporting capacity of the small conveyer							
		3	4	5	6	7	8	9	10
Motor speed (rpm)	900	84.2%	84.2%	81.6%	79.3%	＊[1]	＊	＊	＊
	1100	84.8%	85.9%	83.5%	82.2%	78.0%	＊	＊	＊
	1300	83.6%	82.0%	81.3%	81.3%	75.2%	69.6%	＊	＊
	1500	81.3%	83.8%	87.9%	81.6%	74.8%	75.6%	70.4%	72.4%
	1700	76.3%	82.5%	85.2%	87.6%	73.2%	69.3%	71.9%	71.7%

[1]The sign "＊" showed that the grading machine was clogged during feeding.

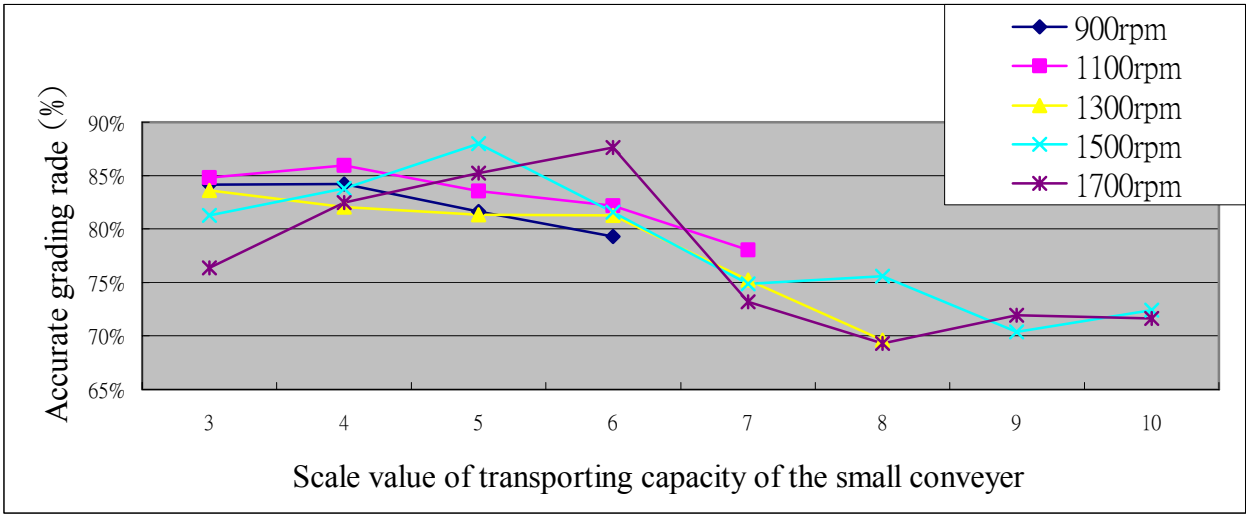


圖 5、送料量及分級速度對青梅粒徑分級機準確率平均值的影響

Fig. 5. Effects of the capacity of the small conveyer and the grading velocity on the mean accurate grading rate of the grading machine.

(四)不同分級作業長度對分級準確率試驗

為了進一步瞭解分級機的最佳的分級作業長度及對分級準確率的影響，乃以使用厚紙板遮蔽每一分級格的方式，將原有 55 公分的分級作業長度改變為 50、45、40 及 35 公分等不同分級作業長度加以測試，並以 500 公斤/小時進料量及 1700rpm 馬達迴轉數進行分級作業。結果顯示其分級準確率最高為原長度 55 公分的 85.8%，最差為 50 公分的 82.1%(如圖 6)，兩者差距很小為 3.7%，且準確率都維持在 80%以上，故其分級機的分級作業長度應該可以將原長度 55 公分加以縮短，如以考量果粒承接部的容量，最多可縮短 15 公分，使分級作業長度變為 40 公分。機械再經實際改良後，使每一分級格的作業長度修短為設計的 40 公分，機體總長維持

不變下，並增加一組 32mm 之分級間隙規格，成為五種分級尺寸，分級機可將青梅分成 20mm 以下、20~23mm、23~26mm、26~29mm、29~32mm 及 32mm 以上等六級規格，因此可增加分級青梅尺寸的範圍及不同青梅品種的適用性，並因其分級圓皮帶因長度的減少而韌性增加，在分級作業的過程中降低圓皮帶的扭曲變形，其平均分級的準確率增為 89.2%以上（如表 4），相較於原先分級準確率 85.8%為佳，比原來長度 55 公分的準確率提高了 3.4～6.0%。

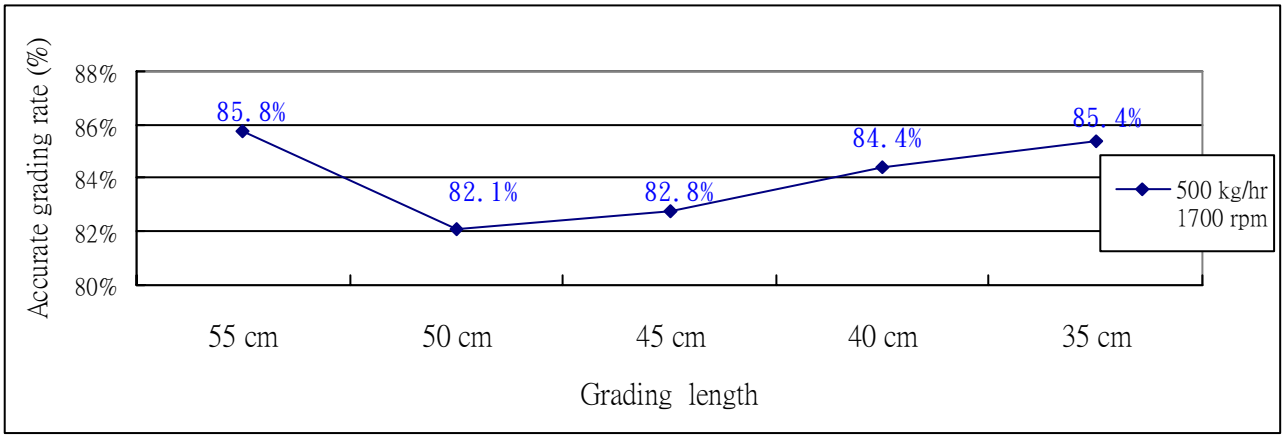


圖 6、不同分級作業長度對準確率的影響

Fig.6. Accurate grading rate of the grading machine at different grading length.

表 4：青梅粒徑分級機分級準確率調查

Table 4. Accurate grading rate of the fruit diameter grading machine.

Motor speed (rpm)	Capacity of the small conveyer (kg/hr)	grading range						Mean
		20mm 以下	20～23 mm	23～26 mm	26～29 mm	29～32 mm	32mm 以上	
1700	420	----[1]	94.6%	97.8%	75.1%	----	----	89.2%
	490	----	94.3%	97.8%	79.9%	----	----	90.7%
	420	----	----	94.6%	96.9%	83.8%	----	91.8%
	490	----	----	94.8%	93.9%	84.4%	----	91.7%
	590	----	----	92.5%	98.5%	84.1%	----	90.7%
Mean		----	94.5%	95.5%	88.9%	84.1%	----	90.7%

[1]The sign "----" show no fruit in the container.

(五)青梅損傷率的調查

青梅在分級的過程中，不斷地在圓皮帶及不銹鋼條間不定向的轉動，偶而因青梅的形狀或機械本身的構造，會產生碾傷的現象，而使青梅果肉局部的壓碎或凹陷，損傷的青梅在經數小時後即會產生褐變(如圖 7)，會降低商品價值。經試驗調查結果，其損傷率比例不是很高，整體平均約在 3%以下，農友及銷售商皆認為對市場的影響不大。



圖 7、青梅經碾壓產生褐變情形

Fig.7. Crushed plum became brown after grading process.

誌　謝

本研究承行行政院農業委員會經費補助，試驗工作承蒙廖坤郎、何介臣等農友及統農機械公司、台東地區農會、本場農機研究室同仁鼎力協助辦理，在此謹致誠摯謝意。

參 考 文 獻

1.劉昆揚　1980　坡地果園振動採收機之初步研究—小型果實振動採收機之設計試驗　中國農業工程學報 26 卷第二期 P.81-88。

2.劉昆揚　1981　坡地果園振動採收機之初步研究(二)—振動採收機夾頭對園樹造成損傷之研究　中國農業工程學報 27 卷第二期 P.48-53。

3.劉昆揚　1985　坡地農業機試驗研究報告(一)　坡地果園振動採收機之研究　P.70-72。

4.劉昆揚　1990　多用途板式果實分級機　豐年雜誌半月刊 40(15)　P.33-34。

5.歐錫坤　1995　落葉果樹　台灣農家要覽農作篇(一)　P.157-162。

6.王康男　1995　蔬果選別機　台灣農家要覽農作篇(一)　P.225-258。

7.游景昌、黃　龍　1997　印度棗分級機之改良試驗：八十五年農機研究發展與示範推廣報告(下冊)　P.43-48

8.林永順、曾得洲　1999　東改型青梅採收機操作技術手冊　台東區農技專刊第二十二期　P.1-2。

9.林永順、曾得洲　1999　青梅採收機之試驗研究　台東區農業改良場研究彙報第十期　P.65-72。

Studies on the fruit diameter grading machine for plum

Te-Chou Tseng[1]

Summary

The cultivated area of plum trees was about 2100 hectares in Taitung. The fruit was harvested for processing crisp plum before the end of March. The oval shape plum with large ratio of major to minor axis was about 60%～70% ripeness. No suitable plum grading machine is available at the present day. The disc grading machine with capacity of 200～250 kg/hr was not acceptable to farmer. A fruit diameter grading machine for plum was developed to meet demands for rapidly and accurately processing plum during the busy harvesting session.

The developed fruit diameter grading machine graded Mei fruit into five grades of below 20 mm 、20～23 mm、23～26 mm、26～29 mm and above 29 mm. To cooperate with the 500kg/hr transporting capacity of the small conveyer , the grading machine adopted 1500～1700rpm motor speed. The average accurate grading rate was above 85%, and the loss of damaged or bruised plums was 3%.

Key words: Plum ,Fruit diameter ,Grading machine.

[1] Assistant Researcher of Taitung DARES