

椪柑機械損傷特性之研究(一)

撞擊損傷特性之測試

Study on the Mechanical Damage Characteristics of Ponkan Fruit(I)

Testing on Impact Damage Characteristics

國立中興大學農機系副教授

陳 俊 明

Jiunn-Ming Chen

Summary

The buffer effect of different buffer materials to impact damage characteristics of ponkan fruit was studied in this paper. The method to observe the level of impact damage of ponkan fruit was to measure the amount of free-flowing juice of broken juice sac and the CO₂ respiratory rate.

Impact forces larger than 10 kg may cause the breakage of juice sacs in L-sized ponkan fruits. The higher dropping height is, the more its dropping times is and the greater juice sac is damaged. In great impact force to hard plywood, corrugated cardboard, or soft thin sponge, the level juice sac broken is also great. From experiment we know that to impact 11 mm thick of plywood from dropping height 20 cm, its impact force is about 10 kg, however, if the ponkan impacts sponge thick in 15~25 mm, its impact force will be half, only about 5 kg. Therefore, with initial height less than 30 cm, soft sponge with 15~25 mm thickness enough to reduce impact forces below the allowable external force could thoroughly prevent dropped fruits from breakdown of juice sacs.

一、前 言

本省年產椪柑 150,000 公噸⁽¹⁾，約佔椪柑總產量的43%。椪柑採收後為便利市場之交易，需作個別分級。目前椪柑之分級，均以人工利用量規套選之，僅少數利用機械選別。但因椪柑果皮外層內遍

佈脆弱的油胞，果肉亦較易受外力損傷，而現有的柑桔分級機械，並非針對椪柑之物性而設計，因此若用以分級椪柑，難免造成若干程度的損傷，影響其保存品質。鑒於此，吾人認為要成功地發展椪柑分級機械，首先須充分瞭解椪柑之物性，探討其在何種外在因素作用下，遭受之損傷情形如何。所設

計的分級機械必須要能排除可能造成極柑損傷之諸外在因素於某一合理的安全程度始能有成。機械分級極柑造成損傷之原因在於①果實由人工傾倒於輸送器入口處之盛槽上及由輸送器送入分級機構上所造成的損傷，②果實經由分級機構分級出所造成的損傷，③由分級機構掉落至收集承接面上之撞擊，和④由收集承接面滾落或輸送至容箱內之損傷。因此，在機械分級過程中，極柑損傷之型式，主要以落下撞擊、壓縮及滾轉摩擦所造成之損傷為主。本文即先對極柑之撞擊損傷特性進行研究探討，其主要目的在於建立極柑撞擊損傷特性之基本資料，以供研製極柑分級等處理機械之參考。

二、試驗材料、裝置和方法

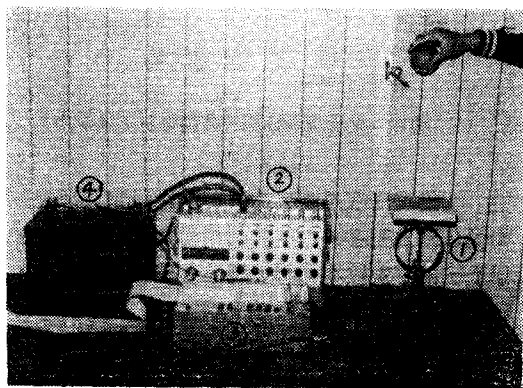
(一)試驗材料：本試驗研究所採用的極柑均取自卓蘭及石崗原產地。為保持果實新鮮，除當天採收當天測試者外，餘均置於冷藏庫中（乾球溫度 6°C ，濕球溫度 5°C ，相對濕度85%）保藏，以防失水改變其物理性質。所採用之果實測試樣品其一般性質如下：果皮對果重之重量比為25.3%，果肉對果重之重量比為74.7%，果實之比重為0.879，果皮含水率為76.2%，果肉含水率為88.64%，成熟度（醱酸比為16.5）。

(二)試驗裝置：本測試研究所使用之儀器裝置如下：

1.撞擊損傷測試裝置：

(1)壓力鋼圈：如圖一①所示，為求自動記錄，於內圈環上加貼二片應變計。

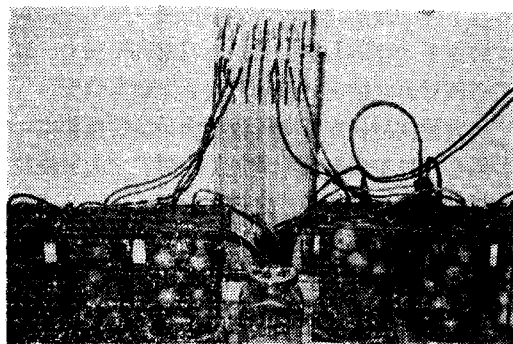
(2)動應變增幅器：如圖一②所示，其型式為 KYOWA CO-50ET。



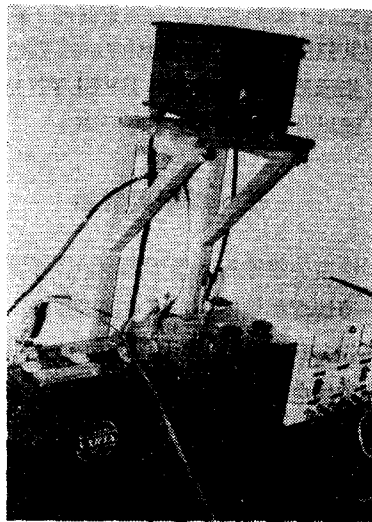
圖一 撞擊測試裝置：①壓力鋼圈，②動應變增幅器，③光電記錄器，④12伏特電瓶。

(3)光電記錄器：如圖一③所示，其型式為 KYOWA RMS-11。

2.二氧化碳呼吸率測試裝置：利用由 Claypool和Keefer⁽³⁾所提出，後經Eaks⁽⁴⁾修改之測試裝置測試之，其裝置如圖二、三所示。圖二為測試中之二氧化碳呼吸率測試裝置。圖三為光電比色計 (EVELYN photoelectric colorimeter)。



圖二 測試中之 CO_2 呼吸率測試裝置。



圖三 光電比色計：
(上) 讀數計，
(下左) 6伏特電瓶，
(下中) 光電比色計，
(下右) 電瓶自動充電機。

3.砂囊破壞汁液溢出量測定裝置：使用精密稱量天平及吸墨紙 (blotting paper sheet) 測試之。

(三)試驗方法：本研究所使用之撞擊損傷測試方法如下：

實驗(1)落下高度，落下回數對砂囊破壞情況觀察：本實驗以L級極柑測之。果實以側向部位（果

梗橫向)着地,再交互變換撞擊位置。砂囊破壞汁液溢出量之測定則以精密稱量天平及吸墨紙測之。首先將試驗過後之椗柑,小心地把皮剝離,然後以手輕壓瓢囊(segment)兩端,再以吸墨紙(blotting paper sheet)吸出所溢出之汁液,吸墨紙所增加之重量,即為砂囊破壞所溢出之汁液重⁽⁵⁾。

實驗(2)落床材質對撞擊之緩衝效果觀察:先將各種不同的緩衝材質個別固牢於圖一所示之撞擊測試裝置上,再將L級椗柑以不同落高撞擊之,以測量各種材質之緩衝效果,及果實之損傷情況。

實驗(3)椗柑撞擊椗柑對砂囊破壞情況觀察:將L級椗柑以不同落高撞擊於箱中靜置之L級椗柑上,以觀測撞與被撞椗柑之損傷情況。

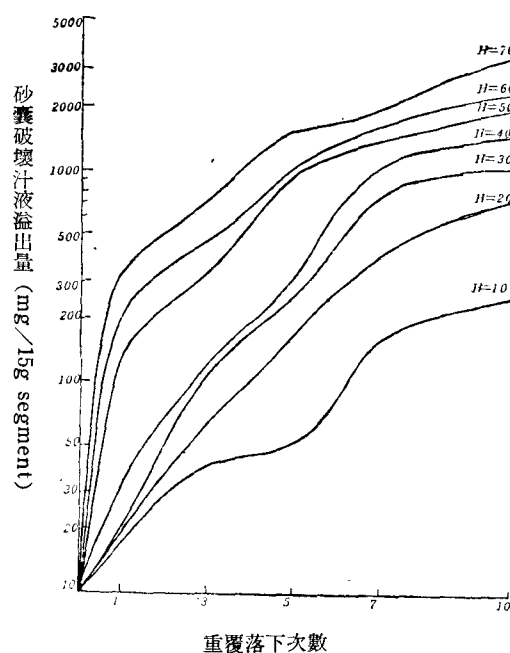
實驗(4)將不同落高之椗柑使其撞擊於不同落床材質上,對椗柑呼吸率變化影響之測試:將椗柑於30, 60及90公分之高度,使分別掉落撞擊於1吋厚之海綿及1公分厚之三合板上,再利用圖二、圖三之呼吸率測試裝置測其呼吸率。測試時應控制一定流量之空氣,使其連續通過果實樣品,需要讀數時,再使其氣泡化通過Bromthymol 藍色指示液十分鐘,指示液之顏色再利用EVELYN光電比色計比較,據以計算其二氧化碳呼吸率。

三、結果與討論

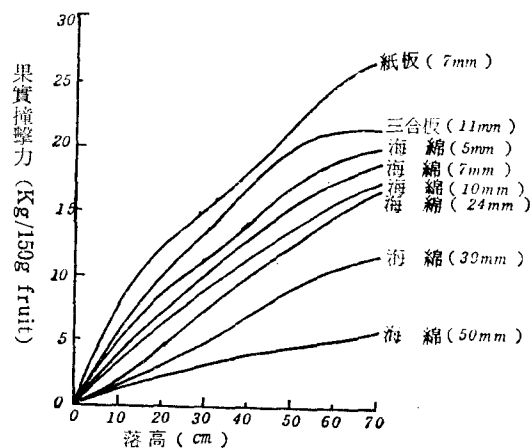
(1)椗柑撞擊鐵板,落下高度及落下次數對果實砂囊破壞情況如圖四所示。落高30cm,影響輕微,落高40cm,砂囊破壞顯著增加,落高50cm以上,砂囊破壞急增。而落高愈高,落下次數愈多,則砂囊破壞愈大。

(2)落床材質對撞擊之緩衝效果如表一及圖五所示。而海綿厚度對撞擊之緩衝效果則如圖六所示。

表一為各種不同落床材質,在落高50cm,連續掉落30次時,砂囊破壞程度之測試結果。硬質三合板、保麗龍、紙板及軟質薄海綿,撞擊力大,砂囊破壞程度亦大;而軟質海綿厚度在10mm以上者,撞擊力減小。由圖五知,椗柑撞擊厚11mm之三合板,落高在20cm時,其撞擊力約10kg左右,但若撞擊於15~25mm厚之海綿上,則撞擊力減半,僅5kg左右。第六圖為以海綿為落床材質,厚度與落高對果實撞擊力之關係,海綿厚度在20~30mm者,即可有效減輕撞擊力。



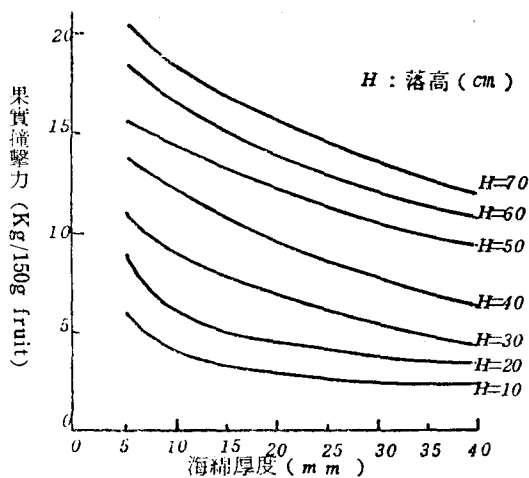
圖四 落下高度及落下次數對砂囊破壞之影響
(撞擊鐵板)。H:落高(cm)



圖五 果實自由掉落於各種材質之撞擊力

(3)果實撞擊果實,撞與被撞之果實其砂囊破壞情況如圖七所示。由試驗結果得知,落高在30cm以上,落下次數增加時,則砂囊破壞顯著增加,而被撞之果實損傷較為嚴重。

(4)果實於不同落高撞擊於一吋厚之海綿及一公分厚之三合板上,對椗柑呼吸率變化之影響,如圖八所示。由試驗結果得知,椗柑撞擊於三合板上其CO₂呼吸率顯然較撞擊於海綿上者為高,而落高愈



圖六 海綿厚度對於減少落果撞擊力之影響

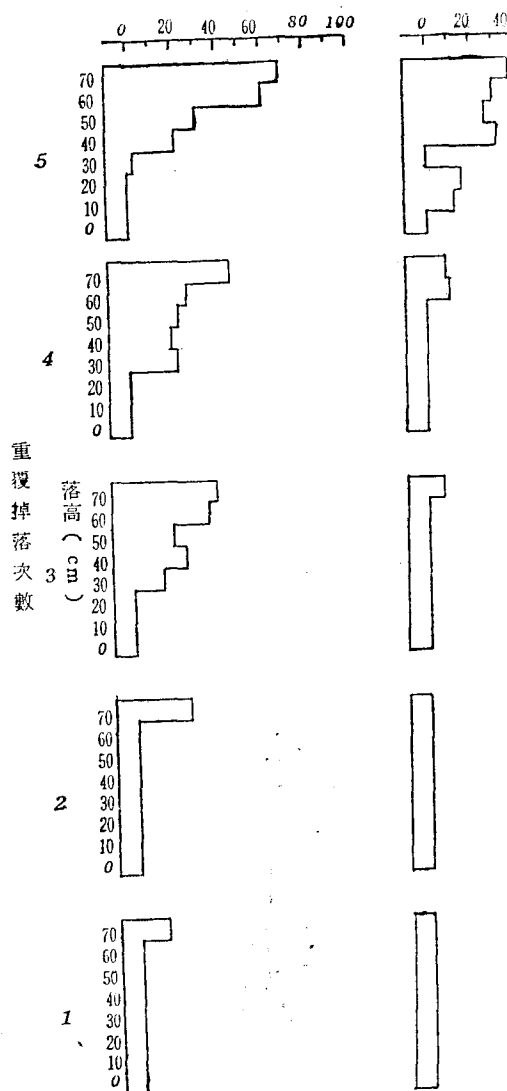
表一 各種材質對極柑撞擊損傷緩衝效果比較

材質種類	撞擊力 (Kg)	由砂囊溢出之汁液重* (mg/15g segment)
保麗龍 (14mm)	22.1	980
" (27mm)	18.46	774
紙板 (7mm)	21	1050
三合板 (11mm)	20.4	885
海綿 (5mm)	15.12	283
" (7mm)	15.64	365
" (10mm)	12.40	219
" (24mm)	12.41	250
" (39mm)	9.45	0
" (50mm)	4.73	0
check	0	0

* 落高50cm, 30次
果重 150g

高者其 CO_2 呼吸率亦愈高。根據能量不減定律，當極柑由高處落下，其所擁有之位能轉變為動能撞擊於緩衝材料上，此項動能分別由緩衝材料和極柑所吸收⁽²⁾。當緩衝材料所吸收之能量較多，極柑所吸收之能量自然減少，反之若緩衝材料所吸收之能量少，則極柑所吸收之能量即相對增多。對海綿而言，由於其緩衝效果較三合板好，亦即海綿所能吸收之能量較三合板為高，因此，極柑撞擊在海綿上

砂囊破壞汁液溢出量 (mg/15g segment)
被撞 (Impacted fruit) 撞 (Dropping fruit)



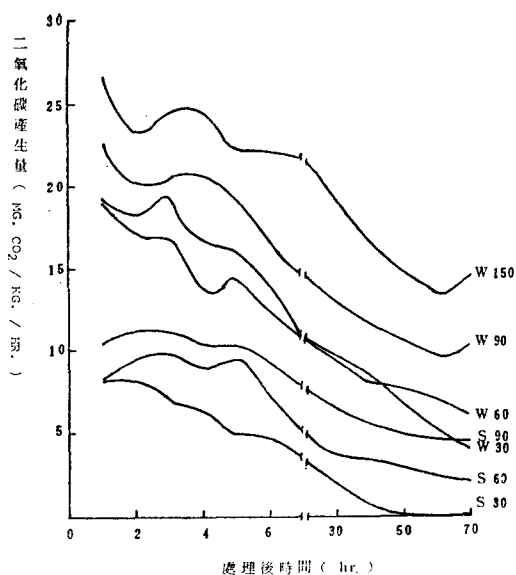
圖七 極柑撞擊極柑，撞與被撞之果實砂囊破壞情況

，其損傷程度減少，其 CO_2 呼吸率自然較低。

圖八中，W表示落床材質為一公分厚之三合板，S表示落床材質為一吋厚之海綿。而30，60，90，150表示其落高各別為30cm，60cm，90cm，及150cm。

四、摘要

本文對於各種不同落床材質對極柑撞擊損傷之緩衝效果進行測試，而其撞擊損傷結果，則利用砂囊破壞程度及二氧化碳產生量測定之。



圖八 柑桔在不同落高撞擊於1吋厚海綿及1cm厚三合板上，對二氧化碳呼吸率之影響。

柑桔撞擊於落床質上，若其撞擊力大於 10kg 以上，即有可能造成砂囊破壞。而落高愈高，落下次數愈多，則砂囊破壞程度及二氧化碳產生量亦愈大。柑桔撞擊硬質三合板，紙板及軟質薄海綿，所產生之撞擊力大，砂囊破壞程度亦大。由實驗結果知，當 L 級柑桔撞擊 11mm 厚之三合板，落高在

20cm 時，其撞擊力約 10kg 左右，但若撞擊於 15~25mm 厚之海綿時，則其撞擊力減半僅 5kg 左右。因此，只要海綿厚度在 15mm 以上，落高在 30cm 以下時，利用軟質海綿之緩衝效果，即可有效防止落果之撞擊損傷。

五、參考文獻

1. 臺灣農業年報・民國六十七年版，省農林廳編印。
2. Bittner, D. R., Manbeck, H. B. and Mohsenin, N. N., 1967. A Method of Evaluating Cushioning Materials Used in Mechanical Harvesting and Handling of Fruits and Vegetables. Transactions of the ASAE, 711-714.
3. Claypool, L. L., and keefer, R. M., 1942. A Colorimetric Method for CO₂ Determination in Respiration Studies. Proc Amer. Soc. Hort. Sci. 40:117-186.
4. Eaks, I. L., 1961. Techniques to Evaluate Injury to Citrus Fruit from Handling Practice. Amer. Soc. Hort. Sci. Vol. 78, 190-196.
5. 山下重良、北野欣信、八田茂嘉、和田年裕、宇田擴，1979，温州ミカンの選果荷造過程における損傷要因と損傷防止に關する研究（第1報），外力による果實組織の破壞様相と選果荷造工程における果皮の損傷，園學雜。（J. Japan. Soc. Hort. Sci.）48（2）:231-241.

專營土木、水利、建築等工程

大 源 土 木 包 工 業

地 址：彰化縣二水鄉倡和村員集路34號

電 話：(048) 7 9 3 2 2 3