

# 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

080829

綠野“仙”蹤～一起來採仙人掌果吧！

學校名稱：澎湖縣西嶼鄉竹灣國民小學

作者：	指導老師：
小六 陳如意	鄭文健
小五 陳慈平	謝宗融
小五 陳里揚	
小五 林秀婷	

關鍵詞：仙人掌果、採果工具

# 綠野“仙”蹤~一起來採仙人掌果吧！

## 摘要

仙人掌果用途多多，我們想利用學過的簡單機械原理探討、設計採仙人掌果工具。

我們先調查澎湖本島採仙人掌果的工具與方法，發現有「垃圾夾」、「鐮刀」、「三（兩）叉」、「鉤子」和「鐵絲圈」五大類。

我們接著探討六種採果工具（加上高枝剪）採果時的施力，發現不考慮工具重量的話，「三叉型」最省力。如果加上工具重量，「鐵圈型」最省力。以近、中、長三種不同距離採一顆仙人掌果時，「高枝剪」都是最快速的。採果時不傷到果實可以保存比較久，而我們發現近距離時，「三叉型」和「垃圾夾」最能保持果實完好；中距離時，「鉤子型」和「鐵圈型」最能保持果實完好；長距離時，「三叉型」最能保持果實完好。

最後我們設計了「鉤勺合一型」和「窮人高枝夾」兩種採果工具，發現「窮人高枝夾」較符合簡易、經濟、省力、有效率的優點。

## 壹、研究動機

在澎湖的野外很常看到仙人掌（如照片 1-1），仙人掌的果實又叫「澎湖紅蘋果」，可以做成仙人掌冰、仙人掌酒、仙人掌醋、仙人掌果凍…等產品，仙人掌的果實用途多多，繁殖力又強，現在是澎湖奇貨可居的植物（如照片 1-2）。

小意的家人偶爾也會去採仙人掌果回來打成果汁喝或是拿去賣，味道非常獨特。但是小意每次看姨媽採仙人掌果回來，總是抱怨採仙人掌果很累。我們從來沒有去採過仙人掌果，不知道到底要用什麼工具採仙人掌果？因此我們希望研究採仙人掌的工具，親自體會採仙人掌果的感覺。

最近自然課又學到簡單機械的課程（五年級的組員之前沒學過，老師就先教他們一些重點，讓他們可以提早認識這個單元的內容，也可以對這次的研究快快上手），如果我們可以設計出方便好用的採仙人掌果工具，讓大家可以輕鬆的採仙人掌果，那就太棒了！



照片 1-1 俗稱「仙巴掌」的澎湖仙人掌。



照片 1-2 店家販賣的新鮮仙人掌果

## 貳、研究目的

- 一、調查澎湖縣本島（漁翁島、白沙島、澎湖島）採仙人掌果的工具與方法。
- 二、參考調查的結果，自己製作採仙人掌果工具並進行採果測試。
- 三、觀察用自製工具採到的仙人掌果一個月內的變化。
- 四、探討哪一種採仙人掌果工具採果時最省力。
- 五、探討哪一種採仙人掌果工具可以用最少的時間採一顆仙人掌果（比較有效率）。
- 六、探討哪一種採仙人掌果工具採果時最不會傷到果實。
- 七、自行設計製作比較簡易、經濟、省力、有效率的採仙人掌果工具。

## 參、文獻探討

爲了對研究方法有更清楚的了解以及觀摩學習別人的優點，我們上網到《臺灣科學教育館網站》瀏覽歷屆優勝作品資料，尋找最近十年和我們的研究主題較有相關的作品，但是卻只有發現《採龍眼採出生活中的工具》這一篇和我們的研究主題比較有關。不過這一篇研究有關測量施力的裝置（利用籃子加螺帽測量折斷樹枝的力）、製作工具的方法（U 型模擬採具）等都對我們的研究有很大的啓示。

另外我們閱讀書籍和網路資料，發現其實澎湖原本並沒有仙人掌，據說是爲了軍事用途才引進，現在已經變成澎湖植物景觀特色，而且澎湖的仙人掌在台灣也比較少見到。仙人掌在澎湖分布很廣，尤其在海崖幾乎隨處可見，但食用時要注意會刺人的種子。仙人掌的繁殖方式有許多種，其中「種子繁殖法」是仙人掌開花結果後，自然掉落地面，透過風吹或動物吃食排泄的方式來傳播。因此我們採下仙人掌果以後，如果將它“回歸大自然”也可以幫助仙人掌繁殖。

六年級自然課本《簡單機械》和《巧妙的施力工具》單元，裡面介紹了槓桿原理、輪軸、滑輪和齒輪組等可以讓我們省力或方便工作的原理，我們認爲和採仙人掌果工具比較有關聯的是「槓桿原理」（滑輪和輪軸也都是槓桿原理的應用），例如垃圾夾、剪刀、夾子等工具，因此實驗時透過支點、施力點、抗力點的位置便可以討論工具是否省力，也可以根據槓桿原理來分析採仙人掌果的工具。

研究相關的資料，我們有以下發現：

- 一、可以參考過去的相關研究設計測量採仙人掌果工具施力的裝置。
- 二、要進行採仙人掌果的研究要先選一處適合的場所，採的時候要注意安全，也要注意採集果實的處理方式。
- 三、可以利用槓桿原理探討、分析採仙人掌果工具是否省力。

## 肆、研究設備及器材

- 一、採仙人掌果工具田野調查：相機、筆記本、筆。
- 二、觀察仙人掌果變化：相機、筆記本、筆、透明盒、鑷子。
- 三、製作採仙人掌果工具：三節桿、掛物鉤、不鏽鋼垃圾夾、不鏽鋼三叉、不鏽鋼鐮刀、高枝剪、鐵絲、大力膠帶、水勺。
- 四、測量採仙人掌果施力：採仙人掌果工具、PVC 水管、PVC 水管接頭、寶特瓶、鐵絲、螺絲、螺帽、電子吊秤、鋸子。
- 五、測試採仙人掌果時間：採仙人掌果工具、碼表、水桶、手套、捲尺。
- 六、自製採仙人掌果工具：三節桿、掛物鉤、大力膠帶、水勺、鐵絲、鋼釘、取物夾、PVC 水管、水火箭發射握把、鋸子、老虎鉗、不鏽鋼湯匙。

## 伍、研究方法與結果

### 一、調查澎湖縣本島（漁翁島、白沙島、澎湖島）採仙人掌果之工具與方法。

#### （一）研究方法：

1. 俗話說：『工欲善其事，必先利其器。』我們在研究採仙人掌果的工具之前，想先了解澎湖本島地區採仙人掌果的工具（離島因為時間及交通因素先不調查）。
2. 我們利用假日，由老師開車載著我們前往本島四個鄉市調查（如照片 4-1、4-2），調查社區以觀光比較發達，有賣仙人掌冰店家的社區為主，合計 12 社區（如圖 4-1），並以筆記、相機做紀錄。



照片 4-1 通梁的大哥哥展示工具給我們看



照片 4-2 龍門的爺爺熱心為我們畫出工具外型



镰刀： 垃圾夾： 鉤子： 鐵絲圈： 三（兩）腳叉

圖 4-1：調查採仙人掌果工具社區及成果圖（地圖取自澎湖縣政府網站）

(二) 研究結果：

1. 我們的調查結果如表 4-1。

表 4-1：澎湖縣本島採仙人掌工具一覽表

鄉市	社區	使用工具	備註
西嶼	小門	夾 1：用「垃圾夾」夾住，再用「刀子」割下。 刀：用「鐮刀」割下，再用勺子或桶子裝。	
	竹灣	刀：用「鐮刀」割下，再用勺子或桶子裝。	
	大池	刀：用「鐮刀」割下，再用勺子或桶子裝。	店家向人收購，以電話訪問採收者。
白沙	通樑	叉 1：先用「三腳叉」將仙人掌果扭下，再用勺子接。 夾 1：用「垃圾夾」夾住，再用「刀子」割下。 夾 2：用「垃圾夾」直接夾取摘下。	
	赤崁	鉤：用「鉤子」套住果實，再將仙人掌果拉下來。 夾 1：用「垃圾夾」夾住，再用「刀子」割下。	
馬公	馬公市區	叉 1：先用「三腳叉」將仙人掌果扭下，再用網子接。 夾 2：用「垃圾夾」直接夾取摘下。	店家向人收購，以電話訪問採收者。
	山水	夾 1：用「垃圾夾」夾住，再用「刀子」割下。 叉 2：先用「兩腳叉」將仙人掌果扭下，再用網子接。	
	時裡	夾 2：用「垃圾夾」直接夾取摘下。	
	風櫃	夾 1：用「垃圾夾」夾住，再用「刀子」割下。	
湖西	果葉	夾 1：用「垃圾夾」夾住，再用「刀子」割下。	
	龍門	夾 1：用「垃圾夾」夾住，再用「刀子」割下。 圈：用「鐵絲做成圓圈」套住仙人掌果，再扭下。	
	林投	夾 1：用「垃圾夾」夾住，再用「刀子」割下。	

2. 整理調查結果，我們發現澎湖本島採收仙人掌果的工具大概可以分成「垃圾夾」（10 社區）、「鐮刀」（3 社區）、「三（兩）叉」（3 社區）、「鉤子」（1 社區）和「鐵絲圈」（1 社區）五大類。其中以使用「垃圾夾」最多。
3. 在調查的過程中，我們得到很多熱心的社區民眾協助，告訴我們許多和研究有關的事情：
  - (1) 通樑的冰店老闆娘說，採仙人掌時不能把它的果實弄壞，因為如果沒弄壞的話可以保存的比較久（至少一個月）。
  - (2) 龍門廟口的爺爺告訴我們採仙人掌果要注意安全，除了刺（針狀葉）之外，果實和莖上還有許多細小的“毛刺”，注意不要被刺到。
  - (3) 赤崁特產店的大姐姐告訴我們在海邊涼亭的附近有一大片仙人掌，平常很少有人會去採果實，建議我們可以去哪裡做研究（交通距離對我們來說也合適）。



照片 4-3 冰店老闆娘為我們解說仙人掌果



照片 4-4 赤崁這片仙人掌可作為我們實驗地點

## 二、參考調查的結果，自己製作採仙人掌果工具並進行採果測試。

### (一) 研究方法：

1. 根據調查結果，參考我們拍攝到的照片或是民眾的說明，我們開始製作採仙人掌果的工具。
2. 除了「垃圾夾」之外，我們利用可以伸縮的三節桿來製作「鐮刀型」、「三叉型」、「鉤子型」、「鐵圈型」這四種工具。
3. 我們在蒐集資料時知道有一種叫做「高枝剪」的工具，是用來修剪植物、採收果實的好用工具，我們想知道這種工具適不適合用來收仙人掌果實？因此我們也買了一支高枝剪來進行研究。
4. 工具購買、製作完成之後先到學校附近的仙人掌叢進行採果測試，確認工具可不可以使用。

### (二) 研究結果：

1. 我們總共製作、購買了 6 種工具，如表 4-2。

表 4-2：我們所使用的採仙人掌果工具一覽表

名稱	垃圾夾	鐮刀型	三叉型	鉤子型	鐵圈型	高枝剪
材料	不鏽鋼垃圾夾	不鏽鋼鐮刀、伸縮桿	不鏽鋼三腳叉、伸縮桿	掛物鉤、伸縮桿	不鏽鋼鐵絲、伸縮桿	金屬、塑膠
重量	0.32kg	0.34kg	0.54kg	0.32kg	0.32kg	1.11kg
成本	50	30 + 100 = 130	300 + 100 = 400	45 + 100 = 145	25 + 100 = 125	1450
照片						
備註	五金行購買		不銹鋼三腳叉請打鐵店製作			網路拍賣購買

## 2. 工具的實測結果

- (1) 經過測試，我們發現這六種工具都可以使用，可以順利採到仙人掌果。只是使用起來感覺都不太一樣，有的比較快，有的比較慢，這是我們接下來要繼續探討的。
- (2) 我們發現這些仙人掌果工具的採果方式大概可以分為「扭斷」（套住果實，旋轉工具讓果實掉落，如垃圾夾、三叉型、鉤子型、鐵圈型）與「切斷」（直接將果實割下來或剪下來，如鐮刀型、高枝剪）兩種。

## 三、觀察用自製工具採到的仙人掌果一個月內的變化

### (一) 研究方法：

1. 在通梁調查採仙人掌果實工具時，冰店老闆娘跟我們提到仙人掌果不受傷可以保存比較久，我們覺得這是採仙人掌果時很重要的一件事。如果老闆娘說的是真的，那我們認為採果工具要盡量不傷到仙人掌果。
2. 我們將測試工具時採的果實（每種 5 顆）保留下來，分別編上號碼，觀察一個月內果實的變化情形（如照片 4-5）。

(二) 研究結果：經過一個月的觀察，觀察結果如表 4-3。

表 4-3：仙人掌果觀察變化表

採果工具	編號	採下後外觀	重要變化紀錄
鐵圈型	1	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。
	2	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。
	3	基部有點損傷	損傷部位逐漸乾扁，放置一個月還算完好，有點異味。
	4	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。
	5	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁（如照片 4-6）。
高枝剪	6	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。
	7	表皮、基部受傷	3 天後明顯變軟，一週後開始發臭，兩週後發霉腐爛。
	8	基部有點損傷	損傷部位逐漸乾扁，放置一個月還算完好，有點異味。
	9	基部有點損傷	損傷部位逐漸乾扁，放置一個月還算完好，有點異味。
垃圾夾	10	基部有點損傷	損傷部位逐漸乾扁，放置一個月還算完好，有點異味。
	11	表皮、基部受傷	明顯變軟，一週後開始發臭，兩週後發霉腐爛，最後完全乾扁。
	12	基部嚴重損傷	明顯變軟，一週後發臭流出汁液，兩週後發霉腐爛，最後完全乾扁。
	13	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。
	14	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。
	15	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。

接下頁



續上頁

採果工具	編號	採下後外觀	重要變化紀錄
鉤子型	16	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。
	17	表皮被鉤子插破	開始流出汁液，一週時變軟發臭，最後完全乾扁。
	18	基部有點損傷	損傷部位逐漸乾扁，放置一個月還算完好，有點異味。
	19	表皮被鉤子割傷	受傷部位開始流出汁液，一週時變軟發臭，最後果實發臭變得很軟。
	20	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。
鐮刀型	21	基部嚴重損傷	明顯變軟，一週後發臭流出汁液，開始發霉腐爛，最後完全乾扁（如照片 4-7）。
	22	基部有點損傷	損傷部位逐漸乾扁，放置一個月還算完好，有點異味。
	23	基部嚴重損傷	明顯變軟，一週後發臭流出汁液，開始發霉腐爛，最後完全乾扁。
	24	基部有點損傷	損傷部位逐漸乾扁，放置一個月還算完好，有點異味。
	25	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。
三叉型	26	基部嚴重損傷	明顯變軟，一週後發臭流出汁液，開始發霉腐爛，最後完全乾扁。
	27	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。
	28	基部有點損傷	損傷部位逐漸乾扁，放置一個月還算完好，有點異味。
	29	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。
	30	完好無損傷	放置一個月仍然完好，只有表皮稍微乾扁。



照片 4-5 編號觀察果實變化



照片 4-6 放置一個月仍然完好的仙人掌果



照片 4-7 乾扁發黑的仙人掌果

#### 四、探討哪一種採仙人掌果工具採果時最省力

(一) 研究問題：測量每一種採仙人掌果工具採下一顆果實的施力有多少？哪一種的施力最小？

##### 1. 第一種研究方法：

- (1) 我們參考《採龍眼採出生活中的工具》這篇科展報告，設計了一個測量施力大小的工具（如照片 4-8），同時利用 PVC 管設計一個支撐採果工具的支撐架（如照片 4-9）。
- (2) 將每個重 16g 的螺帽放入寶特瓶中，看看放幾個螺帽可以將仙人掌果扭斷，再換算成施力（公克）。



照片 4-8 我們設計的測量施力工具



照片 4-9 放置採果工具的支撐架

## 2. 研究結果：

- (1) 經過測試我們發現這個裝置不好用，常常發生裝了螺帽的寶特瓶已經轉動到最下面了，果實還是沒辦法扭斷（因為扭斷果實時的角度不只 90 度，但是我們這個裝置只能轉動到大概 90 度而已）。
- (2) 我們同時發現這個裝置只能測試「扭斷」的施力，無法測量「切斷」（如鐮刀型、高枝剪）的施力，所以我們決定修正設計。

## 3. 第二種研究方法：

- (1) 我們改使用電子吊秤來計算「扭斷」及「切斷」的施力（如照片 4-10）。
- (2) 測量時分工合作，一位同學負責拉吊秤，一位同學負責拿支撐架，另一位同學負責看果實是否掉落，一位同學負責記錄。

## 4. 研究結果：

- (1) 這個裝置可以測出施力大小，但是當我們做了幾次紀錄後，我們發現這樣的實驗結果不太準確，因為我們從工具外的螺絲掛吊秤來測量，這是輪軸原理的「以輪帶軸」，這樣是省力的結果，會和實際轉動工具的施力不同。
- (2) 我們決定再修正我們的設計。

## 5. 第三種研究方法：

- (1) 我們將螺絲拆下來，直接將吊秤掛在三節桿上打的洞上或是握把最後面的洞上，測量「扭斷」及「切斷」的施力（如照片 4-11）。
- (2) 操作方法和「第二種研究方式」相同。



照片 4-10 用電子吊秤測量施力大小



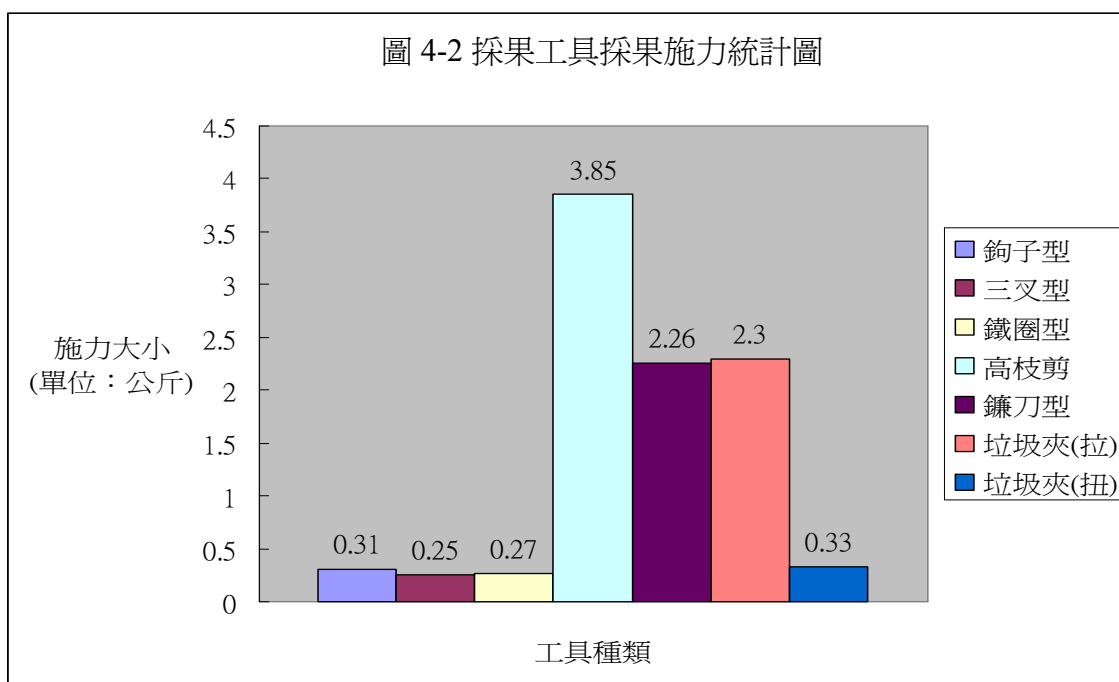
照片 4-11 修正電子吊秤測量施力大小方式

6. 研究結果：如表 4-4、圖 4-2 所示。

表 4-4：採仙人掌果工具採果時施力統計表

工具 次數	鉤子型	三叉型	鐵圈型	高枝剪	鐮刀型	垃圾夾(拉)	垃圾夾(扭)
1	0.32	0.21	0.27	2.83	3.46	2.48	0.18
2	0.21	0.29	0.30	3.56	1.12	2.58	0.23
3	0.37	0.21	0.20	4.56	2.51	2.42	0.54
4	0.27	0.24	0.21	3.98	3.76	2.35	0.28
5	0.23	0.30	0.22	4.26	3.25	1.21	0.57
6	0.28	0.24	0.33	4.52	1.90	2.34	0.35
7	0.40	0.27	0.32	3.26	2.31	2.83	0.25
8	0.38	0.21	0.29	3.52	0.94	1.28	0.24
9	0.24	0.26	0.25	4.57	1.52	3.31	0.31
10	0.40	0.27	0.26	3.45	1.82	2.15	0.31
<b>平均施力 (kg)</b>	<b>0.31</b>	<b>0.25</b>	<b>0.27</b>	<b>3.85</b>	<b>2.26</b>	<b>2.30</b>	<b>0.33</b>
<b>工具重量 (kg)</b>	<b>0.32</b>	<b>0.54</b>	<b>0.32</b>	<b>1.11</b>	<b>0.34</b>	<b>0.32</b>	<b>0.32</b>

註：垃圾夾分別測量「扭斷」及「拉（切）斷」時的施力。



五、探討哪一種採仙人掌果工具可以用最少的時間採一顆仙人掌果（比較有效率）。

（一）問題一：哪一種採仙人掌工具採短距離果實所用的時間最少？

1. 研究方法：

- （1）探討了六種採果工具採果時的施力後，我們接著要研究採果工具採果時所花的時間，能以越短時間採到仙人掌果的代表這個工具越有效率。
- （2）我們將六種採果工具按照順序輪流操作，以免連續使用越來越熟練而縮短了採果時間，影響實驗結果；並且都讓同一位同學進行操作。
- （3）將各種工具的三節桿調成最短~一節長度（垃圾夾不必調，高枝剪最短為170公分長）。同時垃圾夾用「扭斷」方式採果。
- （4）實驗時負責採果的同學站在定點，不可以移動位置，兩手分別操作工具及勺子，將短距離（1.2m）仙人掌果採到勺子裡，再倒到桶子中就算完成採果動作（如照片 4-12），並以碼錶測量採一顆果實所花的時間。
- （5）如果採果實過程中發生果實掉落而沒有裝入勺子中就算「失敗」一次，不算時間。各種工具都測量 10 次然後取時間的平均值。

2. 研究結果：如表 4-5 所示。

表 4-5：採仙人掌果工具採短距離果實時間統計表

工具 次數	鉤子型	三叉型	鐵圈型	高枝剪	鐮刀型	垃圾夾
1	28.09	11.85	9.47	5.72	7.03	11.78
2	5.66	11.4	10.50	2.62	25.57	6.78
3	17.44	4.38	9.87	5.75	4.75	8.38
4	4.87	10.72	4.78	2.56	11.44	3.65
5	6.91	5.62	4.62	4.10	5.25	1.82
6	13.41	8.50	7.38	6.05	5.84	2.75
7	7.47	6.03	6.44	4.59	2.72	1.56
8	35.15	14.57	30.09	7.57	11.91	1.89
9	7.15	7.72	12.28	5.94	4.09	9.72
10	3.66	10.75	6.62	4.20	4.81	3.57
平均時間(秒)	12.98	9.15	10.21	4.91	8.34	5.19
失敗次數	0	4	1	1	1	0
失敗率(%)	0	29%	9%	9%	9%	0

(二) 問題二：哪一種採仙人掌工具採中距離果實所用的時間最少？

1. 研究方法：

- (1) 實驗方法和測量短距離時間相同，但將各種工具的三節桿調成兩節長度（垃圾夾無法測中距離，高枝剪仍然以 170 公分長測量）。
- (2) 實驗時採果實的同儕站在定點採中距離（1.7m）果實（如照片 4-13）。



照片 4-12 進行採短距離仙人掌果實驗



照片 4-13 進行採中距離仙人掌果實驗

2. 研究結果：如表 4-6 所示。

4-6：採仙人掌果工具採中距離果實時間統計表

次數	工具				
	鉤子型	三叉型	鐵圈型	高枝剪	鐮刀型
1	13.63	10.09	7.09	11.01	18.22
2	11.52	20.37	9.50	10.60	9.03
3	10.33	4.96	10.95	7.13	10.29
4	18.41	6.77	21.85	12.49	12.4
5	14.80	17.13	11.50	7.59	8.22
6	7.77	8.00	11.95	7.69	27.86
7	9.83	23.75	14.09	4.60	16.30
8	10.13	15.91	18.23	6.54	26.73
9	9.07	12.73	20.07	6.19	17.67
10	12.81	9.60	24.60	6.58	9.38
平均時間(秒)	11.83	12.93	14.98	8.04	15.61
失敗次數	2	8	3	1	4
失敗率(%)	17%	44%	23%	9%	29%

(三) 問題三：哪一種採仙人掌工具採長距離果實時所用的時間最少？

1. 研究方法：

(1) 實驗方法和測量短、中距離時間相同，但將各種工具的三節桿調成最長~三節長度（垃圾夾無法測長距離，高枝剪調到 230 公分長）。

(2) 實驗時採果實的同學站在定點採長距離（2.3m）果實（如照片 4-14）。

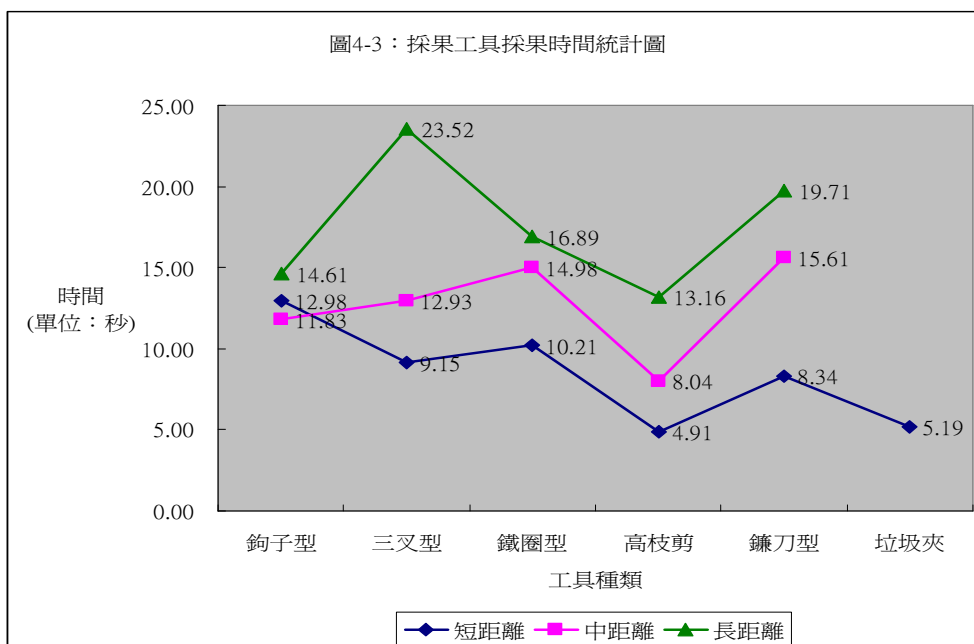


照片 4-14 採遠距離仙人掌果實驗

2. 研究結果：如表 4-7、圖 4-3 所示。

4-7：採仙人掌果工具採長距離果實時間統計表

次數 \ 工具	鉤子型	三叉型	鐵圈型	高枝剪	鐮刀型
1	16.83	17.34	13.99	11.39	26.54
2	10.23	23.45	12.73	22.53	18.97
3	25.36	32.35	14.56	26.24	30.14
4	14.00	29.42	9.49	16.74	34.39
5	12.90	19.12	13.74	7.26	14.27
6	7.42	11.87	24.39	17.41	16.46
7	14.40	23.27	9.29	12.84	16.82
8	9.63	36.22	11.49	5.19	8.34
9	23.23	24.76	31.45	6.07	11.67
10	12.10	17.36	28.99	5.96	19.59
平均時間(秒)	14.61	23.52	16.89	13.16	19.71
失敗次數	0	6	7	5	10
失敗率(%)	0	38%	41%	33%	50%



## 六、探討哪一種採仙人掌果工具採果時最不會傷到果實

### (一) 研究方法：

1. 從研究三的結果我們已經知道仙人掌果是否受損和保存的期限有很密切的關係。
2. 我們將「表皮受傷、流出汁液」、「果實基部受傷」(如照片 4-15)、(如照片 4-16) 都歸類為「受損」, 如果沒有受損則屬於完好 (如照片 4-17, 請注意基部特寫)。
3. 根據六種工具不同距離採到的果實, 我們判斷、計算受損的數量, 然後計算出受損比例 (如照片 4-18)。



照片 4-15 表皮受傷的仙人掌果實



照片 4-16 基部受傷的仙人掌果實



照片 4-17 完好的仙人掌果實



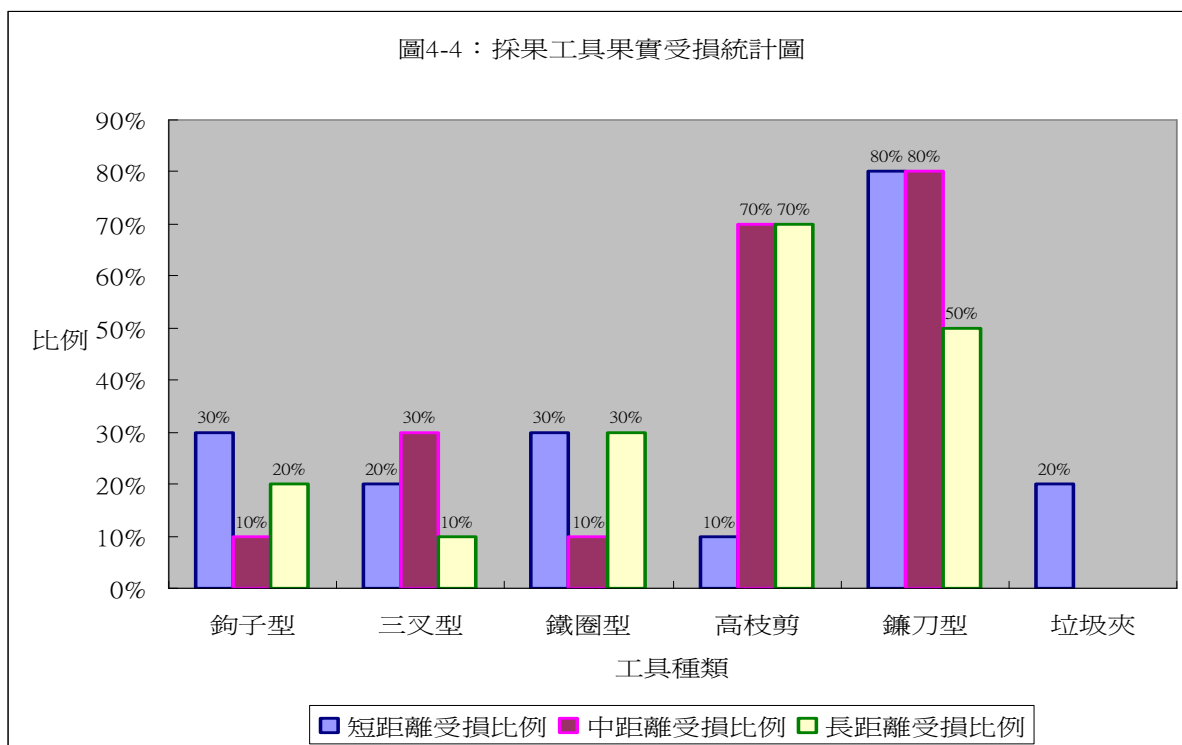
4-18 統計受損的仙人掌果實數量

(二) 研究結果：如表 4-8、圖 4-4 所示。

表 4-8：採仙人掌果工具採果受損比例統計表

工具種類	鉤子型	三叉型	鐵圈型	高枝剪	鐮刀型	垃圾夾
短距離受損比例 (%)	30%	20%	30%	100%	80%	20%
中距離受損比例 (%)	10%	30%	10%	70%	80%	※
長距離受損比例 (%)	20%	10%	30%	70%	50%	※
平均受損比例 (%)	20%	20%	20%	80%	70%	20%

※ 垃圾夾沒有中、長距離數據。





## 七、自行設計製作比較簡易、經濟、省力、有效率的採仙人掌果工具

### (一) 問題一：自製採仙人掌工具並進行測試

#### 1. 研究方法：

- (1) 透過研究四、五、六的結果，我們已經對六種採仙人掌果工具有了一些認識。我們希望製作具有這些採仙人掌果工具的優點，並且兼顧容易製作，製作成本不要太高的優點。
- (2) 我們根據表 4-9 的分析，決定以「鉤子型」為藍本，製作改良後的「**鉤**與**合一型**」採果工具。

表 4-9：六種採仙人掌果工具分析表

分析項目 \ 工具	鉤子型	三叉型	鐵圈型	高枝剪	鐮刀型	垃圾夾
製作成本(元)	145	400	125	1450	130	50
採果施力 (kg)	0.31	0.25	0.27	3.85	2.26	(拉)2.33 (扭)0.33
三種距離 採果平均時間(秒)	13.14	15.20	14.03	8.70	14.55	5.19
採果平均失敗率 (%)	6%	38%	27%	19%	33%	0
採果平均受損率 (%)	20%	20%	20%	80%	70%	20%

- (3) 我們認為高枝剪雖然有「採果快速」且「失敗率低」的優點，可惜售價比較高而且果實容易受損。研究時有同學從家中帶了一枝「取物夾」來（如照片 4-19），於是我們想將它結合高枝剪優點，改良高枝剪缺點，改造成「**窮人高枝夾**」。
- (4) 參考研究五、研究六，進行自製採仙人掌工具採不同距離果實要花費的時間實驗，以及保持仙人掌果的完整性實驗（如照片 4-20）。



照片 4-19 組員帶來的取物夾




照片 4-20 用自製工具進行採果實驗

2. 研究結果：

(1) 我們自製兩種工具如表 4-10 所示。

表 4-10：自製採仙人掌果工具分析表

照片		
	鉤勺合一型（上）與窮人高枝夾（下）	
名稱	鉤勺合一型	窮人高枝夾
材料	掛物鉤、伸縮桿、鐵絲、水勺	取物夾、PVC 水管、鐵絲、水火箭發射器手把
設計重點	將鉤子型工具與水勺合一，採果時可以兩手同時操作一枝工具就好。	製作出類似高枝剪，但是用夾取、扭斷方式採果的工具。
製作方法	將水勺握把及鉤子型的三節桿打洞，利用鐵絲將水勺固定在三節桿下面，鐵絲不能太緊以免無法轉動。	將取物夾拆解，利用夾子及鐵絲部份和 PVC 管結合，再黏上水火箭發射器手把，不過無法伸長及縮短。
重量	0.49kg	0.4kg
成本	約 180 元	約 250 元

(2) 測試結果發現「鉤勺合一型」水勺位置會滑動；而「窮人高枝夾」無法夾緊仙人掌果，使用幾次以後把手竟然脫落了！兩種工具都需要再改良。

(二) 問題二：改良自製採仙人掌工具並進行測試

1. 研究方法：

- (1) 將「鉤勺合一型」鐵絲用鋼釘固定（如照片 4-21），「窮人高枝夾」的手把改用 PVC 水管製作（如照片 4-22）
- (2) 經過測試發現修正了之前使用的缺點，於是我們接著進行採果實驗（如照片 4-23）。



照片 4-21 改良自製工具~鉤勺合一型



照片 4-22 改良自製工具~窮人高枝夾的握把

2. 研究結果：改良後的自製採仙人掌果工具採不同距離果實要花費的時間如表 4-11。

表 4-11：自製採仙人掌果工具採果測試統計表

測試項目	鉤勺合一型第二代			窮人高枝夾第二代		
	短距離	中距離	長距離	短距離	中距離	長距離
1	8.17	7.93	29.25	8.74	8.03	7.65
2	10.34	19.41	15.63	18.43	8.48	14.14
3	4.96	6.02	17.09	7.94	9.87	27.22
4	14.27	13.57	11.58	6.38	21.76	8.57
5	14.11	20.26	11.65	5.27	12.46	9.28
6	10.04	9.87	10.59	7.05	7.93	8.91
7	34.77	18.81	15.43	7.07	10.58	11.46
8	8.32	16.54	7.21	13.93	20.99	13.47
9	20.03	18.27	10.49	7.87	14.25	23.35
10	10.11	24.87	26.64	18.79	10.74	13.19
<b>平均時間(秒)</b>	<b>13.51</b>	<b>15.56</b>	<b>15.56</b>	<b>10.15</b>	<b>12.51</b>	<b>13.72</b>
<b>失敗次數</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>20</b>
<b>失敗率(%)</b>	<b>38%</b>	<b>55%</b>	<b>29%</b>	<b>44%</b>	<b>47%</b>	<b>67%</b>
<b>果實受損比例(%)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>

圖 4-5 自製採果工具採果時間統計圖

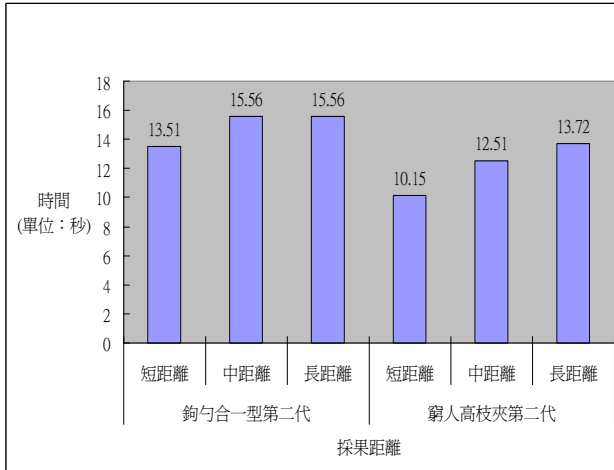
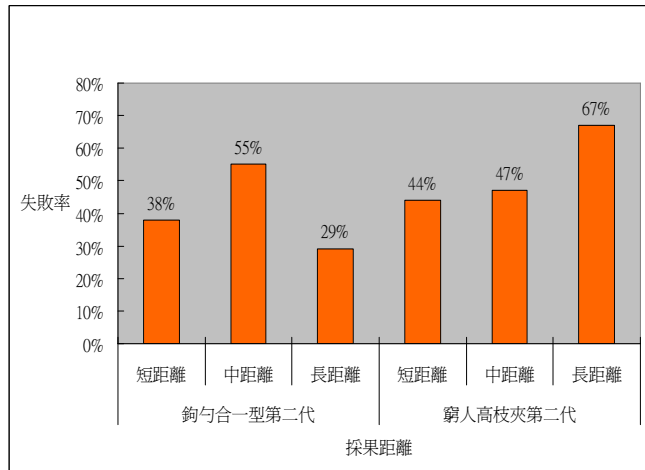


圖 4-6 自製採果工具採果失敗率統計圖



照片 4-23 使用改良後的自製工具進行採果實驗

(三) 問題三：再改良自製採仙人掌果工具並進行測試

1. 研究方法：

(1) 分析自製採仙人掌果工具的研究結果：

- a. 「鉤勺合一型」不但沒有達到省時的目的，反而平均要多花 1~2 秒的時間，加上用鐵絲固定勺子不太可靠，而且勺子容易被仙人掌莖和針狀葉卡住。
- b. 「窮人高枝夾」採果時間理想，但可惜**失敗率太高**，因此我們在夾子上加**裝上修剪後的湯匙**（如照片 4-24），希望可以降低採果時的失敗率。

(2) 進行「窮人高枝夾」改良後採遠距離果實花費的時間和保持仙人掌果的完整性實驗，並和改良前做比較。



照片 4-24「窮人高枝夾第三代」夾子部分特寫

2. 研究結果：如表 4-12 所示。

表 4-12：改良自製採仙人掌果工具採遠距離果實統計表

項目	工具	窮人高枝夾第三代	
		改良前	改良後
1		7.65	10.14
2		14.14	12.39
3		27.22	6.98
4		8.57	8.93
5		9.28	6.58
6		8.91	11.16
7		11.46	8.34
8		13.47	11.63
9		23.35	8.13
10		13.19	11.97
平均時間(秒)		13.72	9.63
失敗次數		20	3
失敗率(%)		67%	23%
果實受損比例(%)		10%	10%

## 陸、研究結果之討論

### 一、調查澎湖本島採仙人掌果工具與方法

由於時間和人力的限制，我們只調查了 12 個社區（還有一些社區雖然有去，但是卻沒有調查到），調查到的工具可分為五大類，但我們相信應該還有更多採仙人掌果的工具和方法是我們沒有發現的。

### 二、自行製作採仙人掌果工具

- (一) 製作這些工具的方法都不難，只有三叉型需要特別請打鐵店製作，使用防水韌性強的大力膠帶來固定很方便，也很耐用。
- (二) 六種工具中高枝剪沒辦法縮短，垃圾夾不能伸長，在進行實驗時會有一些限制。

### 三、觀察用自製工具採到的仙人掌果一個月內的變化

- (一) 根據觀察結果，能夠不傷到表皮和基部完整採下的果實，至少可以保存一個月不會壞。受傷的果實大概只能保存 1 週，1 週後便開始發臭、腐爛了。
- (二) 如果採回來的仙人掌果想要放久一點或是要賣錢，最好用不會傷到果實的工具。

### 四、探討採仙人掌果工具採果時的施力

- (一) 經過兩次改良，我們測試施力大小的方法修正了一些缺點，但是使用電子秤時因為顯示的數值會不斷改變，所以讀數值的時候會有一些誤差，如果有更精密的儀器會更好。
- (二) 鉤子型、三叉型、鐵圈型和垃圾夾（扭）的施力都在 0.3kg 左右，垃圾夾（拉）、鏟刀型施力在 2kg 左右，而高枝剪則是接近 4kg。分析它們的工作原理，前四種方式接近輪軸原理。後三者方式接近槓桿原理，而且是抗力臂比較長的不能省力類型。而且當工具愈伸越長時，抗力臂會增長，所以會更不能省力。
- (三) 除了採果時施力越小越好之外，我們覺得工具的重量也要考慮。例如三叉型採果施力雖然比鉤子型省力，但是重量比較重，使用時要出的“總施力”會比較大。

### 五、探討採仙人掌果工具採果時的效率

- (一) 我們將六種工具採果的時間和失敗率整理成表 5-1。

表 5-1：六種採仙人掌果工具採果時間及失敗率分析表

分析項目	工具	鉤子型	三叉型	鐵圈型	高枝剪	鏟刀型	垃圾夾
短距離採果時間(秒)		12.98	9.15	10.21	4.91	8.34	5.19
中距離採果時間(秒)		11.83	12.93	14.98	8.04	15.61	※
遠距離採果時間(秒)		14.61	23.52	16.89	13.16	19.71	※
短距離採果失敗率		0	29%	9%	9%	9%	0
中距離採果失敗率		17%	44%	23%	9%	29%	※
遠距離採果失敗率		0	38%	41%	33%	50%	※

- (二) 我們發現六種工具採越遠距離的果實，所要花的時間就變越長。
- (三) 採越遠距離果實的失敗率會越高，而且雖然我們實驗採果時失敗不列入時間計算，但是實際在採仙人掌果的時候，失敗次數愈多，就會用掉愈多時間。
- (四) 三叉型在短、中、遠三種距離的失敗率比較高，而且三種距離的失敗率很接近，負責操作的同學說因為三叉比較重，伸長時三節桿會變彎，不太容易準確叉住果實，所以失敗率會比較高。

六、探討哪一種採仙人掌果工具採果時最不會傷到果實

- (一) 用「切斷」方式採果的高枝剪和鐮刀型採的果實受損率最高，而其他用「扭斷」方式採果的工具受損率較低（垃圾夾我們實驗時是用比較省力的「扭斷」方式），約 20% 左右。可能是因為這樣，我們在調查採果工具時並沒有調查到修剪花木常用的「花剪」。
- (二) 果實的受損情形並沒有隨著距離加長而有明顯增加。我們認為這是由於實驗次數不夠多，加上可能因為重複的操作越來越熟練，所以還需要加以探討。

七、自行設計、製作比較簡易、經濟、省力、有效率的採仙人掌果工具

- (一) 我們將各種工具優缺點整理成表 5-2，希望這張表可以提供大家選擇工具時的參考。如果只是想採短距離果實，垃圾夾是不錯的選擇；如果要採較遠距離的果實，建議使用鉤子型。

表 5-2：六種採仙人掌果工具優缺點表

名稱	鉤子型	三叉型	鐵圈型	高枝剪	鐮刀型	垃圾夾
照片						
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 採果省力</li> <li>◎ 成本低容</li> <li>◎ 易製作</li> <li>◎ 採果失敗率低</li> <li>◎ 重量輕</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 採果省力</li> <li>◎ 果實不易受傷</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 採果省力</li> <li>◎ 成本低容</li> <li>◎ 易製作</li> <li>◎ 重量輕</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 採果快速</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 成本低容</li> <li>◎ 易製作</li> <li>◎ 重量輕</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 採果快速</li> <li>◎ 成本低</li> <li>◎ 用扭斷方式較省力</li> </ul>
缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 採果速度較慢</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 採果失敗率高</li> <li>◎ 採果速度較慢</li> <li>◎ 重量較重</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 採果速度較慢</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 易傷到果實</li> <li>◎ 重量較重</li> <li>◎ 較不省力</li> <li>◎ 成本較高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 易傷到果實</li> <li>◎ 較不省力</li> <li>◎ 採果速度較慢</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 無法採中、長距離果實</li> </ul>

- (二) 「鉤勻合一型」的實驗結果和我們想的有點不同，我們發現採仙人掌果實工具如果無法「採、接合一」，就應該兩手並用，一手操作「採」的工具，一手操作「接」的工具，這也是我們田野調查時發現到現在大多數人的採果方法。
- (三) 「窮人高枝夾」是可以直接夾住果實的工具，有類似高枝剪的優點，但不會傷到果實。如果想要兩手操作一枝工具就好，可以使用「窮人高枝夾」。
- (四) 什麼是“最理想的工具”？我們覺得沒有一定的答案，需要看用途及使用的人的習慣來決定。

## 柒、結論

- 一、我們調查澎湖本島採仙人掌果工具與方法，發現可以分爲「垃圾夾」、「鐮刀」、「三（兩）叉」、「鉤子」和「鐵絲圈」五大類。
- 二、我們自行製作了四種採仙人掌果工具，命名爲「鉤子型」、「三叉型」、「鐮刀型」、「鐵圈型」，加上「垃圾夾」和「高枝剪」，總共有六種採仙人掌果的工具。
- 三、採仙人掌果的時候如果果實保持完好，保存期限可以長達至少一個月，果實如果受損只能保存 1-2 週。
- 四、經過實驗，我們發現不考慮工具重量時，「三叉型」採果工具最省力。如果加上工具重量，「鐵圈型」最省力。
- 五、經過實驗，我們發現以短、中、長三種不同距離採一顆仙人掌果時，「高枝剪」都是最快速的，但是失敗率最低的是「鉤子型」。
- 六、經過實驗，我們發現以短距離採仙人掌果時，「三叉型」和「垃圾夾」最能保持果實完好；以中距離採仙人掌果時，「鉤子型」和「鐵圈型」最能保持果實完好；以長距離採仙人掌果時，「三叉型」最能保持果實完好。
- 七、我們設計了「鉤勺合一型」和「窮人高枝夾」兩種採果工具，其中「窮人高枝夾」較符合簡易、經濟、省力、有效率的優點。



## 捌、我們的感想與建議

- 一、我們都是第一次參加科展，雖然很累，假日還要到野外去採仙人掌、做實驗，但是做完了覺得收穫很多，也對仙人掌果和採果工具有更多的了解。另外，雖然仙人掌果目前資源還很豐富，但是我們仍然要好好珍惜，希望澎湖野外永遠有採不完的仙人掌果。
- 二、澎湖本島還有許多社區我們沒有去調查，離島地區也還沒去，我們希望未來可以繼續調查研究，也希望有興趣的人一起來調查。
- 三、測量採果工具施力方式的裝置可以繼續研究出一種比較準確的測量工具和方法。
- 四、我們測試採果速度是由一位同學來進行，我們覺得也可以請大人來測試看看結果會不會相同？
- 五、我們設計的「窮人高枝夾」經過改良可以達到效率、不傷到果實的優點，不過重量比較重、加上無法伸長縮短等缺點都是可以繼續研究、改良的。
- 六、我們希望自製的採果工具不只能夠採澎湖很有特色的仙人掌果，也能夠推廣到臺灣本島，試試看採不同水果的效果如何？例如芒果、荔枝等。所以希望能有機會拿我們的工具來採臺灣的水果！

## 玖、參考資料

### 參考文獻

- 王美芬等(民 98)。國小自然與生活科技第八冊~單元一：簡單機械。臺北縣：康軒。
- 施惠等(民 98)。國小自然與生活科技第八冊~單元一：巧妙的施力工具。臺南市：南一。
- 君影(民 93)。台灣海岸植物。臺北縣：人人出版。
- 明天工作室(譯)(民 98)。Charles Taylor, Stephen Pople 著。牛津科學大百科。臺北縣：明天國際圖書。
- 洪國雄(民 86)。鹹水煙下的澎湖植物。澎湖縣：澎湖縣立文化中心。
- 陳仁和(民90)。澎湖兒童植物王國解說手冊。澎湖縣：竹灣國小。

### 網路資料

- 劉佳欣(民 97)。採龍眼採出生活中的工具。國立臺灣科學教育館歷屆優勝作品。取自  
<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/elementary/080827.pdf>
- 維基百科~仙人掌 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BB%99%E4%BA%BA%E6%8E%8C>
- 刺蝟窩~築巢日記部落格《採仙人掌果去》  
<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!KCeD.b6fERyGG5wcsXWYobI-/article?mid=14974>

## 【評語】 080829

本作品研究不同的仙人掌果實採集的工具，其結構與效益的關係，本作品富有鄉土的教育意義。實驗的過程符合科學精神，其結果呈現完整，值得鼓勵。