

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

團隊合作獎

032903

風和日「曬」－太陽能蔬果乾燥屋

學校名稱：金門縣立金城國民中學

作者： 國二 張丞駒 國二 洪稚翔 國二 林竑鈞	指導老師： 游以仁
---	------------------

關鍵詞：太陽能集熱板、煙囪效應、乾燥屋

摘要

本研究透過太陽能熱水器的原理引發靈感，設計出了一款金門電話亭造型的「太陽能蔬果乾燥屋」。研發過程中進行了集熱盒材質、塗面顏色、集熱管孔洞和煙囪位置與空氣對流的實驗，並針對第一代乾燥屋進行尺寸、收納及便於攜帶的改良。實驗結果證實，不管在多雲時晴亦或是晴時多雲，乾燥屋的烘乾效果都較直接日曬好，屋內外溫差甚至可以達到 13°C ，且放置於乾燥屋內較為衛生，濕度高時，屋內的濕度也較屋外低，濕度差最高來到34%，不同水果在白天6至11小時的戶外曝曬下，水果乾燥率均能達到70%以上，已達到可食用保存和食用的乾燥效果。這套裝置如果可以普及化，便能達到家家都能自製便宜又健康的水果乾，且夏季水果滯銷的問題也能有所改善。

壹、研究動機

從報章雜誌報導得知，台灣號稱是水果王國，四季皆盛產多種美味香甜的蔬果，但每到生產旺季常遇到生產過剩、來不及銷售就腐壞或農產品去化的困境，因此愈來愈多人研發各類延長農產品保存期限的加工食品，包括果乾、果醬、果醋等，甚至加入糕餅烘焙等等，都是有效去化大量水果的好方法。

在金門當地，也可以看到許多栽種芭樂、檸檬及金桔等作物，校園裡面就有栽種多棵金桔樹，如下圖一，盛產季節都掉到地上。金門的日照時間長，全年降雨量稀少，境內沒有高山，因此大陸東北季風直接吹襲，蒸發量高達1600餘公厘，於是我們想要運用金門太陽光照的輻射、傳導及空氣的對流優勢，設計製作一座低碳節能的蔬果乾燥屋，既可以延長蔬果的保存期限，也可以達到健康安心的點心食品。



圖一、校園內的金桔樹

貳、研究目的

製作太陽能乾燥屋需要考慮以下四點因素：

1. 集熱盒吸熱效果-需考慮內外層塗層顏色與吸熱材質。
2. 集熱盒受熱面積和太陽仰角之計算-金門位處於北緯 24 度 44 分，為了算出最佳集熱板角度，獲得最大受熱面積，集熱板必須與太陽光垂直。
3. 集熱盒材質-需考慮保溫與防潮材質與此材質加熱時的對流效果。
4. 集熱盒與乾燥屋冷熱空氣對流之關係-需考慮集熱盒與乾燥屋的連通方式，乾燥屋的屋頂煙囪排熱設計，以及加上太陽能風扇加強乾燥屋的對流與烘乾效果。

綜合以上要素，歸納出以下六點研究目的:

- 一、研究並探討太陽能集熱裝置
- 二、研究設計製作集熱盒，並測試集熱管孔洞與塗層集熱效果
- 三、研究設計製作太陽能乾燥屋
- 四、實測太陽能乾燥屋與集熱盒的增溫效果以及對流循環效果
- 五、改良太陽能乾燥屋模型
- 六、研究太陽能乾燥屋的蔬果烘乾效果

參、研究設備及器材

				
鋁罐	鋁風管	電鑽	壓克力板	線鋸機
				

木板	木條	熱溶槍	空壓機與釘槍	線鋸
				
鋁箔紙	鋁箔膠帶	磅秤	捲尺	溫溼度感測器
				
開罐器	防霾布	紅外線溫度計	不鏽鋼烤肉架	太陽能風扇
				
PM2.5 檢測模組	電風扇	太陽能行動電源	黏土	線香

表一、實驗器材表

肆、研究過程與方法

一、研究架構



圖二、心智圖

二、研究流程

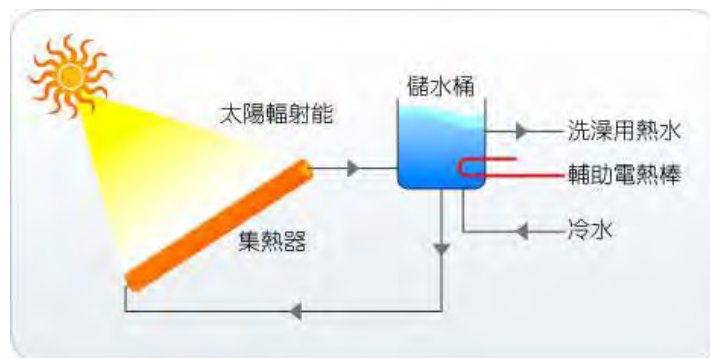


圖三、研究流程圖

三、文獻探討

(一)、太陽能熱水器加熱原理

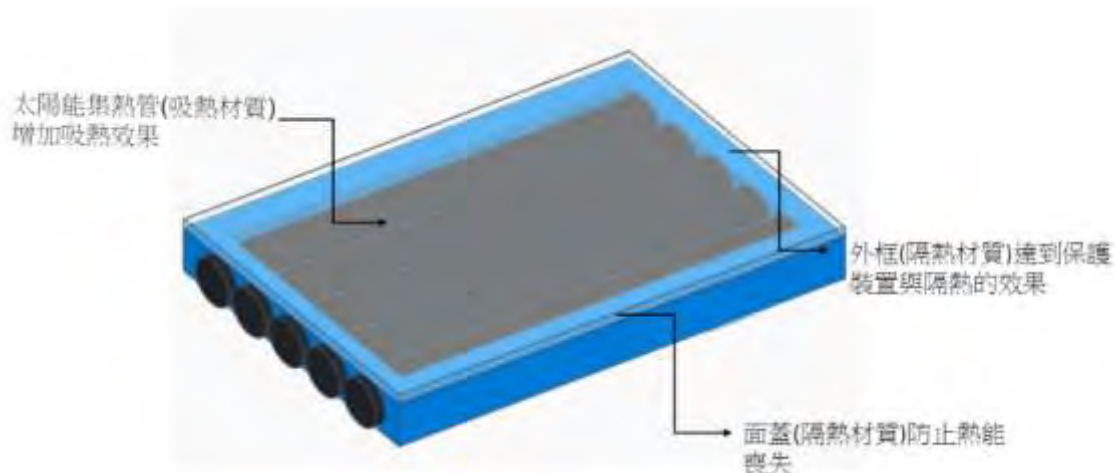
集熱器內的流體，在吸收太陽輻射熱後，溫度升高流體密度變小而往上升至儲水桶，儲水桶內較冷的水往下流至集熱器，產生自然對流循環而將儲水桶內的水加熱的裝置，如下圖四所示。



圖四、取自成大能源研究中心網站

(二)、太陽能集熱板構造的研究

由於我們發現所想要做的集熱盒和太陽能熱水器有異曲同工之妙，加上網路上關於太陽能集熱板的資料又少之又少，於是我們決定從太陽能熱水器下手，分析其結構及功能，製作出一塊屬於我們的集熱板，如下圖五所示。



圖五、集熱板基本構造

1. 太陽能集熱管

集熱管作為太陽能集熱板的心臟，主要功能是將吸收到的輻射熱傳導到管中介質，藉此循環升高水箱中的溫度。所以導熱效果越好的材質，升溫效果越佳，此外顏色也影響了材質的

吸熱效果。在國中課本熱的傳播方式提到，告訴我們使用銅、鋁等金屬的導熱效果較佳，而黑色則是吸熱效果最佳的顏色。

2.面蓋

面蓋是影響集熱效果的主要因素之一，面蓋的透明度越高，集熱管吸收到的熱也會越多。面蓋也是一樣重要的保熱材質，所以應該要選用熱的不良導體。因面蓋長期吸受太陽輻射，所以是否產生毒物和是否會變形都應該列為考慮重點。玻璃和壓克力板是一種耐高溫又不會產生毒物的材質，導熱性也不佳，適合拿來製作面板，可以做為參考對象。

3.外框

外框是保溫和保護集熱管的主要部分，應該要選用堅固且導熱性不佳的材質，才能有效保護集熱管和保住熱能，提高整組集熱裝置的集熱效率。

(三)、集熱板和乾燥屋內的自然對流與熱風循環

1.煙囪效應

由於增溫後的溫度差，使熱空氣不斷從出風口排出，造成室內接近真空，導致冷空氣不斷從進氣口流入，形成一個流速相當快的循環。為了使煙囪效應能更強，煙囪必須增高，才能達到有效的溫差。

2.加裝風扇

在出風口加裝風扇，導致內外壓差不平衡，使進氣口將器不斷吸入，不僅增加了對流效果，也能運用熱風循環減少屋內的濕度。

3.金門電話亭歷史

金門電話亭為金門戰地非常有特色和歷史的地標之一，現任的中華電信金門營運處課長-黃邦雄先生，在 1989 年金門電信局時期，設計以「金門」兩字造型的木製紅色話亭，極具在地特色，近年來已成為金門觀光旅遊照相的著名打卡景點，在網路上風光流傳，許多人特別欣賞其代表「金門」在地的具象。結構及造型有其創意，紅底白色字也襯托喜慶氣氛。另外它造型的上面是個「人」字，下面有四支立足，有祈求「人丁興旺」的意涵。



圖六、金門電話亭

(四)、陽光照射角度

1.金門各個季節的光照角度

金門緯度與台中相近，以台中四季正午的光照角度為參考標準，得出金門的四季光照角度，分別是:春季 24.1 度、夏季 0.7 度、秋季 24.1 度、冬季 47.6 度。算出後將數值平均，得到平均光照角度:24.125 度。

2.日出時間

金門的日出時間分別是:春季 7:00、夏季 6:00、秋季 6:00、冬季 7:00

(五)、金門的氣候環境

根據金門縣農試所的報告顯示，金門每年日照天數約 256 天，全年雨量稀少，平均年降雨量不 1100 公釐，且蒸發量高達 1600 餘公厘，的確有製作太陽能乾燥箱的優勢。

(六)、果乾製作方式

水果屬於高含水量的農業產品，含水量高達 70~90%，由於不易保存，製成果乾便是最好的保存法，製成果乾有以下四種方法:

- 1.脫水:水果表面水分蒸發，使中心水分不斷往表層滲透，在不斷循環下，達到乾燥的效果，通常是使用機器進行人工脫水，可以保留更多的營養和維生素。
- 2.乾燥:利用陽光或乾燥風進行水分去除的作業，成本較低，但是乾燥後剩下的營養和維生素較少，乾燥時間也比較長。
- 3.抑制酵素作用:以熱水、蒸氣、微波等方式抑制酵素活性，且同時具有去除蠟質、軟化組織、去除澀味等功用，防止果物在乾燥過程中變質。
- 4.促進乾燥速率:果皮組織較緻密者，可以在表面穿刺小孔，提升乾燥效率。

(六)、熱能的傳播方式

- 1.輻射:輻射是一種利用電磁波將熱傳導出去的方式，傳導過程並不需要介質。例如:太陽光。
- 2.傳導:傳導通常作用在固體上，是熱由溫度高的物體將熱能傳向溫度低的物體的過程。例如:金屬的熱傳導。
- 3.對流:對流通常作用於氣體和液體，是因為物體加熱後密度變小而上升，上風物體密度相對較大而下沉的一個循環，藉此循環，達到熱能的散播。

四、實驗規劃與設計

(一)、研究並探討太陽能集熱板裝置




製作太陽能集熱板的需考慮以下幾點:

- 1、集熱管－需具有吸熱和導熱的塗層以及材質，太陽能板使用的不鏽鋼管取得和製作成本過高於是改使用容易取得的回收鋁罐，導熱效果好又環保。
- 2、面蓋－可以防止熱量散失，玻璃是最好的保溫面蓋，但玻璃本身的缺點是質量重且有破碎的疑慮，因此我們改用質量輕和不易碎裂且保溫效果也佳的壓克力板。
- 3、外框－主要是保溫和保護集熱管，外觀的材質就要不易導熱，才能達到最好的保溫效果，於是我們採用木頭，好切割又堅固，也有效的達到保溫效果。

(二)、研究設計製作集熱盒，並測試集熱管孔洞與塗面集熱效果

首先使用紙箱製作集熱盒，回收鋁罐作為吸熱裝置，鋁箔紙可增強聚光效果，並用壓克力板當上蓋將熱源保存，紙盒集熱管製作過程如下表二所示。


			
1.清洗、挖洞鋁罐	2.切割壓克力和紙盒	3.用紙箱固定鋁罐	4.集熱盒實驗

			
1.鋁罐打洞	2.組裝	3.安裝壓克力面板	4.孔洞對流實驗

表二、紙盒集熱管製作過程

如下表三為木製集熱盒製作過程，步驟依序為收集鋁罐、清洗、挖孔、黏接、上漆、木

作、切割、組裝完成。

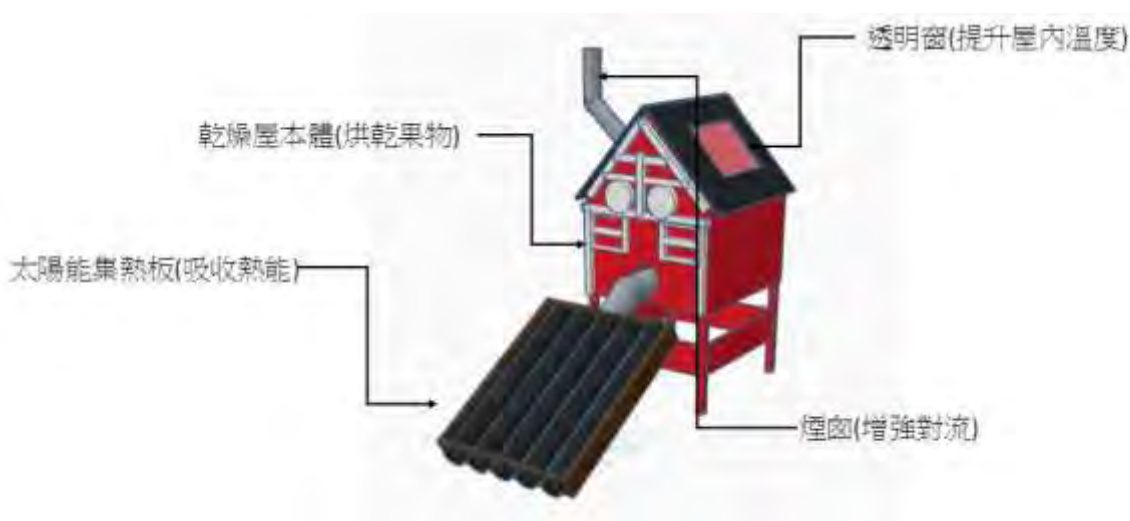
			
1.將鋁罐黏接、噴漆	2.鋁罐上漆	3.木工製作	4.集熱盒成品

表三、木製集熱盒製作過程

(三)研究設計製作太陽能乾燥屋

以下為太陽能乾燥屋的設計構想步驟與重點:

1. 利用繪圖軟體繪出立體圖，如下圖七所示
2. 利用不易導熱的木板製作乾燥屋主體，並以電話亭造型凸顯金門特色
3. 在屋頂塗上黑色油漆增加吸熱效果
4. 在屋頂增開透明窗，增加陽光照射面積，提升屋內升溫效率
5. 在屋內貼上鋁箔膠帶，增強聚光效果
6. 接上集熱板測量屋內濕度及溫度
7. 加上煙囪、風扇增強空氣對流



圖七、太陽能乾燥屋立體設計圖

乾燥屋的製作需用到許多木工器具，我們也是和老師做中學，最後才能完成這項作品，下表四為乾燥屋製作過程說明。

			
(1).繪圖與設計	(2).木板裁切	(3).組裝與挖孔	(4).字體組裝
			
(5).上漆	(6).曬乾	(7).開窗與裝釘	(8).乾燥屋完成

表四、太陽能乾燥屋製作過程

(四)實測太陽能乾燥屋與集熱盒的增溫效果以及對流效果，如下圖八所示。



圖八、太陽能乾燥屋自然對流透視圖

- 1.將裝置置放於豔陽下，如下表五所示，並且每小時測量一次數據。
- 2.記錄實驗數據: 戶外溫濕度、集熱板出風口溫度、屋內溫度、煙囪出風口溫度。

3.依據數據結果進行改進，如下表五。

4.紀錄的各項變因的溫濕度變化。

		
無透明窗	有透明窗	透明窗加風扇

表五、乾燥屋集熱效果實驗過程

(五)改良太陽能乾燥屋模型

在進行完一代乾燥屋的實驗之後，我們根據實驗數據找出了一些可以改善的部分，並且進行了收納和搬運的改良，重點整理如下:

- 1.調整乾燥屋尺寸，將原尺寸縮小，減輕重量，便於收納
- 2.更換排氣煙囪的位置，以增強屋內對流
- 3.增加集熱盒數量，提高升溫的效率，節省時間
- 4.在各氣孔加裝太陽能風扇，提升對流效率
- 5.增加活動滑輪，方便搬運
- 6.可拆式屋頂、腳座、集熱盒，便於收納和搬運



		
乾燥屋架設	乾燥屋收納	可拆式屋頂

表六、二代乾燥屋 3D 設計圖與成品圖

(六)研究太陽能乾燥屋的乾燥效果和蔬果烘乾效果

- 1.準備水果，每片水果切薄片 0.5mm，金桔對半切
- 2.測量並紀錄各類水果的初始質量
- 3.觀察紀錄太陽能乾燥屋內外溫溼度變化
- 4.紀錄烘乾後水果的質量
- 5.計算出各式水果的乾燥率

$$\text{乾燥率} = (\text{初始質量} - \text{烘乾後質量}) / \text{初始質量} * 100$$

- 6.觀察與試吃果乾如下表六



圖九、乾燥屋乾燥實驗

				
金桔乾	鳳梨乾	蘋果乾	檸檬乾	芭樂乾

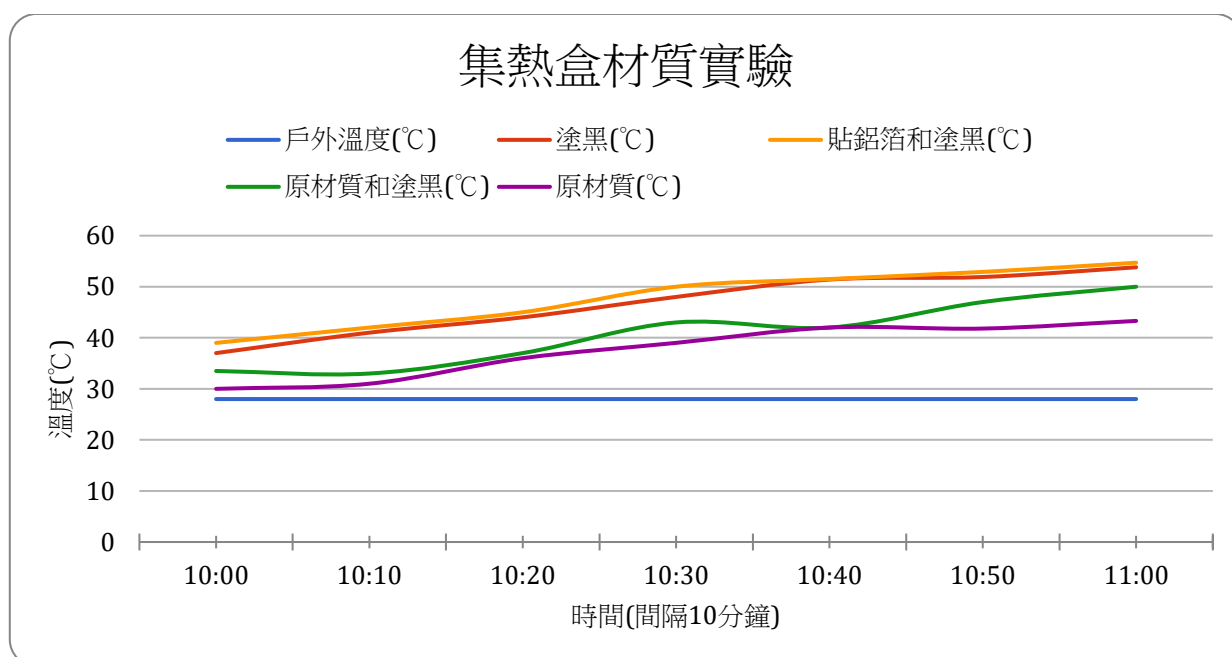
表七、水果乾成品

伍、研究結果與討論

(一)、研究並探討太陽能集熱裝置

規格 時間	戶外溫度 (°C)	塗黑(°C)	貼鋁箔和塗黑(°C)	原材質和塗黑(°C)	原材質(°C)
10:00	28	37	39	33.5	30
10:10	28	41	42	33	31
10:20	28	44	45	37	36
10:30	28	48	50	43	39
10:40	28	51.4	51.5	42	42
10:50	28	51.9	52.9	47	41.8
11:00	28	53.8	54.7	50	43.3

表八、不同材質的升溫效果



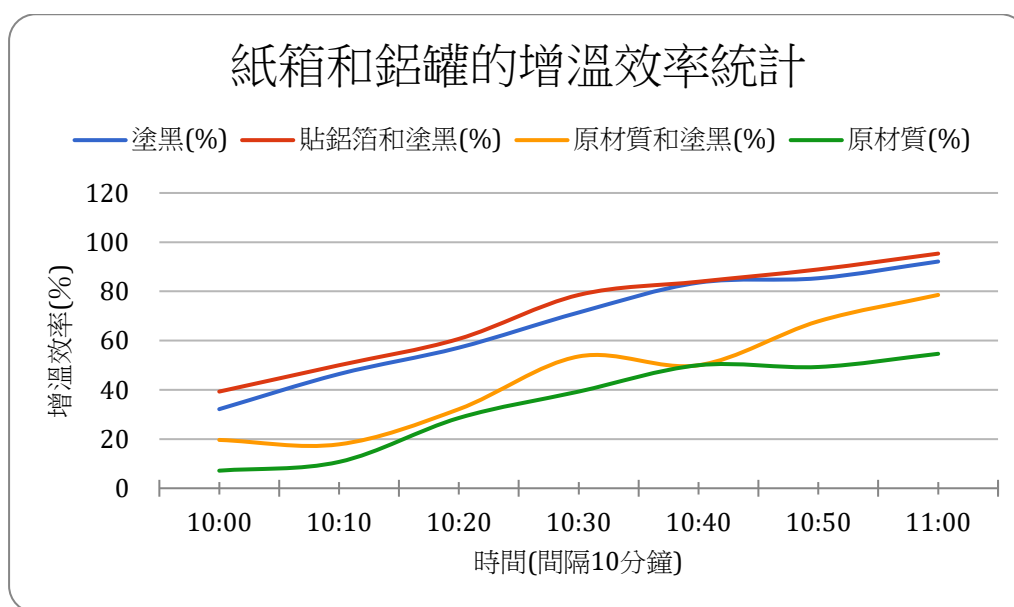
討論:由上表八可知塗黑與貼鋁箔和塗黑上升溫度接近，加熱一小時後，溫度可達 53.8 度和 54.7 度，貼鋁箔及塗黑的集熱盒又比塗黑的集熱盒溫度略高。

結論:黑色比其他顏色更能吸收輻射熱，所以塗黑後的集熱管溫度更高，而貼鋁箔後，因為鋁箔能夠反射熱輻射，使熱在集熱板中不斷反射，故能增加升溫效果，塗黑並在內層貼上鋁箔的集熱盒，升溫速度和幅度最大。

(二)、研究設計製作集熱盒，並測試吸熱材質與塗層集熱效果

增溫效率 時間	塗黑(%)	貼鋁箔和塗黑(%)	原材質和塗黑(%)	原材質(%)
10:00	32	39	20	7
10:10	46	50	18	11
10:20	57	61	32	29
10:30	71	79	54	39
10:40	84	84	50	50
10:50	85	89	68	49
11:00	92	95	79	55

表九、集熱盒吸熱材質效率表



圖十一、集熱盒吸熱材質增溫效率統計

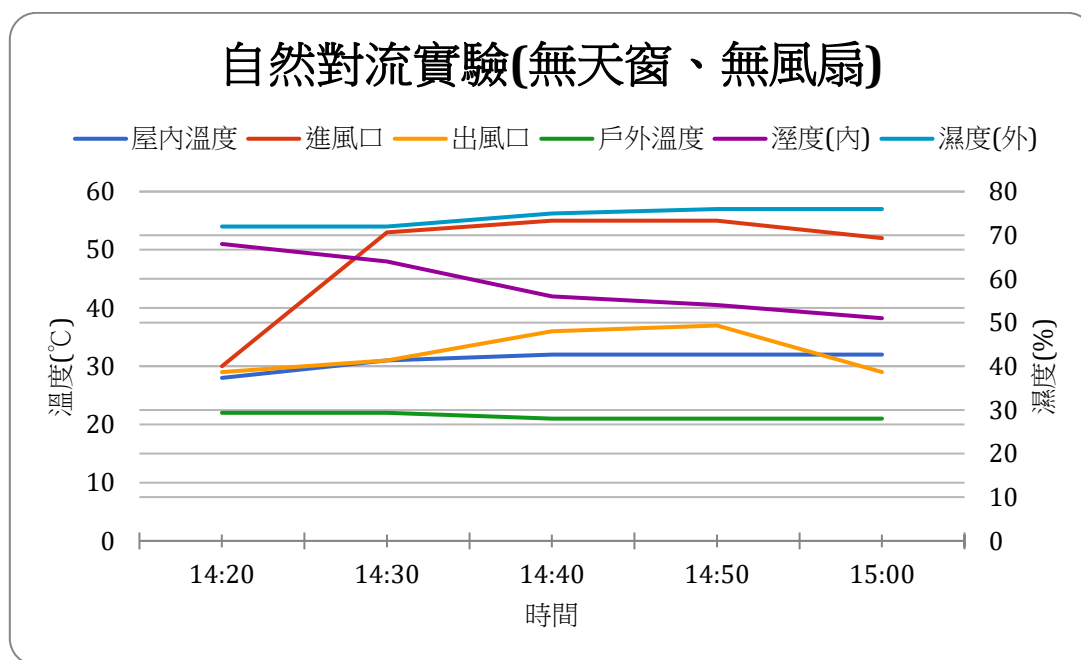
討論:由上表九得知，在一小時實驗中，塗黑加包覆鋁箔的集熱盒，升溫效率高達 95%，而原材質的增溫效率只達到 55%，兩者相差 40%。

結論:在實驗結果中，塗黑加包覆鋁箔的集熱盒，在一小時內的增溫比例最大，而原材質的升溫比例最小，由升溫比例分析，我們可得知在時間相同、太陽提供熱能相同的情況下，塗黑加包覆鋁箔的裝置，能夠獲得最大的溫度提升。

(三)、探討太陽能乾燥屋與集熱盒的增溫效果以及對流循環效果

溫溼度 時間	屋內溫度°C	屋內進風口 溫度°C	煙囪出風口 溫度°C	戶外溫度°C	溼度%(內)	濕度%(外)
14:20	28	30	29	22	68	72
14:30	31	53	31	22	64	72
14:40	32	55	36	21	56	75
14:50	32	55	37	21	54	76
15:00	32	52	29	21	51	76

表十、自然對流溫溼度數據表



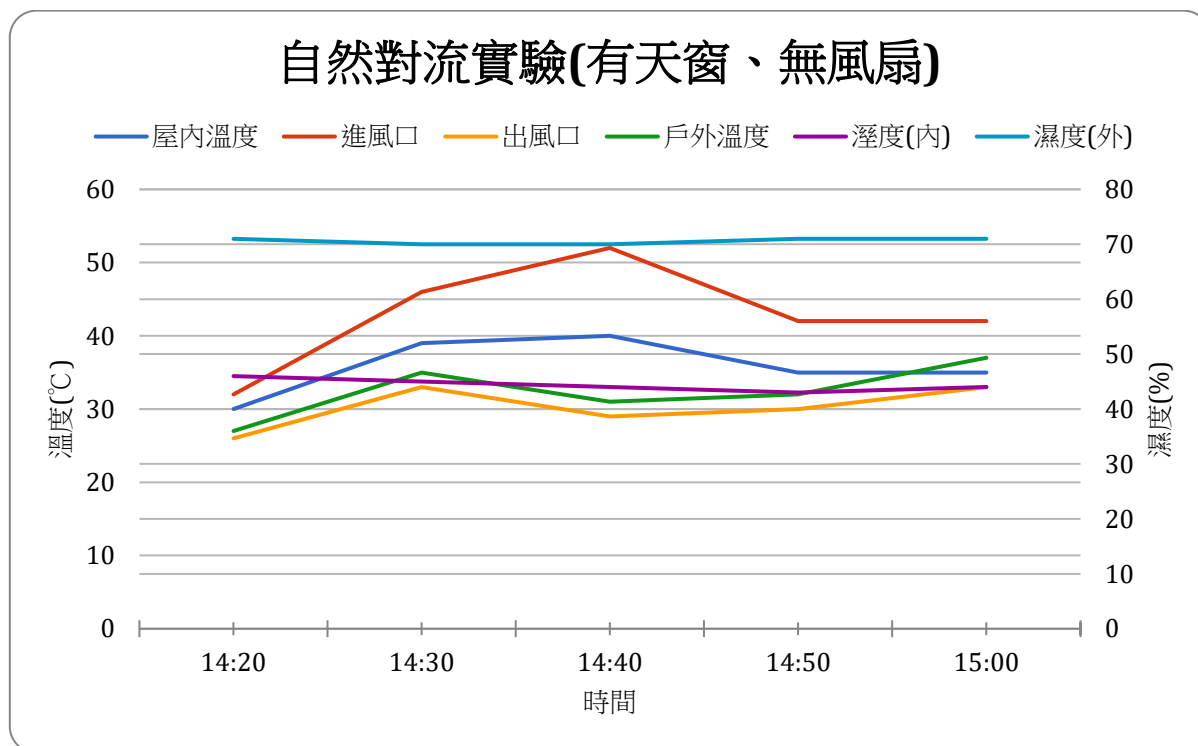
圖十二、自然對流溫溼度數據折線圖

討論:由上表十得知，在乾燥屋採完全自然對流作用下，戶外溫度在 21℃時，屋內溫度仍可升到 32℃，和戶外溫度的溫差達到 11℃，屋內相對濕度也下降 25%。

結論:乾燥屋在自然對流情況下，依靠著集熱盒所提供的熱能，仍然增加屋內的溫度，濕度也下降，煙囪出風口溫度上升，證明煙囪效應成功將熱空氣和濕氣導出屋外。

時間	溫溼度					
	屋內溫度℃	進風口溫度℃	出風口溫度℃	戶外溫度℃	溼度%(內)	濕度%(外)
14:20	30	32	26	27	46	71
14:30	39	46	33	35	45	70
14:40	40	52	29	31	44	70
14:50	35	42	30	32	43	71
15:00	35	42	33	37	44	71

表十一、自然對流下的升溫數據(有天窗、無風扇)



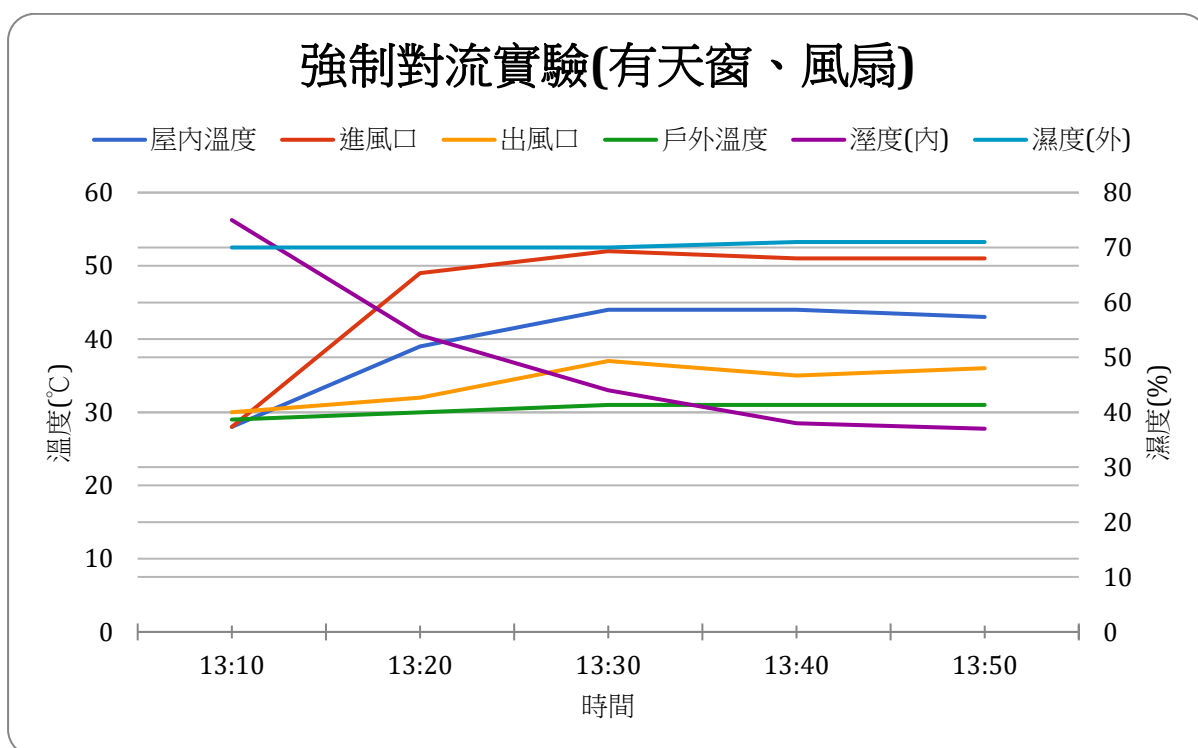
圖十三、自然對流實驗數據折線圖

討論:由上表十一得知，在開透明天窗後，屋內溫度在十分鐘內最高來到了 39℃，濕度比屋外濕度低了 26%，和戶外溫度的溫差更達 9℃。

結論:加天窗後，溫度上升速度會較沒天窗高，濕度下降更多。天窗可以使外部陽光直射乾燥屋內部，使內部溫度提升更快，增強乾燥效果。

時間	溫溼度					
	屋內溫度℃	進風口溫度℃	出風口溫度℃	戶外溫度℃	溼度%(內)	濕度%(外)
13:10	28	28	30	29	75	70
13:20	39	49	32	30	54	70
13:30	44	52	37	31	44	70
13:40	44	51	35	31	38	71
13:50	43	51	36	31	37	71

表十二、強制對流實驗數據表



圖十四、強制對流實驗數據雙軸折線圖

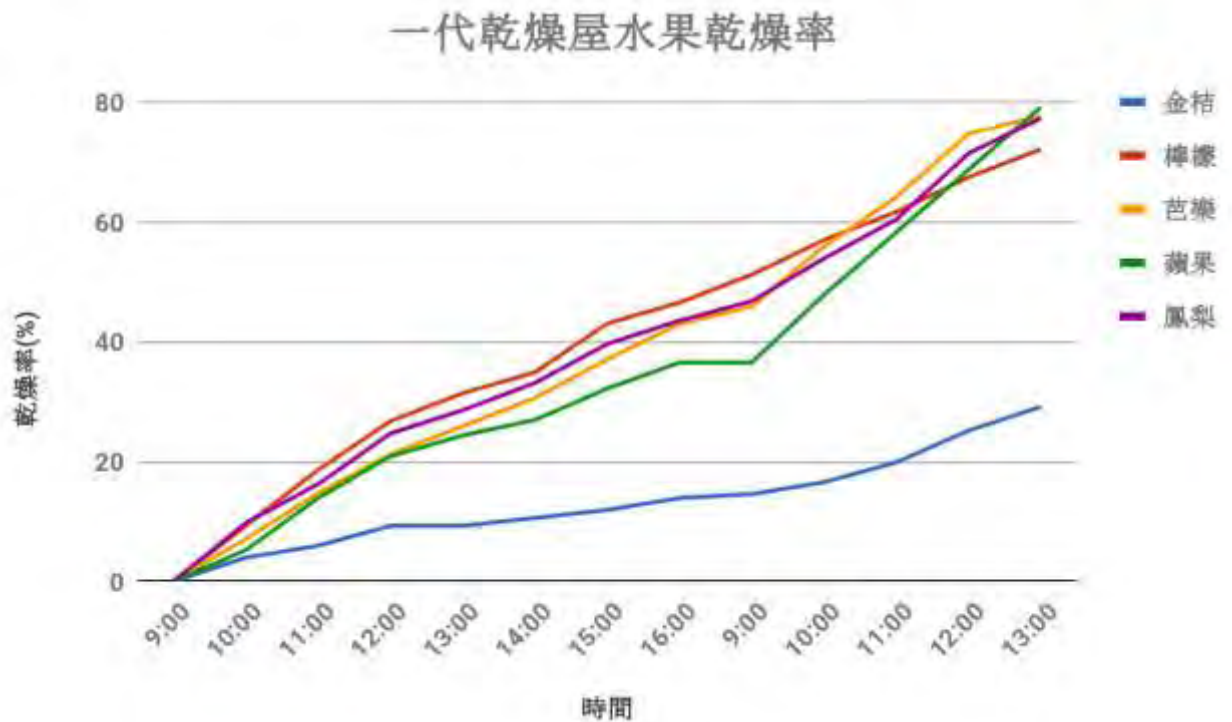
討論:由上表十二得知，在加上風扇和天窗後，屋內溫度最高來到 44℃，濕度最低來到 38%，和屋外溫差達到了 13℃，濕度差達到了 33%。

結論:加了風扇後，乾燥屋的溫度比前兩者都高。風扇可以將集熱盒內的熱氣抽出，並且抽入乾燥屋內部，使乾燥屋內的空氣溫度更高，對流更強，而透明天窗也起到了相同的作用。

(四)、研究太陽能乾燥屋的蔬果烘乾效果

乾燥率% 時間	金桔	檸檬	芭樂	蘋果	鳳梨
9:00	0	0	0	0	0
10:00	3.97	9.30	7.06	5.22	9.74
11:00	5.96	18.60	14.71	13.91	16.23
12:00	9.27	26.74	21.18	20.87	24.68
13:00	9.27	31.40	25.88	24.35	28.57
14:00	10.60	34.88	30.59	26.96	33.12
15:00	11.92	43.02	37.06	32.17	39.61
16:00	13.91	46.51	42.94	36.52	43.51
9:00	14.57	51.16	45.88	36.52	46.75
10:00	16.56	56.98	55.88	47.83	53.90
11:00	19.87	61.63	64.12	58.26	60.39
12:00	25.17	67.44	74.71	68.70	71.43
13:00	29.14	72.09	77.65	79.13	77.27

表十三、一代水果乾燥率



圖十五、一代乾燥屋水果乾燥率折線圖

討論:由上表十三得知，在經歷一天半的烘乾後，烘乾率最高的水果蘋果，達到了 79%，最低的金桔只有 29%。

結論:金桔因質地特殊，加上有表皮的保護，成為最難乾燥的水果，其餘水果則並沒有較特殊的情況。

時間	溫溼度	濕度%	溫度°C	濕度%	溫度°C
		(屋內)	(屋內)	(屋外)	(屋外)
9:00		76	21	72	20
10:00		70	33	69	21
11:00		70	40	63	24
12:00		80	41	64	24
13:00		80	33	64	24

14:00	92	28	70	21
15:00	78	45	73	21
16:00	86	31	72	21
9:00	68	22	73	21
10:00	50	39	71	21
11:00	40	39	70	22
12:00	40	43	74	21
13:00	34	42	73	24

表十四、一代屋內外溫濕度數據表



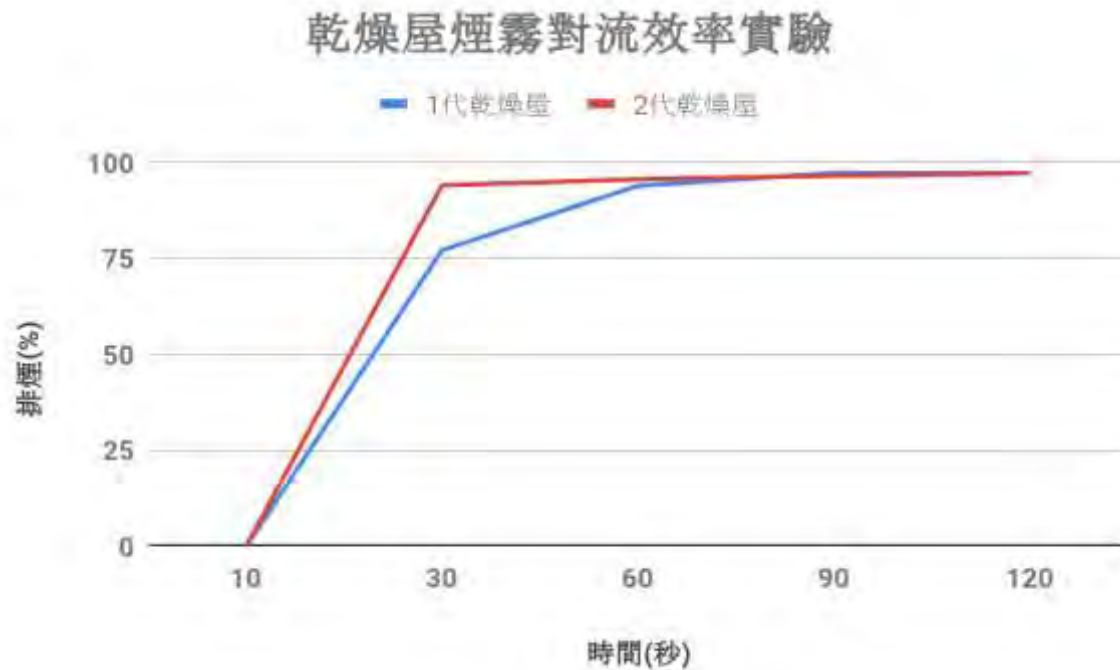
圖十六、一代乾燥屋溫溼度雙軸分析圖

討論:由上表十四得知，第一天的 15:00，溫度達到了最高點 45°C，第二天的中午，達到了 43°C。第一天的濕度最低達到 70%，第二天的濕度最低達到 34%。

結論:在乾燥屋內，溫度和濕度在晴朗時比屋外更適合烘乾水果，但在陰天時，溫度較低，對流較弱，故乾燥後水氣滯留於屋內，影響屋內濕度，進而影響乾燥效果。

對流效率 時間	第一代乾燥屋(%)	第二代乾燥屋(%)
10 秒	0	0
30 秒	77.17	94.12
60 秒	93.97	95.70
90 秒	97.34	96.61
120 秒	97.34	97.29

表十五、一、二代乾燥屋煙霧對流效率實驗數據



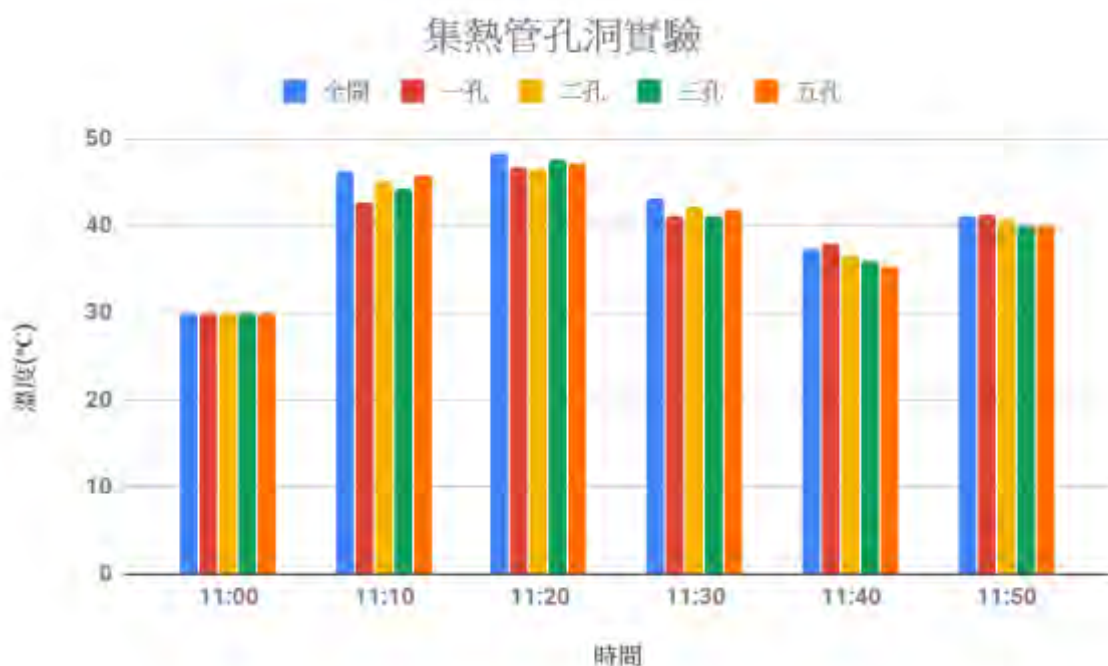
圖十七、一、二代乾燥屋煙霧對流效率實驗折線圖

討論:由上表十五得知,前 10 秒為進煙時間,然後移出線香,開始測試 PM2.5 偵測,在進行到 30 秒時,,一代排出了約 77%的煙霧,二代排出高達 94%的煙霧。

結論:二代的排煙效率在 30 秒時和一代相差 17%,證明了二代的室內對流效率優於一代。

開孔 時間	全開(°C)	一孔(°C)	二孔(°C)	三孔(°C)	五孔(°C)
11:00	30	30	30	30	30
11:10	46.2	42.7	45.1	44.3	45.8
11:20	48.3	46.7	46.4	47.5	47.2
11:30	43.2	41.1	42.2	41	41.7
11:40	37.2	37.9	36.6	36	35.3
11:50	41.1	41.3	40.6	39.9	40

表十六、集熱管孔洞實驗數據表



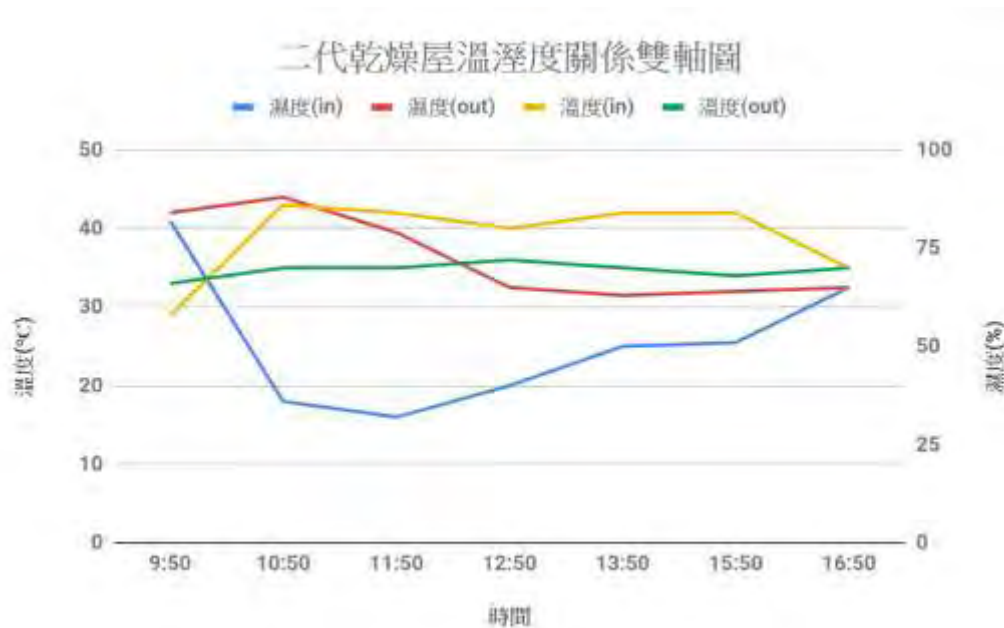
圖十八、集熱管孔洞實驗長條圖

討論: 由上表十六可知，不同孔洞數的集熱管皆在 11:20 時達到了最高溫，而其中全開的溫度是最高的 48.3°C。

結論: 在實驗結果證實，在 20 分鐘內全開的溫度是最高的，在 40 分鐘時一孔與全開的升溫效果相近，而在維持溫度方面，則是一孔的效果較全開略高 1 度，由於全開與一孔數據接近，可是一孔的製作和工法較複雜，所以我們取用全開的設計。

時間	濕度(in)	濕度(out)	溫度(in)	溫度(out)
9:50	82	84	29	33
10:50	36	88	43	35
11:50	32	79	42	35
12:50	40	65	40	36
13:50	50	63	42	35
15:50	51	64	42	34
16:50	65	65	35	35

表十七、二代乾燥屋溫溼度關係數據表



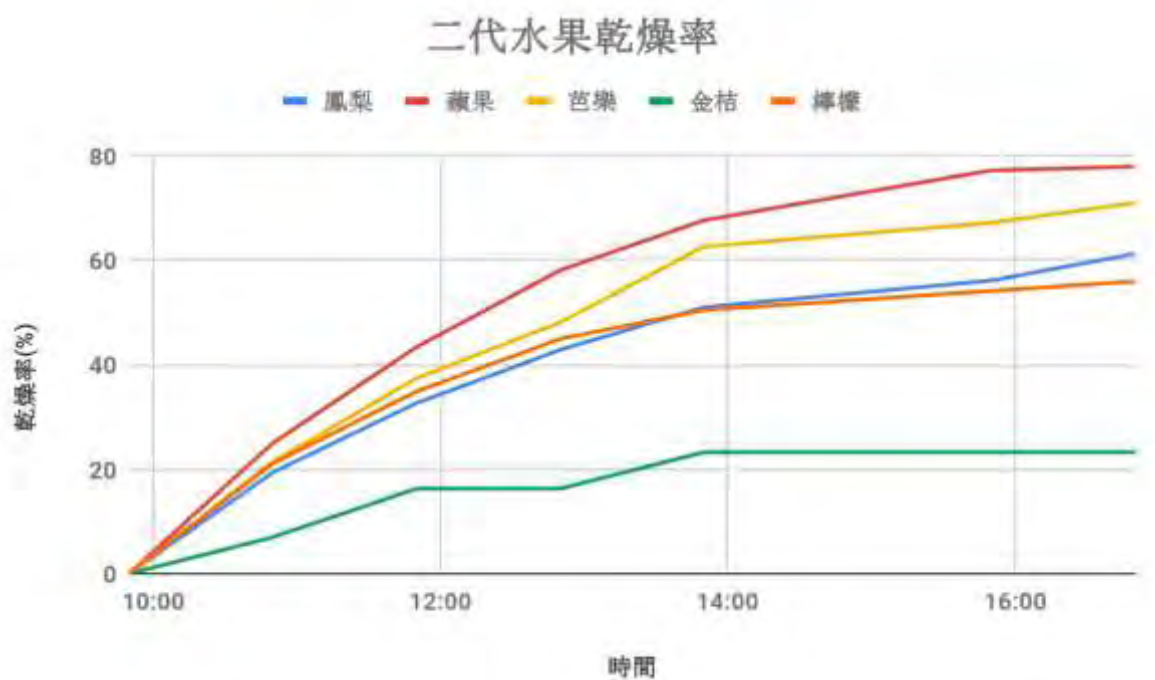
圖十九、溫溼度折線圖

討論:由上表十七得知，在接近中午時，屋內濕度來到了最低點，只有 32%，和戶外相差了 47%，溫度在剛架設好和下午時達到了最高，和戶外相差 8°C。

結論:在中午時，日照較強，空氣乾燥，雖蒸發量大，但因為乾燥屋內空氣乾熱，加上有加裝太陽能風扇，使屋內對流增強。雖然中午日照強，但因當天是晴時多雲，導致午時太陽被雲遮住，升溫效果降低。

時間 \ 乾燥率%	鳳梨	蘋果	芭樂	金桔	檸檬
9:50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10:50	19.4	25.0	21.4	7.0	21.1
11:50	32.7	43.4	37.4	16.3	34.9
12:50	42.9	58.1	48.1	16.3	45.0
13:50	51.0	67.6	62.6	23.3	50.5
15:50	56.1	77.2	67.2	23.3	54.1
16:50	61.2	77.9	71.0	23.3	56.0

表十八、二代水果乾燥率數據表



圖二十、二代水果乾燥率折線圖

討論: 由上表十八得知，在進行八個小時的乾燥實驗之後，各項水果除金桔外及皆有達到接近 60%到 78%的乾燥率。和上表十三、一代乾燥屋水果乾燥率比較，二代乾燥屋水果在日曬四小時下，四項水果乾燥率皆能超果 50%，一代乾燥屋水果乾燥率要達 50%以上，需要在戶外日曬九小時。

結論:由實驗證實，二代乾燥屋和一代相比較，可以大幅縮短水果烘乾時間，在一天八小時的日照時間內，即可烘出好吃又乾淨的水果乾，證明多加一個集熱盒和兩支風扇及改善煙囪位置，在熱能傳導和對流效率有顯著的幫助。

陸、結論與應用

在紙箱與鋁罐的增溫效率實驗時，發現塗黑與貼鋁箔兩者的效率接近，而最高增溫效率可達到 92% 以及 95%。集熱管孔洞實驗發現多孔的升溫效果不會比全開好，另也證實鋁箔有反射光線和提升傳導效果的作用，幫助集熱盒加速升溫效率。

乾燥屋的對流實驗結論如下：

1. 無風扇和透明天窗的升溫和除濕效率較差，主要造成此原因是因為屋內對流效率較慢，屋內沒有陽光從透明天窗直接照射，所以只能透過集熱盒的溫度來提升屋內溫度。
2. 無風扇但有透明天窗的升溫和除濕效率居中，溫度最高可達到 40°C 與戶外溫度差 9°C，也比上者的溫度高，發現有開天窗可增加屋內溫度，屋內溫度增加也可以幫助自然對流，使溫度提升較快許多。
3. 有風扇和天窗的升溫和除濕效率最佳，從數據得知最高可達到 44°C 與戶外相差 13°C，由此可知加上太陽能風扇，可強制集熱盒冷空氣吸入，熱空氣進入屋內快速加熱屋內空氣熱空氣快速循環並將熱氣與濕氣從煙囪導出。
4. 二代乾燥屋的雙集熱盒設計，加裝抽風扇和煙囪的位置改變，對整個屋內濕度的降低和溫度的維持，有良好的數據表現和乾燥效果。

水果乾燥率實驗中，在同一時間地點，發現每一種水果的乾燥率各不同，金桔的脫水率最低，因為金桔外層有果皮的保護，使水果的水分不容易蒸發，於是我們在果皮上戳洞，發現脫水率果然有效的提升了脫水率。依所有實驗來說，我們把所有最有效率的集熱盒和乾燥屋組合再一起，並探討那些水果與蔬菜是適合乾燥屋烘烤，而發現有果皮的要戳洞比較容易讓水分蒸發。

由於我們的乾燥屋易於搬運組裝，且製作成本不高，又是綠能和低碳的裝置，如果能夠推廣至各個家庭、學校或是日照充足的地方，不僅可以解決在地農產品過剩的問題，也不用擔心食安和健康的問題，更具教育意義的是其環保的概念。

未來可在乾燥屋上設計智慧太陽能追日和避雨系統，監控溫濕度，隨時調整風扇轉速，依照當前溫濕度開窗，以及提供太陽能充電等系統，讓乾燥屋早上可以獲得最大的熱能，並且能夠提供電子系統足夠的電量，達到晚上也能運用風扇和燈照繼續烘乾，能讓我們的乾燥屋能更貼近智能生活，讓金門太陽能乾燥屋的運用更加多元化。

柒、參考資料及其他

- 1、 康軒編輯部(2017) :國中自然愈生活科技 3(上)・臺北：康軒文教事業股份有限公司
- 2、 日本太陽能學會（2009）・圖解太陽能應用技術・世茂出版
- 3、 台灣四季太陽仰角與方位角-中央氣象局・取自
<https://www.cwb.gov.tw/Data/astrometry/season.pdf>
- 4、 電信數位博物館網站・取自
<http://telecom.nstm.gov.tw/ArtifactDetail.aspx?sid=2306>
- 5、 太陽熱能:直覺的生活科技 | 台灣環境資訊協會-環境資訊中心・取自
<https://e-info.org.tw/node/98292>
- 6、 太陽熱能的運用-中國工程師學會・取自
http://www.cie.org.tw/khc/CIE_KM/paper/171/17104.pdf
- 7、 天氣預報-中央氣象局・取自
https://www.cwb.gov.tw/V7/forecast/taiwan/Kinmen_County.htm
- 8、 金門縣農業試驗所農試所的日照天數・取自
<https://ari.kinmen.gov.tw/cp.aspx?n=A9A4BB0DC34217C4>
- 9、 成大能源研究中心・太陽能研究團隊・取自
http://solar.rsh.ncku.edu.tw/in/t01_pick.html

太陽能乾燥屋成本工作表

類別	項目	數量	實際成本	實際總成本
木板	木心板 60x90cx0.5cm	10	127	1,270
木條	1cx1cx60cm	15	20	300
水管		15	30	450
鋁風管、束管	3 英吋、3.5 英吋	1	175	175
門窗活頁		5	25	125
壓克力板屋頂	30x42x0.5cm	2	135	270
壓克力板集熱盒	49.7x41.8x0.5cm	2	200	400
鋁罐	啤酒、可樂罐	120	0	0
配件	門栓、絞鍊、螺絲	1	120	120
噴漆	紅 x2、黑 x3、白 x1	6	99	594
手持鋰電池風扇	2000mah 電量	3	275	825
手工具	釘槍、空壓機、線鋸機、尺、砂紙、木工膠	1	0	0
工時	研發、設計、採買、製作	45	0	0
合計			1,206	4,529

【評語】 032903

1. 本作品利用日照製作蔬果乾燥屋。以簡易的材料與裝置，製作「太陽能蔬果乾燥屋」，是不錯的主題與方向。
2. 基於金門日照充足、全年降雨稀少及空氣對流旺盛等特性，製作節能蔬果乾燥屋，有助於解決當地夏日水果生產過剩問題。實驗以當地種植之芭樂、金桔、檸檬、蘋果等水果製成果乾，烘乾時間為 8 小時。
3. 主題清楚且聚焦，實驗規劃架構清楚，圖文豐富，乾燥屋具有當地特色。惟裝置材料為紙盒恐不避雨，可考慮以木材製作大型乾燥屋，具觀光特色。
4. 若要有效抑制腐敗生物的孳生，水果最少要脫去 80% 水分，酸性低的至少要 90% 以上。實驗結果僅 60~78% 的乾燥率，恐有衛生疑慮。

壹、研究動機

台灣盛產水果，但每到生產旺季常遇到生產過剩、來不及銷售就腐壞或農產品去化的困境，因此愈來愈多人研發各類延長農產品保存期限的加工食品，包括果乾、果醬、果醋等。

金門日照長、雨量少、蒸發量高，於是我們想要運用金門的地理氣候優勢，設計製作一座低碳節能的太陽能蔬果乾燥屋，既可以延長蔬果的保存期限，也可以達到健康安心的點心食品。

貳、研究目的

- 一、研究並探討太陽能集熱裝置
- 二、研究設計製作集熱盒，並測試集熱管孔洞與塗層集熱效果
- 三、研究設計製作太陽能乾燥屋
- 四、實測太陽能乾燥屋與集熱盒的增溫效果以及對流循環效果
- 五、改良太陽能乾燥屋模型
- 六、研究太陽能乾燥屋的蔬果烘乾效果

參、研究過程與方法

一、研究架構



二、研究流程



三、文獻探討

(一) 太陽能熱水器加熱原理

(二) 太陽能集熱板構造的研究

1. 太陽能集熱管
2. 面蓋
3. 外框

(三) 自然對流與熱風循環

1. 煙囪效應
2. 加裝風扇
3. 金門電話亭歷史



(四) 陽光照射角度

1. 金門各季節的光照角度
2. 日出時間

(五) 金門的氣候環境

金門每年日照天數約256天，全年雨量稀少，平均年降雨量不1100公釐，且蒸發量高達1600餘公厘

(六) 熱能的傳播方式

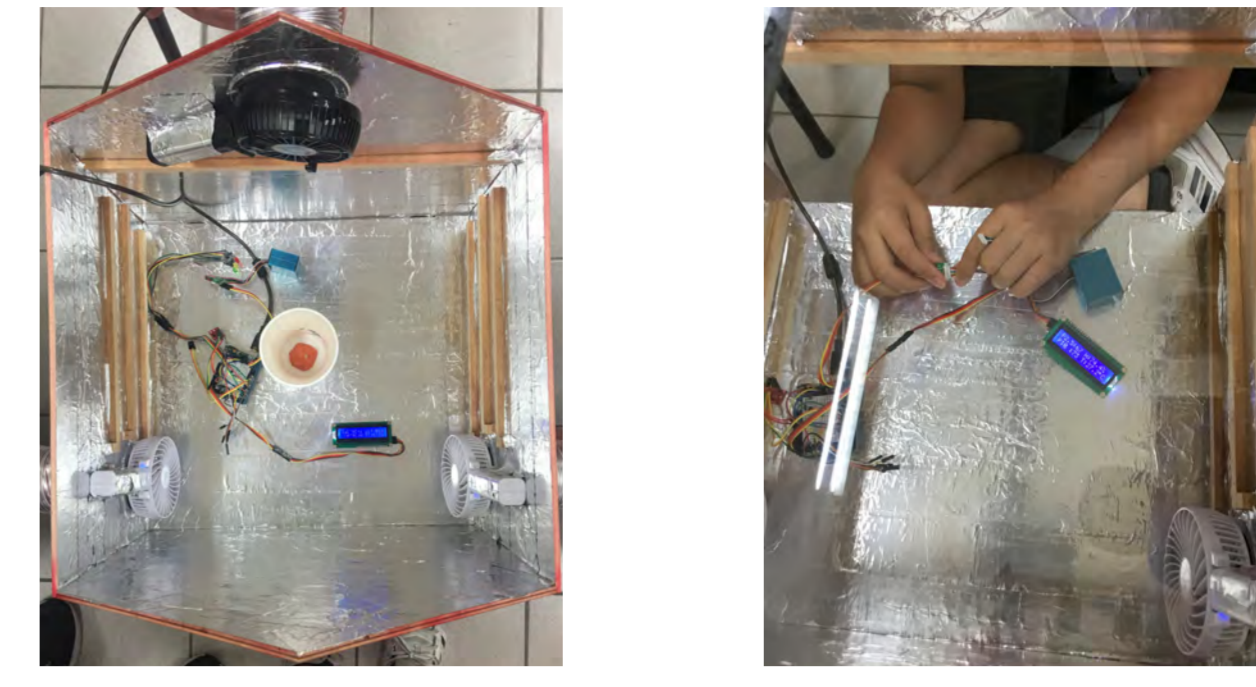
1. 對流
2. 傳導
3. 輻射

肆、實驗規劃與設計

- (一)研究並探討太陽能集熱板裝置
- (二)研究設計製作集熱盒，並測試集熱管孔洞與塗面集熱效果
- (三)研究設計製作太陽能乾燥屋
- (四)實測太陽能乾燥屋與集熱盒的增溫效果以及對流效果
- (五)改良太陽能乾燥屋模型
- (六)研究太陽能乾燥屋的乾燥效果和蔬果烘乾效果

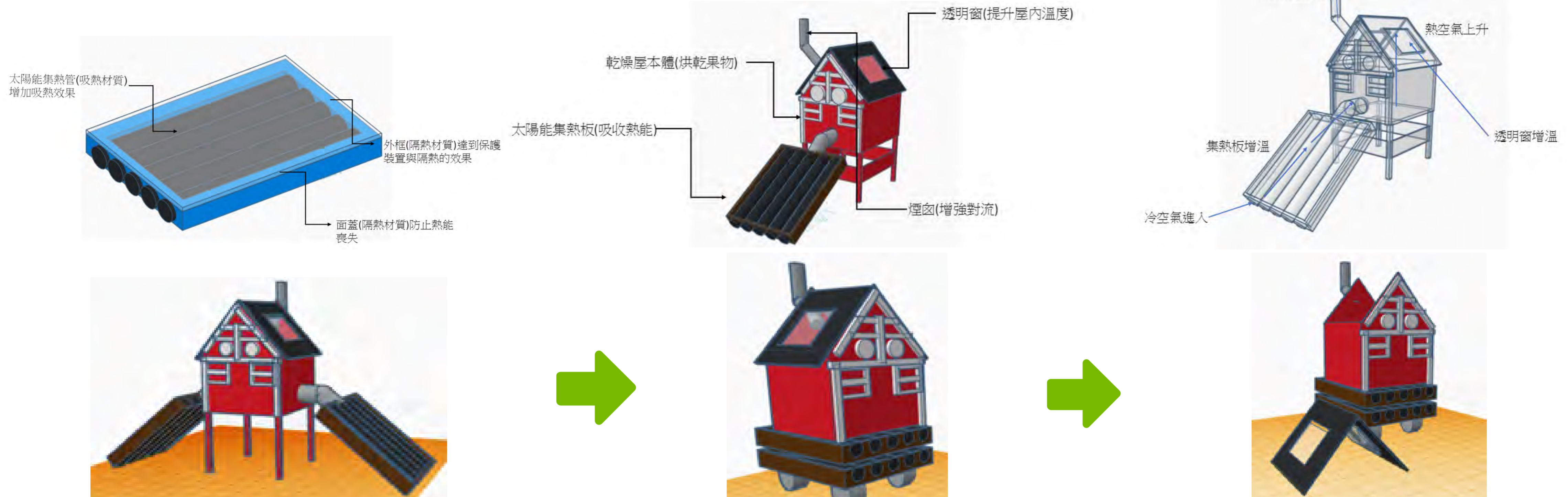


集熱管孔洞對流



乾燥屋煙霧對流實驗

太陽能乾燥屋立體設計圖

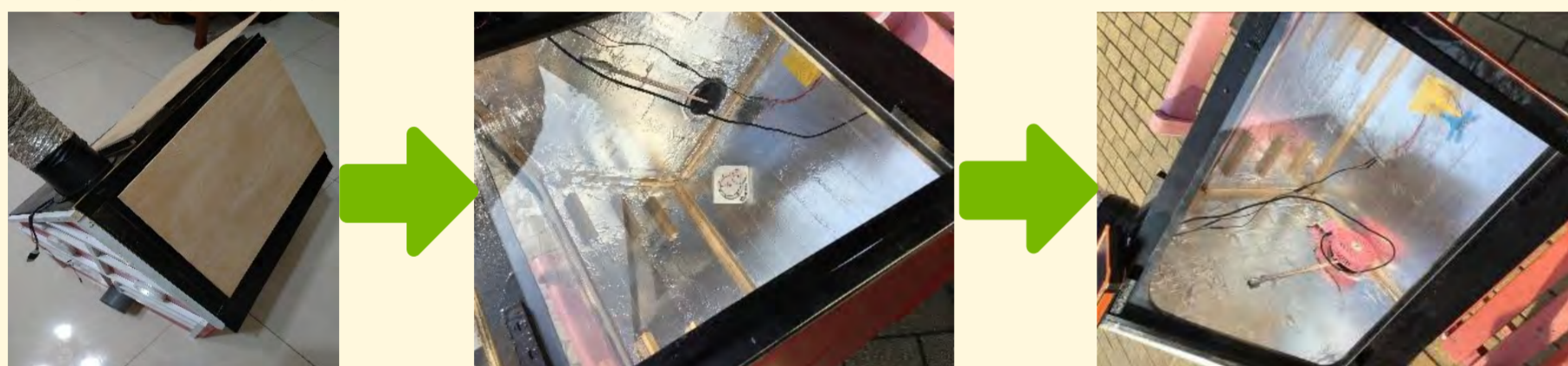


一代、二代乾燥設計及功能圖示

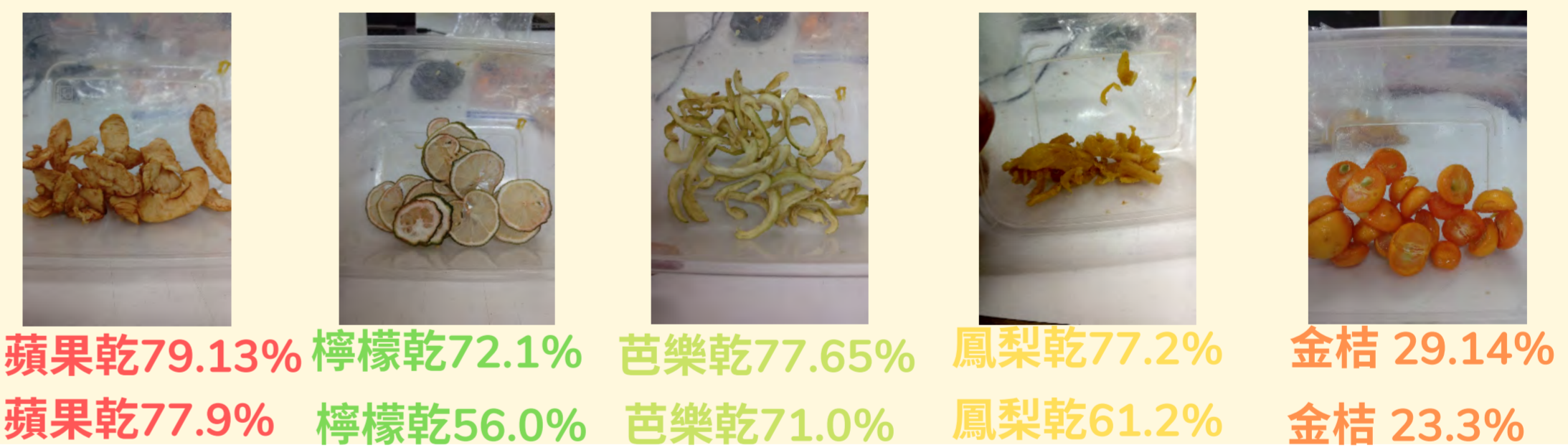
模型製作過程



乾燥屋對流實驗

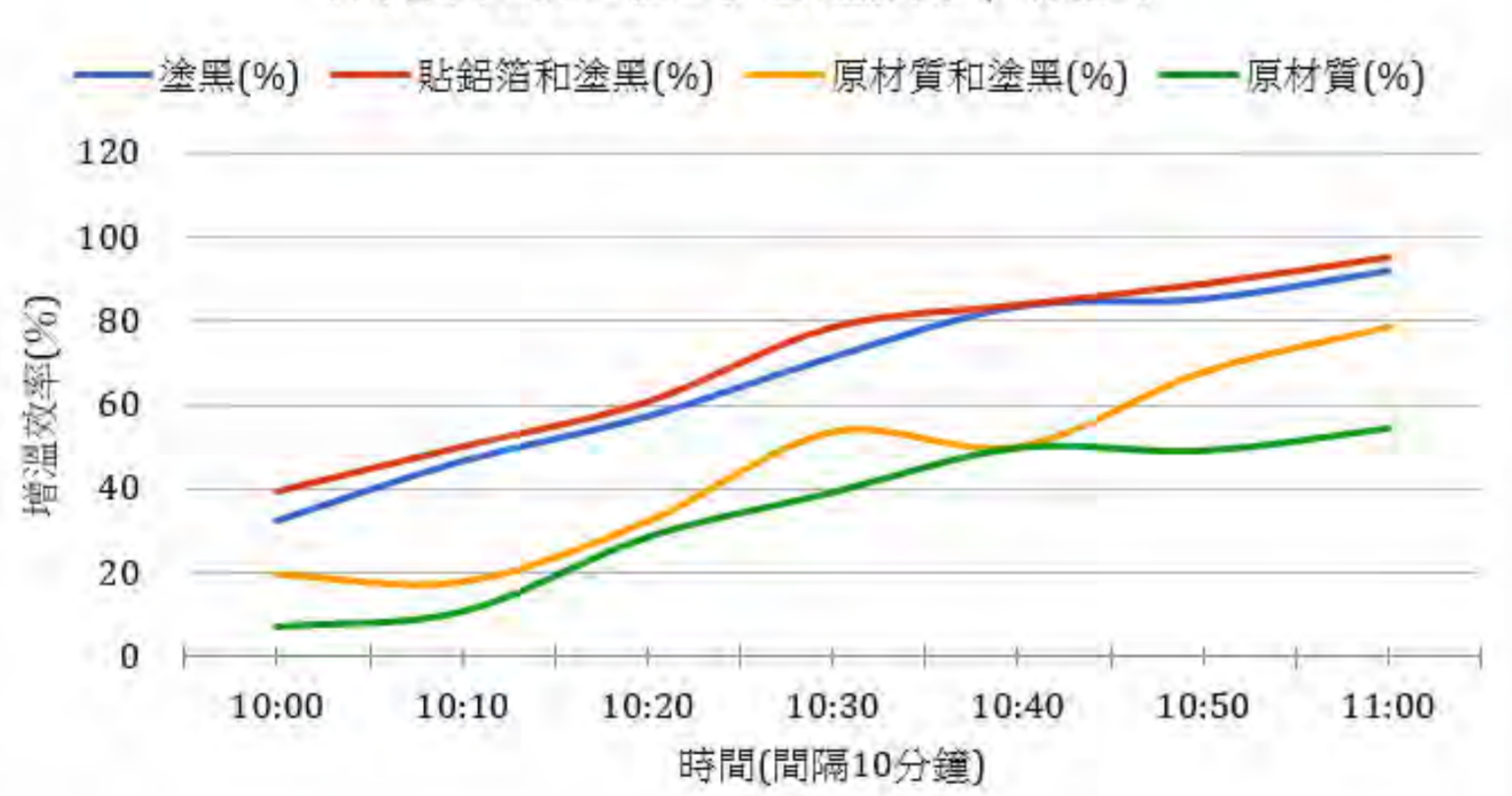


水果乾燥率



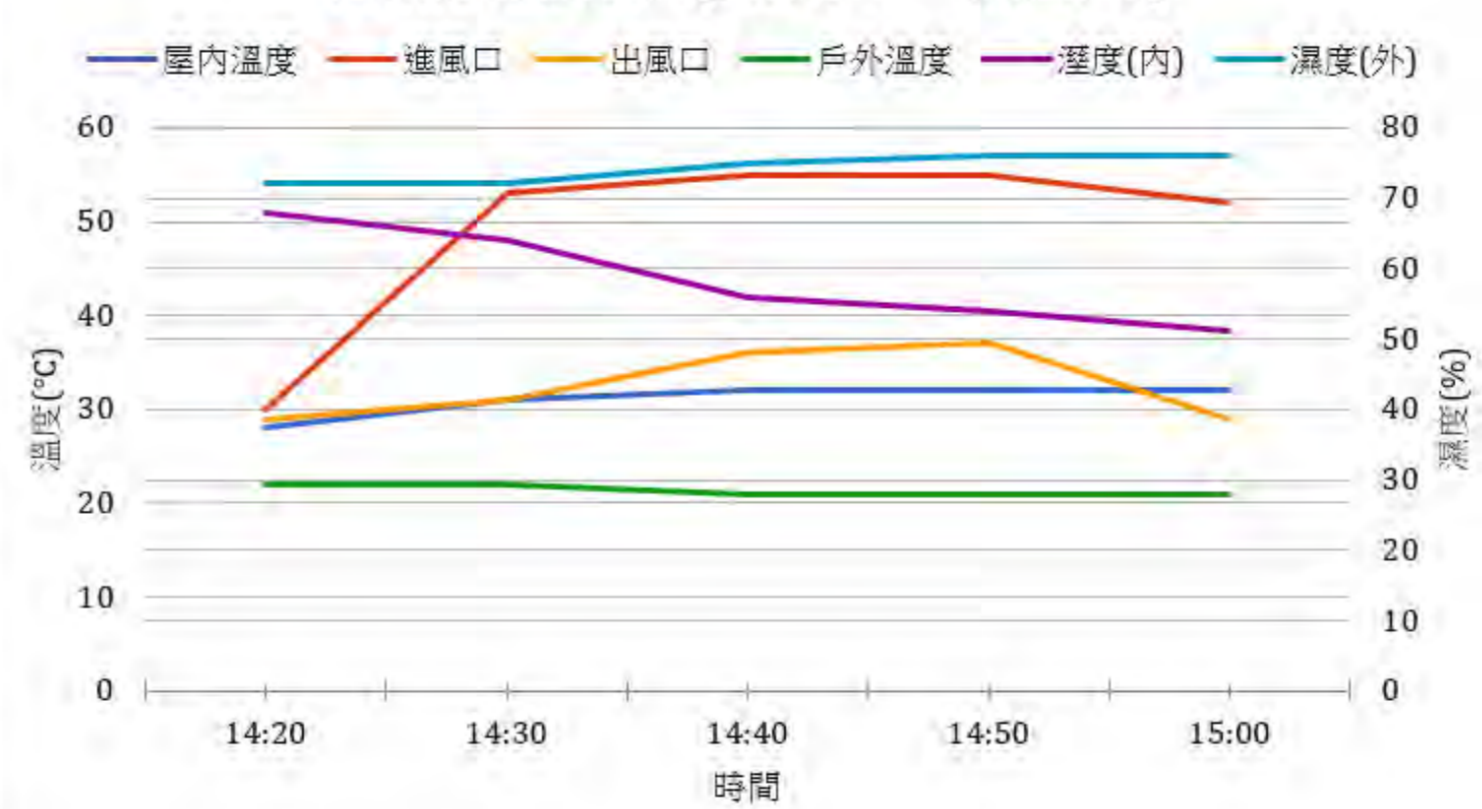
伍、研究結果與討論

紙箱和鋁罐的增溫效率統計



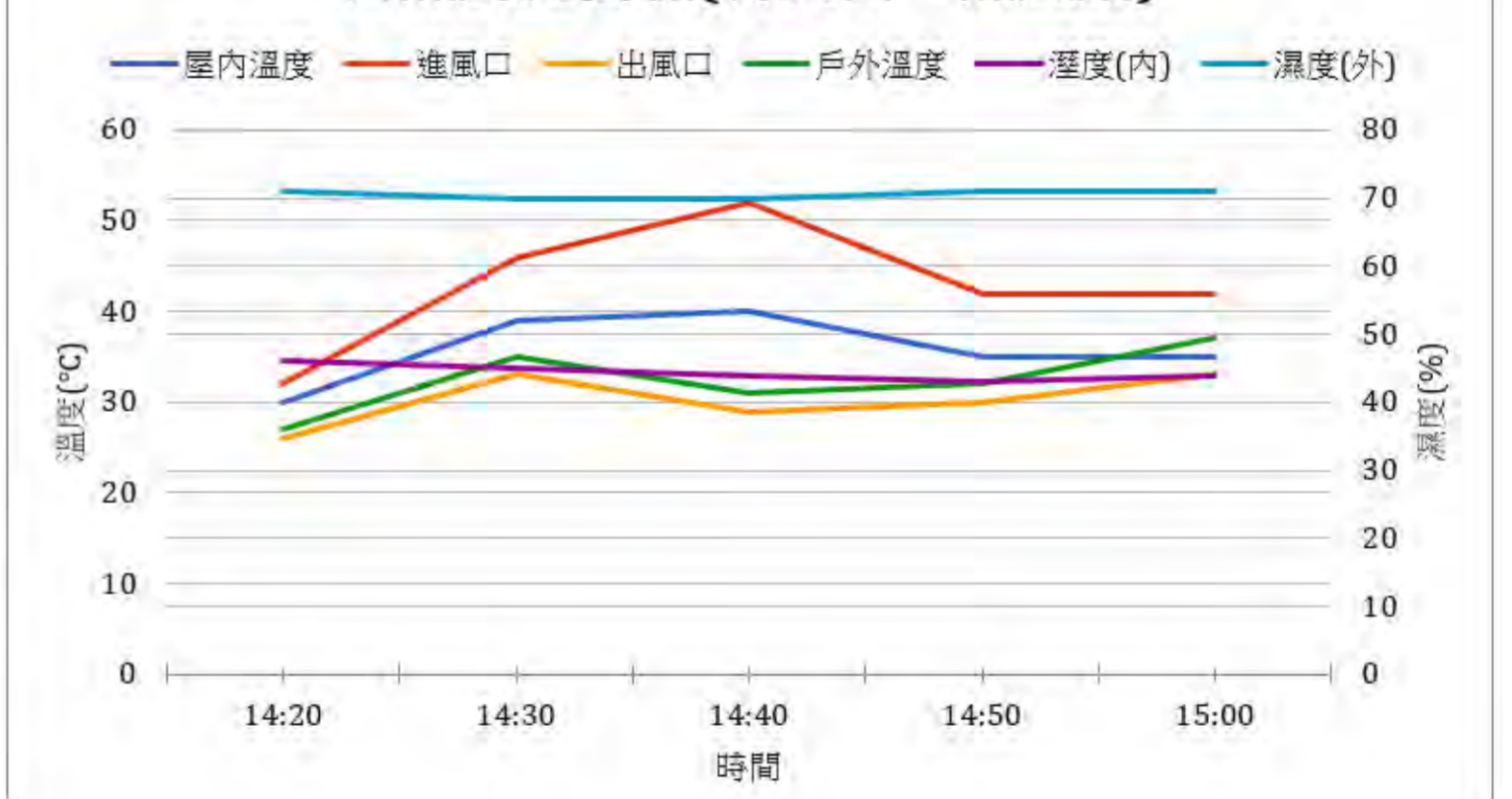
討論:塗黑和貼鋁箔的升溫效率高達到95%而原材質的增溫效率只達到55%，兩者相差40%

自然對流實驗(無天窗、無風扇)



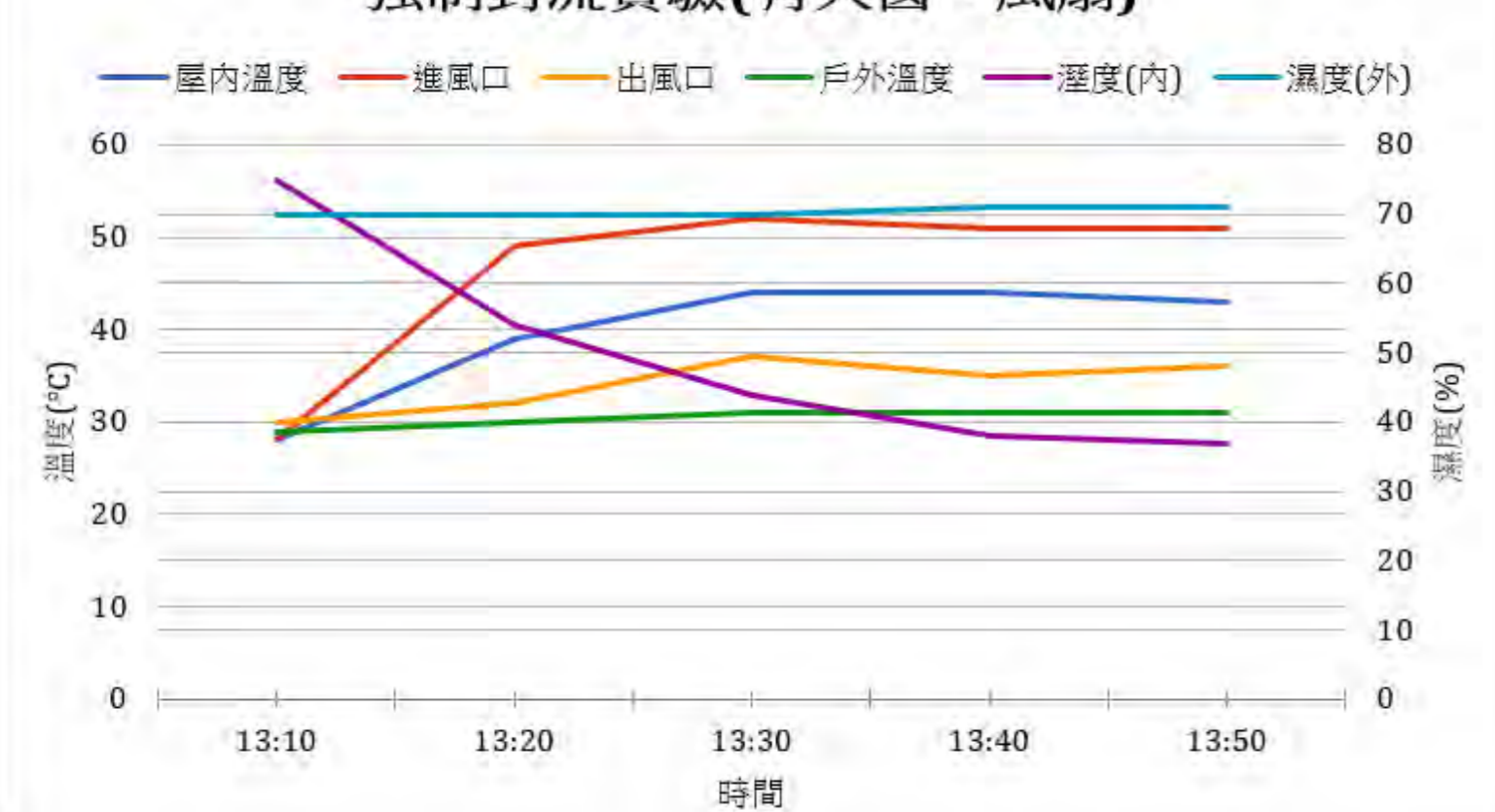
討論:戶外溫度在21°C時，屋內溫度仍可升到32°C，和戶外溫度的溫差達到11°C，屋內相對濕度也下降25%

自然對流實驗(有天窗、無風扇)

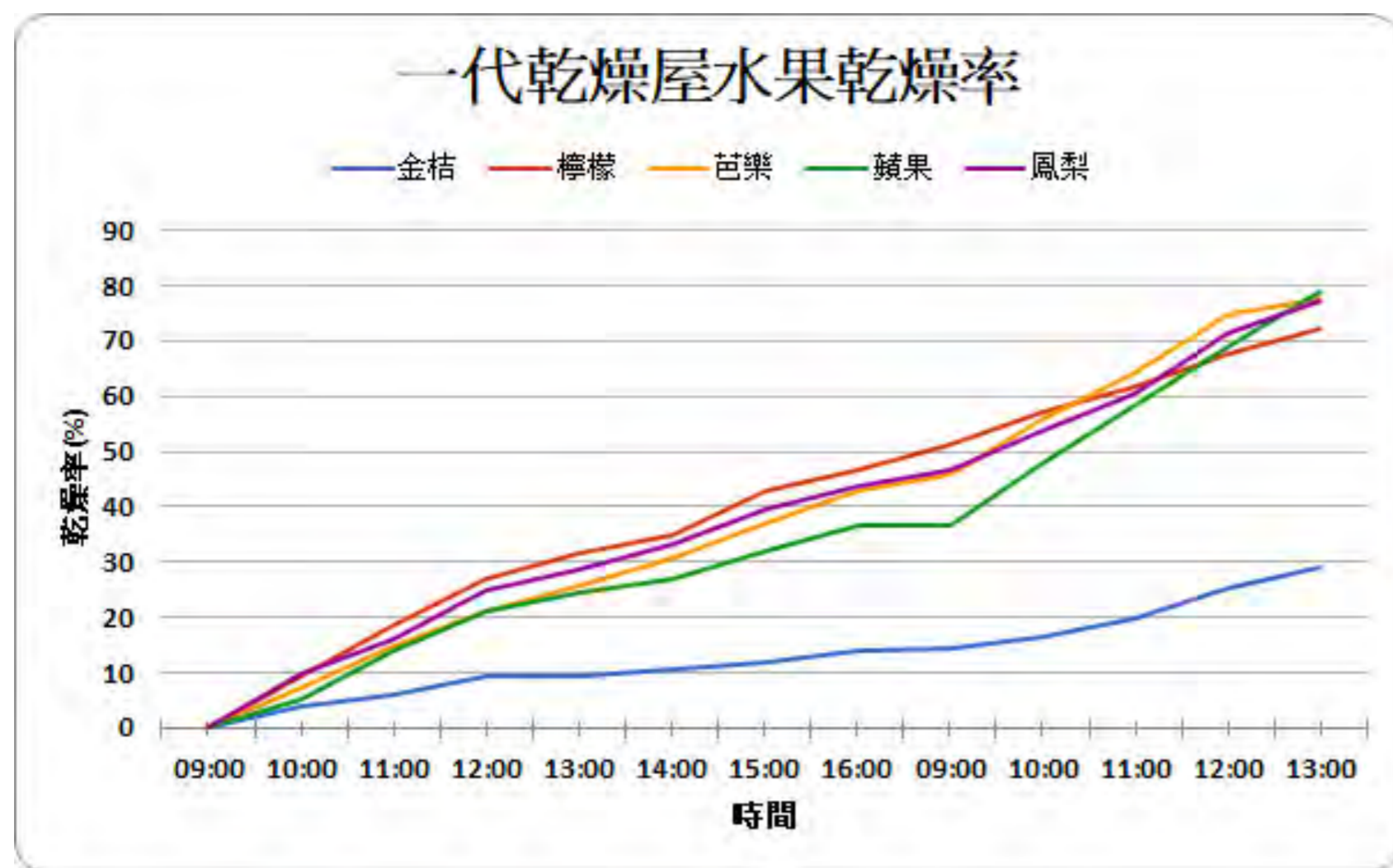


討論:在開透明天窗後，屋內溫度在十分鐘內最高來到了39°C，濕度比屋外濕度低了26%，和戶外溫度的溫差更達9°C

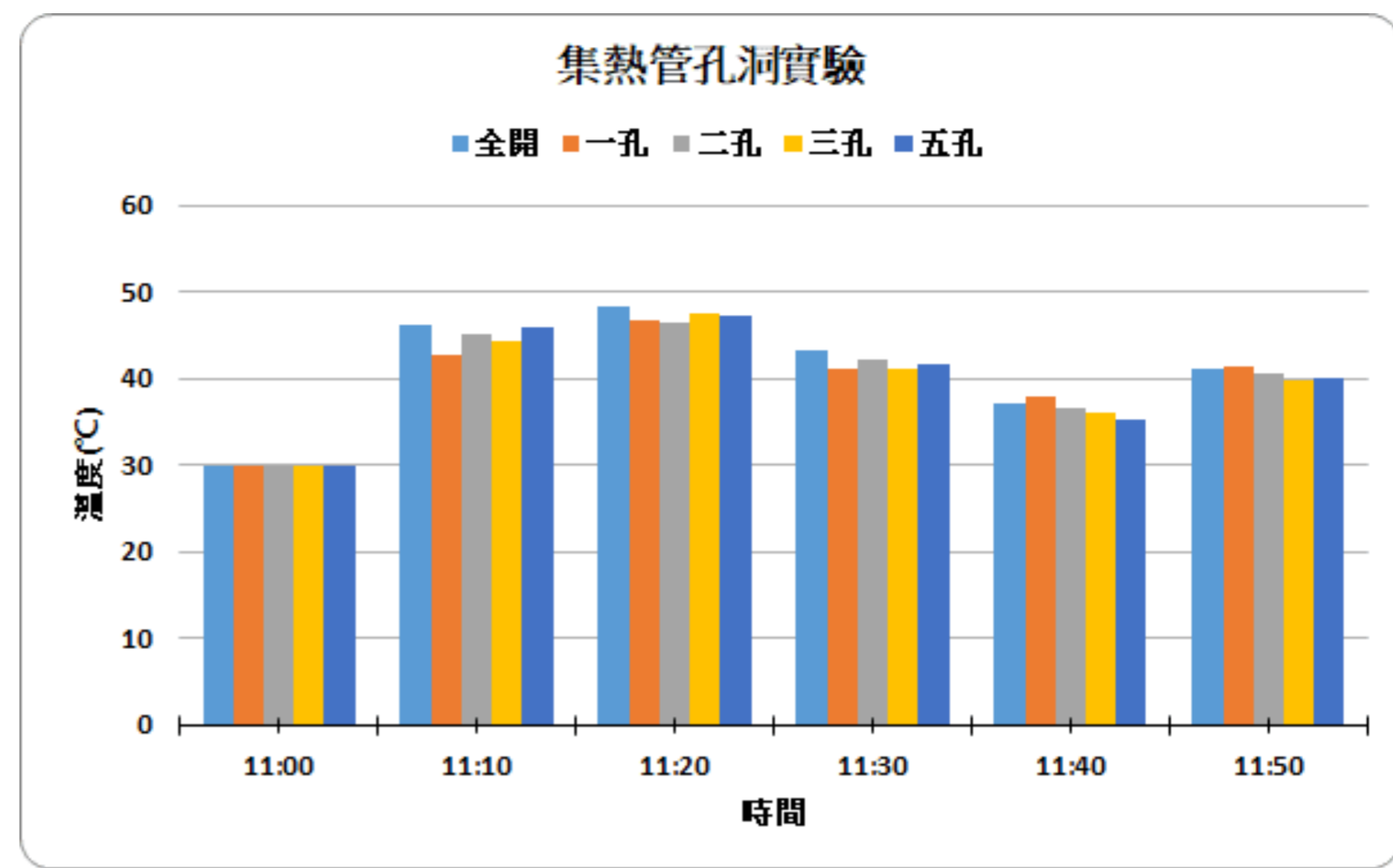
強制對流實驗(有天窗、風扇)



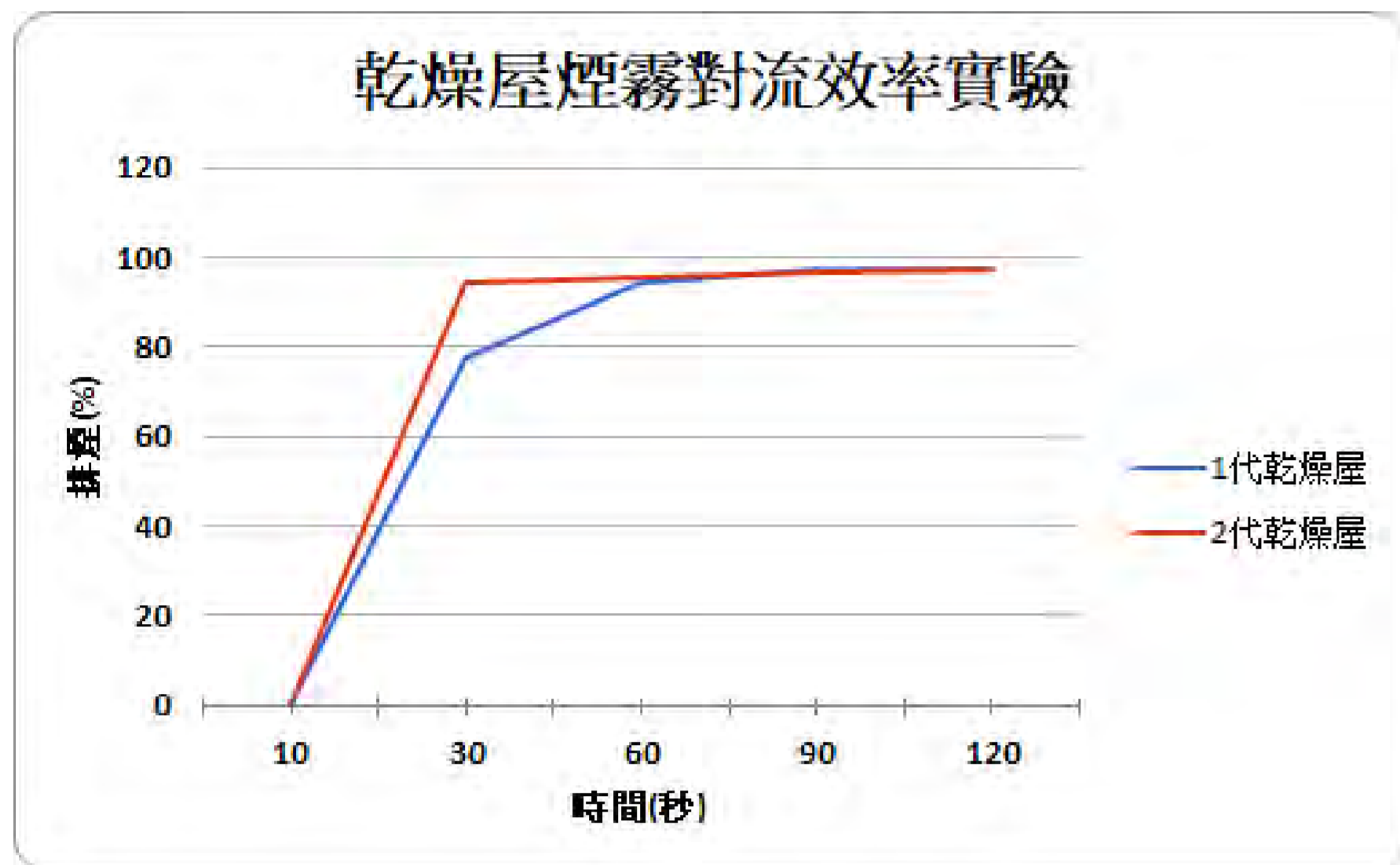
討論:加上風扇和天窗後，屋內溫度最高來到44°C，濕度最低來到38%，和屋外溫差達到了13°C，濕度差達到了33%



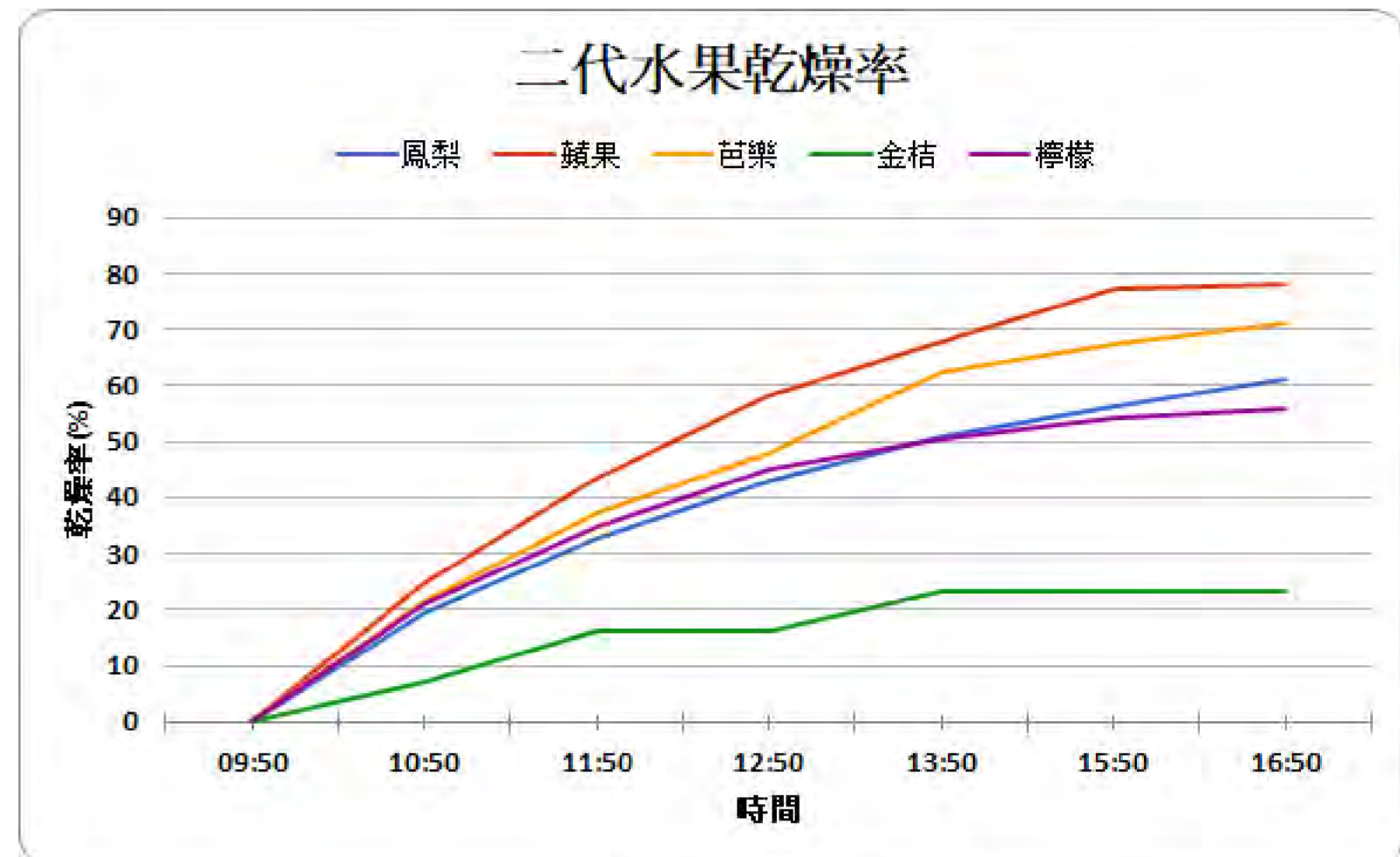
討論:在經歷一天半的烘乾後,乾燥率最高的水果蘋果,達到了79%,最低的金桔只有29%



討論:不同孔洞數的集熱管皆在11:20時達到了最高溫,而其中全開的溫度是最高的48.3°C。



討論:前10秒為進煙時間,然後移出線香,開始測試PM2.5偵測,在進行到30秒時,,一代排出了約77%的煙霧,二代排出高達94%的煙霧。



討論:在進行八個小時的乾燥實驗之後,各項水果皆有達到接近60%到78%的乾燥率。

陸、結論與應用

- 1.鋁箔有反射光線和提升傳導效果的作用,幫助集熱盒加速升溫效率至92%以上
- 2.無風扇和透明天窗的升溫和除濕效率較差
- 3.無風扇但有透明天窗的升溫和除濕效率居中
- 4.有風扇和天窗的升溫和除濕效率最佳
- 5.集熱管鑽一孔或全開增溫速率最快

我們的乾燥屋易於搬運組裝,且製作成本不高,又是綠能和低碳的裝置,如果能夠推廣至各個家庭、學校或是日照充足的地方,不僅可以解決在地農產品過剩的問題,也不用擔心食安和健康的問題,更具教育意義的是其環保的概念。

未來可在乾燥屋上設計智慧太陽能追日和避雨系統,監控溫濕度,隨時調整風扇轉速,依照當前溫濕度開窗,以及提供太陽能充電等系統,讓乾燥屋早上可以獲得最大的熱能,並且能夠提供電子系統足夠的電量,達到晚上也能運用風扇和燈照繼續烘乾,能讓我們的乾燥屋能更貼近智能生活,讓金門太陽能乾燥屋的運用更加多元化。

柒、參考資料及其他

- 1.康軒編輯部(2017):國中自然愈生活科技3(上)•臺北:康軒文教事業股份有限公司
- 2.日本太陽能學會(2009)•圖解太陽能應用技術•世茂出版
- 3.台灣四季太陽仰角與方位角-中央氣象局•取自
<https://www.cwb.gov.tw/Data/astronomy/season.pdf>
- 4.金門縣農業試驗所農試所的日照天數•取自
<https://ari.kinmen.gov.tw/cp.aspx?n=A9A4BB0DC34217C4>
- 5.成大能源研究中心•太陽能研究團隊•取自
http://solar.rsh.ncku.edu.tw/in/t01_pick.html

太陽能乾燥屋成本工作表

類別	項目	數量	單價成本	實際總成本
木板	木心板 60x90x0.5cm	10	127	1,270
木條	1x1x1x60cm	15	20	300
水管		15	30	450
鋁箔紙、塑膠	3 圓釘 - 3.5 圓釘	1	175	175
門窗裝置		5	25	125
塑膠力板膠黏盒	30x42x0.5cm	2	135	270
塑膠力板膠黏盒	49.7x41.8x0.5cm	2	200	400
燈管	LED、可調溫	120	0	0
配件	門栓、絞鍊、螺絲	1	120	120
噴漆	紅 x2、黑 x3、白 x1	6	99	594
手持鋰電池風扇	2000mAh 電扇	3	275	825
手工具	釘槍、空壓機、螺絲機、尺、砂紙、木工膠	1	0	0
工牌	研發、設計、採買、製作	45	0	0
合計			1,206	4,529