

# 中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學(二)科

探究精神獎

082916

魔法變變變!把吃剩的米飯恢復原狀

學校名稱： 國立臺東大學附屬實驗國民小學

作者：  小四 蕭巧安 小四 陳亞孜 小四 李苡綺 小四 許碩恩 小四 陳翊辰	指導老師：  王采晴 林以婷
---	-------------------------

關鍵詞： 復熱米飯、保存米飯、SDG2 消除飢餓

## 摘要

本研究對米飯復熱後性質進行探究，我們先進行問卷調查，作為實驗設計的參考。我們以臺東的關山米來做為復熱實驗的研究對象，並以第三屆臺灣稻米品質競賽的冠軍池上米來當實驗參照組，將已經通過專家驗證的米飯，跟我們的實驗數據做比對。

我們針對米飯保存時的溫度、時間；復熱時所使用的容器、復熱設備等變因進行探究，結果顯示：將米飯用保鮮膜包覆冷凍保存，以陶瓷容器盛裝、以微波爐復熱，米粒的長度、透光度、黏性和彈性都會非常接近冠軍米的數據。

最後，我們將最佳化方法復熱的關山米，與當餐煮的冠軍米提供給同學試吃進行忙測，高達 52%的學生覺得復熱後的關山米比當餐煮的冠軍米還好吃！這套米飯復熱的方法簡單方便，已達到我們的研究目的。

# 壹、前言

## 一、研究動機

我們發現便利商店裡販售的飯糰冰在冷藏櫃裡不會變硬，在微波之後竟然可以如此美味。所以我們想要探討「如何妥善的保存吃不完的白飯，還有能利用什麼加熱方式可以讓這些米飯恢復原來的味道和口感呢？」我們在三年級時自然課時學到「廚房裡的科學」，學習物質在加熱之後會產生的變化，所以這次研究選擇與食品關相關的主題研究。

我們也在聯合國宣布的 2030 永續發展目標中看到第二項指標中的細項 2.1 中寫到「確保糧食安全，消除飢餓，促進永續農業」，裡面提到希望在 2030 年前，世界上沒有人因挨餓而死，尤其近年來天災頻繁發生，我們雖然身在糧食充裕的台灣，希望著手改善大家不喜歡吃復熱的米飯問題，能將糧食不浪費，減少食物的丟棄，期望能盡一己之力來幫助這個世界更好。

## 二、研究目的

根據我們研究動機，本研究的研究目的如下：

- (一) 復熱時使用的容器是否會影響米飯的特性。
- (二) 復熱時使用的設備是否會影響米飯的特性。
- (三) 存放溫度及時間是否對米飯復熱後的特性有所影響。
- (四) 存放米飯的容器不同是否對米飯復熱後的特性有所影響。
- (五) 本研究結果是否能成功恢復米飯的特性。

### 三、文獻探討

#### (一)關於米飯的研究

從歷屆全國科展的研究中，我們有參考的文獻如下表：

屆別	題目	可應用在我們研究上的觀點
第 20 屆	選米煮飯學問大	各種米的特性
第 53 屆	模「飯」生	1.煮飯的流程、問卷調查 2. 測試米飯黏性、硬度的方法
第 62 屆	「飯」科學～探討米飯的抗澱粉形成條件	測試米飯黏性、硬度的方法

從模「飯」生的文獻中，我們學到煮飯方法順序為：泡水、加水、加熱和燜飯。研究說明書指出測量米飯硬度和黏性的方法為使用自製的儀器測量鐵尺切斷飯粒的時間，以判斷飯粒的硬度。大眾對於飯好吃的定義有以下幾項：軟硬適中、要 QQ 的、粒粒分明。

生米泡水的時間和米粒吸水量有關係，一小時之內米粒吸水量就已經到達最大值，米粒最大吸水量大約是本身重量的 21.14 %，所以 25 分鐘米粒吸水量就已經達到最大值。泡水的時間對飯粒硬度的影響，泡水時間越久，蒸出的飯粒越軟越黏，硬度越小、黏性越大，所以不用泡四小時，其實 25 分鐘就可以達到最好的效果。另外也有提到煮完飯需要悶飯，讓米的中心糊化。

蒸飯的時間，對飯粒硬度與黏性的影響，蒸 35 分鐘吃起來剛剛好。蒸飯之前先泡過熱水，可以節省 5 分鐘的瓦斯或電費；增加煮米的量不需要增加蒸飯的時間。最後，蒸飯時產生的蒸汽拿來可以煮熟 3 顆蛋，或是加熱咖哩調理包。

在文獻選米煮飯學問大裡面寫到，糙米就像米粒有一件外套沒有脫，所以不容易熟透，所以煮飯時需要多一點水，才會好吃。粳米口感適中，秈米口感較硬，糯米口感較黏，所以大部分的家庭都喜歡吃粳米。

## (二)電鍋與微波爐的發熱原理

電鍋的加熱原理是用機械控制式運作，以及利用隔水加熱的方式，並用熱氣將食物悶熟。外鍋底部的設有溫度控制裝置，在溫度沒有超過攝氏 100 度前，加熱裝置會持續進行，直到外鍋水分都蒸發到沒有，溫度超過攝氏 100 度後，加熱裝置就會斷電，或是切換成保溫功能。一般家用電鍋保溫功能大約為攝氏 65 度。


微波是一種電磁波，讓電子振動產生熱，經過熱的傳導傳播出去，就能就使食物加熱，且微波爐的設計也會使食物中的水分子振動摩擦生熱，因此含水量較多的食物加熱效果會更好。

## (三) 冠軍米的評選標準

根據台灣農業部的網站上所寫到：冠軍米的評選標準會採計性狀、規格、食味和新鮮度的成績，根據白米飯的外觀、香味、口感、黏彈度、硬性來做評分，也會測試白米的蛋白質、直鏈性澱粉的含量，以及酸鹼值。最後前三名會經過農藥殘留金屬檢測合格才能獲得獎項。

農糧署所舉辦之全國稻米品質競賽，除了使用專業儀器檢測白米與米飯，還會邀請米質專家、美食家、及消費市場代表等各界的人士來擔任評審。

本研究所採用參照組為第三屆台灣稻米品質競賽總冠軍由池上鄉林龍山先生所摘種的稻米，產品規格如下：

	<p>品名：池上林龍山 產地：台灣 品種：粳米(CNS 一等)</p>
---	---

## 貳、研究設備與器材

表 2-1 實驗材料與測量器具

照片				
名稱	關山米	臺東冠軍米	電子鍋 象印 NS-ZDF18	電子秤
照片				
名稱	量杯	計時器	溫度計	濕度溫度記

表 2-2 保存米飯所使用之容器與電器。

照片				
名稱	保鮮膜	不鏽鋼保鮮盒	食物保鮮袋	冰箱 Panasonic NR- D611XGS

表 2-3 復熱米飯時所用之容器與電器。












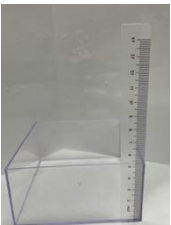

照片				
名稱	玻璃杯	不鏽鋼杯	陶瓷杯	竹筒杯
照片				
名稱	陶瓷碗	陶瓷碗	微波爐 TATUNG TMO-20EA	電鍋 HERAN SCZS-115

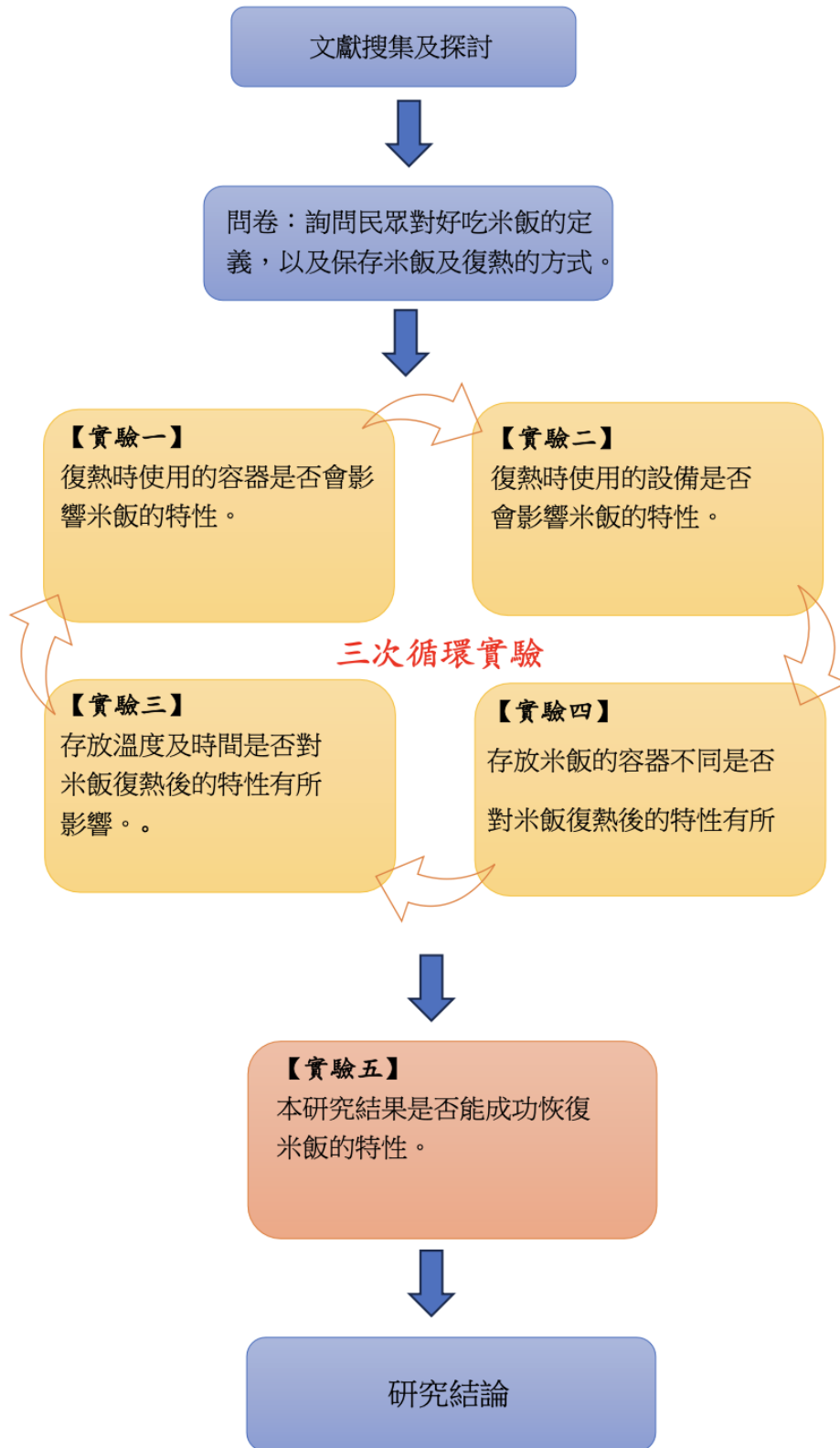
表 2-4 實驗檢測之器材與設備。

照片				
名稱	游標卡尺	700 g 砝碼	20 g 砝碼	玻璃紙
照片				
名稱	珠針	自製米飯黏性軌跡	測試透光性 APP	燈
照片				
名稱	30 mL 漱口杯	自製彈性測試尺	自製黏性砝碼軌道	

圖片來源：自行拍攝

# 參、研究過程或方法

## 一、研究架構





## 二、問卷調查分析

(一) 問卷回收份數：70 份

(二) 對象：校內師長與學生家長

我們採用立意抽樣，因為我們研究的目的是在於找出復熱米飯的最佳方式，以貼近我們的族群為主要調查對象，以了解週遭生活族群的習慣。問卷內容詳如附錄一。

(三) 問卷內容與分析結果：

第 1 題，請問您平常最常購買哪個種類的米是哪一種呢？

調查結果：

57 人選白米；3 人選糙米；

4 人選紫米飯；6 人選胚芽米。

結論：白米是最受歡迎的選擇，其偏好率

高達 81.4%，而其他類型的米種偏好率相對較低。

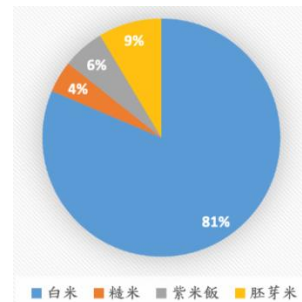


圖 3-1 問卷題目一圓餅圖

第 2 題，請問你有購買固定品牌或是產地的米嗎？

調查結果：

13 人選有，會買臺東（池上、關山、鹿野）（地區）製造或品牌：大倉米鋪、天生好米、芋香米、台糖米、自家種的米。

57 人選沒有特別偏好。

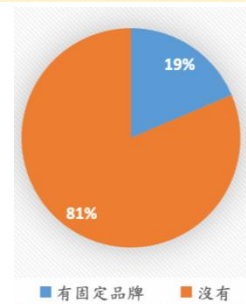


圖 3-2 問卷題目二圓餅圖

第 3 題，請問您是用什麼設備將米煮成飯？

調查結果：

30 人選電鍋；39 人選電子鍋，

1 人選其他：美善品。

結論：大多數人更傾向於使用電子鍋來煮

米，占比約為 55.7%，而少數人選擇使用電鍋或其他方式。

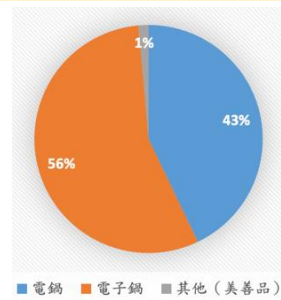


圖 3-3 問卷題目三圓餅圖

第 4 題，請問您是如何保存吃不完的飯？（使用什麼樣材質的容器、上蓋和儲存設備）

調查結果：用玻璃保鮮盒加蓋冰冰箱、耐熱袋（夾鏈袋）、不鏽鋼碗或不鏽鋼盤加保鮮膜放冷藏、用玻璃保鮮盒冷凍、用陶瓷碗及保鮮膜放冷藏、便當盒、直接放在電子鍋內按保溫。

第 5 題，請問您是如何復熱米飯？是否有特殊的小祕訣？（使用什麼樣材質的容器和復熱設備）

調查結果：煮稀飯、蒸煮加熱、用微波、等新米煮好再放進舊飯混合、直接放在電鍋，隔天炒飯。用不鏽鋼碗放電鍋加熱、瓷盤放電鍋、用玻璃容器放電鍋。

第 6 題，請問在你的經驗中什麼是「好吃的米飯」？

調查結果：

53 人選 QQ 的；39 人選粒粒分明；

47 人選軟硬適中；2 人選米飯偏硬；

6 人選軟軟黏黏；

其他：有淡淡的甜味或芋香味、池上米最好吃。

結論：大多數人喜歡 QQ 的、粒粒分明且軟硬適中的米飯，分別占比為 75.7%、55.7%和 67.1%，少數人喜歡偏硬或軟軟黏黏的口感，分別占比為 2.9%和 8.6%。

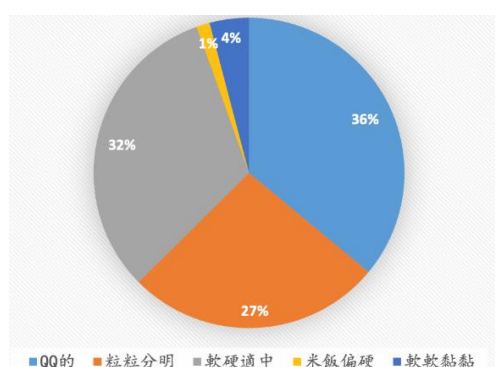


圖 3-4 問卷題目六圓餅圖

（四）我們根據上述問卷調查結果，選用臺東在地的關山米做為實驗組，根據第 4 題大家用於保存米飯的容器設計實驗四、第 5 題經常使用的設備設計實驗實驗二，並將大多數人喜歡米飯的口感『喜歡 QQ 的、粒粒分明且軟硬適中』作為實驗方法的設計，測試米粒的黏性、彈性及外型來做研究。

### 三、實驗方法



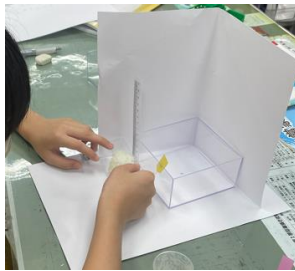

(一)我們參考科展研究模「飯」生的文獻，制定標準化煮飯流程如下：



- 1.快速洗米三次
- 2.浸泡冷水 10 分鐘和熱水 10 分鐘後，將水倒掉。
- 3.依照 米：水 = 1：1.2 的比例放入電子鍋中煮。
- 4.電子鍋顯示煮好飯後，將米飯翻鬆，將米飯悶 10 分鐘。

(二)我們觀察米飯復熱後米粒的外觀及長度，來看米飯是否粒粒分明和顆粒完整。

1. 長度：簡單隨機取樣 10 粒飯粒，以直尺量測長度並計算平均值，如圖 3-5 所示。
2. 黏性：簡單隨機取樣的 10 粒飯粒放置於塑膠透明片上，並利用 700 公克的砝碼滾過，記錄沾黏在砝碼上的顆粒數，觀察其黏性，如圖 3-6 所示。
3. 彈性（係數）：將米飯填裝進 30 mL 漱口杯，再將漱口杯倒扣使米飯成筒狀堆疊於桌面。將載玻片置於筒狀堆疊的米飯上以利量測高度，先測量原始高度，接者擺上 20 公克砝碼測高度，再觀察拿掉 20 公克砝碼後高度變化，如圖 3-7 所示。
4. 透光性（度）：本研究以 app 「Pixeur」測量米飯透光度，將燈條放在米粒下，中間隔著綠色玻璃紙，使用「Pixeur」收集米飯的 HEX 和 HSB 數據，如圖 3-8 所示。

			
<p>圖 3-5 測量米粒長度</p>	<p>圖 3-6 測量黏性</p>	<p>圖 3-7 測量彈性</p>	<p>圖 3-8 測量透光度</p>

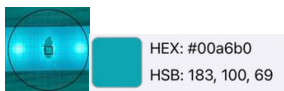
圖片來源:自行拍攝

(三)各項研究操控變因如下：

實驗名稱	操控變因
實驗一、復熱時使用的容器是否會影響米飯的特性。	用不同材質(玻璃杯、不鏽鋼杯、竹筒、陶瓷碗)的容器
實驗二、復熱時使用的設備是否會影響米飯的特性。	分別使用電鍋、微波爐復熱
實驗三、存放溫度及時間是否對米飯復熱後的特性有所影響。	保存時間(12 小時、24 小時、36 小時)、保存溫度(冷藏、冷凍)
實驗四、存放米飯的容器不同是否對米飯復熱後的特性有所影響。	保存容器(不鏽鋼保鮮盒、食物保鮮袋、保鮮膜包覆)

(四) 每一項實驗我們做三次循環，並記入下來後算平均數，並和冠軍米的數據做標準差，標準差越小表示約接近冠軍米的口感。我們選用**臺東 111 期池上冠軍米**來作為實驗的對照組，對照組實驗數據如表 3-1：

表 3-1 冠軍米特性數據紀錄表：

日期：113.5.18		
復熱容器		X
黏性		10 顆
長度		0.81 cm
透光度		
彈性	原始	3.1 cm
	壓 20 g 砝碼	2.5 cm
	拿掉 20 g 砝碼	2.5 cm

## 肆、研究結果

### 實驗一、復熱時使用的容器是否會影響米飯的特性。

本實驗設計為了解復熱時使用的容器是否會影響米飯的口感，研究者將不同材質的容器放在同一個電鍋中進行復熱。

表 4-1a 實驗一變因：

操控變因	用不同材質(玻璃杯、不鏽鋼杯、竹筒、陶瓷碗)的容器
應變變因	米飯的黏性、外觀、彈性、透光性
控制變因	煮飯流程、復熱流程、米的重量、保存溫度、保存時間、保存濕度

研究者使用臺東生產的關山米依照本研究制定的標準化煮飯流程煮飯後，將米飯放到不鏽鋼保鮮盒中，放置冰箱冷藏 24 小時後取出復熱。復熱流程如下：



將不同容器內，裝入相同重量的米飯。




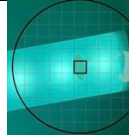
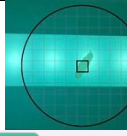

外鍋加入 500 mL 的飲用水。



加熱 20 分鐘，溫度為 75 °C。

圖片來源:自行拍攝

表 4-1b 實驗一數據紀錄表：

第一次 日期：113.5.18 保存溫度：12 °C 保存濕度：32 %				
復熱容器	玻璃杯	不鏽鋼杯	竹筒	陶瓷碗
黏性	8 顆	9 顆	8 顆	8 顆
長度	0.9 cm	0.82 cm	0.85 cm	0.88 cm
透光度	 HEX: #35bca8 HSB: 171, 71, 73	 HEX: #3bc2a9 HSB: 168, 69, 76	 HEX: #38c5a3 HSB: 165, 71, 77	 HEX: #4cbba9 HSB: 170, 59, 73
彈性	原始	3.5 cm	3.7 cm	3.5 cm
	壓 20 g 砝碼	2.7 cm	3.4 cm	3.3 cm
	拿掉 20 g 砝碼	2.8 cm	3.5 cm	3.4 cm

第二次 日期：113.5.18 保存溫度：12 °C 保存濕度：32 %					
復熱容器	玻璃杯	不鏽鋼杯	竹筒	陶瓷盅	
黏性	10 顆	8 顆	10 顆	10 顆	
長度	0.87 cm	0.85 cm	0.95 cm	0.92 cm	
透光度	 HEX: #50b799 HSB: 162, 56, 71	 HEX: #44b799 HSB: 164, 62, 71	 HEX: #44d5bb HSB: 169, 68, 83	 HEX: #4cc09e HSB: 162, 60, 75	
彈性	原始	3.1 cm	3.7 cm	2.9 cm	3.0 cm
	壓 20 g 砝碼	2.4 cm	3.4 cm	2.7 cm	2.8 cm
	拿掉 20 g 砝碼	2.4 cm	3.5 cm	2.8 cm	2.9 cm
第三次 日期：113.5.18 保存溫度：12 °C 保存濕度：32 %					
復熱容器	玻璃杯	不鏽鋼杯	竹筒	陶瓷盅	
黏性	7 顆	7 顆	7 顆	9 顆	
長度	0.89cm	0.84cm	0.9cm	0.8cm	
透光度	 HEX: #35c4a0 HSB: 164, 72, 76	 HEX: #47ba9d HSB: 164, 61, 72	 HEX: #43c196 HSB: 159, 65, 75	 HEX: #41c2ae HSB: 170, 66, 76	
彈性	原始	3.5 cm	2.9 cm	3.1 cm	3.1 cm
	壓 20 g 砝碼	2.7 cm	2.5 cm	2.8 cm	2.7 cm
	拿掉 20 g 砝碼	2.8 cm	2.5 cm	2.8 cm	2.8 cm

圖片來源:自行拍攝

表 4-1c 實驗一數據分析：

跟冠軍米的差異	玻璃杯	不鏽鋼杯	竹筒	陶瓷碗
黏性	-1.67	-2.00	-1.67	-1.00
長度	0.08	0.03	0.09	0.06
透光度	4.33	4.00	9.33	5.67
原始	0.27	0.33	0.07	0.10
壓20g	0.10	0.60	0.43	0.30
彈性(原始-壓20g)	0.17	-0.27	-0.37	-0.20
拿掉20g	0.17	0.67	0.50	0.40
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.07	0.07	0.07	0.10

## 實驗二、復熱時使用的設備是否會影響米飯的特性。

本研究設計為了解復熱時使用的設備是否會影響米飯的口感，研究者使用問卷中較多人使用的復熱設備來進行研究。

表 4-2a 實驗二變因：

操控變因	分別使用電鍋、微波爐復熱
應變變因	米飯的軟硬度、黏性、外觀、彈性、透光性
控制變因	煮飯方式、米的重量、保存溫度、保存時間、保存濕度、復熱使用的容器

研究者使用臺東生產的關山米依照本研究制定的標準化煮飯流程煮飯後，將米飯放到不鏽鋼保鮮盒中，放置冰箱冷藏 24 小時後取出。

表 4-2b 實驗二數據紀錄表：

第一次 日期：113.5.20 保存溫度：5.4 °C 保存濕度：75 %			
復熱設備	電鍋	微波爐	
復熱容器	陶瓷碗（不加蓋子）	陶瓷碗（不加蓋子）	
復熱時間	同實驗一的復熱流程	用高功率微波 2 分鐘	
黏性	8 顆	10 顆	
長度	0.92 cm	0.92 cm	
透光度	 HEX: #78d699 HSB: 141, 43, 83	 HEX: #66ae6f HSB: 127, 41, 68	
彈性	原始	3.1 cm	3.2 cm
	壓 20 g 砝碼	2.8 cm	2.8 cm
	拿掉 20 g 砝碼	2.8 cm	3.1 cm
第二次 日期：113.5.20 保存溫度：5.4 °C 保存濕度：75 %			
復熱設備	電鍋	微波爐	
復熱容器	陶瓷碗（不加蓋子）	陶瓷碗（不加蓋子）	
復熱時間	同實驗一的復熱流程	用高功率微波 2 分鐘	
黏性	4 顆	7 顆	
長度	0.9 cm	0.8 cm	
透光度	 HEX: #78ad75 HSB: 116, 32, 67	 HEX: #78cd7f HSB: 124, 41, 80	

彈性	原始	2.8 cm	2.7 cm
	壓 20 g 砝碼	2.6 cm	2.6 cm
	拿掉 20 g 砝碼	2.7 cm	2.7 cm
第三次 日期：113.5.20 保存溫度：5.4 °C 保存濕度：75 %			
復熱設備	電鍋	微波爐	
復熱容器	陶瓷碗（不加蓋子）	陶瓷碗（不加蓋子）	
復熱時間	同實驗一的復熱流程	用高功率微波 2 分鐘	
黏性	5 顆	9 顆	
長度	0.9cm	0.9cm	
透光度			
彈性	原始	3.0 cm	3.4 cm
	壓 20 g 砝碼	2.6 cm	2.8 cm
	拿掉 20 g 砝碼	2.6 cm	3.2 cm

圖片來源:自行拍攝

表 4-2c 實驗二 數據分析：

跟冠軍米的差異	電鍋	微波爐
黏性	4.33	1.33
長度	0.10	0.06
透光度	5.33	3.00
原始	0.13	0.23
壓20g	0.17	0.23
彈性(原始-壓20g)	0.30	0.47
拿掉20g	0.20	0.50
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.03	0.27



### 實驗三、存放溫度及時間是否對米飯復熱後的特性有所影響。

本實驗設計想了解不同的存放溫度及時間是否對米飯復熱後的口感有所影響，將米飯分別存放於冰箱的冷藏及冷凍櫃中 12 小時、24 小時以及 36 小時做實驗。

表 4-3a 實驗三變因：

操控變因	保存時間(12 小時、24 小時、36 小時)、保存溫度(冷藏、冷凍)
應變變因	米飯的軟硬度、黏性、外觀、彈性、透光度
控制變因	煮飯方式、復熱方式、米的重量、保存溫度、保存時間、保存濕度

研究者使用臺東生產的關山米依照本研究制定的標準化煮飯流程煮飯後，將米飯放到不鏽鋼保鮮盒中，放置於同一台冰箱的冷藏及冷凍櫃中保存，取出後復熱。復熱流程如下：

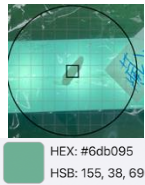
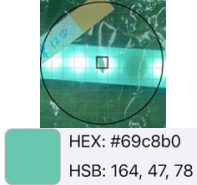


將保存溫度不同的米飯，分裝入同樣的陶瓷碗內，接著放入電鍋中。



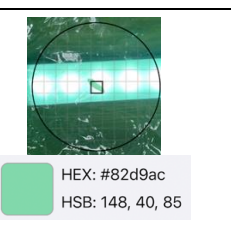
外鍋加入 500 mL 的飲用水。

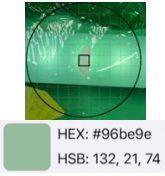
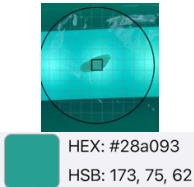
加熱 20 分鐘，溫度約為 75 度。  
圖片來源:自行拍攝

表 4-3b 實驗三數據紀錄表：

第一次 日期：113.5.21			
保存 12 小時	保存溫度	冰箱冷藏 8.1 °C 濕度 62 %	冰箱冷凍-27.5 °C 濕度 45 %
	黏性	7 顆	10 顆
	長度	0.92 cm	0.79 cm
	透光度	 HEX: #6db095 HSB: 155, 38, 69	 HEX: #69c8b0 HSB: 164, 47, 78
	彈性	原始	3.7 cm
壓 20 g 砝碼		2.9 cm	3.3 cm
拿掉 20 g 砝碼		3.0 cm	3.4 cm

保存 24 小時	黏性	4 顆	6 顆	
	長度	0.74 cm	0.73 cm	
	透光度			
	彈性	原始	3.2 cm	2.7 cm
		壓 20 g 砝碼	2.9 cm	2.3cm
		拿掉 20 g 砝碼	3.0 cm	2.4 cm
保存 36 小時	黏性	9 顆	8 顆	
	長度	0.94 cm	0.87 cm	
	透光度			
	彈性	原始	3.4 cm	2.9 cm
		壓 20 g 砝碼	3.0 cm	2.4 cm
		拿掉 20 g 砝碼	3.1 cm	2.4 cm
第二次 日期：113.5.21				
保存 12 小時	黏性	7 顆	10 顆	
	長度	1.05cm	0.85cm	
	透光度			
	彈性	原始	3.5 cm	3.3 cm
		壓 20 g 砝碼	2.6 cm	2.9 cm
		拿掉 20 g 砝碼	2.6 cm	3.2 cm
保存 24 小時	黏性	9 顆	8 顆	
	長度	0.91 cm	0.95 cm	
	透光度			

	彈性	原始	3.1 cm	3.1 cm
		壓 20 g 砝碼	2.6 cm	2.5 cm
		拿掉 20 g 砝碼	2.8 cm	2.7 cm
保存 36 小時	黏性		5 顆	9 顆
	長度		0.92 cm	0.91 cm
	透光度			
	彈性	原始	3.0 cm	3.4 cm
		壓 20 g 砝碼	3.4 cm	3.1 cm
拿掉 20 g 砝碼		3.1 cm	2.8 cm	
第三次				
保存 12 小時	黏性		8 顆	10 顆
	長度		0.82 cm	0.91 cm
	透光度			
	彈性	原始	3.2 cm	2.8 cm
		壓 20 g 砝碼	2.7 cm	2.6 cm
拿掉 20 g 砝碼		2.8 cm	2.7 cm	
保存 24 小時	黏性		7 顆	9 顆
	長度		1.04 cm	0.94 cm
	透光度			
	彈性	原始	3.5 cm	3.1 cm
		壓 20 g 砝碼	2.5 cm	2.9 cm
拿掉 20 g 砝碼		2.9 cm	3.0 cm	

保存 36 小時	黏性	10 顆	10 顆	
	長度	0.76 cm	0.89 cm	
	透光度	 HEX: #96be9e HSB: 132, 21, 74	 HEX: #28a093 HSB: 173, 75, 62	
	彈性	原始	3.4 cm	2.9 cm
		壓 20 g 砝碼	3.0 cm	2.7 cm
		拿掉 20 g 砝碼	3.1 cm	2.8 cm

圖片來源:自行拍攝

表 4-3c 實驗三 數據分析：

跟冠軍米的差異	冷藏12時	冷藏24時	冷藏36時	冷凍12時	冷凍24時	冷凍36時
黏性	-2.67	-3.33	-2.00	0.00	-2.33	-1.00
長度	0.12	0.09	0.06	0.04	0.06	0.08
透光度	6.33	1.33	4.33	6.67	3.67	1.33
原始	0.37	0.17	0.30	0.17	0.13	0.13
壓20g	0.23	0.17	0.50	0.43	0.07	0.13
彈性(原始-壓20g)	0.13	0.00	0.20	0.27	0.20	0.27
拿掉20g	0.30	0.40	0.60	0.60	0.20	0.23
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.07	0.23	0.10	0.17	0.13	0.10

#### 實驗四、存放米飯的容器不同是否對米飯復熱後的特性有所影響。

本實驗設計為了解保存米飯的容器不同是否對米飯復熱後的口感有所影響，我們將煮好的米飯分別用不鏽鋼保鮮盒、食物保鮮袋和保鮮膜包覆放入冰箱中冷藏保存 24 小時。

表 4-4a 實驗四變因：

操控變因	保存容器（不鏽鋼保鮮盒、食物保鮮袋、保鮮膜包覆）
應變變因	米飯的軟硬度、黏性、外觀、彈性、透光度
控制變因	煮飯方式、復熱方式、米的重量、保存溫度、保存時間、保存濕度

我們使用臺東生產的關山米依照本研究制定的標準化煮飯流程煮飯後，將 100g 的米飯承裝到不同的容器中，放置冰箱中冷藏 24 小時後，取出復熱。復熱流程如下：





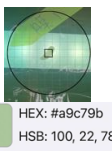
將不同保存容器內的米飯，分裝入三個一樣的陶瓷碗內，接著放入電鍋中。

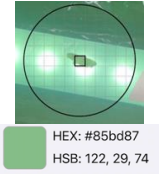
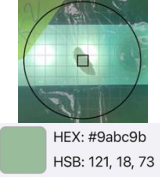
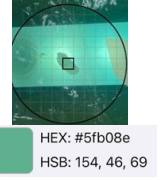
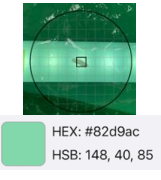
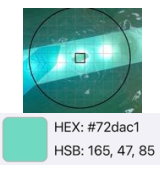

外鍋加入 500 mL 的飲用水。

加熱 20 分鐘，溫度約為 75 度。

圖片來源:自行拍攝

表 4-4b 實驗四數據紀錄表：

第一次 日期：113.5.21 保存溫度：6.8 °C 保存濕度：78 %			
保存容器	不鏽鋼保鮮盒	食物保鮮袋	保鮮膜包覆
黏性	7 顆	7 顆	4 顆
長度	0.91 cm	0.93 cm	0.83 cm
透光度	 HEX: #a8d4b3 HSB: 134, 20, 83	 HEX: #94ca99 HSB: 125, 26, 79	 HEX: #a9c79b HSB: 100, 22, 78

彈性	原始	3.3 cm	3.3 cm	2.6 cm
	壓 20 g 砝碼	2.5 cm	2.3 cm	2.4 cm
	拿掉 20 g 砝碼	2.7 cm	2.4 cm	2.5 cm
第二次 日期：113.5.21 保存溫度：6.8 °C 保存濕度：78 %				
保存容器		不鏽鋼保鮮盒	食物保鮮袋	保鮮膜包覆
黏性		10 顆	10 顆	5 顆
長度		0.88 cm	0.76 cm	0.99 cm
透光度				
彈性	原始	3.0 cm	3.3 cm	3.3 cm
	壓 20 g 砝碼	2.8 cm	3.1 cm	3.0 cm
	拿掉 20 g 砝碼	2.9 cm	3.2 cm	3.2 cm
第三次 日期：113.5.21 保存溫度：6.8 °C 保存濕度：78 %				
保存容器		不鏽鋼保鮮盒	食物保鮮袋	保鮮膜包覆
黏性		9 顆	6 顆	6 顆
長度		0.74 cm	0.91 cm	0.86 cm
透光度				
彈性	原始	2.7 cm	2.6 cm	3.4 cm
	壓 20 g 砝碼	2.5 cm	2.5 cm	2.2 cm
	拿掉 20 g 砝碼	2.6 cm	2.6 cm	2.2 cm

圖片來源:自行拍攝

表 4-4c 實驗四數據分析：

跟冠軍米的差異	不鏽鋼保鮮盒	食物保鮮袋	保鮮膜包覆
黏性	-1.33	-2.33	-5.00
長度	0.03	0.06	0.08
透光度	11.67	10.00	5.33
原始	-0.10	-0.03	0.00
壓20g	0.10	0.13	0.03
彈性(原始-壓20g)	-0.20	-0.17	-0.03
拿掉20g	0.23	0.23	0.13
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.13	0.10	0.10

**實驗五、本研究結果是否能成功恢復米飯的特性。**

本實驗設計想要了解以上第一~四個研究結果是否能成功恢復米飯的口感，所以將復熱後的米飯與未復熱過的米飯給國小四年級的 25 位學生進行的盲測。

表 4-5a 實驗五變因：

操控變因	米飯的加熱次數
應變變因	米飯的軟硬度、黏性、外觀、彈性、透光性
控制變因	煮飯方式、米的重量、保存溫度、保存時間、保存濕度、使用同種米

我們在實驗前一天使用**臺東生產的關山米**依照本研究制定的標準化煮飯流程煮飯後，將用**不鏽鋼保鮮盒**其放置冰箱**冷凍 24 小時**，並與當天早上所煮的冠軍米一同進行實驗。

表 4-5b 實驗五實驗紀錄：

日期：113.5.22		
復熱次數	0 次	1 次
票數	12 票	13 票
評語	口感較軟、甜甜的、粒粒分明、Q Q 的、黏黏的、很 Q，有嚼勁、有米香，有點黏、比較沒味道、有一種特別的味道、味道怪怪的、很像池上便當，有竹子的味道。	口感較硬、黏黏的、口感較軟、軟硬適中、太濕太軟，沒嚼勁、沒有米的香氣，沒有很黏、Q Q 的，比較有嚼勁，有結塊、吃起來比較香、有甜味及香氣，且較為 Q 軟、很好吃。

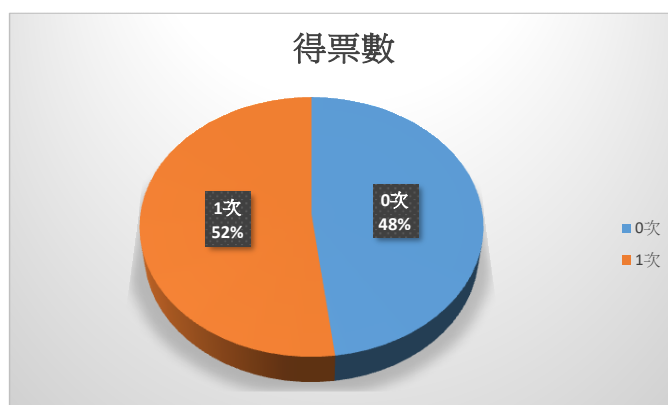


圖 4-1 實驗五圓餅圖

## 伍、討論

在一開始的問卷統計中，我們有發現可以改進的地方如下：

- (一) 受訪者容易混淆生米和米飯兩詞，以至於答非所問，無法當成參考。
- (二) 問卷中第一題和第三題與本研究較為無關，下次應該先想清楚再出題；但也可以從問卷中可以發現，因為我們生活在產米的縣市，所以大部分的家庭都會選購本地產的米，且有幾位受訪者表示只吃自家產的米。
- (三) 米飯的口感較為主觀，每個人喜歡的口感定義不同，甚至喜歡特定香氣的米，所以在實驗之後進能以符合大眾口味的米粒來實驗。

### 實驗一、復熱時使用的容器是否會影響米飯的特性

我們使用四種不同材質的容器（玻璃杯、不鏽鋼杯、竹筒、陶瓷碗）對關山米進行復熱，復熱後測量米飯的黏性、外觀、彈性、透光性等特性，實驗數據如表 4-1b；與冠軍米互相比較結果如表 4-1c，根據結果我們發現：

1. 在「黏性」測試中，冠軍米是 10 顆，復熱關山米是 8-9 顆，其中以「陶瓷碗」復熱的米飯最接近冠軍米。
2. 在「長度」測試中，冠軍米是 0.81 公分，復熱關山米是 0.80-0.90 公分，其中以「不鏽鋼杯」復熱的米飯最接近冠軍米。
3. 在「透光度」測試中，冠軍米是 69，復熱關山米是 73-78，其中以「不鏽鋼杯」復熱的米飯最接近冠軍米。
4. 在「彈性」測試中，冠軍米在 20 公克的砝碼置頂時，高度下降 0.6 公分，復熱關山米是 0.2-0.7 公分，以「玻璃杯」復熱的米飯最接近近冠軍米；在移除 20 公克的砝碼後，冠軍米高度回復 0 公分，復熱關山米是 0.07-0.10 公分，其中以「陶瓷碗」復熱的米飯最接近冠軍米。

我們發現用四種容器中，「竹筒」復熱的米飯，雖與冠軍米的數據相差較遠，不過我們有觀察到，米飯會散發特別的竹子香氣。我們也發現，當米飯復熱好之後，要儘速實驗，室內的溫度和濕度也會影響實驗的結果，需要特別注意。



## 實驗二、復熱時使用的設備是否會影響米飯的特性

我們使用兩種不同的電器（電鍋、微波爐）對關山米進行復熱，復熱後測量米飯的黏性、外觀、彈性、透光性等特性，實驗數據如表 4-2b；與冠軍米互相比較結果如表 4-2c，根據結果我們發現：

1. 在「黏性」、「長度」、「透光度」的測試中，以「微波爐」復熱的米飯數據較接近冠軍米的數據。
2. 在「彈性」測試中，以「電鍋」復熱的米飯數據較接近冠軍米的數據。

我們討論到便利商店在為消費者加熱便當、御飯糰或者是冷凍炒飯時，也都是使用「微波爐」進行加熱，推測是不是因為店家也有做過跟我們類似的研究。

## 實驗三、存放溫度及時間是否對米飯復熱後的特性有所影響

我們以兩種不同溫度（冷藏、冷凍）和三種不同的低溫保存時間（12 小時、24 小時、36 小時）對關山米進行復熱研究，復熱後測量米飯的黏性、外觀、彈性、透光性等特性，實驗數據如表 4-3b；與冠軍米互相比較結果如表 4-3c，根據結果我們發現：

1. 在「黏性」測試中，冠軍米是 10 顆，低溫保存後復熱關山米是 7-10 顆，其中以「冷凍保存 12 小時」的米飯最接近冠軍米。
2. 在「長度」測試中，冠軍米是 0.81 公分，低溫保存後復熱關山米是 0.85-0.93 公分，其中以「冷凍保存 12 小時」的米飯最接近冠軍米。
3. 在「透光度」測試中，冠軍米是 69，低溫保存後復熱關山米是 70-75，其中以「冷藏保存 24 小時」的米飯最接近冠軍米。
4. 在「彈性」測試中，冠軍米在 20 公克的砝碼置頂時，高度下降 0.6 公分，復熱關山米是 0.33-0.73 公分，以「冷藏保存 24 小時」的米飯最接近冠軍米；在移除 20 公克的砝碼後，冠軍米高度回復 0 公分，復熱關山米是 0.07-0.23 公分，其中以「冷藏保存 12 小時」的米飯最接近冠軍米。

我們也注意到便利商店在保存微波食品的櫃位有不同的溫度設定，御飯糰、便當等鮮食保存在 18°C，保存期限較短，還有-18°C 的冷凍櫃，保存期限較長。

## 實驗四、存放米飯的容器不同是否對米飯復熱後的特性有所影響

我們使用三種不同材質的容器(不鏽鋼保鮮盒、食物保鮮袋、保鮮膜包覆)保存煮熟的關山米，冷藏保存 24 小時後裝入陶瓷碗內以電鍋進行復熱，復熱後測量米飯的黏性、外觀、彈性、透光性等特性，實驗數據如表 4-4b；與冠軍米互相比較結果如表 4-4c，根據結果我們發現：

1. 在「黏性」和「長度」的測試中，以「不鏽鋼保鮮盒」保存的米飯最接近冠軍米。
2. 在「透光度」和「彈性」測試中，以「保鮮膜包覆」保存的米飯最接近冠軍米。

我們在查閱網路資料時也發現，日本人也經常使用保鮮膜包覆米飯進行保存，復熱後可以像剛煮好的一樣好吃。

## 實驗五、本研究結果是否能成功恢復米飯的特性。

我們將復熱的關山米與初次煮熟的冠軍米請班上同學試吃進行盲測，請同學在試吃後進行投票並分享試吃心得，實驗數據如表 4-3b 和圖 4-1，根據結果我們發現：52%的同學認為我們復熱後的關山米比較好吃，我們認為這表示我們的復熱方式有成功的恢復米飯的口感！

在試吃時，有同學分享吃不出來哪一項是復熱後的米飯，沒有平常家中隔夜米飯的怪味；可讓超過一半以上的學生吃不出復熱後的口感，且小學生可以操作並自行驗證實驗，已經達到我們的研究目的！

在實驗過程中，我們發現實驗數據差異極小，以我們目前的所學過的科學方法並不容易找出最準確的方法，我們決定使用三次循環實驗，來找出數據的平均數，並計算出標準差，來證實我的實驗三次循環誤差及小，以實驗一為例：

玻璃杯	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	8	10	7	8.33	1.53	10	-1.67
長度	0.9	0.87	0.89	0.89	0.02	0.81	0.08
透光度	73	71	76	73.33	2.52	69	4.33
原始	3.5	3.1	3.5	3.37	0.23	3.1	0.27
壓20g	2.7	2.4	2.7	2.60	0.17	2.5	0.10
彈性(原始-壓20g)	0.8	0.7	0.8	0.77	0.06	0.6	0.17
拿掉20g	2.8	2.4	2.8	2.67	0.23	2.5	0.17
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0	0.1	0.07	0.06	0	0.07

竹筒	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	8	10	7	8.33	1.53	10	-1.67
長度	0.9	0.85	0.95	0.90	0.05	0.81	0.09
透光度	77	83	75	78.33	4.16	69	9.33
原始	3.5	2.9	3.1	3.17	0.31	3.1	0.07
壓20g	3.3	2.7	2.8	2.93	0.32	2.5	0.43
彈性(原始-壓20g)	0.2	0.2	0.3	0.23	0.06	0.6	-0.37
拿掉20g	3.4	2.8	2.8	3.00	0.35	2.5	0.50
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0.1	0	0.07	0.06	0	0.07

不鏽鋼杯	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	9	8	7	8.0	1.0	10	-2.0
長度	0.82	0.85	0.84	0.8	0.0	0.81	0.0
透光度	76	71	72	73.0	2.6	69	4.0
原始	3.7	3.7	2.9	3.4	0.5	3.1	0.3
壓20g	3.4	3.4	2.5	3.1	0.5	2.5	0.6
彈性(原始-壓20g)	0.3	0.3	0.4	0.3	0.1	0.6	-0.3
拿掉20g	3.5	3.5	2.5	3.2	0.6	2.5	0.7
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0	0.1

陶瓷碗	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	8	10	9	9	1.00	10	-1
長度	0.88	0.92	0.8	0.87	0.06	0.81	0.06
透光度	73	75	76	74.67	1.53	69	5.67
原始	3.5	3	3.1	3.2	0.26	3.1	0.1
壓20g	2.9	2.8	2.7	2.8	0.10	2.5	0.3
彈性(原始-壓20g)	0.6	0.2	0.4	0.4	0.20	0.6	-0.2
拿掉20g	3	2.9	2.8	2.9	0.10	2.5	0.4
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.00	0	0.1

可以看到實驗一的標準差趨近於 1，顯示實驗誤差很小。

一開始為了想要不浪費食物，我們使用營養午餐中的剩飯來做研究，但我們有發現，米飯在同學盛飯時已經被多次攪拌，米粒在還沒二次加熱前就以顯得不完整，為了改善這樣的情形，我們在縣賽後就將所有實驗重新再做一次，並改用問卷中多數人使用的「關山米」來煮飯，並確保復熱米粒在一開始生米煮成熟飯時米粒的完整性，我們使用標準化的方式來煮飯，並參考以前得獎的研究中的結論來煮飯。

在研究的這段時間，我們在生活中也發現超市中有許多即食飯，他們不需要冷藏，只需要微波或是加熱水就能食用，有些產品的保存期限可以到五年，他們利用乾燥脫水技術和可以完全遮光的鋁箔包裝，加上乾燥劑跟抗氧化劑，但我們想到災難來臨時，經常是斷電的，我們也認為熱水的取得不容易，再目前世界的狀況，應該是糧食分布不均，我們身在糧食過剩的臺灣，應該朝向減少廚餘，不浪費糧食的目標前進；希望未來科展我們能實驗出可以自熱米飯的產品，並運用我們這次實驗的經驗，讓大家在災難中也能享有美味的米飯，並為聯合國發表的 SDGs 的永續發展目標盡一份心力。

先前社會上發生食安相關的新聞，新聞中中毒的粿條為米製品，也與我們的實驗相關。我們回頭審視過一次我們的實驗是否有食安問題，因為一開始我們有使用營養午餐的剩飯，我們檢視過後證實：米酵菌酸是由米製品產生，我們使用的是原型食物「米」，不需要擔心再製過程可能造成的汙染；且我們實驗用的米都在有效期限內、保存米飯的器具都是經過洗淨、消毒過。所以已避免米飯保存中被汙染。根據之前的科展研究顯示，米飯常溫可以放兩天。實驗五的盲測後，也沒有任何同學有腹瀉、頭暈、噁心的現象產生，可以排除米酵菌酸中毒的可能。

## 陸、結論

我們得到的研究結論為，如果你想要復熱隔夜的米飯，可以用保鮮膜包覆冷凍來保存的米飯，並用微波爐來復熱的米飯，米粒的長度、透光度以及黏性都會非常接近冠軍米的口感。

使用何種材質的容器並無太大的差異，但使用陶瓷容器復熱在黏性和彈性有比其他材質的容器更接近冠軍米的數據。

根據最後一個實驗，我們將隔夜的關山米飯，用保鮮膜包覆冷凍保存 12 小時後，裝入陶瓷碗內放入微波爐加熱，可讓 52%學生覺得比當餐煮的冠軍米還好吃，且復熱的流程與保存方式是小學生可自行操作，已達到我們的研究目的。

## 柒、參考資料

1. 中華民國第 20 屆中小學科學展覽會作品：選米煮飯學問大
2. 中華民國第 53 屆中小學科學展覽會作品：模「飯」生
3. 中華民國第 62 屆中小學科學展覽會作品：「飯」科學～探討米飯的抗澱粉形成條件
4. 網路資料：電鍋類家電原理剖析
5. 網路資料：農糧署-冠軍米選白標準

## 附錄一、問卷調查表

您好，我們是科學探究班B組的學生，我們正在進行對米飯二次加热的實驗，需要您寶貴的意見，讓我們可以完成後續的研究。非常感謝您的協助。

祝您 有美好的一天！

1. 請問您平常最常購買哪個種類的米是哪一種呢？

白米 糙米 紫米飯 胚芽米 其他：\_\_\_\_\_

2. 請問你有購買固定品牌或是產地的米嗎？

有，會買\_\_\_\_\_ (地區)製造或是品牌：\_\_\_\_\_

沒有

3. 請問您是用什麼設備將米煮成飯？

電鍋 電子鍋 其他：\_\_\_\_\_

4. 請問您是如何保存吃不完的飯？

(使用什麼樣材質的容器、上蓋和儲存設備)

\_\_\_\_\_

5. 請問您是如何二次加熱米飯？是否有特殊的小祕訣？

(使用什麼樣材質的容器和復熱設備)

\_\_\_\_\_

6. 請問在你的經驗中什麼是「好吃的米飯」？

QQ的 粒粒分明 軟硬適中 米飯偏硬 軟軟黏黏

其他：\_\_\_\_\_

## 附錄二、實驗數據

### 實驗一、復熱時使用的容器是否會影響米飯的特性

玻璃杯	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	8	10	7	8.33	1.53	10	-1.67
長度	0.9	0.87	0.89	0.89	0.02	0.81	0.08
透光度	73	71	76	73.33	2.52	69	4.33
原始	3.5	3.1	3.5	3.37	0.23	3.1	0.27
壓20g	2.7	2.4	2.7	2.60	0.17	2.5	0.10
彈性(原始-壓20g)	0.8	0.7	0.8	0.77	0.06	0.6	0.17
拿掉20g	2.8	2.4	2.8	2.67	0.23	2.5	0.17
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0	0.1	0.07	0.06	0	0.07

不鏽鋼杯	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	9	8	7	8.0	1.0	10	-2.0
長度	0.82	0.85	0.84	0.8	0.0	0.81	0.0
透光度	76	71	72	73.0	2.6	69	4.0
原始	3.7	3.7	2.9	3.4	0.5	3.1	0.3
壓20g	3.4	3.4	2.5	3.1	0.5	2.5	0.6
彈性(原始-壓20g)	0.3	0.3	0.4	0.3	0.1	0.6	-0.3
拿掉20g	3.5	3.5	2.5	3.2	0.6	2.5	0.7
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0	0.1

竹筒	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	8	10	7	8.33	1.53	10	-1.67
長度	0.85	0.95	0.9	0.90	0.05	0.81	0.09
透光度	77	83	75	78.33	4.16	69	9.33
原始	3.5	2.9	3.1	3.17	0.31	3.1	0.07
壓20g	3.3	2.7	2.8	2.93	0.32	2.5	0.43
彈性(原始-壓20g)	0.2	0.2	0.3	0.23	0.06	0.6	-0.37
拿掉20g	3.4	2.8	2.8	3.00	0.35	2.5	0.50
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0.1	0	0.07	0.06	0	0.07

陶瓷碗	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	8	10	9	9	1.00	10	-1
長度	0.88	0.92	0.8	0.87	0.06	0.81	0.06
透光度	73	75	76	74.67	1.53	69	5.67
原始	3.5	3	3.1	3.2	0.26	3.1	0.1
壓20g	2.9	2.8	2.7	2.8	0.10	2.5	0.3
彈性(原始-壓20g)	0.6	0.2	0.4	0.4	0.20	0.6	-0.2
拿掉20g	3	2.9	2.8	2.9	0.10	2.5	0.4
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.00	0	0.1

### 實驗二、復熱時使用的設備是否會影響米飯的特性

電鍋	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	8	4	5	5.67	2.08	10	-4.33
長度	0.92	0.9	0.9	0.91	0.01	0.81	0.10
透光度	83	67	73	74.33	8.08	69	5.33
原始	3.1	2.8	3	2.97	0.15	3.1	-0.13
壓20g	2.8	2.6	2.6	2.67	0.12	2.5	0.17
彈性(原始-壓20g)	0.3	0.2	0.4	0.30	0.10	0.6	-0.30
拿掉20g	2.8	2.7	2.6	2.70	0.10	2.5	0.20
彈性(拿掉20g-壓20g)	0	0.1	0	0.03	0.06	0	0.03

微波爐	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	10	7	9	8.67	1.53	10	-1.33
長度	0.92	0.8	0.9	0.87	0.06	0.81	0.06
透光度	68	80	68	72.00	6.93	69	3.00
原始	3.2	2.7	2.7	2.87	0.29	3.1	-0.23
壓20g	2.8	2.6	2.8	2.73	0.12	2.5	0.23
彈性(原始-壓20g)	0.4	0.1	-0.1	0.13	0.25	0.6	-0.47
拿掉20g	3.1	2.7	3.2	3.00	0.26	2.5	0.50
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.3	0.1	0.4	0.27	0.15	0	0.27

### 實驗三、存放溫度及時間是否對米飯復熱後的特性有所影響

冷藏 12小時	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	7	7	8	7.33	0.58	10	-2.67
長度	0.92	1.05	0.82	0.93	0.12	0.81	0.12
透光度	69	67	90	75.33	12.74	69	6.33
原始	3.7	3.5	3.2	3.47	0.25	3.1	0.37
壓20g	2.9	2.6	2.7	2.73	0.15	2.5	0.23
彈性(原始-壓20g)	0.8	0.9	0.5	0.73	0.21	0.6	0.13
拿掉20g	3	2.6	2.8	2.80	0.20	2.5	0.30
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0	0.1	0.07	0.06	0	0.07

冷藏 24小時	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	4	9	7	6.67	2.52	10	-3.33
長度	0.74	0.91	1.04	0.90	0.15	0.81	0.09
透光度	72	67	72	70.33	2.89	69	1.33
原始	3.2	3.1	3.5	3.27	0.21	3.1	0.17
壓20g	2.9	2.6	2.5	2.67	0.21	2.5	0.17
彈性(原始-壓20g)	0.3	0.5	1	0.60	0.36	0.6	0.00
拿掉20g	3	2.8	2.9	2.90	0.10	2.5	0.40
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0.2	0.4	0.23	0.15	0	0.23

冷藏 36小時	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	9	5	10	8.00	2.65	10	-2.00
長度	0.94	0.92	0.76	0.87	0.10	0.81	0.06
透光度	73	73	74	73.33	0.58	69	4.33
原始	3.4	3.4	3.4	3.40	0.00	3.1	0.30
壓20g	3	3	3	3.00	0.00	2.5	0.50
彈性(原始-壓20g)	0.4	0.4	0.4	0.40	0.00	0.6	-0.20
拿掉20g	3.1	3.1	3.1	3.10	0.00	2.5	0.60
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0.1	0.1	0.10	0.00	0	0.10

冷凍 12小時	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	10	10	10	10.00	0.00	10	0.00
長度	0.79	0.85	0.91	0.85	0.06	0.81	0.04
透光度	78	64	85	75.67	10.69	69	6.67
原始	3.7	3.3	2.8	3.27	0.45	3.1	0.17
壓20g	3.3	2.9	2.6	2.93	0.35	2.5	0.43
彈性(原始-壓20g)	0.4	0.4	0.2	0.33	0.12	0.6	-0.27
拿掉20g	3.4	3.2	2.7	3.10	0.36	2.5	0.60
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0.3	0.1	0.17	0.12	0	0.17

冷凍 24小時	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	6	8	9	7.67	1.53	10	-2.33
長度	0.73	0.95	0.94	0.87	0.12	0.81	0.06
透光度	86	69	63	72.67	11.93	69	3.67
原始	2.7	3.1	3.1	2.97	0.23	3.1	-0.13
壓20g	2.3	2.5	2.9	2.57	0.31	2.5	0.07
彈性(原始-壓20g)	0.4	0.6	0.2	0.40	0.20	0.6	-0.20
拿掉20g	2.4	2.7	3	2.70	0.30	2.5	0.20
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0.2	0.1	0.13	0.06	0	0.13

冷凍 36小時	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	8	9	10	9.00	1.00	10	-1.00
長度	0.87	0.91	0.89	0.89	0.02	0.81	0.08
透光度	68	81	62	70.33	9.71	69	1.33
原始	2.9	3.1	2.9	2.97	0.12	3.1	-0.13
壓20g	2.4	2.8	2.7	2.63	0.21	2.5	0.13
彈性(原始-壓20g)	0.5	0.3	0.2	0.33	0.15	0.6	-0.27
拿掉20g	2.4	3	2.8	2.73	0.31	2.5	0.23
彈性(拿掉20g-壓20g)	0	0.2	0.1	0.10	0.10	0	0.10

### 實驗四、存放米飯的容器不同是否對米飯復熱後的特性有所影響

不鏽鋼保溫盒	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	7	10	9	8.67	1.53	10	-1.33
長度	0.91	0.88	0.74	0.84	0.09	0.81	0.03
透光度	83	74	85	80.67	5.86	69	11.67
原始	3.3	3	2.7	3.00	0.30	3.1	-0.10
壓20g	2.5	2.8	2.5	2.60	0.17	2.5	0.10
彈性(原始-壓20g)	0.8	0.2	0.2	0.40	0.35	0.6	-0.20
拿掉20g	2.7	2.9	2.6	2.73	0.15	2.5	0.23
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.2	0.1	0.1	0.13	0.06	0	0.13

食物保鮮袋	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	7	10	6	7.67	2.08	10	-2.33
長度	0.93	0.76	0.91	0.87	0.09	0.81	0.06
透光度	79	73	85	79.00	6.00	69	10.00
原始	3.3	3.3	2.6	3.07	0.40	3.1	-0.03
壓20g	2.3	3.1	2.5	2.63	0.42	2.5	0.13
彈性(原始-壓20g)	1	0.2	0.1	0.43	0.49	0.6	-0.17
拿掉20g	2.4	3.2	2.6	2.73	0.42	2.5	0.23
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0.1	0.1	0.10	0.00	0	0.10

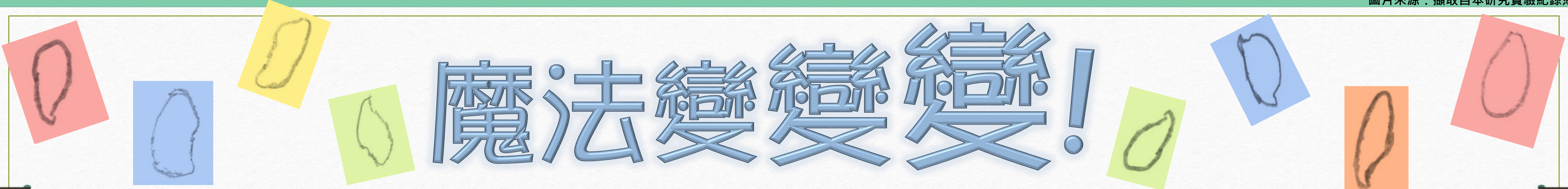
保鮮膜包覆	第一次	第二次	第三次	平均數	標準差	冠軍米	跟冠軍米的差異
黏性	4	5	6	5.00	1.00	10	-5.00
長度	0.83	0.99	0.86	0.89	0.09	0.81	0.08
透光度	78	69	76	74.33	4.73	69	5.33
原始	2.6	3.3	3.4	3.10	0.44	3.1	0.00
壓20g	2.4	3	2.2	2.53	0.42	2.5	0.03
彈性(原始-壓20g)	0.2	0.3	1.2	0.57	0.55	0.6	-0.03
拿掉20g	2.5	3.2	2.2	2.63	0.51	2.5	0.13
彈性(拿掉20g-壓20g)	0.1	0.2	0	0.10	0.10	0	0.10

## 【評語】 082916

本研究有關復熱米飯的研究對永續發展很有心。但研究僅探討了特定條件下的米飯復熱效果，未涵蓋其他可能影響復熱效果的因素，如不同品種的米、不同的水質等，這可能影響結果的普遍適用性。研究主要關注米飯的口感和質地，未深入探討復熱過程對米飯營養成分的影響，這對於評估米飯的整體品質和健康價值是重要的考量。報告還算流暢，問題的掌握及回答可再加強。



## 作品簡報



把吃剩的米飯恢復原狀

# 研究摘要

本研究對米飯復熱後性質進行探究，我們先進行問卷調查，作為實驗設計的參考。我們以臺東的關山米來做為復熱實驗的研究對象，並以第三屆臺灣稻米品質競賽的冠軍池上米來當實驗參照組，將已經通過專家驗證的米飯，跟我們的實驗數據做比對。我們針對米飯保存時的溫度、時間；復熱時所使用的容器、復熱設備等變因進行探究，結果顯示：將米飯用保鮮膜包覆冷凍保存，以陶瓷容器盛裝、以微波爐復熱，米粒的長度、透光度、黏性和彈性都會非常接近冠軍米的數據。最後，我們將最佳化方法復熱的關山米，與當餐煮的冠軍米提供給同學試吃進行忙測，高達52%的學生覺得復熱後的關山米比當餐煮的冠軍米還好吃！這套米飯復熱的方法簡單方便，已達到我們的研究目的。

## 壹、前言

### 一、研究動機

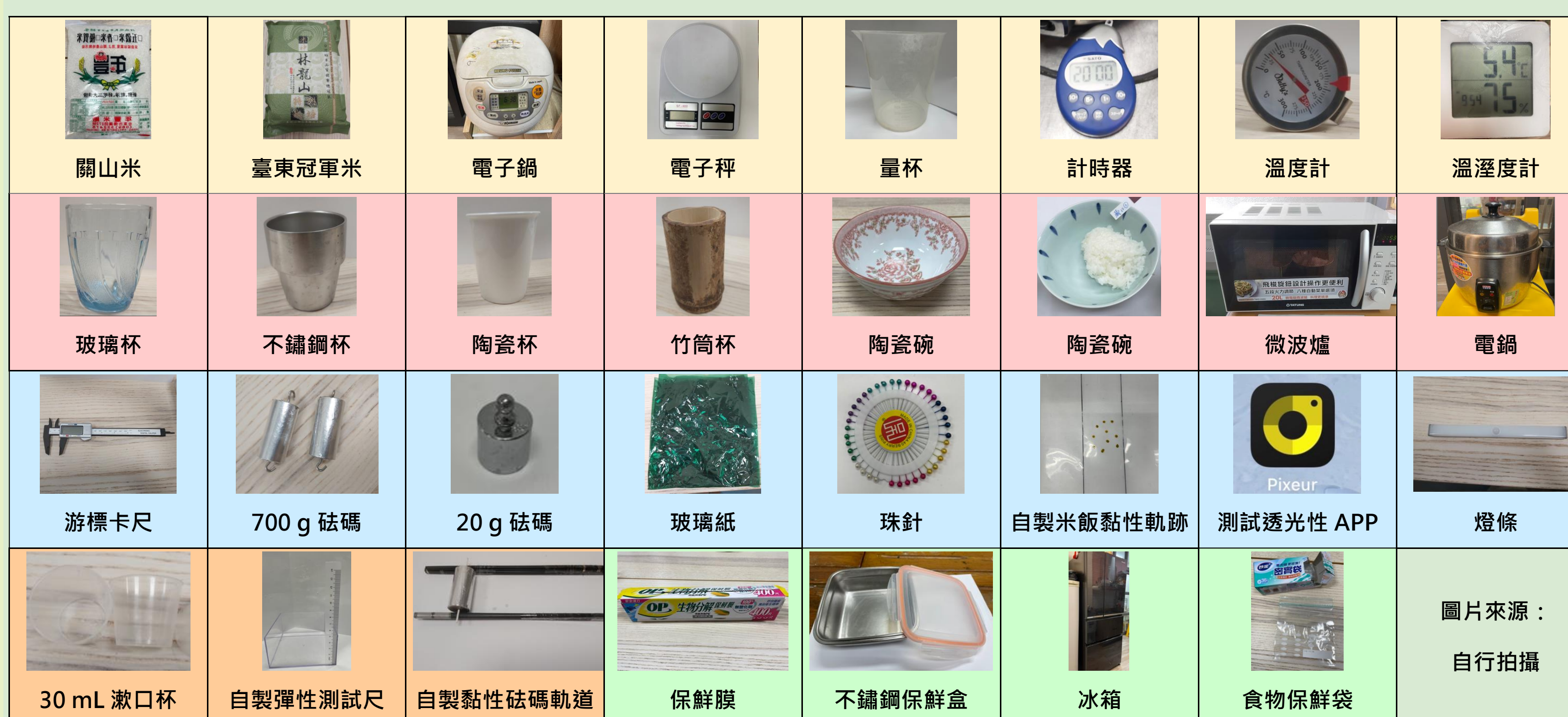
我們發現便利商店裡販售的飯糰冰在冷藏櫃裡不會變硬，在微波之後竟然可以如此美味。所以我們想要探討「如何妥善的保存吃不完的白飯，還有能利用什麼加熱方式可以讓這些米飯恢復原來的味道和口感呢？」我們在三年級時自然課時學到「廚房裡的科學」，學習物質在加熱之後會產生的變化，所以這次研究選擇與食品相關的主題研究。

我們也在聯合國宣布的2030永續發展目標中看到第二項指標中的細項2.1中寫到「確保糧食安全，消除飢餓，促進永續農業」，裡面提到希望在2030年前，世界上沒有人因挨餓而死，尤其近年來天災頻繁發生，我們雖然身在糧食充裕的台灣，希望著手改善大家不喜歡吃復熱的米飯問題，能將糧食不浪費，減少食物的丟棄，期望能盡一己之力來幫助這個世界更好。

### 二、研究目的

- (一) 復熱時使用的容器是否會影響米飯的特性。
- (二) 復熱時使用的設備是否會影響米飯的特性。
- (三) 存放溫度及時間是否對米飯復熱後的特性有所影響。
- (四) 存放米飯的容器不同是否對米飯復熱後的特性有所影響。
- (五) 本研究結果是否能成功恢復米飯的特性。

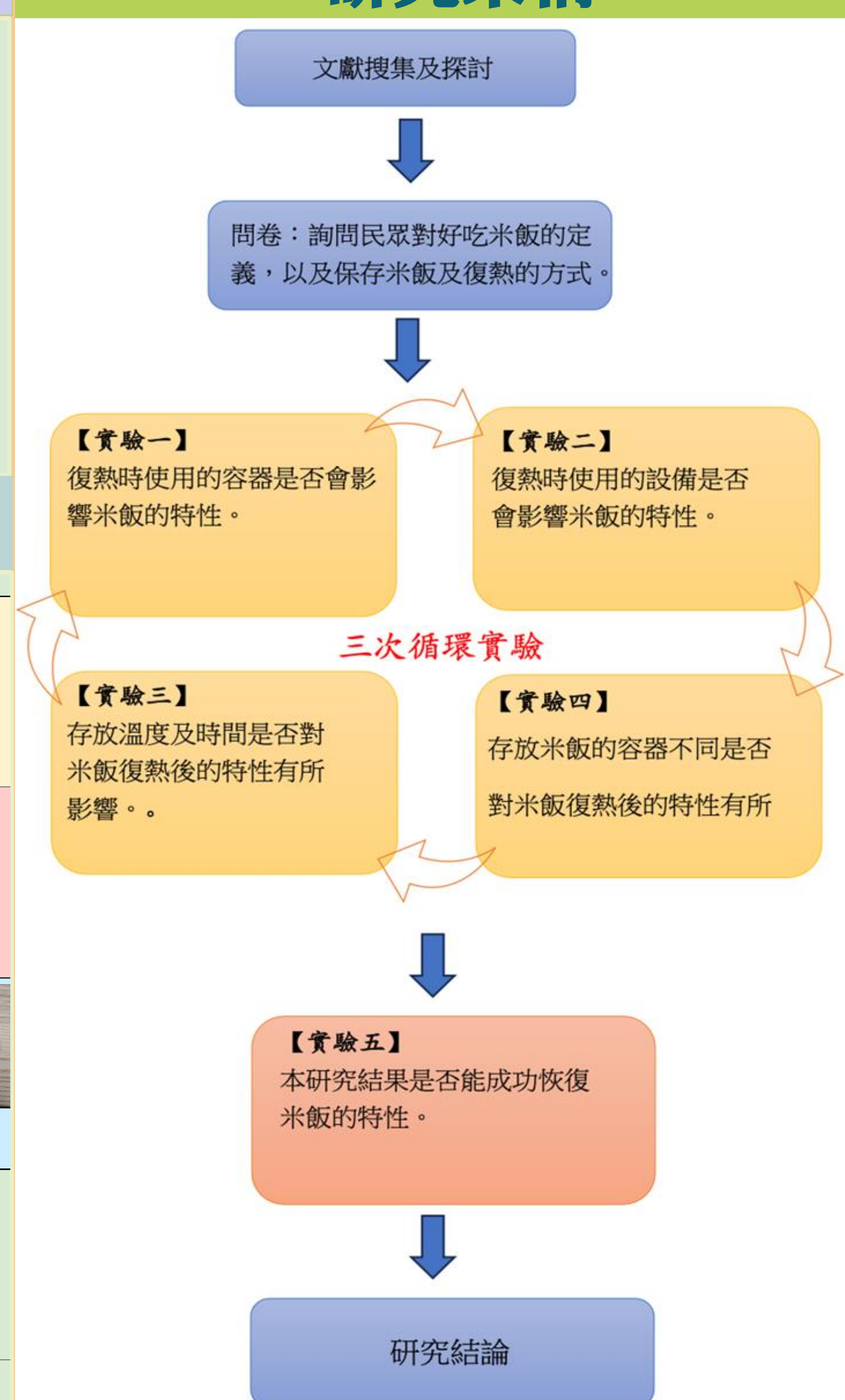
### 貳、研究設備與器材



### 三、文獻探討

屆別	題目	本研究參考之處
第20屆	選米煮飯學問大	各種米的特性
第53屆	模「飯」生	1. 煮飯的流程、問卷調查 2. 測試米飯黏性、硬度的方法
第62屆	「飯」科學~探討米飯的抗澱粉形成條件	測試米飯黏性、硬度的方法

### 研究架構



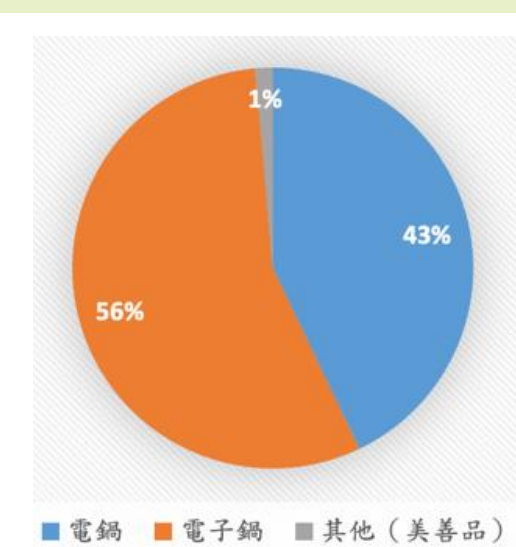
## 參、研究過程或方法

### 問卷調查分析

您好，我們是科學探究班組的學生，我們正在進行對米飯二次加熱的實驗，需要您寶貴的意見，讓我們可以完成後續的研究，非常感謝您的協助。祝您有美好的一天！

- 請問您平常最常購買哪個種類的米是哪一種呢？  
白米 糙米 紫米 胚芽米 其他：\_\_\_\_\_
- 請問您有購買固定品牌或是產地的米嗎？  
有，會買\_\_\_\_\_ (地區) 製造或是品牌：\_\_\_\_\_ 沒有
- 請問您是用什麼設備將米煮成飯？  
電鍋 電子鍋 其他：\_\_\_\_\_
- 請問您是如何保存吃不完的飯？  
(使用什麼材質的容器、上蓋和儲存設備)
- 請問您是如何二次加熱米飯？是否有特殊的小秘訣？  
(使用什麼材質的容器和復熱設備)
- 請問在你的經驗中什麼是「好吃的米飯」？  
QQ的 粒粒分明 軟硬適中 米飯偏硬 軟軟黏黏 其他：\_\_\_\_\_

第3題，請問您是用什麼設備將米煮成飯？



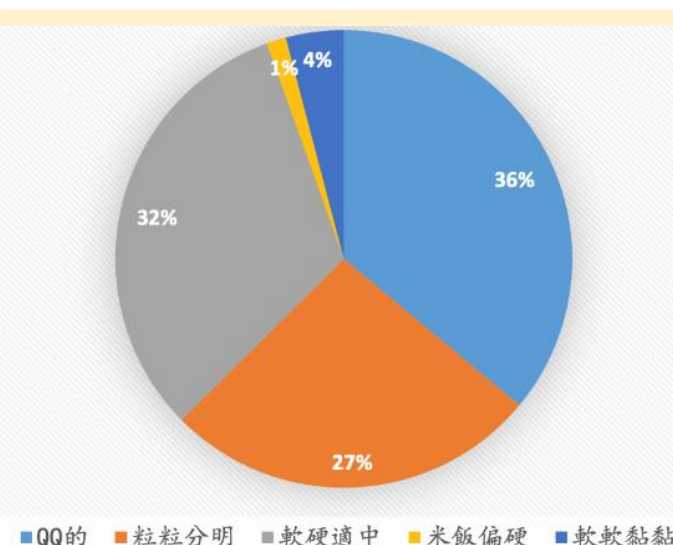
第4題，請問您是如何保存吃不完的飯？

冷藏/冷凍：玻璃保鮮盒、耐熱夾鏈袋、不鏽鋼碗盤/陶瓷碗加保鮮膜、電子鍋：直接放在電子鍋內按保溫。

第5題，請問您是如何復熱米飯？是否有特殊小秘訣？

煮成稀飯、蒸煮或微波加熱、等新米煮好再放進舊飯混合、直接放在電鍋、隔天炒飯。容器種類：不鏽鋼碗、瓷盤、玻璃等。

第6題，請問在你的經驗中什麼是「好吃的米飯」？



根據問卷調查結果，我們選用關山米做為實驗組，根據大家用於保存米飯的容器、常使用的設備設計實驗，並將大多數人喜歡米飯的口感『喜歡QQ的、粒粒分明且軟硬適中』作為實驗參考，測試米粒的黏性、彈性及外型來做研究。

圖片來源：以Excel試算表產出

### 實驗方法

(一) 我們參考科展文獻，制定標準化煮飯流程如下：

- 快速洗米三次
- 浸泡冷水10分鐘、熱水10分鐘後，將水倒掉。
- 依照米：水=1：1.2的比例放入電子鍋中煮。
- 電子鍋顯示煮好飯後，將米飯翻鬆，將米飯悶10分鐘。

(二) 我們觀察米飯復熱後米粒的外觀及長度，來看米飯是否粒粒分明和顆粒完整。



(三) 各項研究操控變因如下：

實驗名稱	操控變因
實驗一、復熱時使用的容器是否會影響米飯的特性。	用不同材質(玻璃杯、不鏽鋼杯、竹筒、陶瓷碗)的容器
實驗二、復熱時使用的設備是否會影響米飯的特性。	分別使用電鍋、微波爐復熱
實驗三、存放溫度及時間是否對米飯復熱後的特性有所影響。	保存時間(12小時、24小時、36小時)、保存溫度(冷藏、冷凍)
實驗四、存放米飯的容器不同是否對米飯復熱後的特性有所影響。	保存容器(不鏽鋼保鮮盒、食物保鮮袋、保鮮膜包覆)

圖片來源：自行拍攝

圖片來源：自行拍攝



# 實驗五、本研究結果是否能成功恢復米飯的特性

本實驗設計想要了解以上第一~四個研究結果是否能成功恢復米飯的口感，所以將復熱後的米飯與未復熱過的米飯給國小四年級的25位學生進行的盲測。實驗五變因如下表：

操控變因	米飯的加熱次數
應變變因	米飯的軟硬度、黏性、外觀、彈性、透光性
控制變因	煮飯方式、米的重量、保存溫度、保存時間、保存濕度、使用同種米

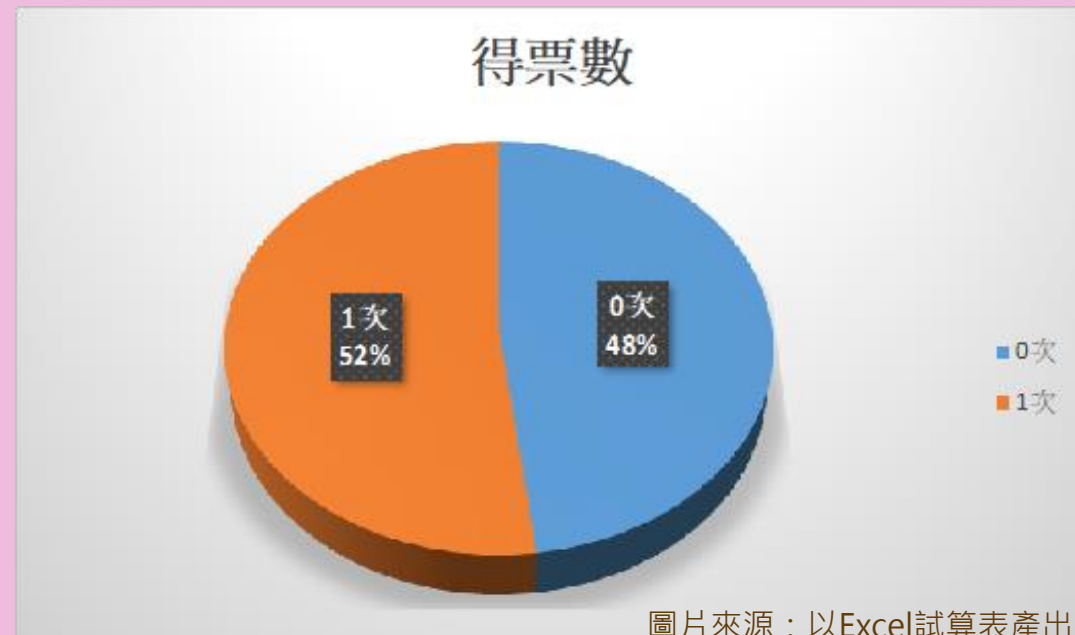


圖4-1 實驗五圓餅圖

我們在實驗前一天使用臺東生產的關山米依照本研究制定的標準化煮飯流程煮飯後，將用不鏽鋼保鮮盒其放置冰箱冷凍24小時，並與當天早上所煮的冠軍米一同進行實驗。表4-5b 實驗五實驗紀錄：

日期：113.5.22		
復熱次數	0 次	1 次
票數	12 票	13 票
評語	口感較軟、甜甜的、粒粒分明、QQ的、黏黏的、很Q，有嚼勁、有米香，有點黏、比較沒味道、有一種特別的味道、味道怪怪的、很像池上便當，有竹子的味道。	口感較硬、黏黏的、口感較軟、軟硬適中、太濕太軟，沒嚼勁、沒有米的香氣，沒有很黏、QQ的，比較有嚼勁，有結塊、吃起來比較香、有甜味及香氣，且較為Q軟、很好吃。

## 伍、討論

在一開始的問卷統計中，我們有發現可以改進的地方如下：

(一) 受訪者容易混淆生米和米飯兩詞，以至於答非所問，無法當成參考。

(二) 問卷中第一題和第三題與本研究較為無關，下次應該先想清楚再出題；但也可以從問卷中可以發現，因為我們生活在產米的縣市，所以大部分的家庭都會選購本地產的米，且有幾位受訪者表示只吃自家產的米。

(三) 米飯的口感較為主觀，每個人喜歡的口感定義不同，甚至喜歡特定香氣的米，所以在實驗之後進能以符合大眾口味的米粒來實驗。

### 實驗一、復熱時使用的容器是否會影響米飯的特性

我們使用四種不同材質的容器（玻璃杯、不鏽鋼杯、竹筒、陶瓷碗）對關山米進行復熱，復熱後測量米飯的黏性、外觀、彈性、透光性等特性，實驗數據如表4-1b；與冠軍米互相比較結果如表4-1c，根據結果我們發現：

1. 在「黏性」測試中，冠軍米是10顆，復熱關山米是8-9顆，其中以「陶瓷碗」復熱的米飯最接近冠軍米。
2. 在「長度」測試中，冠軍米是0.81公分，復熱關山米是0.80-0.90公分，其中以「不鏽鋼杯」復熱的米飯最接近冠軍米。
3. 在「透光度」測試中，冠軍米是69，復熱關山米是73-78，其中以「不鏽鋼杯」復熱的米飯最接近冠軍米。
4. 在「彈性」測試中，冠軍米在20公克的砝碼置頂時，高度下降0.6公分，復熱關山米是0.2-0.7公分，以「玻璃杯」復熱的米飯最接近冠軍米；在移除20公克的砝碼後，冠軍米高度回復0公分，復熱關山米是0.07-0.10公分，其中以「陶瓷碗」復熱的米飯最接近冠軍米。

我們發現用四種容器中，「竹筒」復熱的米飯，雖與冠軍米的數據相差較遠，不過我們有觀察到，米飯會散發特別的竹子香氣。我們也發現當米飯復熱好之後，要儘速實驗，室內的溫度和濕度也會影響實驗的結果，需要特別注意。

### 實驗二、復熱時使用的設備是否會影響米飯的特性

我們使用兩種不同的電器（電鍋、微波爐）對關山米進行復熱，復熱後測量米飯的黏性、外觀、彈性、透光性等特性，實驗數據如表4-2b；與冠軍米互相比較結果如表4-2c，根據結果我們發現：

1. 在「黏性」、「長度」、「透光度」的測試中，以「微波爐」復熱的米飯數據較接近冠軍米的數據。
2. 在「彈性」測試中，以「電鍋」復熱的米飯數據較接近冠軍米的數據。

我們討論到便利商店在為消費者加熱便當、御飯糰或者是冷凍炒飯時也都是使用「微波爐」進行加熱，推測是不是因為店家也有做過跟我們類似的研究。

## 陸、結論

我們得到的研究結論為，如果你想要復熱隔夜的米飯，可以用保鮮膜包覆冷凍來保存的米飯，並用微波爐來復熱的米飯，米例的長度、透光度以及黏性都會非常接近冠軍米的口感。

使用何種材質的容器並無太大的差異，但使用陶瓷容器復熱在黏性和彈性有比其他材質的容器更接近冠軍米的數據。

根據最後一個實驗，我們將隔夜的關山米飯，用保鮮膜包覆冷凍保存12小時後，裝入陶瓷碗內放入微波爐加熱，可讓52%學生覺得比當餐煮的冠軍米還好吃，且復熱的流程與保存方式是小學生可自行操作，已達到我們的研究目的。

### 實驗三、

### 存放溫度及時間是否對米飯復熱後的特性有所影響

我們以兩種不同溫度（冷藏、冷凍）和三種不同的低溫保存時間（12小時、24小時、36小時）對關山米進行復熱研究，復熱後測量米飯的黏性、外觀、彈性、透光性等特性，實驗數據如表4-3b；與冠軍米互相比較結果如表4-3c，根據結果我們發現：

1. 在「黏性」測試中，冠軍米是10顆，低溫保存後復熱關山米是7-10顆，其中以「冷凍保存12小時」的米飯最接近冠軍米。
2. 在「長度」測試中，冠軍米是0.81公分，低溫保存後復熱關山米是0.85-0.93公分，其中以「冷凍保存12小時」的米飯最接近冠軍米。
3. 在「透光度」測試中，冠軍米是69，低溫保存後復熱關山米是70-75，其中以「冷藏保存24小時」的米飯最接近冠軍米。
4. 在「彈性」測試中，冠軍米在20公克的砝碼置頂時，高度下降0.6公分，復熱關山米是0.33-0.73公分，以「冷藏保存24小時」的米飯最接近冠軍米；在移除20公克的砝碼後，冠軍米高度回復0公分，復熱關山米是0.07-0.23公分，其中以「冷藏保存12小時」的米飯最接近冠軍米。

我們也注意到便利商店在保存微波食品的櫃位有不同的溫度設定，御飯糰、便當等鮮食保存在18°C，保存期限較短，還有-18°C的冷凍櫃，保存期限較長。

### 實驗四、

### 存放米飯的容器不同是否對米飯復熱後的特性有所影響

我們使用三種不同材質的容器（不鏽鋼保鮮盒、食物保鮮袋、保鮮膜包覆）保存煮熟的關山米，冷藏保存24小時後裝入陶瓷碗內以電鍋進行復熱復熱後測量米飯的黏性、外觀、彈性、透光性等特性，實驗數據如表4-4b與冠軍米互相比較結果如表4-4c，根據結果我們發現：

1. 在「黏性」和「長度」的測試中，以「不鏽鋼保鮮盒」保存的米飯最接近冠軍米。
2. 在「透光度」和「彈性」測試中，以「保鮮膜包覆」保存的米飯最接近冠軍米。

我們在查閱網路資料時也發現，日本人也經常使用保鮮膜包覆米飯進行保存，復熱後可以像剛煮好的一樣好吃。

### 實驗五、本研究結果是否能成功恢復米飯的特性

我們將復熱的關山米與初次煮熟的冠軍米請班上同學試吃進行盲測，請同學在試吃後進行投票並分享試吃心得，實驗數據如表4-3b和圖4-1，根據結果我們發現：52%的同學認為我們復熱後的關山米比較好吃，我們認為這表示我們的復熱方式有成功的恢復米飯的口感！

在試吃時，有同學分享吃不出來哪一項是復熱後的米飯，沒有平常家中隔夜米飯的怪味；可讓超過一半以上的學生吃不出復熱後的口感，且小學生可以操作並自行驗證實驗，已經達到我們的研究目的！

## 柒、參考資料及其他

1. 第20屆中小學科學展覽會作品：選米煮飯學問大
2. 第53屆中小學科學展覽會作品：模「飯」生
3. 第62屆中小學科學展覽會作品：「飯」科學~探討米飯的抗澱粉形成條件
4. 網路資料：電鍋類家電原理剖析
5. 網路資料：農糧署-冠軍米選白標準

