

# 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 化學科

080213

穀物界紅寶石－紅藜麥抗氧化力之探討

學校名稱：桃園市蘆竹區錦興國民小學

作者： 小六 黃敏禎 小六 張育銓 小六 賴奕勳 小五 盧宣滄	指導老師： 黃清儀 黃雅芳
---	---------------------

關鍵詞：抗氧化力、紅藜麥

## 摘要

探討這一年的農作物明星—紅藜麥的抗氧化力，採用碘滴定法來測量，進行不同加熱時間、不同加熱溫度以及不同添加物的實驗比較。實驗結果發現在無加熱或有加熱的情況下，紅藜麥的抗氧化力比白芝麻、黑芝麻、黑米或燕麥好。紅藜麥在加熱 10 分鐘後，抗氧化力有顯著下降的趨勢。加熱溫度在攝氏 26 度以下時，紅藜麥汁的抗氧化力佳，加熱溫度超過攝氏 60 度，抗氧化力明顯下降。多數的添加物都會使紅藜麥的抗氧化力下降，尤其是醋、檸檬汁、米酒、牛奶等添加物。鋼棉浸泡水，在 24 小時後的生鏽面積大約是浸泡紅藜麥汁的 2 倍，顯見紅藜麥汁具有防止氧化的能力。

## 壹、研究動機

在速食餐廳點餐時，發現米漢堡上面有著一點一點紅色的小顆粒，看了菜單才知道那是「紅藜麥」。打開電視也正好看到購物台在介紹紅藜麥這個產品，才知道它是穀物界中的紅寶石，有抗氧化作用，聽起來好厲害！在五年級自然課程中「防鏽與食物保存」的單元，有學到「氧化」的觀念，到底「氧化」和「抗氧化」有何關聯？因此，和老師討論後，我們決定著手研究紅藜麥。

## 貳、研究目的

- 一、比較各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力。
- 二、比較加熱後的各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力。
- 三、比較不同的加熱時間對紅藜麥抗氧化力的影響。
- 四、比較不同的溫度對紅藜麥抗氧化力的影響。
- 五、探討添加物對紅藜麥抗氧化的影響。
- 六、以鋼棉生鏽實驗，了解紅藜麥汁的抗氧化力。

## 參、研究設備及器材

### 一、研究器材設備

1. 燒杯
2. 錐形瓶
3. 滴管
4. 濾網
5. 電子秤
6. 數位相機
7. 冰箱
8. 保鮮膜
9. 玻棒
10. 鋼棉

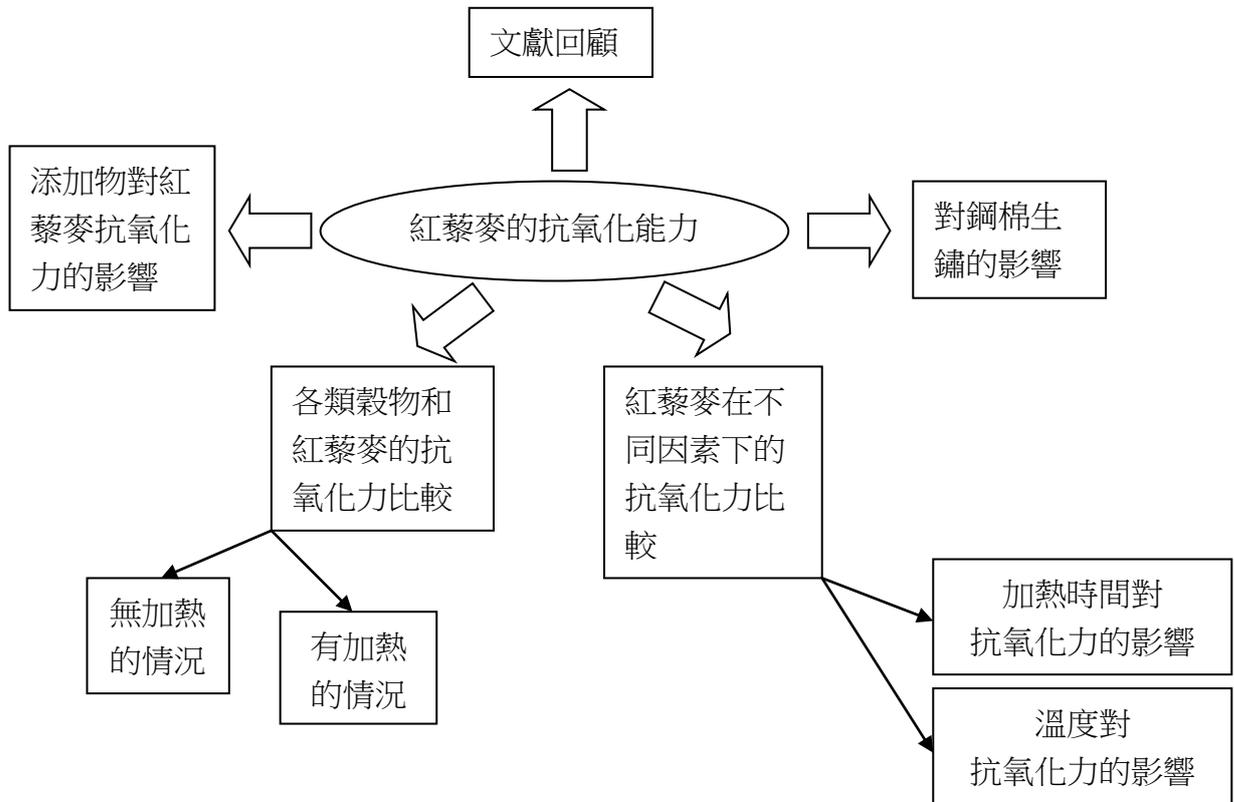
### 二、研究材料

1. 白芝麻
2. 黑芝麻
3. 黑米
4. 燕麥
5. 紅藜麥
6. 碘液
7. 蓮藕粉

		
各類穀物和紅藜麥	碘液和澱粉	電磁爐
		
電子秤	錐形瓶	燒杯

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究架構



### 二、文獻回顧

#### (一) 紅藜麥

藜麥是一種穀類，是南美洲印第安人的主要糧食作物，台灣藜也是藜屬的一種，原生於台灣的高山，外表為紅色，所以被人們稱為紅藜。根據國內研究，紅藜具有豐富的營養價值，具有強大的抗氧化力。食品中添加紅藜可明顯保持產品較佳的抗氧化品質，在健康與醫療上都有顯著的成效。

#### (二) 碘滴定法

碘滴定法以澱粉當指示劑，是一種氧化還原的方法，可利用碘化鉀和水溶液中的澱粉指示劑形成深藍色溶液，將具有抗氧化力的物質加入後，和溶液中的碘反應，如果碘被還原成碘離子，水溶液顏色就由深藍轉為透明無色，即達滴定終點。

### (三)研究過程

研究一：比較各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力。

1、實驗前準備：配置碘滴定試劑。

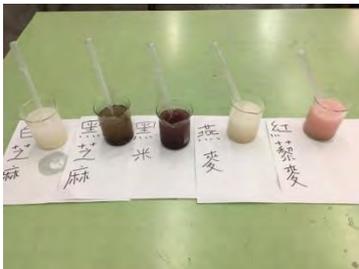
- (1) 取 3g 的澱粉加入 500ml 水中。
- (2) 加熱並均勻攪拌至沸騰。
- (3) 靜置冷卻後加入 0.8ml 的碘溶液，均勻混合成深藍色碘滴定試劑。

2、配置樣品步驟

- (1)各取 2g 的白芝麻、黑芝麻、黑米、燕麥和紅藜麥，分別加入 100ml 的水中。
- (2)放入冰箱，浸泡 12 小時。
- (3)把穀物磨碎，靜置沉澱，取上方澄清液使用。

3、實驗步驟

- (1) 在錐形瓶中分別加入 25 ml 的碘滴定試劑，其中 1 瓶為對照組，只滴清水。
- (2) 以滴管分別重複吸取穀物澄清液，滴入步驟一的錐形瓶中，均勻混合，滴定到溶液顏色變化，重複操作三次。
- (3) 將滴數記錄在表一，觀察討論。

實驗照片		
		
各類穀物	碘液和蓮藕粉	配置澱粉指示劑，加入碘液
		
穀物各 2 克，加 100 毫升水，浸泡 12 小時，置於冰箱。	把穀物磨碎	滴定後

研究二：比較加熱後的各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力。

1. 實驗前準備：配置碘滴定試劑。

(1) 取 3g 的澱粉加入 500ml 水中。

(2) 加熱並均勻攪拌至沸騰。

(3) 靜置冷卻後加入 0.8ml 的碘溶液，均勻混合成深藍色碘滴定試劑。

2、配置樣品步驟

(1)各取 2g 的白芝麻、黑芝麻、黑米、燕麥和紅藜麥，分別加入 100ml 的水中。

(2)放入冰箱，浸泡 12 小時

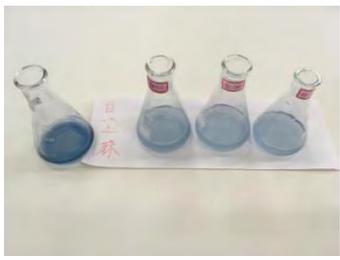
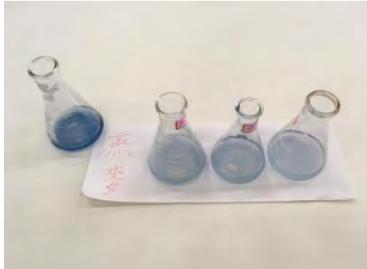
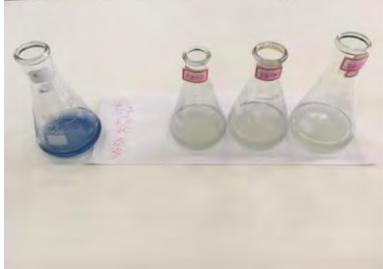
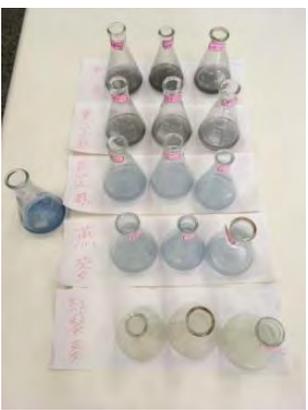
(3)把穀物磨碎，放入電鍋加熱(外鍋 100 毫升)，靜置沉澱，取上方澄清液使用。

3、實驗步驟：

(1)在錐形瓶中分別加入 25 ml 的碘滴定試劑，其中 1 瓶為對照組，只滴清水。

(2)以滴管分別重複吸取穀物澄清液，滴入步驟一的錐形瓶中，均勻混合，滴定到溶液顏色變化，重複操作三次。

(3)將滴數記錄在表二，觀察討論。

實驗照片		
		
白芝麻滴定後	黑芝麻滴定後	黑米滴定後
		
燕麥滴定後	紅藜麥滴定後	各類穀物滴定後

研究三：比較不同的加熱時間對紅藜麥抗氧化力的影響。

1、實驗前準備：配置碘滴定試劑。

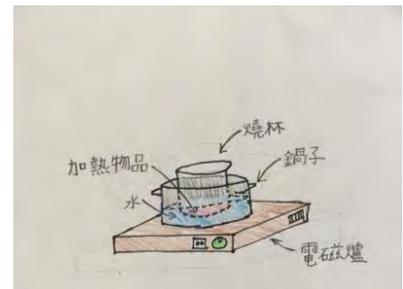
- (1) 取 3g 的澱粉加入 500ml 水中。
- (2) 加熱並均勻攪拌至沸騰。
- (3) 靜置冷卻後加入 0.8ml 的碘溶液，均勻混合成深藍色碘滴定試劑。

2、配置樣品步驟

- (1) 取 8 個燒杯，每瓶 2g 的紅藜麥，分別加入 100ml 的水(其中一瓶是不加熱)。
- (2) 放入冰箱，浸泡 12 小時
- (3) 把穀物磨碎，靜置沉澱。

3、實驗步驟：

- (1) 在 9 個錐形瓶中分別加入 25 ml 的碘滴定試劑，其中 1 瓶為對照組，只滴清水。
- (2) 以隔水加熱法(如圖)，加熱時間分別是 1、3、5、7、10、15、18 分鐘，觀察外觀變化。
- (3) 以碘滴定法滴定，將滴數記錄在表三，觀察討論。



實驗照片



磨碎後，隔水加熱



加熱後的紅藜麥水溶液

研究四：比較不同加熱溫度對紅藜麥抗氧化能力的影響。

1、實驗前準備：配置碘滴定試劑。

(1) 取 3g 的澱粉加入 500ml 水中。

(2) 加熱並均勻攪拌至沸騰。

(3) 靜置冷卻後加入 0.8ml 的碘溶液，均勻混合成深藍色碘滴定試劑。

2、配置樣品步驟

(1)取 11 個燒杯，每瓶 2g 的紅藜麥，分別加入 100ml 的水。

(2)放置在冰箱，浸泡 12 小時。

(3)把紅藜麥磨碎，靜置沉澱。

3、實驗步驟

(1) 在錐形瓶中分別加入 25 ml 的碘滴定試劑。

(2) 以隔水加熱法，加熱溫度分別是攝氏 18 度(室溫)、20 度、22 度、24 度、26 度、28 度、30 度、45 度、60 度、75 度、90 度和 105 度，觀察外觀變化。

(4) 以碘滴定法滴定，將滴數記錄在表四，觀察討論。

實驗照片



所有溫度滴定後

研究五：比較不同添加物對紅藜麥抗氧化能力的影響。

1、實驗前準備：配置碘滴定試劑。

(1) 取 3g 的澱粉加入 500ml 水中。

(2) 加熱並均勻攪拌至沸騰。

(3) 靜置冷卻後加入 0.8ml 的碘溶液，均勻混合成深藍色碘滴定試劑。

2、配置樣品步驟

(1)取 8 個燒杯，每瓶 2g 的紅藜麥，分別加入 100ml 的水。

(2)放置在冰箱，浸泡 12 小時。

(3)把紅藜麥磨碎，各加入 10 克不同的添加物(糖、鹽、小蘇打粉、檸檬汁、醋、牛奶和米酒)，靜置沉澱。

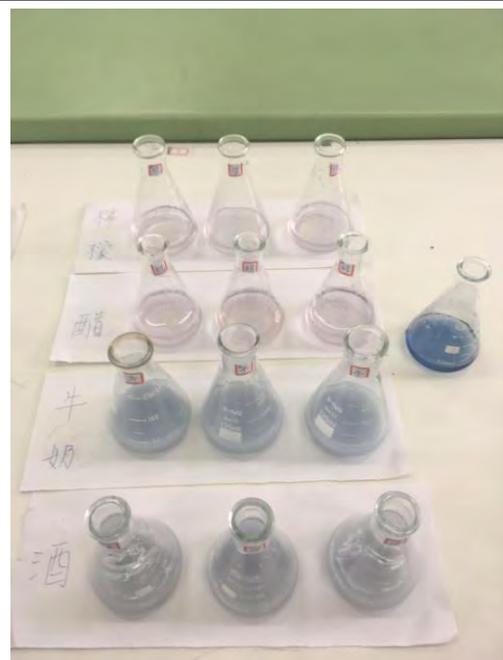
3、實驗步驟

(1) 在錐形瓶中分別加入 25 ml 的碘滴定試劑。

(2) 以滴管分別重複吸取穀物澄清液，滴入步驟一的錐形瓶中，均勻混合，滴定到溶液顏色變化，重複操作三次。

(3)將滴數記錄在表五，觀察討論。

實驗照片



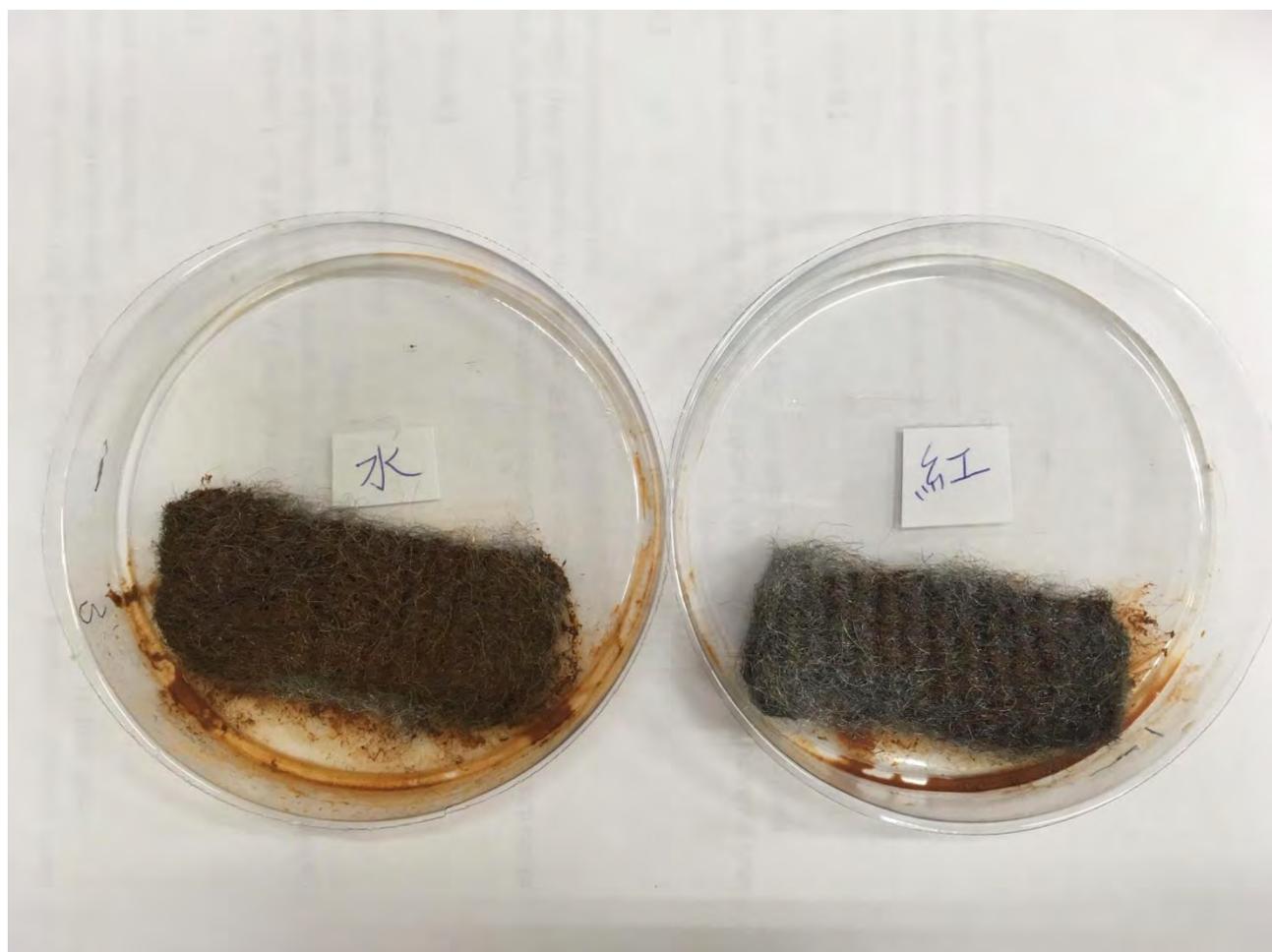
滴定後

研究六：以鋼棉生鏽實驗，了解紅藜麥汁的抗氧化力。

### 1、實驗步驟

- (1) 紅藜麥浸泡，冷藏 8 小時，磨碎過濾，備用。
- (2) 剪 2 塊面積大小差不多的鋼棉。
- (3) 在燒杯中分別置入紅藜麥汁和水。
- (4) 將鋼棉分別浸泡在步驟(3)中，1 分鐘後擠乾放在培養皿上。
- (5) 放置 2 小時後開始觀察，每隔半小時觀察鋼棉生鏽情形，並用目視估測鋼棉生鏽面積百分比。

實驗照片



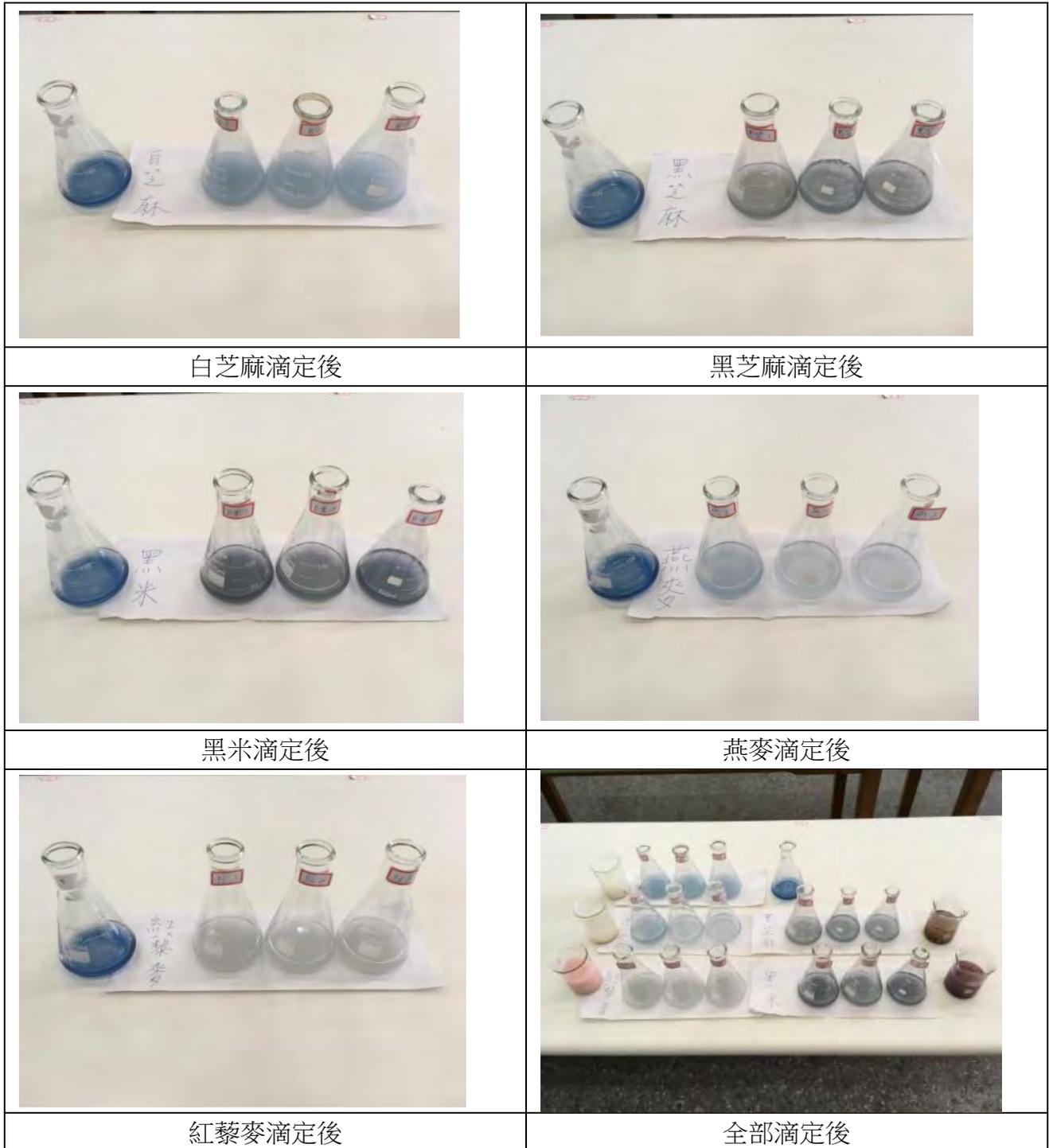
浸泡 24 小時後，鋼棉生鏽情形

## 伍、研究結果與討論

### 研究一：比較各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力。

在錐形瓶中分別加入 25 ml 的碘滴定試劑，以滴管分別重複吸取穀物澄清液，滴入錐形瓶中，均勻混合，滴定到溶液顏色變化，重複操作三次。將滴數記錄在表一，觀察討論。

#### (一)實驗照片



## (二)實驗結果

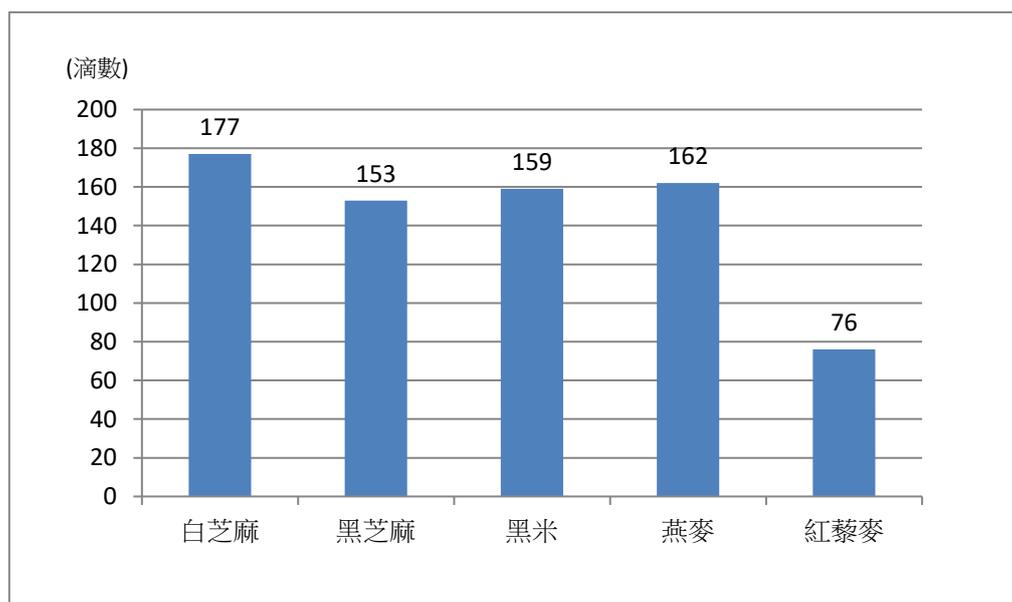
表一 各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力比較

	第一次 滴定滴數	第二次 滴定滴數	第三次 滴定滴數	平均	外觀描述
白芝麻	177	181	173	177	淡藍色
黑芝麻	152	149	157	153	呈現紫黑色。
黑米	161	153	162	159	呈現黑色
燕麥	165	157	163	162	接近透明。
紅藜麥	74	79	75	76	略顯白色

## (三)實驗結論

1. 使用紅藜麥滴定的溶液，顏色明顯有變化，顯示紅藜麥抗氧化力不錯。
2. 黑米和黑芝麻的滴定過程中，溶液顏色變化較不易觀察。

圖一、比較未加熱各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力



## 研究二：比較加熱後的各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力。

在錐形瓶中分別加入 25 ml 的碘滴定試劑，以滴管分別重複吸取穀物澄清液，滴入錐形瓶中，均勻混合，滴定到溶液顏色變化，重複操作三次。將滴數記錄在表二，觀察討論。

### (一)實驗照片



## (二)實驗結果

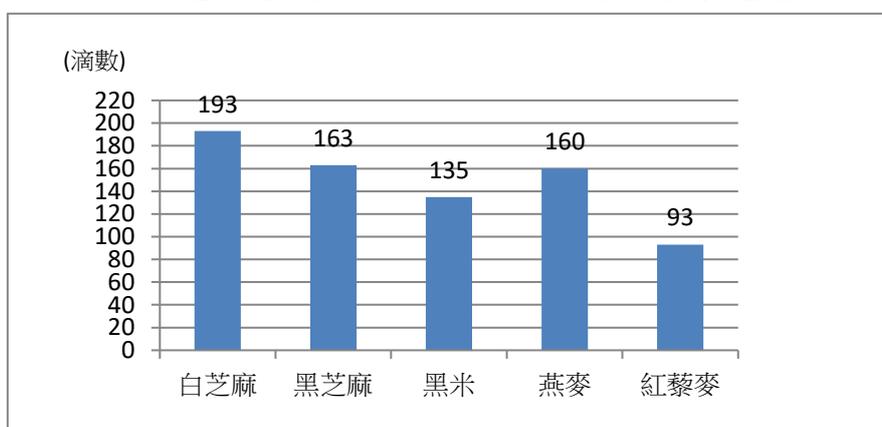
表二 加熱後的各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力比較

	第一次 滴定滴數	第二次 滴定滴數	第三次 滴定滴數	平均 滴數	外觀描述
白芝麻	190	190	197	193	淡藍色
黑芝麻	163	162	165	163	灰黑色。
黑米	133	141	131	135	比較深的黑色
燕麥	163	155	161	160	很淡的藍色。
紅藜麥	95	93	92	93	接近透明，帶點淡淡綠色

## (三)實驗討論

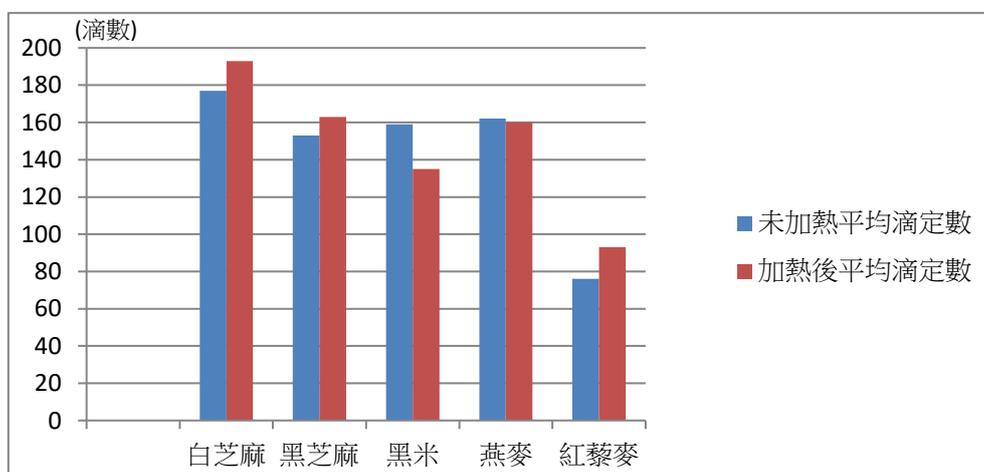
1. 各類穀物加熱後，顯示紅藜麥抗氧化力還是不錯。

圖二、比較加熱後的各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力



2. 在這個研究中，發現
  - (1) 白芝麻、黑芝麻、紅藜麥的抗氧化力，加熱後表現較差；
  - (2) 燕麥的抗氧化力，未加熱和加熱後，表現差不多；
  - (3) 黑米的抗氧化力，加熱後表現較好。

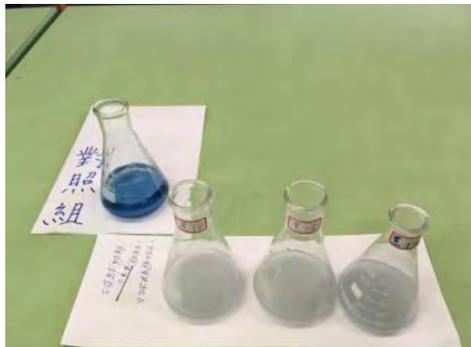
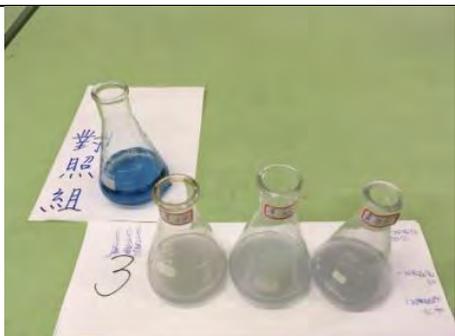
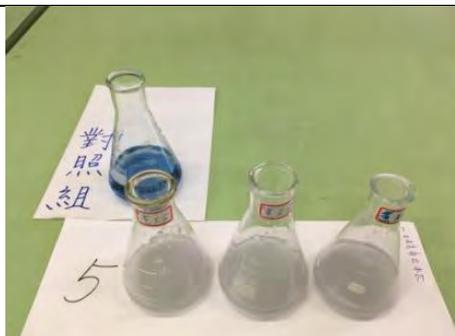
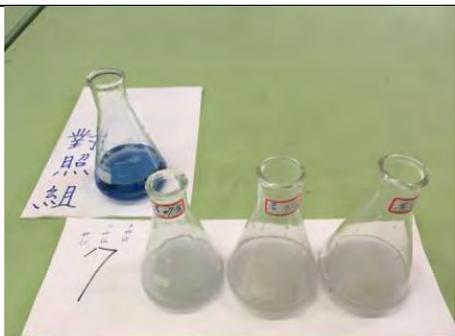
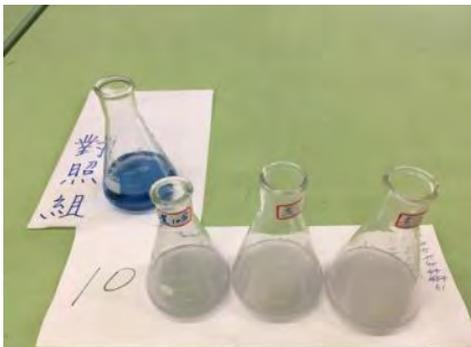
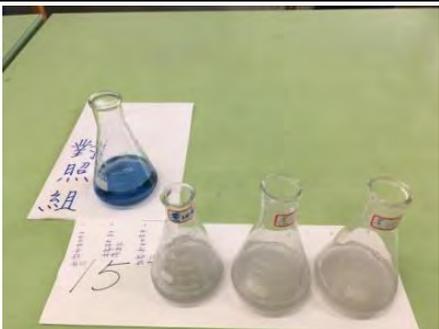
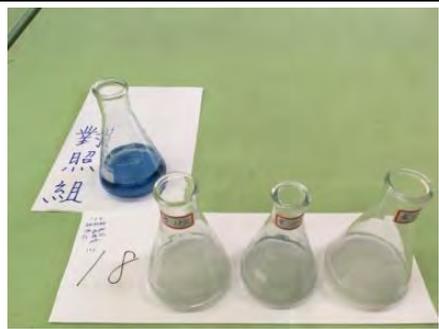
圖三、各類穀物和紅藜加熱與未加熱之比較-直條圖



### 研究三：比較不同的加熱時間對紅藜麥抗氧化力的影響。

在錐形瓶中分別加入 25 ml 的碘滴定試劑，以隔水加熱法，加熱時間分別是 1、3、5、7、10、15、18 分鐘，放置冷卻，觀察外觀變化。以碘滴定法滴定，將滴數記錄在表三，觀察討論。

(一)實驗照片

	
0 分鐘滴定後和對照組	1 分鐘滴定後和對照組
	
3 分鐘滴定後和對照組	5 分鐘滴定後和對照組
	
7 分鐘滴定後和對照組	10 分鐘滴定後和對照組
	
15 分鐘滴定後和對照組	18 分鐘滴定後和對照組

## (二) 實驗結果

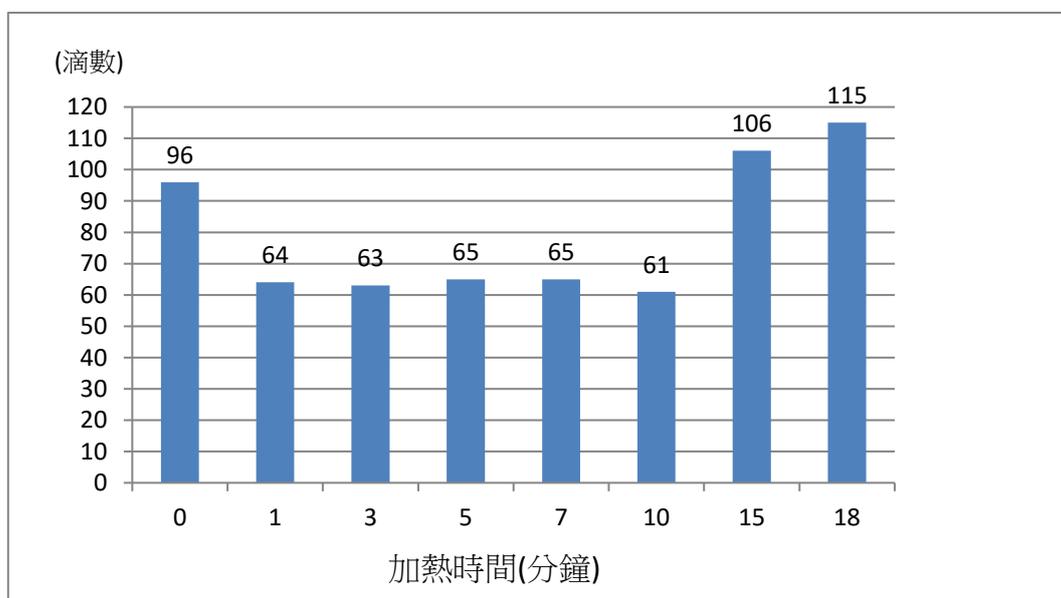
表三 不同加熱時間對紅藜麥抗氧化能力的比較

加熱時間	第一次 滴定滴數	第二次 滴定滴數	第三次 滴定滴數	平均 滴數	外觀描述
0 分鐘	95	99	94	96	滴定後藍紫色消失
1 分鐘	56	61	74	64	滴定後藍紫色消失
3 分鐘	66	64	70	63	滴定後藍紫色消失
5 分鐘	62	65	67	65	滴定後藍紫色消失
7 分鐘	62	66	68	65	滴定後藍紫色消失
10 分鐘	66	56	61	61	滴定後藍紫色消失
15 分鐘	111	106	102	106	還是有些藍紫色，但較澄清
18 分鐘	113	122	109	115	還是有些藍紫色，但較澄清

## (三) 實驗討論

1. 加熱時間在 1 到 10 分鐘之間，抗氧化效果佳。
2. 加熱時間 1 到 10 分鐘，抗氧化效果比沒有加熱好。
3. 加熱時間超過 10 分鐘，抗氧化效果明顯變差。

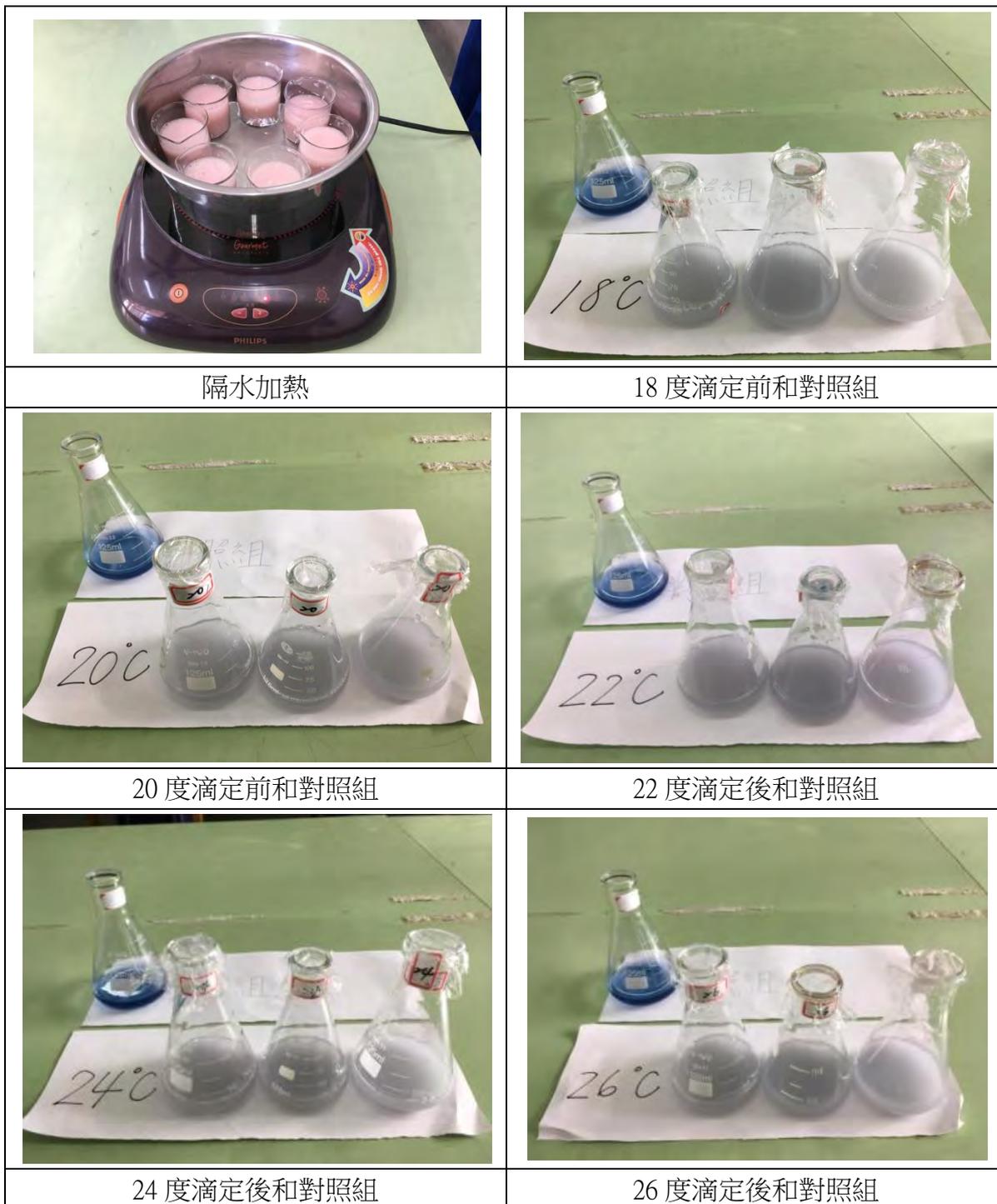
圖四、比較不同加熱時間紅藜麥之抗氧化能力

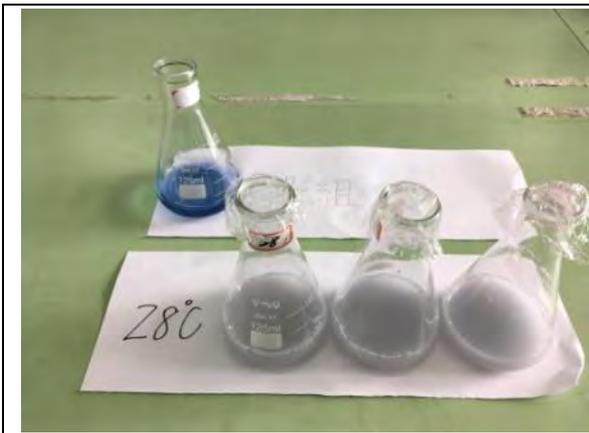


#### 研究四：比較不同加熱溫度對紅藜麥抗氧化能力的影響。

在錐形瓶中分別加入 25 ml 的碘滴定試劑，以隔水加熱法，加熱溫度分別是攝氏 18 度(室溫)、20 度、22 度、24 度、26 度、28 度、30 度、45 度、60 度、75 度、90 度，觀察外觀變化。碘滴定法滴定，將滴數記錄在表四，觀察討論。

##### (一) 實驗照片





28 度滴定後和對照組



30 度滴定後和對照組



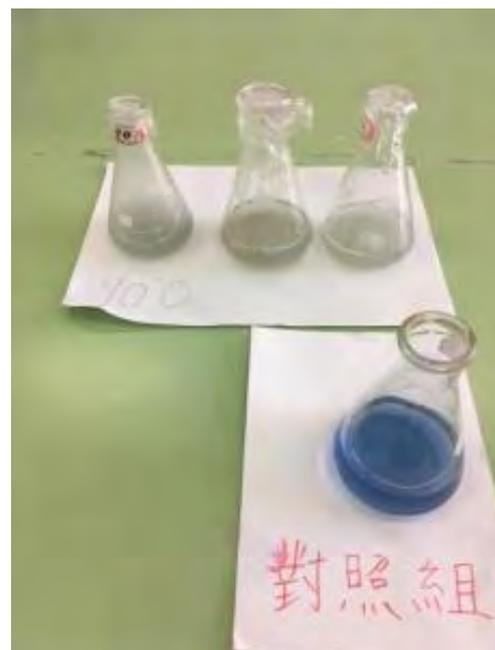
45 度滴定後和對照組



60 度滴定後和對照組



75 度滴定後和對照組



90 度滴定後和對照組

## (二) 實驗結果

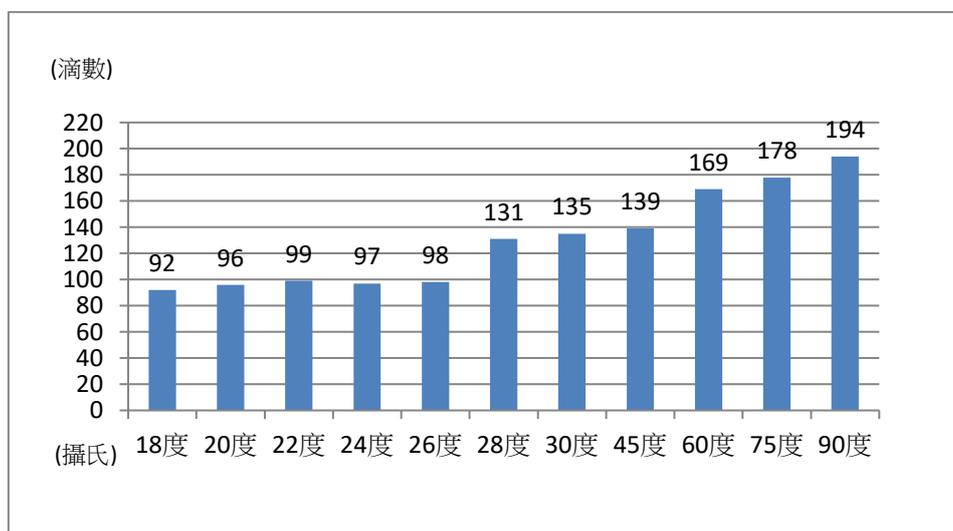
表四 不同溫度對紅藜麥抗氧化能力的比較

溫度 (攝氏)	第一次 滴定滴數	第二次 滴定滴數	第三次 滴定滴數	平均 滴數	外觀描述
18度	96	87	93	92	(室溫，未加熱)
20度	92	101	96	96	
22度	98	99	101	99	
24度	99	94	98	97	
26度	100	95	99	98	
28度	130	134	129	131	滴定後顏色偏深
30度	139	135	132	135	滴定後顏色偏深
45度	149	136	131	139	滴定後顏色偏深
60度	177	167	162	169	滴定後顏色偏深
75度	179	172	182	178	效果明顯變差，滴定後仍有藍色
90度	196	192	193	194	效果明顯變差，滴定後仍有藍色

## (三) 實驗討論

- 1、用隔水加熱法，溫度在 92 度後上升不了，原本預計要加熱到 105 度和 120 度的部分放棄沒做。
- 2、實驗中顯示，加熱溫度在攝氏 18 度到 26 度時，抗氧化力好。
- 3、實驗中顯示，加熱溫度超過攝氏 60 度，抗氧化力明顯下降。

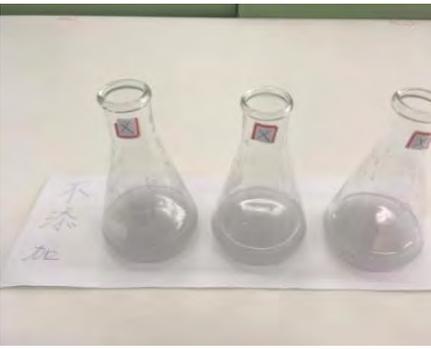
圖五、比較不同溫度對紅藜麥抗氧化能力



研究五：比較不同添加物對紅藜麥抗氧化能力的影響。

在錐形瓶中分別加入 25 ml 的碘滴定試劑，以滴管分別重複吸取穀物澄清液（各加入 10 克不同的添加物：糖、鹽、小蘇打粉、檸檬汁、醋、牛奶和米酒），滴入錐形瓶中，均勻混合，滴定到溶液顏色變化，重複操作三次。將滴數記錄在表五，觀察討論。

(一) 實驗照片

		
不添加	添加糖	添加鹽
		
添加小蘇打粉	添加醋	添加檸檬汁
		
添加米酒	添加牛奶	

## (二) 實驗結果

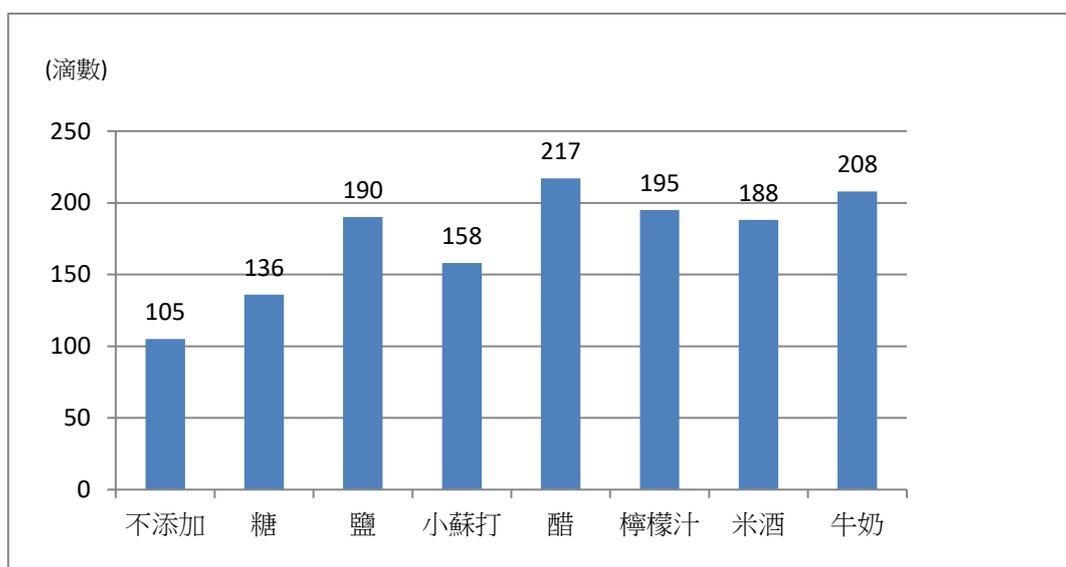
表五 不同添加物對紅藜麥抗氧化能力的比較

添加物	第一次 滴定滴數	第二次 滴定滴數	第三次 滴定滴數	平均 滴數	外觀描述
不添加	106	108	102	105	
糖	141	143	123	136	
鹽	189	185	195	190	呈淡紫色
小蘇打	151	154	169	158	淺綠色
醋	212	218	221	217	很清澈透明
檸檬汁	190	195	199	195	很清澈透明
米酒	185	191	188	188	
牛奶	198	201	226	208	

## (三) 實驗討論

- 1.多數的添加物都會使紅藜麥的抗氧化力下降，尤其是鹽、醋、檸檬汁、米酒、牛奶等添加物。
- 2.添加糖的反應滴數變化不大，表示添加糖對紅藜麥抗氧化力的影響比較小。
- 3.從實驗中發現，食用紅藜麥最好不要有添加物，如果一定要添加，紅藜麥較適合的添加物應為：糖、小蘇打，添加時也不宜過量。

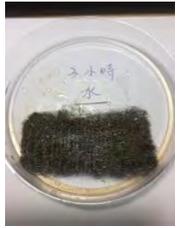
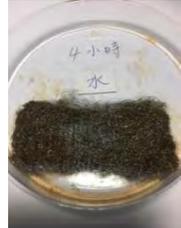
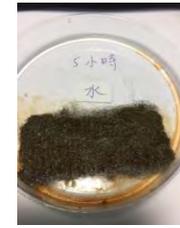
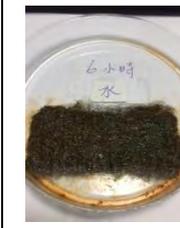
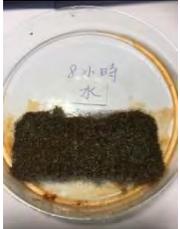
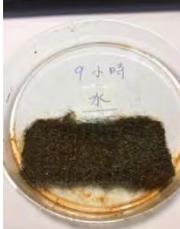
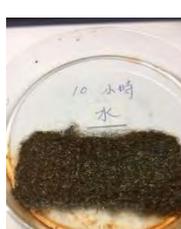
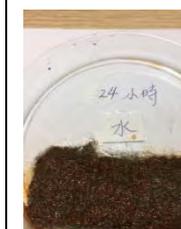
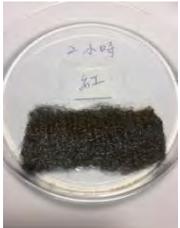
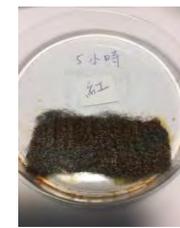
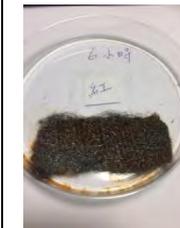
圖六 不同添加物對紅藜麥抗氧化能力的比較



研究六：以鋼棉生鏽實驗，了解紅藜麥汁的抗氧化力。

剪 2 塊面積大小差不多的鋼棉，在燒杯中分別置入紅藜麥汁和水，將鋼棉分別浸泡 1 分鐘後擠乾放在培養皿上，放置 2 小時後開始觀察，每隔半小時觀察鋼棉生鏽情形，並用目視估測鋼棉生鏽面積百分比。

(一) 實驗照片

浸泡水							
	浸泡後 2 小時 生鏽大約 10%	浸泡後 3 小時 生鏽大約 25 %	浸泡後 4 小時 生鏽大約 40 %	浸泡後 5 小時 生鏽大約 65%	浸泡後 6 小時 生鏽大約 75%	浸泡後 7 小時 生鏽大約 85%	
							
	浸泡後 8 小時 生鏽大約 90%	浸泡後 9 小時 生鏽大約 92 %	浸泡後 10 小時 生鏽大約 94 %	浸泡後 11 小時 生鏽大約 95 %	浸泡後 12 小時 生鏽大約 98%	浸泡後 24 小時 生鏽大約 98 %	
	浸泡紅藜麥汁						
		浸泡後 2 小時 生鏽大約 7%	浸泡後 3 小時 生鏽大約 15%	浸泡後 4 小時 生鏽大約 25%	浸泡後 5 小時 生鏽大約 35%	浸泡後 6 小時 生鏽大約 40%	浸泡後 7 小時 生鏽大約 40%
							
浸泡後 8 小時 生鏽大約 40%		浸泡後 9 小時 生鏽大約 40%	浸泡後 10 小時 生鏽大約 40%	浸泡後 11 小時 生鏽大約 40%	浸泡後 12 小時 生鏽大約 40%	浸泡後 24 小時 生鏽大約 40%	

## (二) 實驗結果

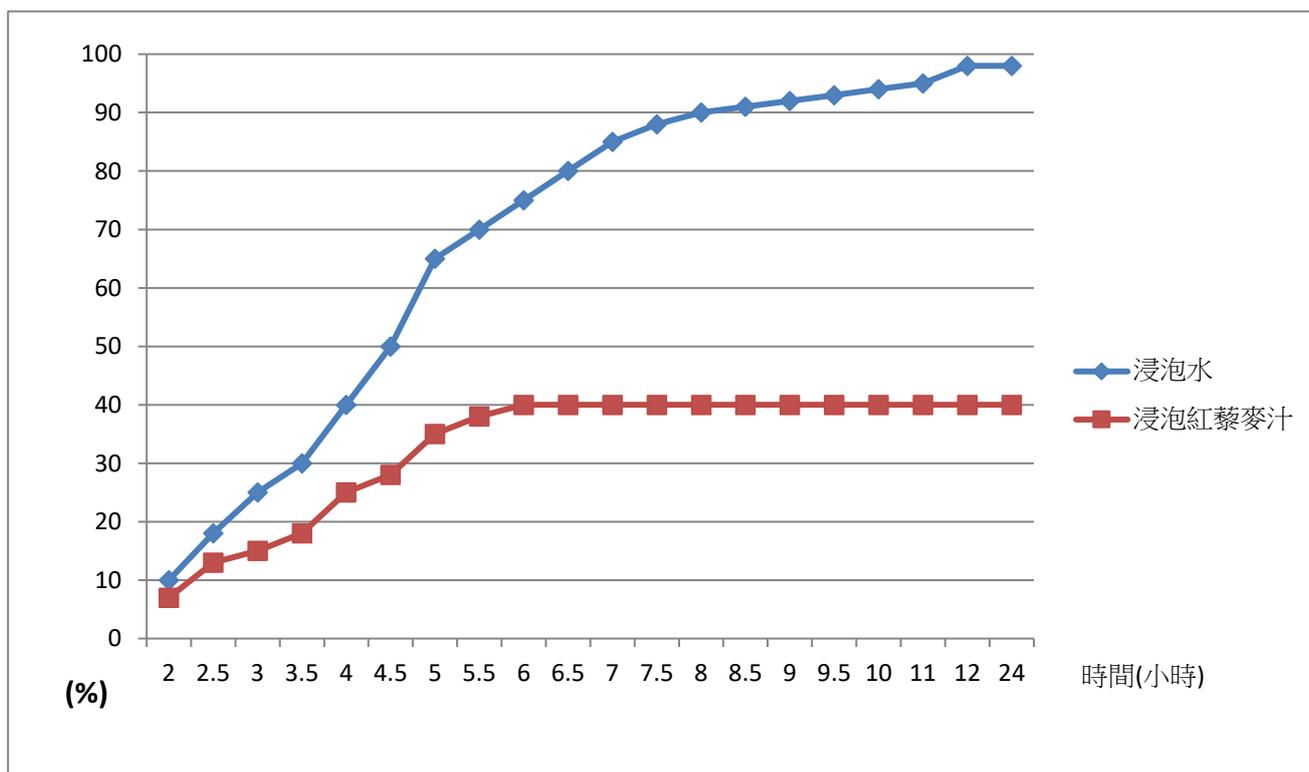
表六 不同時間鋼棉生鏽面積百分比

時間	浸泡水的生鏽面積百分比	浸泡紅藜麥汁的生鏽面積百分比	時間	浸泡水的生鏽面積百分比	浸泡紅藜麥汁的生鏽面積百分比
2 小時	10	7	7 小時	85	40
2.5 小時	18	13	7.5 小時	88	40
3 小時	25	15	8 小時	90	40
3.5 小時	30	18	8.5 小時	91	40
4 小時	40	25	9 小時	92	40
4.5 小時	50	28	9.5 小時	93	40
5 小時	65	35	10 小時	94	40
5.5 小時	70	38	11 小時	95	40
6 小時	75	40	12 小時	98	40
6.5 小時	80	40	24 小時	98	40

## (三) 實驗討論

1. 從鋼棉生鏽實驗中發現，紅藜麥的抗氧化力好。
2. 實驗結果顯示，浸泡紅藜麥汁的鋼棉比浸泡水的鋼棉生鏽面積小，即使浸泡後放置了 24 小時，也只有約40% 的生鏽面積。

圖七 不同時間鋼棉生鏽面積百分比



## 陸、結論

- 1、以碘滴定法來測量各種穀物的抗氧化力，以生活中常見白芝麻、黑芝麻、黑米、燕麥和紅藜麥進行實驗，無論無加熱或有加熱的情況下，實驗結果顯示：紅藜麥抗氧化能力最佳。
- 2、紅藜麥在加熱10分鐘後，抗氧化力有顯著下降的趨勢，而且加熱15分鐘以上的紅藜麥溶液，顏色明顯產生變化。可見食用紅藜麥盡可能縮短烹調時間，才能攝取更多的抗氧化物質。
- 3、由實驗中發現，加熱溫度在攝氏 26 度以下時，紅藜麥汁的色澤變化都不大，抗氧化力佳；加熱溫度超過攝氏60度，抗氧化力明顯下降，所需的滴定數比未加熱多了83%。建議食用時溫度不要太高，才能攝取較多的抗氧化物質。
- 4、多數的添加物都會使紅藜麥的抗氧化力下降，尤其是醋、檸檬汁、米酒、牛奶等添加物，可能會破壞紅藜麥的抗氧化物質，對抗氧化力較不利，不適宜添加。如果一定要添加，紅藜麥較適合的添加物應為：糖、小蘇打，添加時也不宜過量。
- 5、從鋼棉生鏽實驗中發現，紅藜麥的抗氧化力好，生鏽面積小，即使浸泡後放置了24小時，也只有約40% 的生鏽面積。
- 6.綜合以上實驗：紅藜麥的抗氧化力佳，建議在食用時，加熱時間應低於10分鐘，加熱溫度不宜超過攝氏60度，減少添加物可攝取更多抗氧化物質。

## 柒、參考資料及其他

陳威翰、蘇煥鈞、周傳益。我是「地」一名—地瓜葉抗氧化力之探討。中華民國50屆中小學科學展覽會作品集。

黃閔淪、林欣理、陳冠樺。大家來找「茶」—茶抗氧化力之探討。中華民國第52 屆中小學科學展覽會參展作品集。

呂怡萱，吳采懋，羅依伶，蕭亦琇，抗氧化力測定與應用，中華民國第47 屆中小學科學展覽會參展作品集。

鄭伊娟(2010)。台灣藜之開發應用成果介紹。農政與農情， 2015 年 10 月 31 日，取自 <http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=21684>。

## 【評語】 080213

本研究探討紅藜麥的抗氧化力，利用碘滴定法測量不同加熱時間、溫度以及不同添加物對抗氧化力的影響。實驗發現在無加熱或有加熱的情況下，紅藜麥的抗氧化力比白芝麻等好。紅藜麥在加熱後，抗氧化力有下降的趨勢。多數的添加物如醋、檸檬汁、米酒、牛奶等會使紅藜麥的抗氧化力下降。研究也以鋼棉浸泡紅藜麥汁證明紅藜麥汁的防止氧化的能力。主題有趣，研究具知識性，創意的部分可再加強；比較抗氧力必須考慮酸鹼值對碘滴定的影響，要有控制組，鋼棉生鏽必須考慮內部生鏽程度(定量)。

# 壹、研究動機

這一年紅藜麥各項相關產品盛行，在五年級自然課程中「防鏽與食物保存」的單元，有學到「氧化」的觀念，到底「氧化」和「抗氧化」有何關聯。因此，和老師討論後，我們決定著手研究紅藜麥。

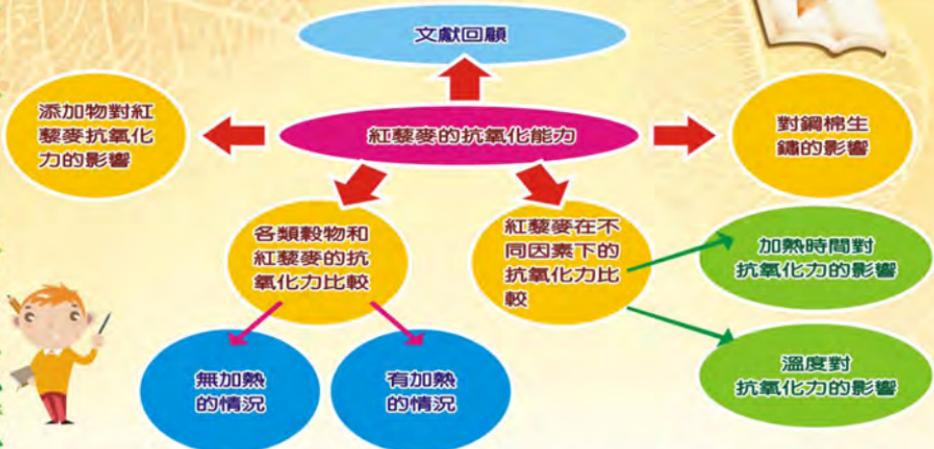
# 貳、研究目的

了解紅藜麥的抗氧化力

# 參、研究設備及器材

燒杯、錐形瓶、滴管、濾網、電子秤、數位相機、冰箱、保鮮膜、玻棒、鋼棉、白芝麻、黑芝麻、黑米、燕麥、紅藜麥、碘液、澱粉

# 肆、研究過程或方法



研究一：比較各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力。

各類穀物	碘液和澱粉粉	配置澱粉指示劑，加入碘液
穀物各2克，加 100 毫升水，浸泡 12 小時，置於冰箱。	把穀物磨碎	滴定後

研究二：比較加熱後各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力。

白芝麻滴定後	黑芝麻滴定後	黑米滴定後
燕麥滴定	紅藜麥滴定後	各類穀物

研究三：比較不同的加熱時間對紅藜麥抗氧化力的影響。

磨碎後，隔水加熱	加熱後的紅藜麥水溶液

研究四：比較不同加熱溫度對紅藜麥抗氧化能力的影響。

	所有溫度滴定後

研究五：比較不同添加物對紅藜麥抗氧化能力的影響。

	滴定後

研究六：以鋼棉生鏽實驗，了解紅藜麥汁的抗氧化力。

浸泡 24 小時後的生鏽情形

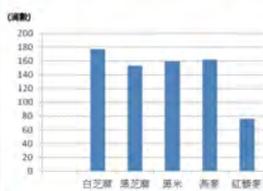
## 伍、研究結果與討論

### 研究一：比較各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力。

表一 各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力比較

	第一次 滴定滴數	第二次 滴定滴數	第三次 滴定滴數	平均 滴數	外觀描述
白芝麻	177	181	173	177	淡藍色
黑芝麻	152	149	157	153	呈現紫黑色
黑米	161	153	162	159	呈現黑色
燕麥	165	157	163	162	接近透明
紅藜麥	66	70	93	76	略顯白色

圖一、比較未加熱各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力



在這個研究中，發現：

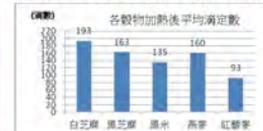
- (1) 使用紅藜麥溶液滴定的溶液，顏色明顯有變化，顯示紅藜麥抗氧化力不錯。
- (2) 黑米和黑芝麻的滴定過程中，溶液顏色變化較不易觀察。

### 研究二：比較加熱後各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力。

表二 加熱後各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力比較

	第一次 滴定滴數	第二次 滴定滴數	第三次 滴定滴數	平均 滴數	外觀描述
白芝麻	190	190	197	193	淡藍色
黑芝麻	163	162	165	163	深黑色
黑米	133	141	131	135	比較深的黑色
燕麥	163	155	161	160	很淡的藍色
紅藜麥	95	93	92	93	接近透明，帶點淡淡綠色

圖二、比較加熱後各類穀物和紅藜麥的抗氧化能力



在這個研究中，發現：  
加熱後，顯示紅藜麥抗氧化力還是不錯。

從研究一、二中發現：

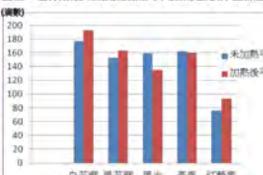
- (1) 白芝麻、黑芝麻、紅藜麥的抗氧化力，未加熱和加熱後，表現差不多；
- (2) 燕麥的抗氧化力，未加熱和加熱後，表現差不多；
- (3) 黑米的抗氧化力，加熱後表現較好。

### 研究三：比較不同的加熱時間對紅藜麥抗氧化力的影響。

表三 不同加熱時間對紅藜麥抗氧化能力的比較

加熱時間	第一次 滴定滴數	第二次 滴定滴數	第三次 滴定滴數	平均 滴數	外觀描述
0分鐘	92	102	94	96	滴定後藍紫色消失
1分鐘	56	61	74	64	滴定後藍紫色消失
3分鐘	70	83	96	83	滴定後藍紫色消失
5分鐘	72	74	77	74	滴定後藍紫色消失
7分鐘	62	66	68	65	滴定後藍紫色消失
10分鐘	66	56	61	61	滴定後藍紫色消失
15分鐘	111	106	102	106	還是有些藍紫色，但較澄清
18分鐘	113	122	109	115	還是有些藍紫色，但較澄清

圖三、各類穀物和紅藜麥加熱與未加熱之比較直條圖

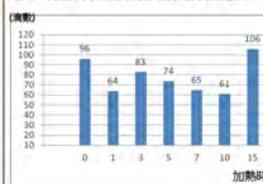


### 研究四：比較不同加熱溫度對紅藜麥抗氧化能力的影響。

表四 不同溫度對紅藜麥抗氧化能力的比較

溫度 (攝氏)	第一次 滴定滴數	第二次 滴定滴數	第三次 滴定滴數	平均 滴數	外觀描述
18度	96	87	93	92	(室溫，未加熱)
20度	92	101	96	96	
22度	98	99	101	99	
24度	94	86	96	92	
26度	88	97	91	92	
28度	130	134	129	131	滴定後顏色偏深
30度	139	135	132	135	滴定後顏色偏深
45度	149	136	131	139	滴定後顏色偏深
60度	177	167	162	169	滴定後顏色偏深
75度	179	172	182	178	效果明顯變差，滴定後仍有藍色
90度	196	192	193	194	效果明顯變差，滴定後仍有藍色

圖四、比較不同加熱時間紅藜麥之抗氧化能力



在這個研究中，發現：

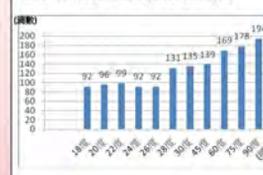
- (1) 加熱時間在1到10分鐘之間，抗氧化效果佳。
- (2) 加熱時間1到10分鐘，抗氧化效果比沒有加熱好。
- (3) 加熱時間超過10分鐘，抗氧化效果明顯變差。

### 研究五：比較不同添加物對紅藜麥抗氧化能力的影響。

表五 不同添加物對紅藜麥抗氧化能力的比較

添加物	第一次 滴定滴數	第二次 滴定滴數	第三次 滴定滴數	平均 滴數	外觀描述
不添加	106	108	102	105	
鹽	141	143	123	136	
鹽	189	185	195	190	呈淡紫色
小蘇打	151	154	169	158	淺綠色
醋	212	218	221	217	很清澈透明
檸檬汁	190	195	199	195	很清澈透明
米酒	185	191	188	188	
牛奶	198	201	226	208	

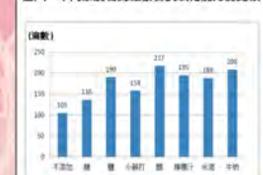
圖五、比較不同溫度對紅藜麥抗氧化能力



在這個研究中，發現：

- (1) 加熱溫度在攝氏18度到26度時，抗氧化力好。
- (2) 加熱溫度超過攝氏60度，抗氧化力明顯下降。

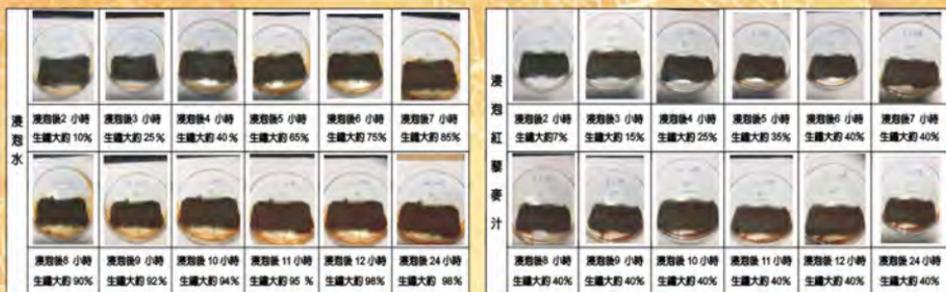
圖六 不同添加物對紅藜麥抗氧化能力的比較



在這個研究中，發現：

- (1) 多數的添加物都會使紅藜麥的抗氧化力下降，尤其是鹽、醋、檸檬汁、米酒、牛奶等添加物。
- (2) 從實驗中發現，食用紅藜麥最好不要有添加物，如果一定要添加，紅藜麥較適合的添加物應為：鹽、小蘇打，添加時也不宜過量。

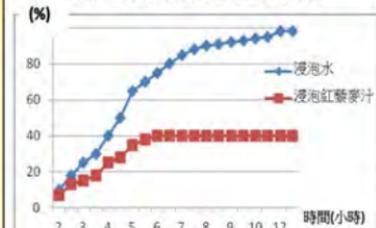
## 研究六：以鋼棉生鏽實驗，了解紅藜麥汁的抗氧化力。



表六 不同時間鋼棉生鏽面積百分比

時間	浸泡水 的生鏽面積 百分比	浸泡紅藜麥汁 的生鏽面積 百分比	時間	浸泡水 的生鏽面積 百分比	浸泡紅藜麥汁 的生鏽面積 百分比
2小時	10	7	7小時	85	40
2.5小時	18	13	7.5小時	88	40
3小時	25	15	8小時	90	40
3.5小時	30	18	8.5小時	91	40
4小時	40	25	9小時	92	40
4.5小時	50	28	9.5小時	93	40
5小時	65	35	10小時	94	40
5.5小時	70	38	11小時	95	40
6小時	75	40	12小時	98	40
6.5小時	80	40	24小時	98	40

圖七 不同時間鋼棉生鏽面積百分比



在這個研究中，發現：

- (1) 從鋼棉生鏽實驗中發現，紅藜麥的抗氧化力好。
- (2) 實驗結果顯示，浸泡紅藜麥汁的鋼棉比浸泡水的鋼棉生鏽面積小，即使浸泡後放置了24小時，也只有約40%的生鏽面積。

## 陸、結論

- 1、以碘滴定法來測量比較各種穀物的抗氧化力，以生活中常見白芝麻、黑芝麻、黑米、燕麥和紅藜麥進行實驗，無論無加熱或有加熱的情況下，實驗結果顯示：紅藜麥抗氧化能力最佳。
- 2、紅藜麥在加熱10分鐘後，抗氧化力有顯著下降的趨勢，而且加熱15分鐘以上的紅藜麥溶液顏色明顯產生變化。可見食用紅藜麥盡可能縮短烹調時間，才能攝取更多的抗氧化物質。
- 3、由實驗中發現，加熱溫度在攝氏26度以下時，紅藜麥汁的色澤變化都不大，抗氧化力佳；加熱溫度超過攝氏60度，抗氧化力明顯下降，所需的滴定數比未加熱多了83%。建議食用時溫度不要太高，才能攝取較多的抗氧化物質。
- 4、多數的添加物都會使紅藜麥的抗氧化力下降，尤其是醋、檸檬汁、米酒、牛奶等添加物，可能會破壞紅藜麥的抗氧化物質，對抗氧化力較不利，不適宜添加。如果一定要添加，紅藜麥較適合的添加物應為：糖、小蘇打，添加時也不宜過量。
- 5、從鋼棉生鏽實驗中發現，紅藜麥的抗氧化力好，生鏽面積小，即使浸泡後放置了24小時，也只有約40%的生鏽面積。
- 6、綜合以上實驗：紅藜麥的抗氧化力佳，建議在食用時，加熱時間應低於10分鐘，加熱溫度不宜超過攝氏60度，減少添加物可攝取更多抗氧化物質。

## 柒、參考資料及其他

陳威翰、蘇煥鈞、周傳益。我是「地」一名—地瓜葉抗氧化力之探討。中華民國50屆中小學科學展覽會作品集。

黃閔渝、林欣理、陳冠樺。大家來找「茶」—茶抗氧化力之探討，中華民國第52屆中小學科學展覽會作品集

呂怡萱、吳采戀、羅依伶、蕭亦秀。抗氧化力測定與應用，中華民國第47屆中小學科學展覽會作品集。

鄭伊娟(2010)。台灣藜之開發應用成果介紹。農政與農情，2015年10月31日，取自 <http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=21684>。

