

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

第三名

080211

「粽」望所歸，「月」葉最美

學校名稱：臺北市內湖區東湖國民小學

作者： 小四 洪兆陽 小四 周怡岑 小四 段 飛 小四 邱品期	指導老師： 許秀芬 王翠英
---	---------------------

關鍵詞：月桃、抗氧化力、碘滴定

摘要

月桃在台灣全島都有分布，葉子就是以前人的「塑膠袋」，拿它裝東西再用繩子捆起來，端午節人們會利用葉子包粽子。為了驗證月桃具有抗氧化、抗菌的功能，實驗設計以碘滴定法來檢測抗氧化力。我們蒐集比較坊間四種粽葉：乾竹葉、新鮮竹葉、月桃葉、野薑花葉，在現打汁液中，**月桃葉的抗氧化力最好**；**加熱、新鮮度、烹煮時的調味料**也會影響月桃的抗氧化力；月桃的葉子部位抗氧化力最佳；月桃葉汁可**防止蘋果褐變**；利用月桃葉汁加入洋菜凍，能延長洋菜凍的保存時間，**具有抗菌效果**，所以**使用月桃葉包的粽子，優於其他粽葉**。最後我們用月桃葉汁製作**抗氧化護手霜**，不但**觸感細緻**，**吸收、保濕、滋潤都不錯**，使用後不僅不會造成過敏，還有淡淡的月桃香。

壹、研究動機

端午節的時候，媽媽用了月桃葉包粽子，我好奇地問媽媽，今年的粽子怎麼這麼特別，媽媽跟我說，外婆想要吃月桃葉粽的味道，而且月桃葉有抗菌、抗氧化的功用，對身體很好，以前的人都用它當塑膠袋，包食物喔！

什麼是「抗氧化」呢？報紙、新聞常常報導要吃抗氧化食物，不但營養又抗老。記得三年級自然課「廚房裡的科學」，老師提到要多吃抗氧化食物，身體壯、精神好。而月桃葉竟然也具有抗氧化能力，還可以抗菌，這實在太神奇了，引起我的好奇心，坊間有許多不同粽葉，他們也具有抗氧化力嗎？抗氧化力具有食物保鮮的效果嗎？我覺得很有趣，決定化身探「氧」特巡隊，揭開粽葉不為人知的祕密。

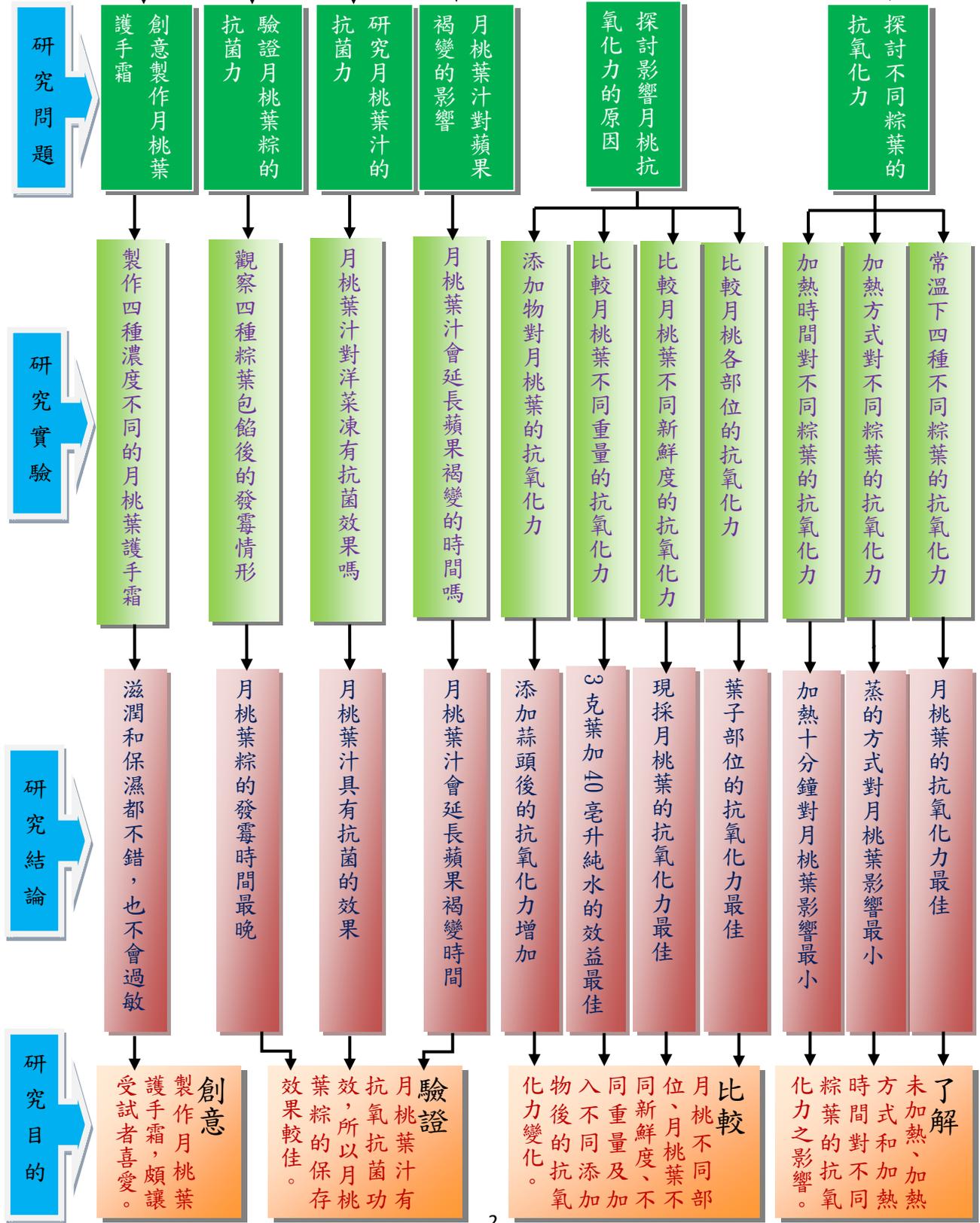
貳、研究目的

- 一、探討不同粽葉的抗氧化力
- 二、探討影響月桃抗氧化力的原因
- 三、研究月桃葉汁對蘋果褐變影響
- 四、研究月桃葉汁的抗菌力
- 五、驗證月桃葉粽的抗菌力
- 六、創意製作月桃葉抗氧化護手霜

參、研究架構

月桃葉粽有抗氧化和抗菌的功能嗎？

使用碘滴定比色法



肆、設備和器材

一、器材：

市售乾燥粽葉、新鮮竹葉、野薑花葉、月桃全株、寒天粉、澱粉、蒜頭、蔥、老薑、辣椒、糖、鹽、料理米酒、清醬油、白醋、小蘇打粉、酒精、碘液（濃度 0.1ML）、純水、橄欖油、橄欖乳化蠟、吸水紙、吸油面紙、砝碼、滴定管。

二、設備：

果汁機、咖啡過濾網、濾紙、標籤紙、鑷子、250ml 燒杯、100ml 量杯、錐形瓶、玻璃培養皿、pH 酸鹼測試筆、攪拌棒、電子秤、棉花棒、滴管、漏斗、鋁箔紙、保鮮膜、剪刀、砧板、刀子、筷子、手機計時器、電鍋、炒菜鍋、烤箱、電磁爐、鋼杯、鍋子、微距顯微鏡頭、手機。

三、前置作業

（一）配置澱粉指示劑：

- 1.量取 150ml 純水放入鋼杯中。
- 2.用電子秤稱取 15g 澱粉到鋼杯，攪拌均勻。
- 3.放到電磁爐上加熱並攪拌到沸騰。
- 4.靜置冷卻到室溫，備用。

（二）抗氧化滴定檢測：

- 1.粽葉汁液：稱取粽葉 2g，加入 40ml 純水，放進果汁機打成汁過濾。
- 2.在培養皿中放入等量的 10g 純水和 10g 澱粉指示劑，用碘液滴定直到顏色呈深藍色，此為對照組。
- 3.在培養皿中放入等量的 10g 粽葉汁和 10g 澱粉指示劑，配製成實驗組。用碘液滴定，直到顏色呈深藍色，與對照組比對，記錄所使用碘液的滴數。

伍、研究過程與結果

一、相關文獻：

(一) 月桃小檔案

別名	豔山薑、玉桃、良姜、虎子花
類型	多年生草本植物
分布	台灣全島都有分布，尤其是台灣低海拔的亞熱帶或熱帶的山區。
用途	<ol style="list-style-type: none">1. 葉子就是以前人的「塑膠袋」，裝東西再用繩子捆起來，端午節會利用葉子包粽子。2. 葉子的葉鞘部分，富含纖維，有韌性，將葉鞘曬乾抽出纖維，可以編成草蓆或編成粗繩。3. 果實成熟後，裡面的種子中藥名叫做「仁丹」，味道強烈獨特，有健胃的效果。

(二) 野薑花小檔案

別名	穗花山奈、山奈、蝴蝶薑、蝴蝶花、薑花、薑蘭、白蝴蝶花、縮砂薷、立芡、Bazigga'tto(排灣)、白果草。
類型	多年生草本植物
分布	普遍生長在低海拔潮濕地。宜蘭、台北、新竹、台中、高雄，山邊、田野及水溝旁。
用途	<ol style="list-style-type: none">1. 嫩芽、地下莖皆可食用。2. 取其根、莖曬乾研磨成粉末，加上當地食材，再以野薑花葉包粽。

(三) 麻竹葉（青綠色竹葉）小檔案

別名	麻竹，大綠竹、巨麻竹、巨竹、甜竹、瓦坭竹、吊絲麻、正坭竹
類型	多年生常綠植物，壽命可達 60 年
分布	華南、緬甸和台灣
用途	<ol style="list-style-type: none">1. 竹自根莖萌發的嫩芽稱為「筍」，竹筍是重要的蔬菜。2. 竹材可供建築、竹筏、農具、造紙等用途，3. 葉子還能釀酒、裹米粽。

(四) 桂竹（乾竹葉）小檔案

別名	桂竹仔、台灣桂竹、五月季、花斑竹、小麥竹、遲竹、晚季竹、花殼竹、
類型	多年生常綠植物，壽命可達 60 年
分布	台灣特有種，分佈全島海拔 100-1,500 公尺山區
用途	<ol style="list-style-type: none">1. 筍亦可食用。2. 桂竹成熟脫落的外殼所做叫桂竹籐，用來包粽子。3. 竹材可供建材、造紙等用途。

（五）抗氧化力

人體細胞吸收空氣中的氧氣，來進行呼吸作用獲得能量。因此氧氣是維持生命不可缺的物質，但是人體吸收的氧氣有部分會轉換成活性氧，活性氧是一種自由基，**自由基有很強的氧化力**，**對人體細胞有害**，會造成皮膚細胞老化，例如：皺紋、斑點，人體器官與血管也會產生老化或功能衰退，人體如果**攝取適量抗氧化食物**，就可強化自體防護的功能，也就是幫助人體提升抗氧化力對抗自由基，保護身體細胞。

二、實驗原理：

碘滴定：本研究的主要原理為碘滴定法—以澱粉作為指示劑，當碘與澱粉結合即呈深藍色；若碘被抗氧化劑還原成碘離子，遇到澱粉則沒有深藍色反應，溶液呈現無色，因此利用此方式來測試植物萃取液（抗氧化劑）的抗氧化力，以碘液滴定植物萃取液，當達到滴定終點時，顏色會變成深藍色，再計算碘液滴數。

三、實驗設計：

研究一 • 探討不同粽葉的抗氧化力

（一）實驗一 • 比較不同粽葉的抗氧化力

根據我們的調查，發現民間包粽子普遍用的粽葉有四種：乾燥竹葉、新鮮竹葉、野薑花葉、月桃葉，於是我們決定選擇上述四種粽葉，研究其抗氧化力的差異。

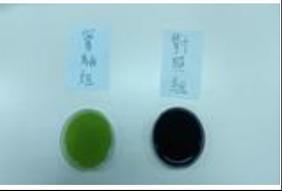
1. 方法：

- (1)取常見粽葉：乾燥竹葉、新鮮竹葉、野薑花葉、月桃葉各 2g。
- (2)準備 40ml 的純水 4 份。
- (3)將步驟(1)的四種粽葉分別和步驟(2)混合，於果汁機中攪碎 2 分鐘，打碎成汁。
- (4)以咖啡過濾網加濾紙過濾殘渣，確定為汁液。
- (5)使用酸鹼測試筆，檢測乾燥竹葉、新鮮竹葉、野薑花葉、月桃葉汁液的 pH 值。
- (6)使用碘滴定比色法進行實驗，反覆三次取平均值，觀察並記錄變化情形。

		
四種不同粽葉	配置澱粉指示劑	2g 粽葉和 40ml.純水打汁
		
用咖啡網加濾紙過濾	測 pH 值	碘滴定比色法

2. 結果：

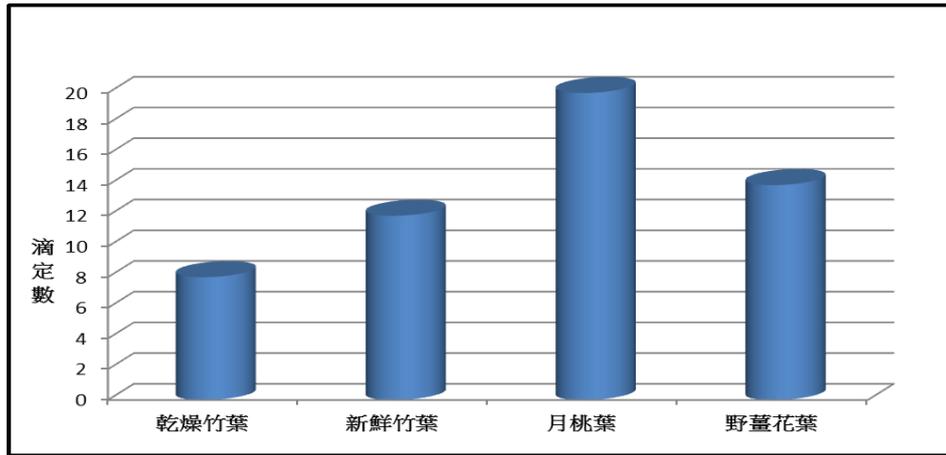
圖一：四種粽葉汁液碘滴定前後顏色變化

種類	乾燥竹葉	新鮮竹葉	月桃葉	野薑花葉
實驗前				
實驗後				

表一：四種粽葉汁液的比較

種類	pH 值	滴定數				顏色
		第一次	第二次	第三次	平均值	
乾燥竹葉	6.69	7	9	8	8	黃色透明
新鮮竹葉	6.60	12	13	11	12	綠色透明
月桃葉	6.64	19	20	22	20	鮮綠色
野薑花葉	6.95	14	15	14	14	綠色

圖二：四種粽葉汁液滴定數比較圖



3. 發現：

(1)我們發現這四種粽葉汁液的 pH 值都介於 6~7 之間，接近中性。

(2)粽葉過濾的汁，只有乾竹葉是黃色呈透明狀，新鮮竹葉是綠色呈透明狀，月桃葉、野薑花葉皆為綠色。

(3)從圖二發現：這四種粽葉滴定數由多到少是：月桃葉>野薑花葉>新鮮竹葉>乾燥竹葉。以月桃葉的滴定數最多，平均值達 20 滴，也就是月桃葉的抗氧化力較佳，乾燥竹葉最少，只有 8 滴，代表抗氧化力較弱。

(二) 實驗二·比較不同的加熱方式對粽葉的抗氧化影響

以上實驗是在未加熱下進行，但日常生活中我們都會將粽子烹煮後再吃。所以我們想要了解粽葉在經過不同加熱方式後，對抗氧化力的影響，時間設定在 10 分鐘。

1. 方法：

(1)先將電鍋外鍋放 200ml 的水，預熱讓水沸騰。

(2)取乾燥竹葉 2g，放入電鍋中蒸 10 分鐘，取出加入 40ml 的純水，放入果汁機中打碎，以咖啡過濾網過濾成汁液。

(3)將鍋子放 200ml 的水加熱，水煮開。重複步驟(2)取煮的不同粽葉汁液。

(4)炒菜鍋放 200ml 的油加熱。重複步驟(2)取炸的不同粽葉汁液。

(5)將烤箱以 100° C 預熱 10 分鐘，重複步驟(2)取烤的不同粽葉汁液。

(6)再測試各種加熱方式汁液的 pH 值，並記錄。

(7)使用碘直接滴定法進行實驗，反覆三次取平均值，觀察並記錄變化情形。

2. 結果：

加熱方式				
汁液的顏色				
說明	蒸過的月桃葉汁顏色綠色 乾竹葉黃褐色	煮過後粽葉打成汁乾竹 葉黃褐色，其他呈黃綠色	油炸後的汁呈牛奶狀 的乳白色	烤過後粽葉打成汁皆呈 黃褐色以乾竹葉最深

表二：不同加熱方式的粽葉汁液比較

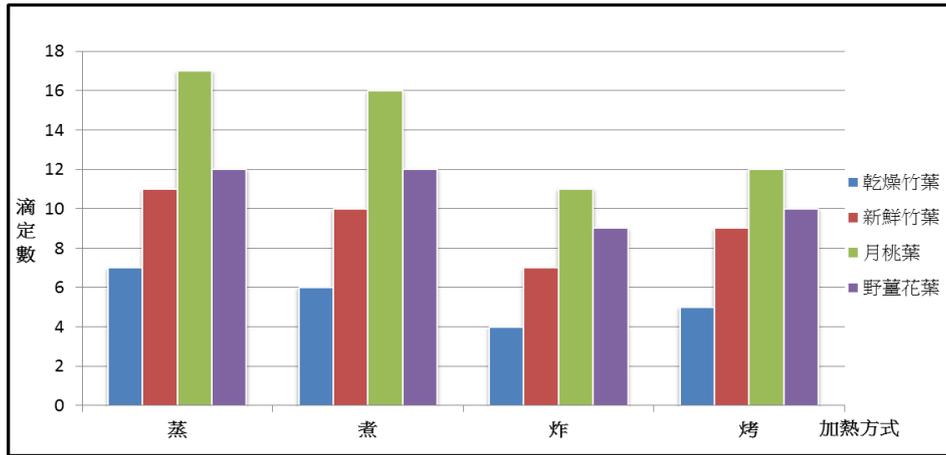
加熱方式	蒸		煮		炸		烤	
	外觀	pH	外觀	pH	外觀	pH	外觀	pH
粽葉汁比較								
乾燥竹葉	黃褐色有沉澱	6.82	黃褐色有沉澱	6.92	乳白色有油漬	6.96	深黃褐色沉澱	6.49
新鮮竹葉	綠色	6.85	黃綠	6.98	乳白色有油漬	6.88	黃褐色透明	6.48
月桃葉	綠色	6.65	深黃綠	6.66	乳白色有油漬	6.77	黃褐色透明	6.37
野薑花葉	綠色	6.83	黃綠	6.95	乳白帶綠油漬	6.61	黃褐色透明	6.31

表三：不同加熱方式的粽葉汁液滴定數

加熱方式 種類	蒸	煮	炸	烤
乾燥竹葉	7	6	4	5
新鮮竹葉	11	10	7	9
月桃葉	17	16	11	12
野薑花葉	12	12	9	10

[以上皆為平均值 / 詳細資料見原始紀錄]

圖三：不同加熱方式的粽葉汁液滴定數比較圖



3. 發現：

- (1)粽葉透過四種不同加熱方式：**用蒸的方式**，乾竹葉汁呈黃褐色，新鮮竹葉、野薑花葉、月桃葉汁呈綠色；**用煮的方式**，乾竹葉汁呈深黃褐色、其他皆呈黃綠色；**用炸的方式**，汁液都是呈乳白色，像牛奶狀，有油漬漂浮在汁液上；**用烤的方式**，汁液都是呈黃褐色，其中以乾竹葉汁顏色最深。
- (2)由表二發現：粽葉透過四種不同加熱方式，pH 值仍維持在 6~7 之間，接近中性。
- (3)由圖三發現：粽葉透過四種不同加熱方式，抗氧化力都有下降。蒸的方式下降比較少，炸的和烤的方式下降最多，可見蒸的方式對粽葉來說是較為理想。
- (4)蒸的方式中又以月桃葉汁液的滴定數較多，有 17 滴，**抗氧化力較理想**，其次是野薑花葉，抗氧化力較弱的是乾竹葉。

4. 討論：

- (1)在這個實驗中發現加熱方式，粽葉的抗氧化力都有下降的趨勢，其中以油炸和烤的抗氧化力下降最多，所以烹煮時要減少油炸和烤，食物營養較能保存。

(三) 實驗三·比較不同的加熱時間對粽葉的抗氧化影響

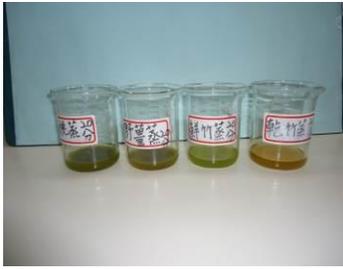
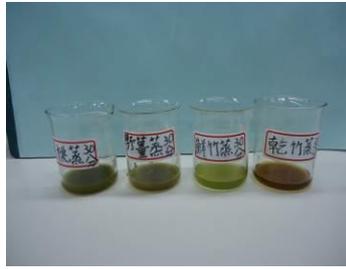
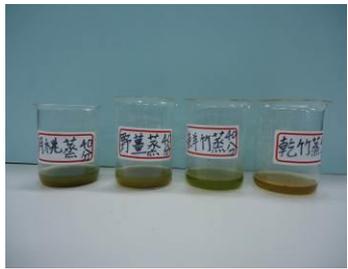
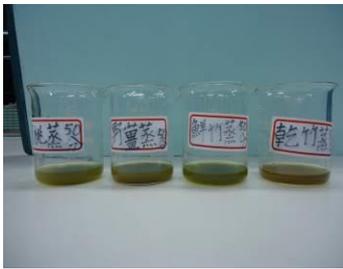
1. 方法：

- (1)分別剪四種粽葉各 2g，放入電鍋中蒸 10 分鐘，取出加入 40ml 的純水，放入果汁機中打碎，以咖啡過濾網和濾紙過濾成汁。
- (2)再測試各種加熱方式汁液的 pH 值，並記錄。

(3)使用碘直接滴定法進行實驗，反覆三次取平均值，觀察並記錄變化情形。

(4)改變加熱時間分別為 10 分鐘、20 分鐘、30 分鐘、40 分鐘、50 分鐘、60 分鐘。並重複以上步驟。

2. 結果：

		
秤取粽葉 2g	四種粽葉放進電鍋蒸不同時間	粽葉蒸 40 分鐘以上變色也變乾
		
蒸 60 分後的汁液有顏色改變	四種粽葉蒸 20 分後的汁液	四種粽葉蒸 30 分後的汁液
		
四種粽葉蒸 40 分後的汁液	四種粽葉蒸 50 分後的汁液	四種粽葉蒸不同時間的汁液

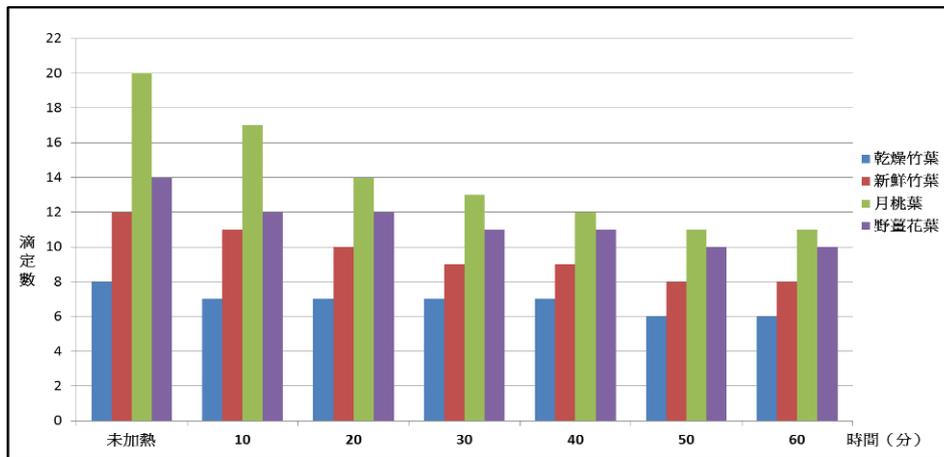
表四：不同加熱時間的四種粽葉汁液酸鹼值

種類 加熱時間(分)	乾燥竹葉	新鮮竹葉	月桃葉	野薑花葉
未加熱	6.69	6.60	6.64	6.95
10	6.82	6.85	6.65	6.83
20	6.21	6.49	6.33	6.61
30	6.53	6.41	6.49	6.65
40	6.13	6.51	6.48	6.47
50	6.18	6.48	6.58	6.41
60	5.85	6.38	6.23	6.28

表五：不同加熱時間的四種粽葉汁液滴定數

種類 加熱時間(分)	乾燥竹葉	新鮮竹葉	月桃葉	野薑花葉
未加熱	8	12	20	14
10	7	11	17	12
20	7	10	14	12
30	7	9	13	11
40	7	9	12	11
50	6	8	11	10
60	6	8	11	10

圖四：不同加熱時間的四種粽葉汁液滴定數比較圖



3. 發現：

- (1)由實驗中發現加熱的時間愈久，各種粽葉汁顏色愈來愈暗沉。乾燥竹葉由透明黃褐色→深黃褐色；新鮮竹葉由透明淺綠→綠色→深綠，月桃葉由綠色→深綠→黃綠，野薑花葉由綠色→深綠→黃綠。加熱後的粽葉汁都有沉澱，時間愈久，沉澱愈多。
- (2)由表四發現：隨著加熱時間的改變，粽葉汁液的酸鹼值沒有明顯變化，唯有加熱60分鐘的四種粽葉汁，酸鹼值都偏低。
- (3)由圖四發現：加熱時間改變，粽葉汁液的滴定數也有差異。加熱的時間愈長，四種粽葉的滴定數愈來愈少，顯示抗氧化力呈現逐漸下降趨勢。月桃葉的抗氧化力仍是四種粽葉中比較好的。

4. 討論：

- (1)加熱方式對粽葉都會有所影響，我們推測蒸的時間延長，會使粽葉失去水分變得更脆，使翠綠的顏色變得暗沉，甚至黃褐色，pH 值降低。所以我們建議粽子的加熱時間不要超過 10 分鐘。

研究二 • 探討影響月桃抗氧化力的原因

由前面【研究一】顯示：月桃葉的抗氧化力與其他粽葉比較，其抗氧化力明顯優於其他粽葉，因此我們以月桃作為後續研究的重點。

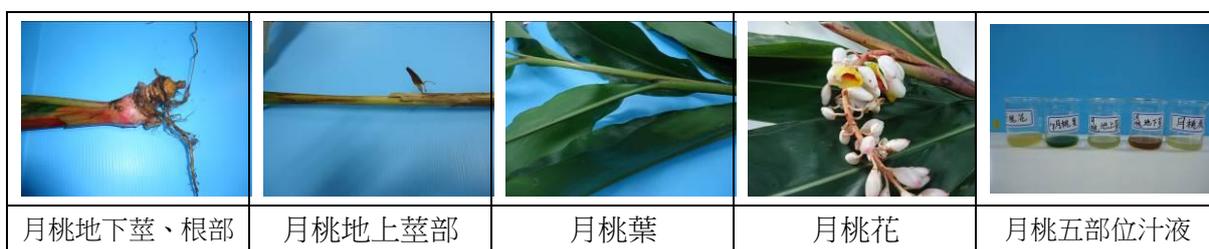
(一) 實驗一 • 比較月桃各部位的抗氧化力

1. 方法：

(1)分別摘取月桃的根、地下莖、地上莖、葉、花等部位加以清洗。

(2)分別取步驟(1)各部位 2g，加入 40ml 純水，用果汁機打成汁，過濾成汁液備用。

(3)其他步驟同【研究一】。

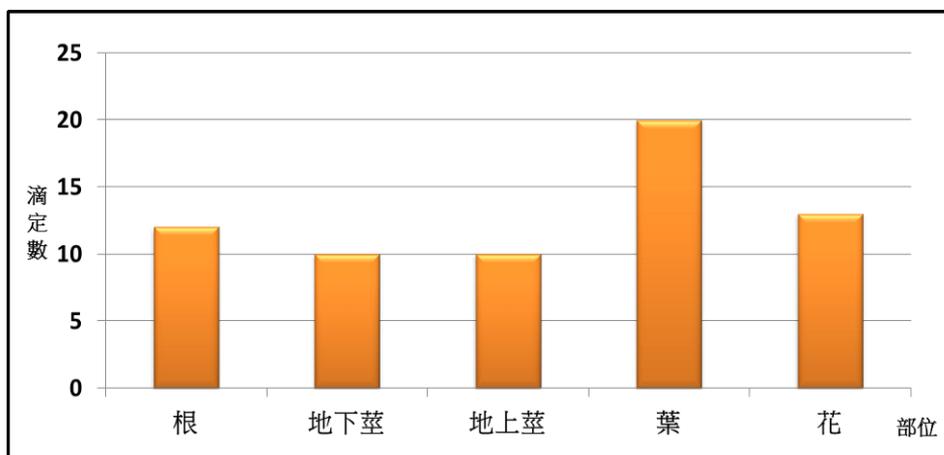


2. 結果：

表六：月桃不同部位汁液比較

部位	pH 值	滴定數	顏色
月桃根	6.31	12	黃褐色透明
月桃地下莖	5.51	10	黃色透明
月桃地上莖	5.70	10	黃色透明
月桃葉	6.56	20	鮮綠色
月桃花	5.73	13	淡橘黃色有點混濁

圖五：月桃不同部位汁液滴定數比較圖



3. 發現：

- (1)我們把月桃各部位打汁後，發現汁液的顏色變化很大，月桃根打成的汁是黃褐色，月桃地下莖、地上莖的汁是黃色，月桃葉的汁是鮮綠色，月桃花汁有點橘黃。
- (2)從表六發現：月桃各部位的 pH 值有些差別，其中以地下莖的 pH 5.51 較低。
- (3)從滴定數發現：月桃各部位的抗氧化力由高而低，依次為：葉（平均 20 滴）>花（平均 13 滴）>根（平均 12 滴）>莖（平均 10 滴），**葉子的抗氧化力遠勝其他部位**。

4. 討論：

- (1)進行這個實驗時，一開始大家對月桃的根、莖部位無法確認，於是我們找資料確認月桃的構造，發現月桃的地下莖有類似薑的外形。這麼有趣的植物，讓我們決定除了實驗根與葉外，地下莖和地上莖也一併是我們研究的對象。原本以為地下莖和地上莖的抗氧化力會有差異，實驗結果顯示，地下莖和地上莖的抗氧化力都一樣。
- (2)由實驗得知月桃部位以葉的抗氧化力較強，所以我們決定用月桃葉進行後續探討。

（二）實驗二·比較不同新鮮度月桃葉的抗氧化力

媽媽買菜回來會放在冰箱保鮮，有些又會放在室溫好多天，我們不禁感到好奇，這兩種處理的方式能保鮮嗎？所以我們以不同新鮮度的處理，進行抗氧化力分析。

1. 方法：

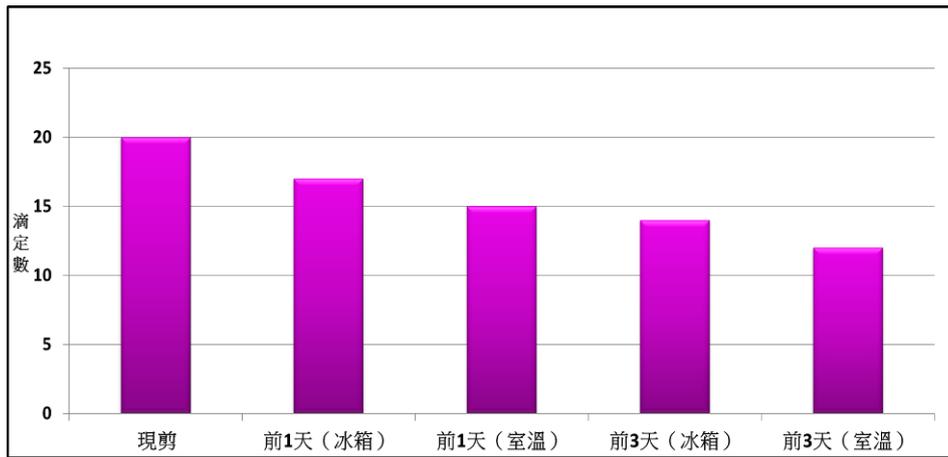
- (1)取不同新鮮度的月桃葉(現剪、前一天預剪放冰箱、前一天預剪放室溫、前三天預剪放冰箱、前三天預剪放室溫)的各 2g，分別加入 40ml 純水打汁，過濾成汁液備用。
- (2)其他步驟同【研究一】。

2. 結果：

表七：不同新鮮度的月桃葉汁液比較【室溫 18 度 C】

項目		pH 值	滴定數	顏色
現剪		6.39	20	鮮綠色
前一天 準備	冰箱中	6.81	17	綠色
	室溫中	6.57	15	綠色
前三天 準備	冰箱中	6.75	14	橄欖綠
	室溫中	6.21	12	橄欖綠

圖六：不同新鮮度的月桃葉汁液滴定數比較圖



3. 發現：

- (1)由圖六發現：**不同新鮮度的月桃葉是會影響月桃葉汁的抗氧化力**。當天採摘進行實驗，滴定數達 20 滴，顯示越新鮮的月桃葉滴定數愈多，抗氧化力愈強。
- (2)放在冰箱中保鮮與放置室溫中，抗氧化力也有差異，**放在冰箱的抗氧化力較好**。

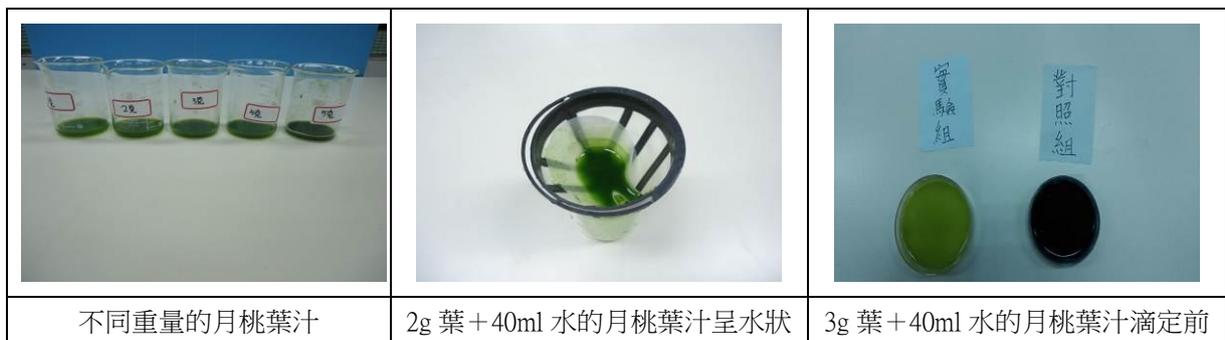
(三) 實驗三·比較不同重量月桃葉的抗氧化力

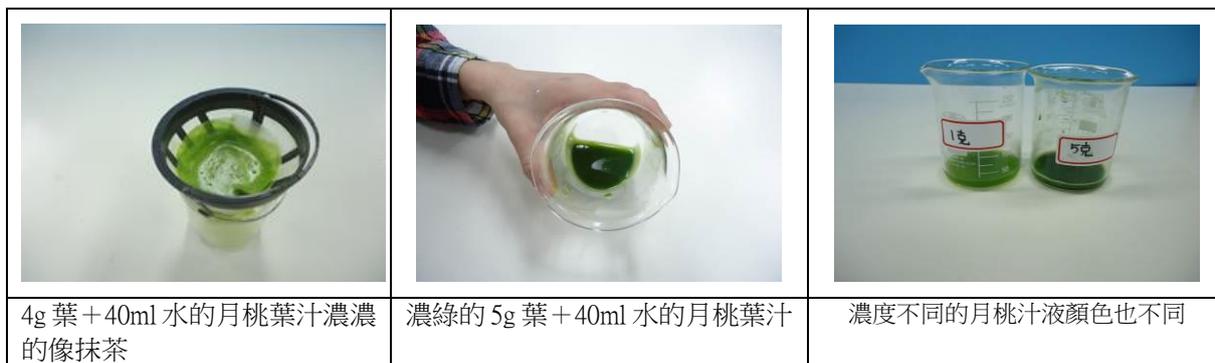
我們知道月桃葉的抗氧化力較佳，如果等量的水加入不同重量的月桃葉，製成不同濃度汁液，抗氧化力會有差異嗎？

1.方法：

- (1)分別量取 40ml 的水量 5 份，備用。
- (2)量取 1g、2g、3g、4g、5g 的月桃葉 5 份，分別放入步驟(1)的純水中，用果汁機打成汁，過濾成汁液備用。
- (3)其他步驟同【研究一】。

2. 結果：

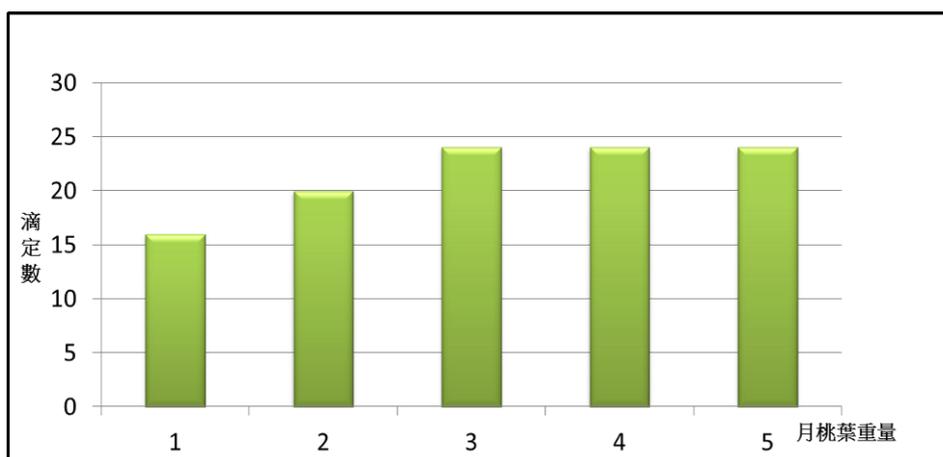




表八：不同重量的月桃葉汁液比較

月桃葉重量	pH 值	滴定數	顏色	外觀
1g	6.51	16	淺綠色、透明	水狀
2g	6.56	20	鮮綠	水狀
3g	6.46	24	綠色	有點濃稠
4g	6.37	24	濃綠色	濃稠
5g	6.36	24	濃綠色	更濃稠

圖七：不同重量的月桃葉汁液滴定數比較圖



3. 發現：

- (1)從表八紀錄：月桃葉汁的顏色會因重量增加變得愈來愈濃綠，汁液也愈來愈濃稠。
- (2)從圖七滴定數發現：月桃葉的抗氧化力由高而低，依次為：5g=4g=3g（平均 24 滴）>2g（平均 20 滴）>1g（平均 16 滴）。當水量固定為 40ml 時，加入 3g、4g、5g 的月桃葉，抗氧化力一樣，其次是加入 2g，較不理想的是 1g。

4. 討論：

- (1)由圖七月桃葉重量增加，滴定數也呈等比例增加，但是到了 3g、4g、5g 的滴定數卻是一樣，我們推測：月桃葉溶解在水中的葉綠素和各種色素，已達飽和，所以抗氧化力會一樣。

(四) 實驗四·比較不同添加物對月桃葉的抗氧化力

從上述實驗得知，3g 月桃葉加 40ml 的純水，抗氧化力不錯、經濟效益佳，我們決定依此比例，加入不同添加物，探討哪些添加物會影響月桃葉的抗氧化力。

1. 方法：

- (1)準備葱、薑、蒜頭、辣椒、糖、鹽、清醬油、米酒、白醋、小蘇打粉 10 種不同調味料，當作添加物。
- (2)取 3g 月桃葉，分別加入 0.5g 的添加物，40ml 的純水，放入果汁機打成汁，過濾成汁液備用。
- (3)其他步驟同【研究一】。

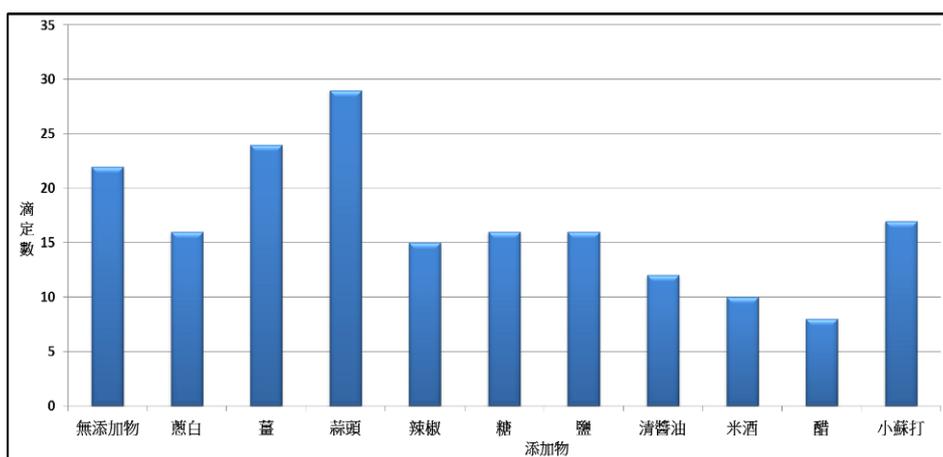
		
各種添加物	月桃葉 3g 加米酒 0.5g	用果汁機打碎取汁
		
添加蒜頭的月桃葉汁呈翠綠色	添加辣椒月桃葉汁顏色變深	添加糖的月桃葉汁
		
添加清醬油的月桃葉汁顏色變得較淡	你發現嗎？哪一杯添加薑	加葱的月桃葉汁滴定前後變化

2. 結果：

表九：不同添加物對月桃葉汁的影響

添加物	pH 值	滴定數	顏色	氣味
無	6.64	22	鮮綠	月桃香味
蔥白	5.95	16	綠色	無
薑	6.13	24	鮮綠	薑味
蒜頭	6.81	29	鮮綠	蒜味
辣椒	5.92	15	橄欖綠	嗆人的辣椒氣味
糖	6.35	16	綠色	無
鹽	6.95	16	綠色	無
清醬油	5.60	12	淺綠色、透明	無
米酒	6.25	10	淺綠色	有一點酒味
醋	4.49	8	淺綠色、透明	酸酸的
小蘇打	8.85	17	綠色	無

圖八：不同添加物對月桃葉汁液滴定數比較圖



3. 發現：

- (1)從圖八我們發現：添加物會影響月桃葉汁的抗氧化力，有的會增強月桃葉汁的抗氧化力，有的則會減少月桃葉汁的抗氧化力。
- (2)這 10 種添加物中以加入蒜頭的月桃葉汁抗氧化力最強，平均值達 29 滴。而添加酸性物質如白醋，會使抗氧化減少最多，平均值 8 滴。加入米酒抗氧化能力也下降許多。

4. 討論：

- (1)我們上網查詢，得知因為蒜頭具有硫化物，蔬果中含量最高。所以添加蒜頭會提高月桃葉汁的抗氧化力。

研究三 • 研究月桃葉汁對蘋果防止褐變影響

從【研究二】了解如何提升月桃葉的抗氧化力，我們想要藉由實驗，證明月桃葉的抗氧化作用，所以利用月桃葉汁、月桃葉蒜汁、鹽水和純水，進行實驗。

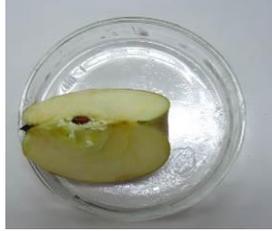
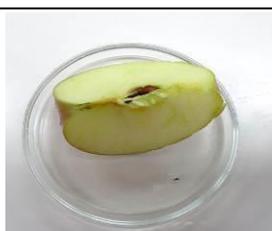
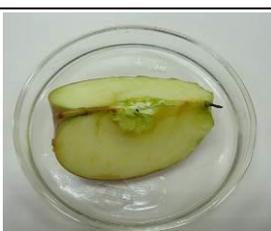
1.方法：

- (1)取9g月桃葉，準備120ml純水，打汁過濾後的月桃葉汁，放入燒杯，備用。
- (2)取9g月桃葉，準備120ml純水，加入1.5g蒜頭，打汁過濾後的月桃葉蒜汁，放入燒杯，備用。
- (3)在燒杯中倒入120ml純水，加入1.5g的鹽，調配成鹽水，備用。
- (4)在燒杯中倒入120ml純水，備用。
- (5)清洗蘋果，並切成4塊差不多的大小。
- (6)將蘋果浸泡在上述四種汁液中，30秒後，取出瀝乾放在培養皿上。每隔5分鐘觀察並記錄蘋果褐變情形。



2.結果：

圖九：浸泡四種汁液的蘋果褐變情形（因相片數量多，只取 5、15、35、60 分鐘的照片）

時間	5 分鐘後	15 分鐘後	35 分鐘後	60 分鐘後
浸泡 純水				
	表面有點變黃色	表面明顯變黃色	顏色變成褐色	顏色變得更深範圍擴大
浸泡 鹽水				
	沒有變化	沒有變化	中間有點變黃色	表面有點變淡黃色
浸泡 月桃葉 汁				
	沒有變化表面有綠色汁	沒有變化表面有綠色汁	中間有點變黃色	表面有點變淡黃色
浸泡 月桃葉 蒜汁				
	沒有變化表面有綠色汁	沒有變化表面有綠色汁	中間有點變黃色	表面有點變淡黃色

3.發現：

- (1)由圖九發現：蘋果切開後，浸泡純水的蘋果 5 分鐘就被氧化，表面變褐色，產生褐變，而且經過時間越長，蘋果褐變的情況愈嚴重。
- (2)但是浸泡月桃葉汁和蒜月桃葉汁，變化不大，可以延長蘋果褐變時間。所以吃不完的蘋果也可以考慮浸泡月桃葉汁和月桃葉蒜汁。

研究四 • 研究月桃葉汁的抗菌力

在所蒐集的資料中指出，月桃葉具有抗菌、防霉及抗氧化力，月桃葉實在太神奇了。

【研究二】中，了解月桃葉具有抗氧化力，我們也想要驗證月桃葉汁另類的奇特功效，所以我們以洋菜果凍，進行抗菌防霉研究。

1.方法：

- (1)量取 30g 洋菜粉倒入 250ml 純水中煮沸成洋菜汁，備用。
- (2)取 3g 月桃葉和 40ml 純水打汁過濾成月桃葉汁，備用。
- (3)取 0.5g 蒜頭和 40ml 純水打汁過濾成蒜汁，備用。
- (4)取 3g 月桃葉添加 0.5g 蒜頭和 40ml 純水打汁過濾成月桃葉蒜汁，備用。
- (5)準備 4 個培養皿洗淨並用酒精消毒備用。並編號 A、B、C、D。
- (6)每個培養皿內容物如下，

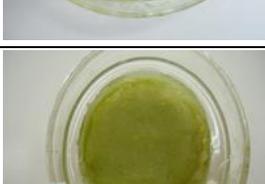
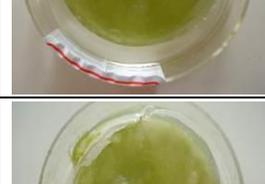
A 對照組	B 實驗組	C 實驗組	D 實驗組
洋菜汁 30g	洋菜汁 30g + 5g 月桃葉汁	洋菜汁 30g + 5g 蒜汁	洋菜汁 30g + 5g 月桃葉蒜汁

- (7)放置室溫，使用微距顯微鏡頭，每天觀察並記錄其變化情形。

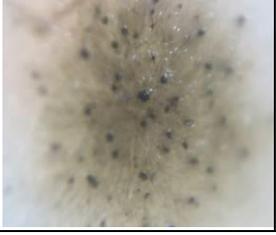


2.結果：

圖十：使用數位相機拍攝四組洋菜果凍發霉情形

組別	A 對照組	B 實驗組	C 實驗組	D 實驗組
成分	洋菜汁 30g (沒有添加物)	洋菜汁 30g+ (5g 月桃葉汁)	洋菜汁 30g+ (5g 蒜汁)	洋菜汁 30g+ (5g 月桃葉蒜汁)
第 1 天				
第 5 天				
第 6 天				
第 7 天				
第 8 天				
第 9 天				
第 10 天				

圖十一：使用微距顯微鏡頭拍攝四組洋菜果凍發霉情形

組別	A 對照組	B 實驗組	C 實驗組	D 實驗組
成分	洋菜汁 30g (沒有添加物)	洋菜汁 30g+ (5g 月桃葉汁)	洋菜汁 30g+ (5g 蒜汁)	洋菜汁 30g+ (5g 月桃葉蒜汁)
第 5 天				
第 6 天				
第 7 天				
第 8 天				
第 9 天				
第 10 天				

表十：四組洋菜果凍的發霉實驗紀錄

天數/室溫	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天	第 5 天	第 6 天	第 7 天	第 8 天	第 9 天	第 10 天
	18 度	18 度	17 度	17 度	19 度	22 度	22 度	21 度	22 度	23 度
A 對照組	○	○	○	○	*	*	*	*	*	*
B 實驗組	○	○	○	○	○	○	○	*	*	*
C 實驗組	○	○	○	○	○	○	○	○	*	*
D 實驗組	○	○	○	○	○	○	○	○	○	*

[○未發霉 *有發霉]

3.發現

- (1) 由表十得知：連續觀察 10 天，前 4 天皆無發霉。
- (2) 由圖十發現：對照組 A 第 5 天在洋菜凍裡有一個黃色小點，隨著時間增加，黃色點變黑，數量增加，顯示發霉情況嚴重，如圖十一。
- (3) 實驗組 B 第 8 天在洋菜凍發現一個黃色小點，透過微距顯微鏡發現，第 9 天變黑並長出菌絲，第 10 天發現菌絲更長，如圖十一。
- (4) 實驗組 C 第 9 天發現一個黃色小點，到了第 10 天顏色加深，但沒變黑，如圖十一。
- (5) 實驗組 D 第 10 天發現一個黃色小點，如圖十一。
- (6) 透過實驗得知：月桃葉汁具有抗菌力，如果和蒜頭打成汁的抗菌效果更佳。

4.討論：

- (1) 透過以上研究，驗證了媽媽和網路上的說法，月桃葉汁具有抗菌功效。
- (2) 我們查了資料對食品保存添加劑具備的條件：必須要有優良的抗氧化效果，本身及分解產物都無毒無害，穩定性好，與食品可以共存。我們發現月桃葉汁符合上述條件，可以試試作為食品的天然抗氧化劑，能防止或延緩食品氧化性和延長保存期。

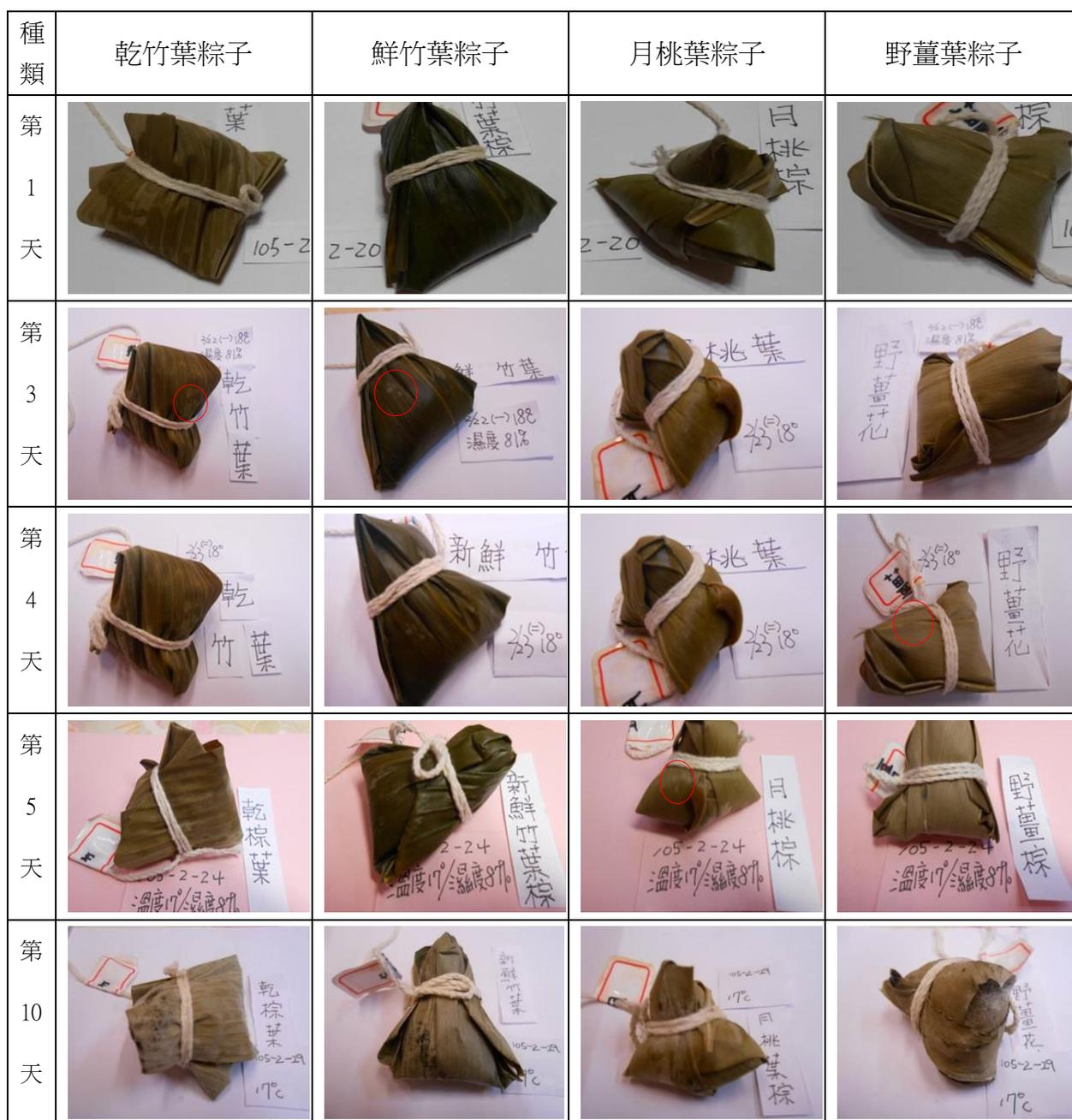
研究五 • 驗證月桃葉粽的抗菌力

1.方法：

- (1) 取同樣大小（長約 30 公分寬約 8 公分）的四種不同粽葉，洗淨。內餡包入 50g 油飯(以北部粽做法)。
- (2) 包好的粽子，放入電鍋蒸 10 分鐘取出。
- (3) 瀝乾後放在室溫下，每天觀察並記錄變化情形。

2.結果：

圖十二：四種粽葉包的粽子蒸 10 分鐘後變化情形【詳細資料請參閱原始紀錄】



表十一：四種粽葉包粽後的發霉情形記錄

天數/ 室溫	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天	第 5 天	第 6 天	第 7 天	第 8 天	第 9 天	第 10 天
	19 度	18 度	18 度	18 度	17 度	17 度	17 度	18 度	19 度	17 度
乾竹葉粽	○	○	*	*	*	*	*	*	*	*
鮮竹葉粽	○	○	*	*	*	*	*	*	*	*
月桃葉粽	○	○	○	○	*	*	*	*	*	*
野薑葉粽	○	○	○	*	*	*	*	*	*	*

○未發霉 *有發霉

3.發現：

- (1)由表十一得知：連續觀察 10 天，常溫下月桃葉包的粽子最慢發霉，乾竹葉、新鮮竹葉包的粽子最早發霉。由實驗證明利用月桃葉包粽子，優於其他粽葉。
- (2)透過研究我們建議：包粽子可以選用月桃葉，或是在其他粽葉中加入月桃葉，不僅抗菌，提升抗氧化力，還伴隨著月桃葉的清香呢！

研究六 • 創意製作月桃葉抗氧化護手霜

媽媽每天煮飯、打掃---做許多家事，一雙柔細的雙手，因操勞而變得乾燥、粗粗的，尤其冬天，更需要擦護手乳液滋潤，可是市面上的護手保養品會添加化學香精，甚至會刺激皮膚。所以趁這次難得經驗，我們訪問專家，利用食用油，可以製成護手保養品，引起我們的興趣。透過前面的研究發現，以 3g、4g、5g 的月桃葉加 40ml 的純水，抗氧化力效果較好，所以我們決定動手試試看，利用此比例，取月桃葉汁製作護手霜，寶貝媽媽的雙手。

1.方法：

- (1)用電子秤分別秤出橄欖油 13g，4 份，橄欖乳化劑 5g，4 份，分別放進四個燒杯備用。
- (2)取 3g、4g、5g 的月桃葉，分別加入 40ml 純水打汁和 3g 月桃葉加 0.5g 蒜頭加入 40ml 純水的月桃葉汁各 30g。
- (3)將步驟(1)和(2)混合，放進裝水的鍋中，隔水加熱，水溫 80°C，攪拌 15 分鐘。
- (4)讓油水充分乳化，慢慢攪拌到黏稠狀態，即可將燒杯拿出。
- (5)將乳狀物放在室溫下靜置冷卻後，並編號 A、B、C、D，觀察記錄其性質變化。

2.護手霜實驗測試：

- (1)用 pH 酸鹼測試筆測試護手霜 pH 值。
- (2)保濕度測試：在四個培養皿中注入 1ml 純水，並各取四種護手霜 0.05g，以毛筆均勻塗抹，蓋上 16 格的吸水紙 1 分鐘，觀察無水痕格數，反覆三次並記錄實驗結果。
- (3)滋潤度測試：分別取四種護手霜 0.05g 放在培養皿中，以水彩筆均勻塗抹，蓋上吸油面紙，再放上 1kg 的砝碼 1 分鐘，比較實驗前後吸油面紙的重量差異，反覆實驗三次並記錄。

(4)問卷調查：設計問卷，請測試者依護手霜樣品及個人喜好作答，收回問卷，統計及分析問卷結果。

		
秤取不同重量月桃葉	加入 13g 橄欖油和 5g 乳化蠟	水溫 80 度 c
		
隔水加熱攪拌 15 分鐘	測量護手霜 pH 值	靜置冷卻後進行性質實驗
		
利用吸水紙測量保濕度	利用吸油面紙測量滋潤度	試用後填寫問卷

3.結果：

圖十三：四種月桃葉護手霜

成分	3g 葉 + 40ml 純水的月桃葉汁 (編號 A)	4g 葉 + 40ml 純水的月桃葉汁 (編號 B)	5g 葉 + 40ml 純水的月桃葉汁 (編號 C)	0.5g 蒜和 3g 葉 + 40ml 純水的月桃葉汁 (編號 D)
成品照片				

表十二：四種護手霜測試結果

種類	A	B	C	D
pH	6.80	6.73	6.85	6.83
顏色	翠綠	翠綠	翠綠	粉綠
外觀	密細柔似乳液	綿密似霜狀	綿密似霜狀	綿密似霜狀
觸感	滑順	黏密	結實黏稠	滑順
氣味	無味	無味	淡淡月桃清香	蒜味
保濕度(無水痕格數)	10/16	10/16	13/16(最佳)	11/16
滋潤度 (g)	0.02	0.03	0.05(最佳)	0.04

表十三：試用四種護手霜問卷調查得分表【人數：54 人】

編號	護手霜成分	顏色	氣味	觸感	保濕	滋潤	總分
A	3g 葉 + 40ml 純水的月桃葉汁	12	17	15	10	12	66
B	4g 葉 + 40ml 純水的月桃葉汁	12	11	11	10	14	58
C	5g 葉 + 40ml 純水的月桃葉汁	11	16	15	15	14	70
D	0.5g 蒜 + 3g 葉 + 40ml 純水的月桃葉汁	19	10	14	20	13	76

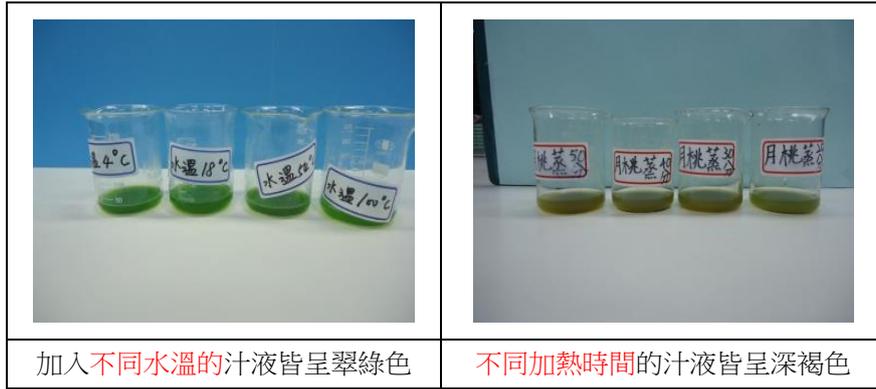
4.發現：

- (1) 從表十二可看出：3g、4g、5g 的月桃葉，分別加入 40ml 純水打汁和 3g 月桃葉加 0.5g 蒜加入 40ml 純水的月桃葉汁來製作護手霜時，護手霜的色澤外觀都不錯。
- (2) 從表十二可看出：這四種護手霜的 pH 值都在 6~7 之間，接近中性。
- (3) 從表十三的問卷調查結果顯示：以 D 的護手霜得分最高，保濕效果和顏色比較讓大家喜愛；其次是 C 的護手霜，氣味和保濕效果也讓大家接受。
- (4) 這次問卷共有 54 人接受測試，其中有 7 人的皮膚屬於先天過敏型，但擦了我們自製的 A、B、C、D 護手霜後，都沒有過敏反應，顯示月桃葉對皮膚不會造成過敏。
- (5) 大家可以依照個人膚質、喜好，選擇不同濃度的護手霜。油性膚質適合 3g 葉 + 40ml 純水的月桃葉汁和 4g 葉 + 40ml 純水的月桃葉汁所製作成的清爽型護手霜；乾性膚質需要保濕、滋潤，以 5g 葉 + 40ml 純水的月桃葉汁所製作成的滋潤型護手霜最佳，添加蒜的護手霜則依個人喜好。
- (6) 這四種護手霜觸感細緻，吸收效果也不錯、保濕度也不差、滋潤度也理想，使用後不會造成過敏，不比市售護手保養品差，非常值得推薦給大家參考。

陸、討論

- 一、我們曾設計【用不同水溫對月桃葉抗氧化力是否有影響】的實驗，發現利用不同水溫打出來的月桃葉汁液顏色都是翠綠色，與長時間加熱後汁液的顏色是深褐色有很大差異；水溫愈高，抗氧化力也沒有降低的趨勢，重複實驗，結果仍是一樣。我們懷疑是否是在打汁過程中，水溫受到影響，所以我們重複實驗並測量打汁前後的溫度。結果如下：

圖十四：不同水溫和加熱時間不同的月桃葉汁液比較



加入不同水溫的汁液皆呈翠綠色

不同加熱時間的汁液皆呈深褐色

表十四：加入不同水溫的月桃葉汁液比較

打汁前水溫	打汁後水溫	pH 值	滴定數	汁液顏色
4° C	27° C	5.84	15	翠綠色
18° C	28° C	6.28	16	翠綠色
54° C	28° C	6.22	17	翠綠色
100° C	29° C	6.26	16	翠綠色

不同水溫的實驗結果和【研究一】比較後，我們發現：

- 1.直接加熱容易破壞葉綠素，使葉綠素呈現暗沉，加熱時間愈久愈明顯。
- 2.利用不同水溫打汁，在攪拌過程中容易散熱，急速下降至常溫，不會對葉綠素造成破壞。
- 3.透過這個實驗知道：月桃葉用熱水燙比直接加熱較能保存抗氧化力喔！

二、探討月桃各部位的抗氧化力，我們發現月桃的葉子顏色是有差異，會影響抗氧化力嗎？

於是我們追蹤研究，搜集不同顏色的月桃葉進行實驗，結果如下：

表十五：不同顏色的月桃葉汁液比較

種類	pH	滴定數	汁液顏色
月桃嫩葉	6.26	12	黃綠色
月桃成熟葉	6.85	20	鮮綠色
斑葉月桃嫩葉	5.68	10	淡黃綠色
斑葉月桃成熟葉	5.70	12	淡黃綠色



1. 不同深淺顏色的葉子，汁液顏色不同。
2. 葉子的顏色愈綠，滴定數愈多，抗氧化力愈好。所以多吃深綠色的蔬菜，對身體是有益處。

柒、結論

- 一、以碘滴定比色法測量四種粽葉的抗氧化力，由實驗結果顯示：以月桃葉的抗氧化力最佳。
- 二、粽葉在經過不同加熱方式後，抗氧化力都有下降的趨勢，其中以油炸和烤的方式下降最多，影響最小的是蒸的方式，抗氧化物質流失最少。
- 三、加熱時間也會影響粽葉的抗氧化力，加熱時間愈長，抗氧化物質流失愈多，所以建議加熱時間以 10 分鐘為宜。
- 四、從滴定數顯示：月桃的各部位抗氧化力有明顯差異，比較結果，抗氧化力由高而低，依次為：葉>花>根>莖，所以選用時還是要多選取葉子，尤其是深綠色葉子，才能保留較多的抗氧化物質。
- 五、新鮮度是會影響月桃葉汁的抗氧化力。越新鮮的月桃葉滴定數愈多，抗氧化力愈強。如果月桃葉沒用完，建議放在冰箱中保鮮，它的抗氧化力會比放在室溫較好。
- 六、原則上月桃葉重量增加，抗氧化力也會提升，但實際卻不是如此，如【研究二】以 3g 葉+40ml 純水、4g 葉+40ml 純水、5g 葉+40ml 純水所打成的汁液，其抗氧化力皆一樣好，其中以 3g 葉+40ml 純水（重量百分濃度 6.98%）的經濟效益最大。
- 七、添加物會影響月桃葉的抗氧化力，添加酸性物質如白醋、米酒，可能會破壞月桃葉的抗氧化物質，滴定數下降許多，不適宜添加。但添加蒜頭卻不會破壞月桃葉的抗氧化物質，反而提升抗氧化力。
- 八、在【研究三】得知：月桃葉汁液還能防止切開的蘋果產生褐變，因為浸泡過月桃葉汁液的蘋果，月桃葉汁會發揮抗氧化的作用，延緩蘋果變黃。
- 九、在【研究四】得知：月桃葉汁具有抗菌力，而且月桃葉和蒜頭打成汁的抗菌效果更佳。
- 十、在【研究五】得知：利用月桃葉包粽子，具有抗菌力、抗氧化力，可以延長粽子的保存時間，還伴隨著月桃葉的清香，優於其他粽葉。
- 十一、以 3g、4g、5g 的月桃葉，分別加入 40ml 純水打汁和 3g 月桃葉加 0.5g 蒜加入 40ml 純水的月桃葉汁來製作護手霜時，護手霜的色澤外觀呈綠色，像綠仙子很漂亮。從 pH 值測試結果來看，接近中性。使用後觸感細緻，吸收、保濕、滋潤都不錯，也不會造成過敏，不但抗老還能抗菌，並且還有淡淡的月桃葉清香喔！

捌、參考資料

- 一、呂怡萱、吳采懋、羅依伶、蕭亦琇（2007）。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。取自
<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/elementary01.htm>
- 二、陳威翰、蘇煥鈞、周傳益（2010）。我是地一名—地瓜葉抗氧化力之探討。中華民國第 50 屆中小學科學展覽會參展作品集。取自
<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/50/pdf/080208.pdf>
- 三、施雅馨、黃浚硯、許峻璋、蔡柏宏（2015）。紫色魔力，非茄莫屬～天然抗氧化劑紫色茄子之探討。中華民國第 55 屆中小學科學展覽會參展作品集。取自
<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/55/pdf/080203.pdf>
- 四、碘滴定法：
<http://blog.xuite.net/imucg/blog/24748857-%E7%A2%98%E6%BB%B4%E5%AE%9A%E6%B3%95>
- 五、郭昱廷（2009）。仙丹神藥！？--南投月桃的藥用探討。中央研究院高中生命科學資優生培育計畫專題研究報告。取自 <http://proj1.sinica.edu.tw/~hispi/news/paper/100/98032.pdf>
- 六、維基百科：食品抗氧化劑；取自 <http://wiki.mbalib.com/wiki/食品抗氧化劑>
- 七、維基百科：月桃；取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/艷山薑>
- 八、維基百科：野薑花；取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/薑花>
- 九、維基百科：麻竹；取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/麻竹>
- 十、維基百科：桂竹；取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/桂竹>
- 十一、維基百科：葉綠素；取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/葉綠素>
- 十二、陳偉民（2014）。蘋果偷偷變老了。臺北市：幼獅文化。

【評語】 080211

本作品稍能重視科學探究的精神，以求解決問題，而科學也重表達敘述，宜求清晰明確將會更好。例如：下述實驗方法中已加入括弧內雙底線的文字，比較於沒有這些文字的原文，將更清晰明確。

「實驗：比較不同加熱的時間和加熱方式對粽葉抗氧化影響。

方法：

- (1) 分別剪四種粽葉各 2g，(每種)分別放入電鍋中蒸(時間分別為 10 分鐘、20 分鐘、30 分鐘、40 分鐘、50 分鐘、60 分鐘)，(各)取出加入 40ml 的純水，放入果汁機中打碎，以咖啡過濾網和濾紙過濾成汁。(再測試各種加熱(時間)方式汁液的 pH 值並記錄)。
- (2) (對不同加熱時間的汁液)使用碘直接滴定法進行實驗，反覆三次取平均值，觀察並紀錄變化情形。
- (3) 同步驟(1)-(2)但改用煮的加熱方式。
- (4) 同步驟(1)-(2)但改用炸的加熱方式。
- (5) 同步驟(1)-(2)但改用烤的加熱方式。