

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

佳作

080203

『紫』色魔力，非『茄』莫屬

～天然抗氧化劑紫色茄子之探討

學校名稱：彰化縣鹿港鎮文開國民小學

作者：	指導老師：
小五 施雅馨	謝淑鳳
小五 黃浚硯	張嘉珍
小五 許峻瑋	
小五 蔡柏宏	

關鍵詞：紫色茄子、抗氧化力、碘滴定

摘要

茄子是營養的蔬菜，也是絕佳的天然抗氧化物質，為了證明茄子不但營養又能抗老，在課程中也提到氧化原理，因此，我們實驗設計以碘滴定法來測量五種紫色蔬果汁液的抗氧化力，實驗證明：(1)茄子的抗氧化能力最好，而且茄子的抗氧化成分存在於紫色的外皮中。(2)加熱時間愈長，茄子的抗氧化力愈下降。(3)蒸的方式最不會影響茄子的抗氧化力。(4)烹煮時所用的調味料也會影響茄子的抗氧化力，其中加入蒜頭的茄子抗氧化力最好。(5)我們還證明茄子不但能保護維生素C，也能防止蘋果產生褐變。(6)最後希望可以從皮膚去吸收茄皮的養分，於是我們想出可以做手工茄皮洗手乳來增加人體的抗氧化力，經問卷調查提高學生對茄子之接受度。

壹、研究動機

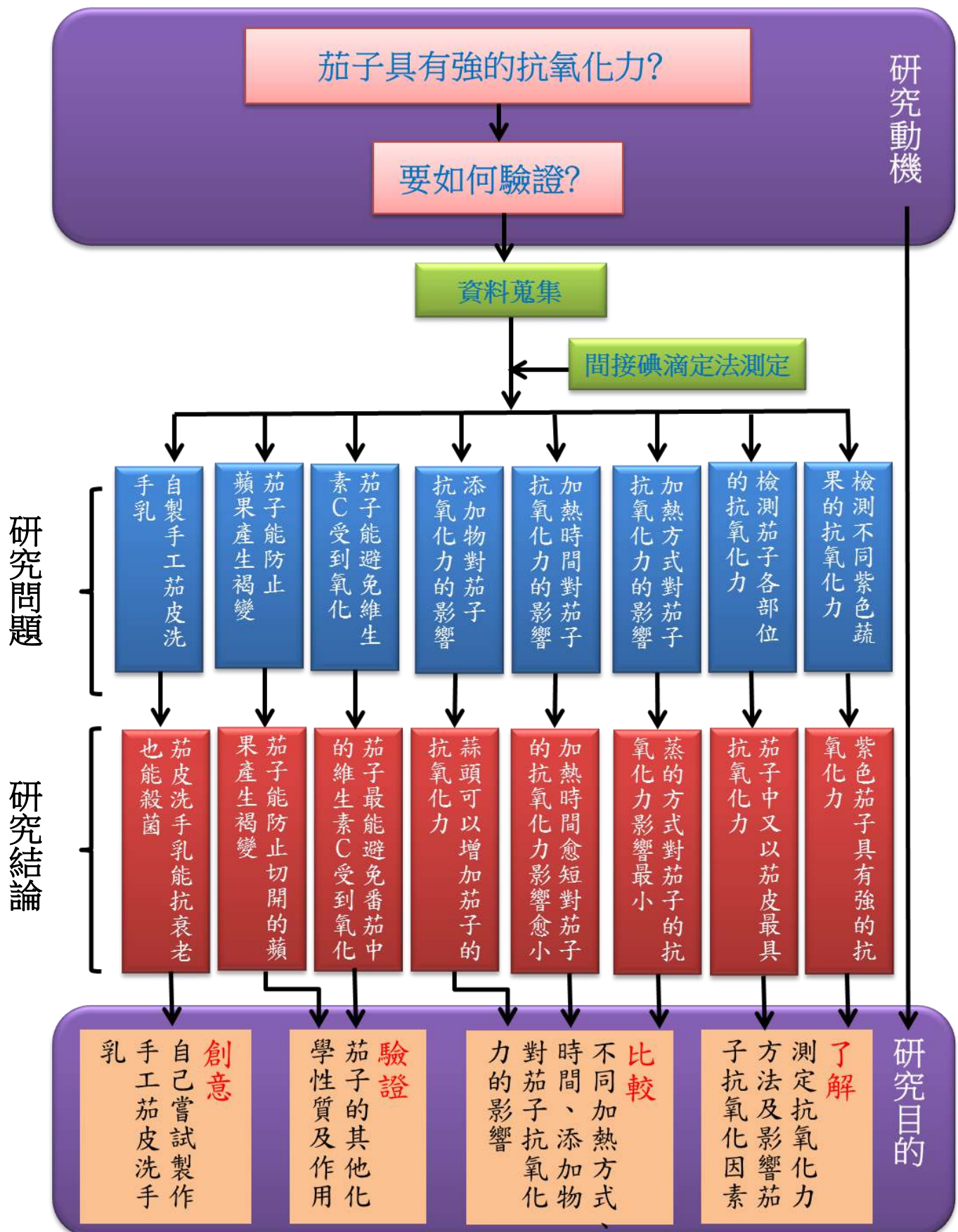
每次營養午餐食譜中有茄子的話，我們一定驚聲尖叫說：「啊！恐怖的茄子又出現了」老師總是苦口婆心的說：「茄子很營養呀！它含有豐富的維生素、礦物質等…。」但是茄子那道食物還是乏人問津，於是老師為了要說服我們吃茄子，便要我們蒐集有關吃茄子好處的資料。從蒐集的資料中我們得知：其實茄子在古代是皇上必點的長壽菜喔！因為茄子含有能抗氧化的花青素，不但可以對抗身體的老化，還可以延年益壽，真是一舉數得。

於是，我們開始對茄子能「抗氧化」是什麼感到好奇，我們在自然課程五下「燃燒與生鏽」的單元，學到生鏽是「氧化」的觀念，課本的「氧化」和茄子的「抗氧化」有關聯嗎？我們有一連串的疑問，所以我們決定對「長壽蔬菜---茄子」的抗氧化能力一探究竟。

貳、研究目的

- 一、藉由文獻探討，了解抗氧化力測定的原理與方法。
- 二、藉由操作實驗，研究茄子各部位的抗氧化能力。
- 三、藉由操作實驗，比較不同的加熱方式、時間，及添加物對茄子抗氧化的影響。
- 四、藉由操作實驗，驗證茄子其他化學性質及作用。
- 五、藉由研究思考，創意製作手工茄皮洗手乳。

參、研究架構



肆、研究問題

- 一、比較不同紫色蔬果的抗氧化力有何不同？
- 二、茄子各部位的抗氧化力有何不同？
- 三、加熱時間相同，比較不同加熱方式對茄子抗氧化力有沒有影響？
- 四、加熱方式相同，比較不同加熱時間對紫色茄子抗氧化力有沒有影響？
- 五、加熱方式、時間相同，比較不同的添加物對茄子抗氧化力有沒有影響？
- 六、茄子具有避免維生素C受到氧化的性質嗎？
- 七、茄皮汁液具有防止蘋果產生褐變的性質嗎？
- 八、如何自製手工茄皮洗手乳？

伍、研究設備或器材

一、實驗器材及藥品

(一)萃取待測汁液之器材：

					
電子磅秤	榨汁機	量筒	濾網和濾紙	燒杯	Ph 計

(二)間接碘滴定之器材及藥品：

					
澱粉指示劑	蒸餾水	碘液	餵食點滴	錐形瓶	碘滴定裝置

(三)加熱方式之器材及藥品：

					
鍋子	蒸鍋	煮鍋	烤箱	炸鍋	口罩,手套

(四)手工茄皮液體皂之器材及藥品：

					
橄欖油	椰子油	不鏽鋼鍋	氫氧化鉀	電磁爐	裝液體皂瓶子

二、其他實驗器材及材料

					
紫茄子	紫葡萄	紫洋蔥	紫甘藍	紫山藥	玉米粉
					
蒜	糖	鹽	蔥	酒	醬油
					
薑	甜椒	青椒	苦瓜	番茄	花椰菜
					
菠菜	油	蘋果	溫度計	保鮮膜	手機(照相)

陸、研究過程或方法

一、資料蒐集及文獻探討

(一)本研究之抗氧化力測定方法及原理探究：

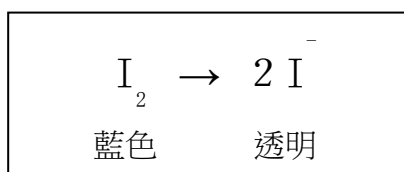
1. 歷屆全國小學科展關於抗氧化力的測定方法探究：

(1)我是「地」一名 —地瓜葉抗氧化力之探討(全國科展第50屆)/「石蓮食美」~抗氧化很夠力(全國科展第52屆)/ 年輕要「留白」~天然抗氧化食材探討與研發(全國科展第54屆)：此三個研究所使用的抗氧化力測定方法皆為間接碘滴定法，適用於中強的抗氧化劑，而此三個研究的物質的抗氧化能力是屬於中強性，所以適用於間接碘滴定法。

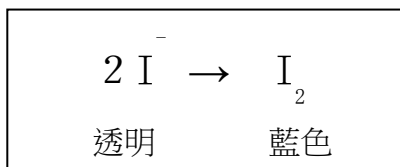
(2)你「蒜」哪根「蔥」~蔥蒜抗氧化力之探討(全國科展第51屆)/ 大家來找「茶」~茶抗氧化力之探討(全國科展第52屆)：此二個研究所使用的抗氧化力測定方法為直接碘滴定法，但此滴定法限制比較多，通常用來測定維生素C的含量，所以有可能會造成實驗的誤差。

2. 從上述資料蒐集中我們知道抗氧化力的測定方法，常見的有間接碘滴定法及直接碘滴定法，我們還蒐集到高錳酸鉀滴定法，以下針對此三種方法進行分析：

(1)間接碘滴定法：是將具有抗氧化力的待測氧化性物質，滴入碘液和澱粉指示劑的混合溶液中，碘離子與待測氧化性物質會析出碘分子，當到達滴定終點時顏色會由藍色變透明。此法適用於弱酸性的中強的氧化劑，所以較被廣泛使用。反應機制如下：



(2)直接碘滴定法：是先將具有抗氧化力的待測氧化性物質加入澱粉指示劑，再使用碘直接進行滴定，待測氧化性物質與碘反應會將碘還原成碘離子，顏色是透明無色，當待測氧化性物質與碘反應完全，過量的碘分子無法還原成碘離子，就是達滴定終點，此時滴入的碘會和澱粉指示劑反應，顏色會變成藍色。此種滴定法的限制比較多，通常用來測定維生素C的含量。反應機制如下：



(3)高錳酸鉀滴定法：高錳酸鉀通常在強酸溶液中氧化力最強，所以此方法是適用於強酸性溶液中進行。

(二)本研究有關的化學概念：

1.氧化：課本裡的氧化和本研究的氧化有其差異性，我們整理如下表：

課本裡的氧化	本研究的氧化
例如：生鏽，生鏽是一種化學反應，當鐵放的時間長了就會生鏽。鐵容易生鏽，除了由於它的化學性質活潑以外，同時與外界條件也有很大關係。水分是使鐵容易生鏽的物質之一。然而，只有水也不會使鐵生鏽，只有當空氣中的氧氣溶解在水裡時，氧在有水的環境中與鐵反應，才會生成氧化鐵的東西，這就是鐵鏽。	例如：老化，人體呼吸和代謝過程，會自然地產生自由基，自由基在體內自然產生、作用，它們「做的好事」隨著年齡的增長而累積起來，就是人體外形或器官老化的徵象。我們身體細胞若被自由基氧化，細胞就會受到損害或老化，因此市面上會出現許多的抗氧化產品，就是為了保護身體細胞、對抗自由基的氧化作用，例如維生素C、維生素E。

2. 花青素：自由基是加速人衰老的重要兇手，它會使身體發生各種氧化現象，從而惹來膚色暗淡、色斑沉澱、缺水乾燥等問題。想要清除自由基，就要提高身體的抗氧化能力。那你知道，最佳的天然抗氧化劑是什麼嗎？是：花青素。花青素廣泛存在於各種紫色蔬果中，是目前國際上公認清除人體內自由基最有效的天然抗氧化劑，其抗自由基氧化能力是維生素E的50倍，維生素C的20倍！本研究選擇五種常見紫色蔬果進行實驗：紫茄子、紫葡萄、紫洋蔥、紫山藥、紫甘藍。

3.pH值：又稱酸鹼值，也就是通常意義上溶液酸鹼程度的衡量標準。通常情況下 $\text{pH}<7$ 時，溶液呈酸性； $\text{pH}>7$ 時，溶液呈鹼性； $\text{pH}=7$ 時，溶液為中性。

4.褐變：褐變的原因是果實中酵素作用的結果，所以又稱為「酵素性的褐變」。當果實完整的時候，酵素和酚類成分被細胞的結構分隔，所以不會發生反應；當果實經過切割或加工的時候，細胞結構損壞，酵素和酚類成分有接觸的機會而發生反應。

(三)本研究所使用的添加物：

在料理茄子的過程我們一定會添加一些調味料，經過資料蒐集我們知道常用於茄子中的調味料，有鹽、糖、醬油、蒜、蔥、薑、酒，所以本研究就使用以上七種添加物來進行實驗。

(四)本研究所使用的維生素C 蔬果：

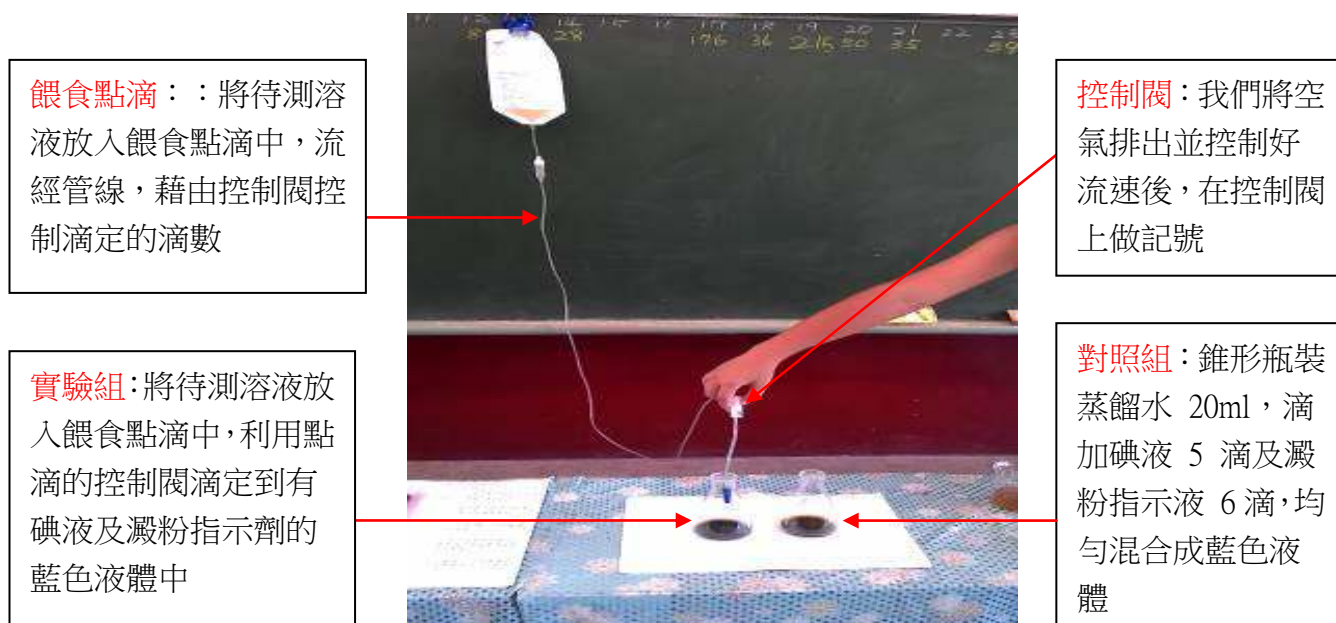
維生素C是人體所需營養素中六類物質中一種,它是維持正常生命過程所必需的一類有機物，維生素C主要以Vit C的形式存在於新鮮的蔬菜和水果中，在所有維生素中，維生素C是最不穩定的，在貯藏，加工和烹調時，容易被破壞，它還容易被氧化和分解。我們蒐集6種含維生素C比較高的蔬菜用於實驗中，分別是番茄、苦瓜、紅甜椒、青椒、花椰菜、菠菜。

二、研究過程及方法

(一)本研究滴定法選定及現況分析與解決方法：

滴定法	間接碘滴定	直接碘滴定	高錳酸鉀滴定法
適用條件	測定對象是大多是具有中強性質的氧化劑，適合在中弱酸性溶液中進行滴定	測定對象是大多是維生素C的含量，適合在中弱酸性溶液中進行滴定	適合在強酸性溶液中進行滴定
本研究的 滴定法選定	1. 本研究主要探討花青素的抗氧化力，屬於具有中強性質的氧化劑 2. 本研究欲測的汁液pH值大都在5~7之間 3. 符合以上二個條件所以決定採用間接碘滴定法	1. 本研究欲測的汁液pH值都在5~7之間 2. 但本研究在探討花青素的抗氧化力，並非維生素C的抗氧化能力 3. 所以直接碘滴定並不適用	本研究欲測的汁液pH值都在5~7之間，所以高錳酸鉀滴定法不適用
本研究欲測的汁液pH值			

現況分析	(1)滴定裝置：由於我們沒有滴定的裝置，如果用手捏式滴管來滴定的話，會因為人的因素而造成誤差，所以我們討論後決定用餵食點滴來進行滴定，因為餵食點滴具有控制流量的控制閥，可以解決手捏式滴管可能會造的問題。(如下圖) (2)過濾裝置：我們也沒有過濾裝置，我們想到老師平常煮咖啡時會用到濾網和濾紙來過濾咖啡渣，所以我們決定跟老師借濾網和濾紙進行過濾。
------	--



間接碘滴定裝置

(二)前置作業

1.配置澱粉指示劑：

- (1)秤取 2g 的玉米粉到燒杯中。量取 100ml 蒸餾水到燒杯中，攪拌均勻。
- (2)放到電磁爐上加熱攪拌到沸騰，靜置冷卻到室溫，再放到冰箱備用。

2.抗氧化力測定步驟：

- (1)紫色蔬果汁液：秤取紫色蔬果40克，加入200ml的蒸餾水，放入果汁機中打碎過濾，配置成1：5的紫色蔬果汁液。
- (2)錐形瓶裝水20ml，滴加碘液 5 滴及澱粉指示液 6 滴，均勻混合成藍色液體。
- (3)以點滴滴定至錐形瓶內的藍色液體，直到藍色液體變透明，並記錄滴數。

(三)研究1：以碘滴定法比較不同紫色蔬果的抗氧化力有何不同？

在蒐集資料過程中，我們知道最有效的天然抗氧化劑是花青素，花青素普遍存在於紫色蔬果中，經過討論後，我們決定選擇五種常見紫色蔬果：紫茄子、紫葡萄、紫洋蔥、紫山藥、紫甘藍，來研究它們抗氧化能力之強弱。

1.實驗步驟：

(1)準備實驗用5種紫色蔬果汁液，其步驟如下：

①取切成塊狀的茄子40g，加200ml的蒸餾水，放入果汁機中打碎

②以咖啡過濾器過濾，再以蒸餾水清洗濾渣，確定濾液為200ml

(2)重複上述步驟，取得其他4種紫色蔬果汁液

(3)以pH計測其是否為弱酸性，確保汁液符合間接碘滴定法的條件

(4)以間接碘滴定法測定三次(A.B.C)取平均值

(5)放入冰箱靜置24小時後，再以間接碘滴定法測定三次(A.B.C)取平均值

2.實驗流程圖：



切成塊狀紫色蔬果，秤重 40 公克



加入 200ml 的蒸餾水，以果汁機打碎



過濾完，再以蒸餾水清洗濾渣



測 pH 值，確定為弱酸性



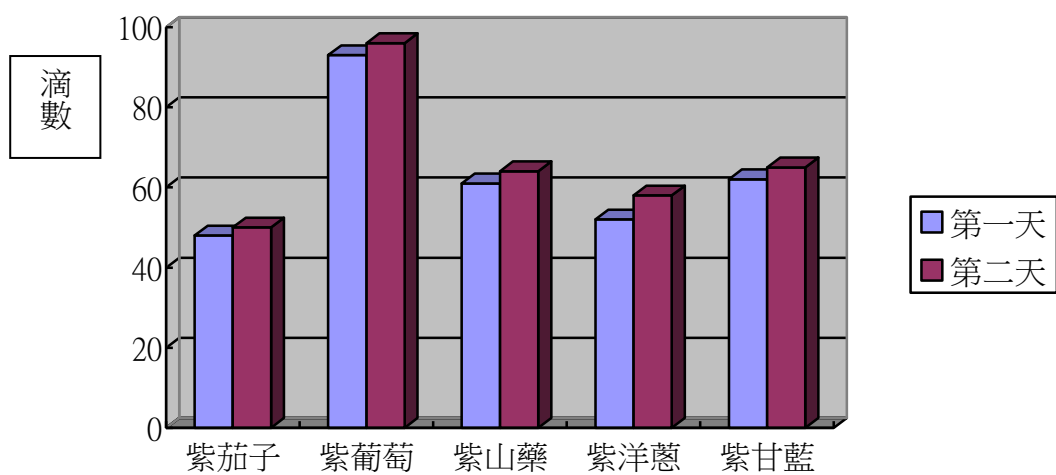
以滴定裝置進行滴定，重複三次

3.實驗結果：

表一 不同紫色蔬果汁液滴定滴數

紫色蔬果	第一天滴數				第二天滴數				顏色變化
	A	B	C	平均	A	B	C	平均	實驗組---對照組
紫茄子	48	50	46	48	50	53	51	50	

紫葡萄	93	95	91	93	96	94	98	96	
紫山藥	61	64	62	61	64	67	61	64	
紫洋蔥	52	54	50	52	58	60	59	58	
紫甘藍	62	65	63	62	65	64	61	65	



圖一 紫色蔬果汁液滴數比較圖

4.實驗討論：

- (1) 從實驗中我們發現，做茄子的滴定實驗時，由於茄子的紫色會影響滴定終點的判斷，所以我們就以藍色的碘和澱粉指示劑混合液被滴定到接近茄子汁液的顏色時，就達到滴定終點來判斷，以下實驗都是以這種標準來判定。
- (2) 從圖一中發現，不管是第一天還是第二天，紫茄子都是五種紫色蔬果中滴數最少的，也就是抗氧化力最強。
- (3) 紫色蔬果汁放置24小時後，抗氧化力會下降但都下降不多，只增加了2-6滴，可見得紫色蔬果抗氧化力強，即使如此，蔬果還是要趁新鮮食用完畢不要放隔夜，假如吃不完，最好是儲放冰箱內，當然最好是當天食用完畢，以免產生對身體有害的物質。

(四)研究2：紫色茄子各部位的抗氧化力有何不同？

茄子部位又分為茄皮、茄肉、茄皮和茄肉，為了知道茄子會不會因為部位不同而有不同的抗氧化能力，所以本實驗我們以各部位來進行茄子抗氧化力的測定，找出哪一部位的茄子抗氧化能力最佳。

1.實驗步驟：

(1)準備實驗用不同部位的茄子汁，其步驟如下：

①取茄肉40g，加200ml的蒸餾水，放入果汁機中打碎

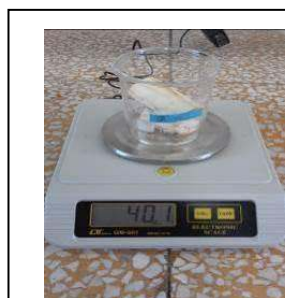
②以咖啡過濾器過濾，再以蒸餾水清洗濾渣，確定濾液為200ml

(2)重複以上步驟取得茄皮、茄皮和茄肉的汁液萃取

(3)以pH計測其是否為弱酸性，確保汁液符合間接碘滴定法的條件

(4)以間接碘滴定法測定三次(A.B.C)取平均值

2.實驗流程圖：



切成塊狀茄子，秤重 40 公克



加入 200ml 的蒸餾水，以果汁機打碎



過濾完，再以蒸餾水清洗濾渣



測 pH 值，確定為弱酸性

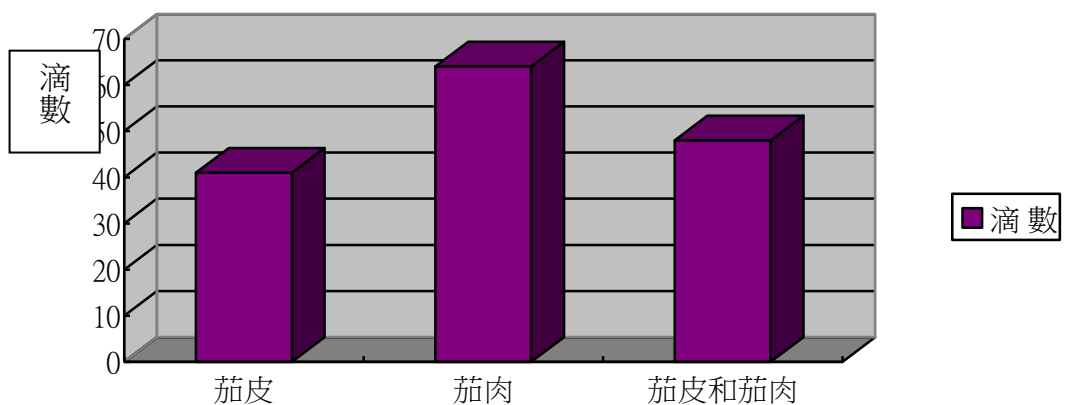


進行滴定，重複三次

3.實驗結果：

表二 茄子各部位汁液的滴定滴數

部位	滴數				顏色變化
	A	B	C	平均	實驗組---對照組
茄皮	41	41	40	41	
茄肉	64	62	65	64	
茄皮和茄肉	48	48	48	48	



圖二 茄子各部位滴數比較圖

4.實驗討論：

(1) 由圖二中我們發現，茄皮汁液只滴41滴就變色，茄肉汁液要滴64滴才變色，茄皮和茄

肉汁液則需要48滴，可見得茄皮是茄子能抗氧化的主要部位。

- (2) 茄子是紫色蔬果中抗氧化力最強的，其中又以茄皮是茄子主要含抗氧化能力成分最多的也就是花青素，所以我們吃茄子時要連同紫色的皮一起吃。

(五)研究3：加熱時間相同，比較不同加熱方式是否會影響紫色茄子的抗氧化力？

以上抗氧化現象的比較是在蔬果未經煮熟的過程中進行的，但在日常生活中我們不會生吃茄子，所以此實驗是探討茄子經過不同加熱方式後對抗氧化能力之影響，以作為我們烹煮方式的參考。在蒐集資料和討論過程中，我們知道食物加熱的方法有許多，常用於茄子加熱的方式有：煮、炸、烤、蒸四種，所以本實驗中就以這四種加熱方式來進行，時間都設定於10分鐘。

1.實驗步驟：

- (1)取塊狀的紫色茄子40g，放入鍋中煮10分鐘後，加200ml的蒸餾水，放入果汁機中打碎
- (2)以咖啡過濾器過濾，再以蒸餾水清洗濾渣，確定濾液為200ml
- (3)重複以上步驟取得炸、烤、蒸的紫色茄子汁液
- (4)以pH計測其是否為弱酸性，確保汁液符合間接碘滴定法的條件
- (5)以間接碘滴定法測定三次(A.B.C)取平均值

2.實驗流程圖：



切成塊狀紫色茄子，秤重 40 公克



加入 200ml 的蒸餾水，煮 10 分鐘



切成塊狀紫色茄子 蒸 10 分鐘



切成塊狀紫色茄子，烤 10 分鐘



切成塊狀紫色茄子，炸 10 分鐘



加入 200ml 的蒸餾水，以果汁機打碎



測 pH 值，確定為弱酸性



進行滴定，重複三次

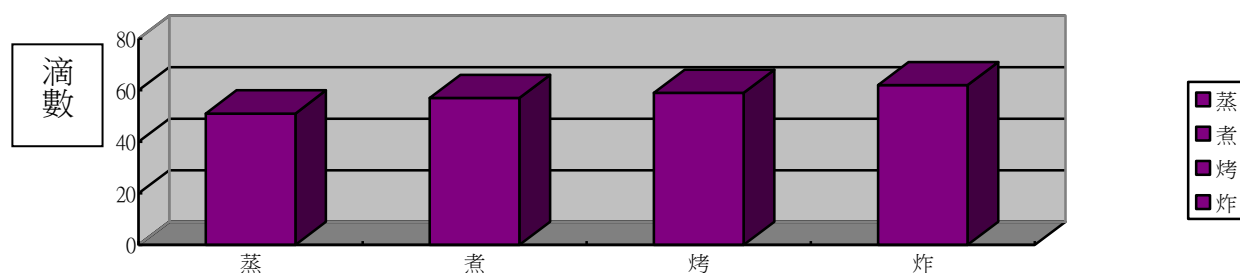
3.實驗結果：

表三 不同加熱方式下紫色茄子的滴定滴數

*控制變因：加熱時間(10 分鐘)

*操縱變因：加熱方式(蒸、煮、烤、炸)

加熱 方式	滴數				顏色變化
	A	B	C	平均	實驗組---對照組
煮	58	56	56	57	
炸	62	63	62	62	
蒸	51	50	52	51	
烤	60	58	58	59	



圖三 不同加熱方式的茄子滴數比較圖(溫度由高到低：炸>烤>煮>蒸)

4.實驗討論：

- (1) 從圖三中發現，蒸的茄子汁液只滴51滴就變色，煮的茄子汁液滴57滴變色，烤的茄子汁液則需要59滴，炸的茄子汁液則需要62滴才變色，所以蒸的方式對於茄子的抗氧化力影響最小，比起還沒有經過任何加熱方式時的茄子只增加3滴，可見得蒸的方式對於茄子來說是最佳方式。
- (2) 蒸的方式是茄子的最佳料理方式，所以我們建議吃茄子時不但要連皮一起吃，而且要吃蒸的茄子，最好不要吃炸的茄子。

(六)研究4：加熱方式相同，比較不同加熱時間是否影響紫色茄子抗氧化力？

經過上述的實驗，我們得知以蒸的方式料理茄子，其抗氧化能力最佳，但是煮的時間會不會影響茄子的抗氧化能力呢？所以本實驗煮的時間分別設定10分鐘、15分鐘、20分鐘、25分鐘、30分鐘、35分鐘、40分鐘來進行，比較不同加熱時間對茄子的抗氧化能力之影響。

1.實驗步驟：

- (1)取切成塊狀的紫色茄子40g，放入鍋中蒸10分鐘後，加200ml的水，放入果汁機中打碎
- (2)以咖啡過濾器過濾，再以蒸餾水清洗濾渣，確定濾液為200ml
- (3)以pH計測其是否為弱酸性，確保汁液符合間接碘滴定法的條件
- (4)以間接碘滴定法測定三次(A.B.C)取平均值
- (5)更改加熱時間分別為15分鐘、20分鐘、25分鐘、30分鐘、35分鐘、40分鐘，並重複以上步驟

2. 實驗流程圖：



3.實驗結果：

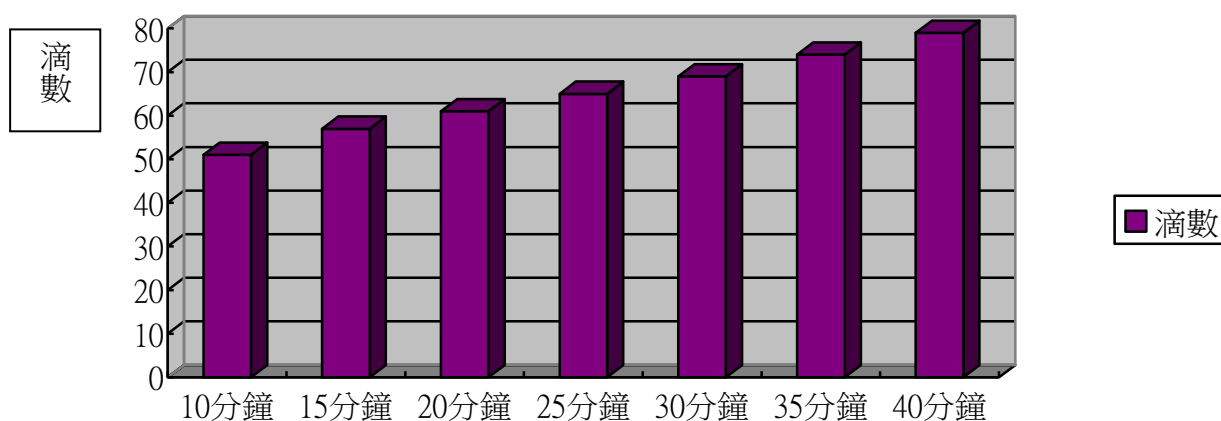
表四 不同加熱時間下紫色茄子的滴定滴數

*控制變因：加熱方式(蒸)

*操縱變因：加熱時間(10、15、20、25、30、35、40 分鐘)

分鐘	滴數				顏色變化
	A	B	C	平均	實驗組---對照組
10分鐘	51	50	52	51	
15分鐘	56	58	58	57	
20分鐘	60	62	62	61	
25分鐘	64	65	65	65	
30分鐘	70	68	68	69	

35分鐘	75	74	74	74	
40分鐘	78	80	80	79	



圖四 不同加熱時間的茄子滴數比較圖

4.實驗討論：

- (1) 從圖四中發現，加熱的時間愈短對於茄子的抗氧化力影響最小，加熱時間愈長，茄子的抗氧化力愈弱。
- (2) 加熱時間會影響茄子的抗氧化力，而且加熱時間愈長茄子的花青素愈會被破壞，所以我們在料理茄子時，盡量控制加熱時間在10分鐘，只要茄子熟了就不要再加熱，尤其，也不要吃不完放冰箱，下一餐再加熱再吃。

(七)研究5：加熱方式、時間相同條件下，比較不同的添加物對紫色茄子抗氧化力之影響？

此實驗是探討茄子料理時，加入不同的添加物會不會影響抗氧化能力？在蒐集資料和討論過程中，我們知道常用於添加茄子料理的有：鹽、糖、醬油、蒜、蔥、薑、酒，所以本實

驗中就以這七種調味料來進行，蒸茄子時間設定於10分鐘。

1.實驗步驟：

- (1)取塊狀的紫色茄子40g，加0.5公克的鹽，放入鍋中蒸10分鐘後再加200ml的蒸餾水，放入果汁機中打碎
- (2)以咖啡過濾器過濾，再以蒸餾水清洗濾渣，確定濾液為200ml
- (3)以pH計測其是否為弱酸性，確保汁液符合間接碘滴定法的條件
- (4)以間接碘滴定法測定三次(A.B.C)取平均值
- (5)更改不同的添加物，重複以上的步驟

2. 實驗流程圖：

 切成塊狀茄子，放入添加物0.5 公克	 放入鍋中蒸 10 分鐘	 加，以果汁機打碎並且過濾	 測 pH 值，確定為弱酸性	 進行滴定，重複三次
---	---	--	--	---

3.實驗結果：

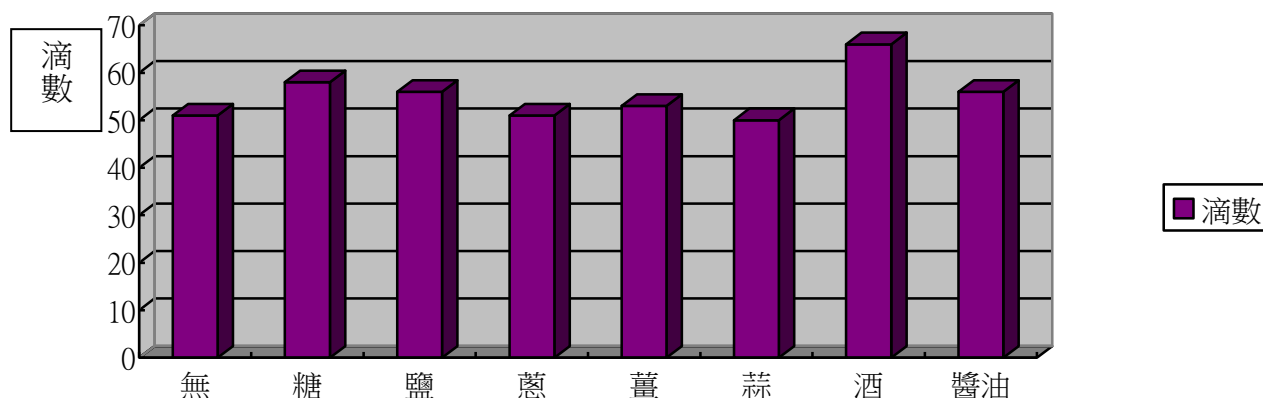
表五 加入不同添加物的紫色茄子滴定滴數

* 控制變因：加熱方式(蒸)、加熱時間(10 分鐘)

* 操縱變因：添加物(鹽、糖、醬油、蒜、蔥、薑、酒)

添加物	滴數				顏色變化
	A	B	C	平均	實驗組---對照組
糖	59	58	58	58	

鹽	56	55	56	56	
蔥	51	51	50	51	
薑	53	54	53	53	
蒜	48	50	50	50	
酒	67	65	66	66	
醬油	56	57	56	56	



圖五 加入不同調味料的茄子滴數比較圖

4.實驗討論：

- (1) 從圖五中我們發現，加入蒜的茄子汁液其抗氧化能力最強，因為蒜有硫化物，具有還原能力，所以蒜是料理茄子時的最佳添加物。
- (2) 添加物會影響茄子的抗氧化力，有的會增加茄子的抗氧化力，有的則會減少茄子的抗氧化力，其中蒜頭是最會增加茄子的抗氧化力，而酒則是這七種調味料中使茄子的抗氧化力減少最多的。也就是說，在料理茄子時，我們應該將茄子和蒜頭一起蒸熟吃，這樣吃最能提高茄子的抗氧化力。

(八)研究6：茄子具有避免維生素C受到氧化的功效嗎？

有一次，全家人到外面聚餐，其中有一道菜是茄子番茄煲，餐廳服務生說這道菜很營養的，一看到茄子我的眼睛為之一亮，令我好奇的是，為什麼茄子和番茄做出的料理很營養呢？我們和老師討論後知道，番茄是富含維生素C的蔬果，容易在加熱過程中流失，餐廳會將茄子和番茄一起料理，是什麼目的呢？我們決定研究看看。所以本實驗選擇6種富含維生素C的蔬菜：番茄、苦瓜、紅甜椒、青椒、花椰菜、菠菜來進行實驗，藉由實驗驗證茄子是維生素C的最佳搭檔。

1.實驗步驟：

(1)準備實驗用6種含維生素C的蔬菜汁液：

- ①取切成塊狀的番茄40g，放入鍋中蒸10分鐘後，加200ml的蒸餾水，放入果汁機中打碎
- ②以咖啡過濾器過濾，再以蒸餾水清洗濾渣，確定濾液為200ml

- (2)重複上述步驟，取得其他5種含維生素c的蔬菜汁液，
- (3)以pH計測其是否為弱酸性，確保汁液符合間接碘滴定法的條件
- (4)以間接碘滴定法測定三次(A.B.C)取平均值
- (5)實驗用6種含維生素C的蔬菜汁液加入煮熟的茄子汁液(濃度1:5)100ml，再以間接碘滴定法測定三次(A.B.C)取平均值。

2. 實驗流程圖：

 秤好 6 種含維生素 C 蔬果 40g	 放入鍋中蒸 10 分鐘	 加 200ml 的蒸餾水，以果汁機打碎	 倒入燒杯後準備過濾
 進行滴定，重複三次(沒有茄子汁液)	 準備好茄子汁液 測 pH 值	 維生素 C 蔬果汁液 加入茄子汁液	 進行滴定，重複三次(有茄子汁液)

3.實驗結果：

表六 6 種含維生素 c 的蔬菜(沒有茄子和有茄子)滴定滴數

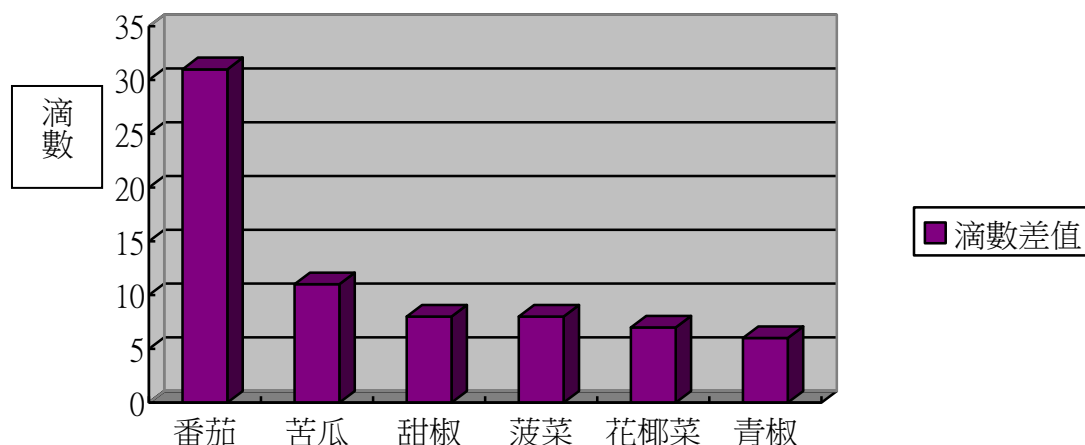
*控制變因：加熱方式(蒸)、加熱時間(10 分鐘)

*操縱變因：維生素 C 蔬果(番茄、苦瓜、紅甜椒、青椒、花椰菜、菠菜)

蔬菜	滴數				顏色變化
	A	B	C	平均	實驗組---對照組

番茄	101	100	101	101	
苦瓜	91	92	92	92	
甜椒	65	65	65	65	
青椒	70	68	69	69	
菠菜	68	68	68	68	
花椰菜	66	68	68	67	

番茄+ 茄子 汁液	69	70	70	70	
苦瓜+ 茄子 汁液	81	82	80	81	
甜椒+ 茄子 汁液	57	56	58	57	
青椒+ 茄子 汁液	63	63	63	63	
菠菜+ 茄子 汁液	60	62	60	60	
花椰菜+ 茄子 汁液	61	60	60	60	



圖六 6種含維生素c的蔬菜滴數差值比較圖

4.實驗討論：

- (1) 從圖六中發現，這6種含維生素C豐富的蔬菜，有加茄子汁液的情況下，都比沒有加茄子汁液的抗氧化力強，這顯示出茄子真的具有保護維生素C的功能，而其中又以番茄的差異最大，這表示出茄子對番茄的維生素C保護作用最好。
- (2) 所以在烹煮含維生素C的蔬菜中，通常會因為烹煮過程造成維生素c流失，如果在烹煮這些蔬菜的時候加入茄子一起烹煮的話，茄子會發揮保護維生素c的作用，其中又以番茄的效果最好，所以茄子和番茄可以說是最佳拍檔。

(九)研究7：茄皮汁液具有防止蘋果褐變的性質嗎？

我們知道茄子除了有抗氧化的能力之外，茄子還有保護維生素C避免氧化的能力，除此之外，我們還藉由實驗驗證茄皮汁液具有防止蘋果褐變的性質。

1.實驗步驟：

- (1)秤取20克茄皮，放入鍋中蒸10分鐘，加100ml的蒸餾水，放入果汁機中打碎
- (2)以咖啡過濾器過濾，再以蒸餾水清洗濾渣，確定濾液為100ml
- (3)將蘋果切開，一半蘋果塗茄皮汁液，另一半蘋果沒有
- (4)30分鐘、60分鐘、120分鐘後重複步驟(3)

2. 實驗流程圖：



3.實驗結果：

表七 蘋果切開面的顏色變化

分鐘	顏色變化
	塗茄皮汁液---沒有塗茄皮汁液
30分鐘	
60分鐘	
120分鐘	

4.實驗討論：

蘋果切開後，沒有浸泡茄皮汁液的蘋果，比有浸泡茄皮汁液的蘋果，顏色比較深，也就是產生褐變，而且時間越長，沒有浸泡茄皮汁液的蘋果的褐變情況愈嚴重，但是有浸泡茄皮汁液的蘋果變化不大，從實驗中我們驗證茄皮汁液有防止蘋果褐變的性質，所以如果我們有吃不完的蘋果，可以先浸泡在茄皮汁液裡面。

(十)研究8：如何自製手工茄皮洗手乳？

記得，有一次和媽媽分享做科展實驗的心得，媽媽說：既然茄皮很營養，你們可以試著做出茄皮產品，讓我們不但可以從吃的方式獲得營養，也可以從皮膚獲得茄皮的營養。媽媽的話讓我們靈機一動，學校的洗手台都放洗手乳，這些洗手乳都是市面上的產品，現在市面上的洗手乳大都添加化學藥劑，我們洗了之後，這些有害的物質都會從皮膚的毛細孔進入身體，如果我們能做出茄皮洗手乳，那麼全校師生都會受惠，於是我們決定動手試試製作手工茄皮洗手乳。首先，我們買了一本專門介紹如何手工製作液體皂的書，和老師一起研究後，我們決定先從製作皂糊開始練習，等皂糊製作成功後，接著再加入茄皮汁液，就完成手工茄皮洗手乳，最後利用問卷調查看看手工茄皮洗手乳的接受度如何。

1.實驗步驟：

(1)製作皂糊：

- ①加熱油脂：取椰子油250 g和橄欖油50 g，放入不銹鋼鍋中加熱到溫度80度
- ②製做鹼液：秤取氫氧化鉀76 g放入量杯中，將水230ml慢慢倒入充分攪拌至溶解
- ③混合攪拌：待以上兩者溫度到70~80度的時候，將油脂及鹼液混合攪拌40分鐘
- ④保溫皂糊：以上皂糊放入電鍋中保溫二天，讓其皂化再放到通風處兩週，就可以稀釋。

(2)製作手工茄皮洗手乳：

- ①準備茄皮汁液：秤取1 g、2 g、3 g、4 g、5 g的茄皮，分別放入鍋中蒸10分鐘後，加入100ml的蒸餾水過濾，放入果汁機中打碎，以咖啡過濾器過濾，再以蒸餾水清洗濾渣，確定濾液為100ml，配置成5種濃度的茄皮汁液
- ②稀釋皂糊：取皂糊50g，加入各含有1%、2%、3%、4%、5%的茄皮汁液50ml攪拌到皂糊溶解，配置成各種濃度的手工茄皮洗手乳。
- ③裝入罐子後就完成手工茄皮洗手乳

(3)檢測洗手乳性質：為了了解洗手乳的品質，我們進行以下幾項測試

- ①pH值：檢測洗手乳的酸鹼值，看其有否皂化完成
- ②起泡效果：寶特瓶內裝100 ml的水加入洗手乳5 ml，上下翻轉60次，測量起泡的高度
- ③試洗及問卷調查：學生到各班說明研究經過及實驗結果，並請本校五年級學生在科展說明後進行茄皮洗手乳的試洗結果調查。

2. 實驗流程圖：

(1)製作皂糊：



油脂放入不銹鋼鍋中加熱到 80 度



秤取氫氧化鉀，再倒入水充分攪拌



溫度 80 度時油脂及鹼液混合



油脂及鹼液開始攪拌



一直打到乳霜塊狀，再保溫二天

(2)製作手工茄皮洗手乳：



秤取 5 種重量的茄皮



加入蒸餾水，放入鍋中蒸 10 分鐘



皂糊加入茄皮汁液攪拌溶解



裝入罐子完成手工茄皮洗手乳



未裝罐洗手乳放隔天有蟑螂蒼蠅

(3)檢測洗手乳性質及問卷調查



檢測洗手乳的 pH 值



上下翻轉60次，測量起泡的高度



到各班說明科展研究過程及結果



各種濃度洗手乳進行試洗



問卷填寫

3.實驗結果：

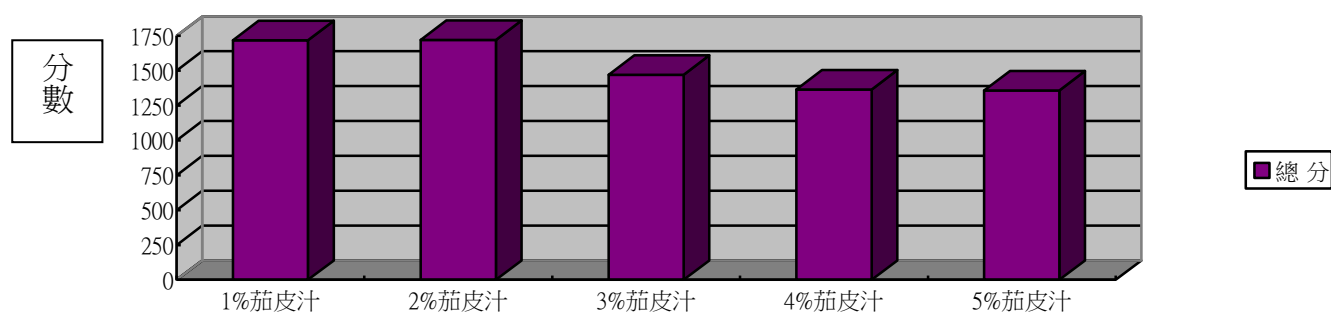
表八 不同濃度手工茄皮洗手乳的性質

濃度	1%茄皮汁	2%茄皮汁	3%茄皮汁	4%茄皮汁	5%茄皮汁
----	-------	-------	-------	-------	-------

相片					
起泡高度	 9公分	 10公分	 10公分	 11公分	 12公分
Ph值	7.4	7.2	7.3	7.3	7.2
試洗結果	1.氣味清香 2.泡沫細緻 3.洗後不會乾澀	1.氣味清香 2.泡沫多且細緻 3.洗後不會乾澀	1.氣味清香 2.泡沫多且細緻 3.洗後不會乾澀	1.氣味清香 2.泡沫多且細緻 3.洗後不會乾澀	1.氣味清香 2.泡沫多且細緻 3.洗後不會乾澀

表九 不同濃度手工茄皮洗手乳的問卷調查結果

	色澤漂亮(人)						氣味清香(人)						泡沫細緻(人)						
分數	1	2	3	4	5	分	1	2	3	4	5	分	1	2	3	4	5	分	總分
1%茄皮汁	0	3	12	54	75	633	5	12	54	46	27	510	2	10	40	47	49	575	1718
2%茄皮汁	1	5	10	44	84	637	6	20	39	49	30	509	1	8	34	49	52	575	1721
3%茄皮汁	28	37	44	22	13	387	4	17	51	43	29	508	1	9	31	51	52	576	1471
4%茄皮汁	46	41	46	10	1	311	5	19	50	42	28	501	3	11	40	42	48	553	1365
5%茄皮汁	48	56	33	7	0	287	4	24	48	39	31	507	1	10	41	39	53	565	1359



圖七 不同濃度手工茄皮洗手乳的總分比較圖

4.實驗討論：

- (1) 做茄皮洗手乳實驗時，剛開始試做時大家都怕怕的，因為老師說製做鹼液的氫氧化鉀是強鹼，碰到皮膚會被侵蝕，要我們小心這個實驗，實際上在溶解氫氧化鉀的時候並沒有像老師說的那樣恐怖，反而是在打成皂糊時，我們大家輪流打，打到手已經很酸疼了，還是無法像書中說的像麥芽糖一樣，於是我們想到用果汁機來打，沒想到已經出現像乳液的感覺，所以我們又再繼續打，終於打成皂糊了，手工製作真是不容易呀！
- (2) 從 pH 值檢測來看，5 種濃度茄皮洗手乳的 pH 值都在 7~8 之間，所以屬於中偏弱鹼性。
- (3) 從起泡高度結果來看，茄皮汁液的濃度越高，起泡的高度越高，我們猜測可能是因為茄皮汁液含有天然起泡劑的性質，所以才會有這樣的實驗結果。
- (4) 從試洗結果來看，大多數學生對於茄皮洗手乳都能接受，洗後的感覺大多是：聞起來有淡淡的清香，泡沫多且細緻，洗後不會乾澀。
- (5) 從問卷調查結果顯示：在色澤漂亮部分，以2%茄皮汁得分最高，氣味清香部分，以1%茄皮汁得分最高，泡沫細緻部分，以3%茄皮汁得分最高，綜合三者的總分，2%茄皮汁接受度最高，所以做手工茄皮洗手乳時，只需添加少量茄皮汁液即可。
- (6) 未裝罐的洗手乳放置隔天，我們發現蟑螂、蒼蠅居然死在裡面，我們猜想可能是茄皮洗手乳的氣味吸引牠們，或許茄皮洗手乳也有除蟲效果。

柒、研究結論

- 一、以碘滴定法來測量五種具有強抗氧化力的紫色蔬果汁，由實驗結果顯示：不管是第一天還是放置24小時後，紫茄子的抗氧化能力都是最佳的。以部位來說，茄皮抗氧化力最好，即使打成汁後放置24小時，仍可保有優異的抗氧化力。
- 二、任何具有抗氧化力的蔬果，在經過加熱後抗氧化力都有下降的趨勢，紫茄子也不例外，所以在加熱的過程中，我們選擇對紫茄子抗氧化力影響最小的方式---『蒸』來進行料理，因為這樣的方式使茄子中的抗氧化物質流失最少，我們才能攝取到較多的抗氧化物質。
- 三、紫茄子加熱10分鐘，它的抗氧化力變化不大，滴定數只比未加熱多了5%，但加熱15分鐘後，所需的滴定數比未加熱多了22%，所以加熱時間愈長，茄子中的抗氧化物質流

失愈多。

- 四、實驗中的七種添加物有六種會使紫茄子的抗氧化力下降，尤其是酒，可能會大量破壞紫茄子的抗氧化物質，對抗氧化力較不利，不適宜添加。只有一種添加物不但不會破壞紫茄子的抗氧化物質，反而增加紫茄子的抗氧化力，那就是蒜頭。
- 五、茄子還有其他化學性質，從實驗中我們知道，茄子保護維生素C的蔬果排名依序是，番茄> 苦瓜> 甜椒> 菠菜> 花椰菜> 青椒，有加茄子的番茄滴定數比未加茄子的少30%，番茄在加熱過程，它的維生素C會被破壞，但是番茄和茄子一起加熱，可以減少30%的維生素C在加熱過程中流失。茄皮汁液還能防止切開的蘋果產生褐變，因為有浸泡茄皮汁液的蘋果，茄子會發揮抗氧化的作用，自己先犧牲來保護蘋果。
- 六、以茄皮汁液來做手工洗手乳時，使用後的感覺：泡沫細緻、洗後不乾澀，花青素可以從毛細孔吸收，不但抗老還能抗菌，並且散發出淡淡清香。而且洗手乳中茄皮汁液的濃度越高，起泡的高度越高，我們不曉得這是什麼原因，所以這項實驗可以作為後續的研究發展。
- 七、綜合以上實驗：紫色茄子是非常好的抗氧化蔬菜，建議在調理時，用蒸的方式，時間控制在大約10分鐘，而且要加入番茄和蒜頭一起料理，才能攝取到最多的抗氧化物質。

捌、參考資料及其他

- 一、翁玉青，抗氧化的威力，沐康健康管理顧問有限公司，2011。
- 二、糖亞，在家做100%超抗菌清潔液體皂，蘋果屋出版社有限公司，2014。
- 三、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。
- 四、陳威翰，蘇煥鈞，周傳益，我是「地」一名—地瓜葉抗氧化力之探討，中華民國第50屆中小學科學展覽會參展作品集。
- 五、黃良賢，熱處理對水果抗氧化的影響，臺灣二〇〇四年國際科學展覽會參展作品集。
- 六、衛生福利部食品藥物管理署，www.fda.gov.tw。
- 七、蔬果彩虹579，www.canceraway.org.tw/579aday/page.asp?IDno=111。
- 八、紫茄子的營養價值及營養成分，www.meishichina.com/YuanLiao/ZiQieZi/useful。

【評語】 080203

本作品由茄子的抗氧化力研究，最後完成手工茄皮洗手乳，具有實用性，但蒸茄子宜用相同器材進行加熱，實驗結果才會更精確。