

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 化學科

第一名

080208

大家來找「茶」－茶抗氧化力之探討

學校名稱：桃園縣桃園市莊敬國民小學

作者： 小五 黃閔渝 小五 林欣理 小五 陳冠樺	指導老師： 王芸芾 陳筱佩
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：抗氧化力、茶、兒茶素

得獎感言

在「科展」中的成長

很高興能夠獲得全國中小學科學展覽會國小化學組的第一名。「第一名」對我們而言不只是名次而已，也代表著我們之前所做的努力被認可了，謝謝評審的肯定。從參加科展開始以來，到進軍全國的過程，因為老師的指導與家長的支持使得我們更有信心面對挑戰。

一開始在做實驗時，我們選了茶的抗氧化力為題，進行研究。做實驗的過程中，我們覺得很有趣，也學到了做實驗的方法，更學習了如何追根究底，探討問題的根源。在做實驗的過程中，我們也經歷了很多錯誤，有幾個實驗作了很多次，覺得很挫折，但我們沒有放棄，再次尋找資料、反覆實驗後，終於得到滿意的結果。

實驗滴定的過程中，原本我們會邊滴定邊聊天，或抱持著「隨便、差不多」的態度，結果導致實驗誤差非常大，使得實驗必須重做，從中我們學到了實驗要專心，實驗操作要精準，並且在實驗後檢討自己過程中的問題錯在哪裡。我們也學到了不管在實驗時或發表研究成果中，團隊的合作都非常重要，彼此也培養了很好的默契，像是在比賽過程中，如果隊友緊張忘詞，或無法回答，只要一個眼神，其他的人就會幫忙接話。這些過程中所學到的道理，是平時在課本裡我們所學習不到的，因此能夠得到參展的機會，就是一次豐富的經驗累積。



為了更瞭解茶的特性，而特地到位於龍潭的「福源茶廠」參觀。

在彰化參展的五天之旅中，我們也見識到其他縣市表現優良的代表隊，並從他們身上也學到不少。在科展之夜的「認識你真好」活動中，藉由遊戲的交流，我們也認識了許多好朋友，主辦單位安排了不少豐富的表演活動，讓我們在參展過程中，還可以紓解比賽緊張的心情，還有科學博覽會裡的 101 項科學闖關遊戲也讓我們印象深刻，許多有趣的科學遊戲裡就蘊含了科學原理與知識，也是一場科學知識的饗宴。

製作科展的過程是段漫長且辛苦的日子，這次雖然得到第一名，但我們會抱著謙虛的態度，在未來的日子裡，繼續努力不掉以輕心，第一名不是一個結束，而是我們學習科學路的開始。



在全國科展的第一次評審結束後，終於鬆了一口氣。



評審前把握最後時間的演練。

摘 要

大家都說，茶可以讓我們減緩老化，還可以抗癌，為什麼茶有這麼好的功效呢？所以我們決定研究茶的抗氧化力。

本實驗主要以市售瓶裝飲料、茶包、3種茶葉，利用碘直接滴定法測量其抗氧化力。接著以茶的沖泡時間、沖泡水溫、濃度、放置天數、添加物等，探討茶的抗氧化能力。

研究結果顯示，茶類飲料普遍均有好的抗氧化力；沖泡時間愈久，茶的抗氧化力皆變得較好；茶葉以高溫沖泡的抗氧化力較佳；茶葉的濃度越高的時候，其抗氧化力也跟著提高；茶水放置的時間越久，抗氧化力有稍微變差的趨勢，但變化不大；在茶中添加物質，大部分沒有辦法增加茶抗氧化力。

因此茶的確是抗氧化力高的飲料，想泡出一杯具有抗氧化力的茶，可選用綠茶，以高溫熱水沖泡，現泡現喝，可以喝得最健康。

壹、研究動機

「喝好茶，抗氧化！」電視廣告上，常常看到明星們在宣傳茶的抗氧化效果。爺爺愛泡茶葉茶，媽媽愛喝水果茶，我喜歡冰冰涼涼的罐裝茶，如果邊喝自己喜歡的飲料，還可以讓身體健康，真是一舉數得。

在自然五下「防鏽與食物保存」的單元中，有提到氧化的概念，什麼是氧化？為什麼要抗氧化？茶裡面又含有什麼成分可以抗氧化呢？於是我們這一組在與老師討論後，研究了茶飲的抗氧化效果，希望能找出最健康的喝茶方式。

貳、研究目的

- 一、 探討市售瓶裝飲料抗氧化力的比較。
- 二、 探討市售茶包抗氧化力的比較。
- 三、 探討茶葉沖泡時間長短對於茶的抗氧化力之影響。
- 四、 探討沖泡水溫對於茶的抗氧化力之影響。
- 五、 探討茶的濃度對於茶的抗氧化力之影響。
- 六、 探討茶水放置的天數對於茶的抗氧化力之影響。
- 七、 (一) 探討在茶中添加物質對於茶的抗氧化力之影響。
(二) 探討在茶中添加維他命C的抗氧化力之影響。
(三) 探討添加物的抗氧化力。

參、研究設備及器材

- 一、 實驗材料：
 - (一) 市售瓶裝飲料 11 種：純喫茶綠茶、純喫茶紅茶、優鮮沛蔓越莓汁、波蜜紫色蔬果汁、波蜜果菜汁、茶裏王白毫烏龍茶、茶裏王無糖綠茶、舒跑運動飲料、寶礦力水得、C.C.Lemon、雪碧。
 - (二) 茶包 8 種：T 世家鮮綠茶、爭鮮清茶、天仁茗茶茉莉綠茶、天仁茗茶香片、TWININGS 伯爵茶、天仁茗茶菊花普洱茶、T 世家高山烏龍茶、天仁茗茶烏龍茶。
 - (三) 茶葉 3 種：碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶。
 - (四) 水果 3 種：香吉士、檸檬、葡萄。
 - (五) 其他：維他命 C 錠、牛奶、蜂蜜。
- 二、 實驗藥品與器材：澱粉、濾網、碘液、酒精燈、三腳架、石綿芯網、溫度計、燒杯、量筒、玻棒、滴管、電子秤、pH 計、紗布、蒸餾水、保溫瓶、瓦斯爐、鍋子。

表一 實驗材料

							
純喫茶 綠茶	純喫茶 紅茶	優鮮沛蔓 越莓汁	波蜜紫色 蔬果汁	寶礦力水 得	茶裏王白 毫烏龍茶	茶裏王無 糖綠茶	舒跑運動 飲料
							
波蜜果 菜汁	C.C.Lemon	阿薩姆紅 茶	T 世家鮮 綠茶	碧螺春綠 茶	天仁茗茶 茉莉綠茶	天仁茗茶 香片	天仁茗茶 烏龍茶
							
爭鮮清茶	阿里山茶	雪碧	香吉士	檸檬	葡萄	牛奶	蜂蜜
							
天仁茗 茶菊花 普洱茶	T 世家 高山烏 龍茶	TWININGS 伯爵茶	維他命 C 錠				

表二 實驗藥品與器材

								
澱粉	濾網	碘液	酒精燈	三腳架	石綿芯網	溫度計	燒杯	量筒
								
玻棒	滴管	電子秤	pH 計	紗布	蒸餾水	保溫瓶	瓦斯爐	鍋子

肆、研究方法及過程

討論一：氧化與抗氧化

- (一) 人體無時無刻都需要能量，能量的來源有賴細胞與氧氣進行燃燒作用，但燃燒需要付出的代價就是產生非常不穩定的「自由基」。人體內活潑的自由基，有很強的氧化力，也就是搶奪其他物質電子的特性，使得其他物質變得不穩定，而使人體細胞遭到破壞。人們的老化和癌症，可能就是從這個時候開始的。
- (二) 要對抗自由基，有賴於人體自行產生的抗氧化酶或從食物中攝取抗氧化劑，來消除體內過多的自由基，使其穩定，達到保護細胞的目的。
- (三) 抗氧化成分有哪些？大致上可以分為以下幾種：
 1. 維他命：維他命C、維他命E、 β 胡蘿蔔素…等。
 2. 礦物質：銅、鋅、鐵…等。
 3. 營養素：茄紅素、生物類黃酮、茶單寧(兒茶素)、花青素…等。

討論二：茶的成分探討

茶的成分有胺基酸、茶單寧、維他命C、咖啡因、葉綠素等，這些成分各自對人體保健都有很大的幫助。其中茶單寧含有的兒茶素，具有良好的抗氧化能力，同時也可以降低血中膽固醇，是好處良多的一種成分。

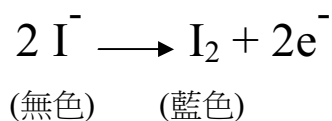
討論三：茶的發酵：

- (一) 未發酵茶：茶葉採摘後，馬上蒸、搓、烘乾，葉片會因沒有發酵而保持原有的綠色。如：綠茶。
- (二) 半發酵茶：茶葉經短時間枯萎後發酵，再蒸、搓、烘乾，因此部分營養成分已被破壞。如：烏龍茶。
- (三) 全發酵茶：茶葉採摘後，微乾皺縮，強烈搓揉，然後發酵，因此營養成分大量減少，且咖啡因增加。如：紅茶。

討論四：碘直接滴定法

利用碘分子與抗氧化劑反應，被還原成碘離子的特性，測試抗氧化劑的效果。碘分子與抗氧化劑反應，會被還原成碘離子，此時是無色的。而當抗氧化劑已反應完全，過量的碘分子無法再還原成碘離子時，就會是碘分子與澱粉指示劑反應下所呈現的藍色。

以澱粉為指示劑



討論五：澱粉指示劑的配置

- (一) 取4克的澱粉加入200毫升的蒸餾水，於酒精燈上加熱至沸騰。
- (二) 將澱粉指示劑放於室溫下冷卻備用。

一、實驗一：市售瓶裝飲料抗氧化力之探討

市面上所販售的瓶裝飲料琳琅滿目，也有不少宣稱有抗氧化功能的瓶裝飲料，哪些瓶裝飲料有抗氧化力，哪些沒有呢？於是利用實驗一，探討市售瓶裝飲料的抗氧化力。

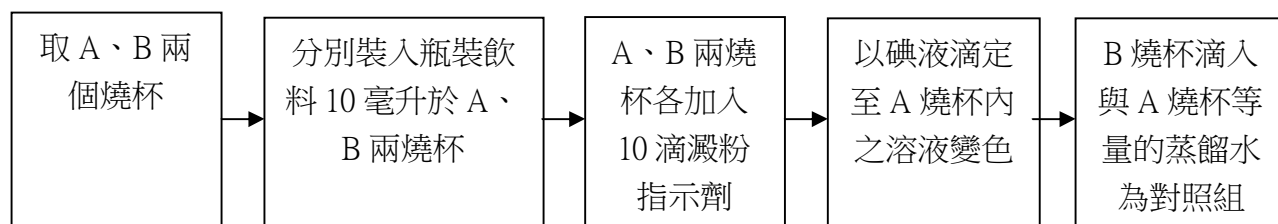
決定十一種常見市售瓶裝飲料，比較其抗氧化力的效果。

- (一) 茶類：純喫茶綠茶、純喫茶紅茶、茶裏王白毫烏龍茶、茶裏王無糖綠茶
- 果汁類：優鮮沛蔓越莓汁、波蜜果菜汁、波蜜紫色蔬果汁
- 運動飲料類：舒跑運動飲料、寶礦力水得
- 氣泡飲料類：C.C Lemon、雪碧汽水

(二) 取 A、B 兩個燒杯，各裝入瓶裝飲料 10 毫升，並加入 10 滴澱粉指示劑。

(三) 以碘液滴定 A 燒杯內之溶液，B 燒杯內滴入與碘液等量的蒸餾水做為對照組。滴定至 A 燒杯內之溶液變為藍色即為滴定終點。

流程圖：



二、實驗二：市售茶包抗氧化力之探討

市售茶包是大家方便泡茶的選擇，它所沖泡出來的茶，是否也有抗氧化力？於是利用實驗二，探討市售茶包的抗氧化力。

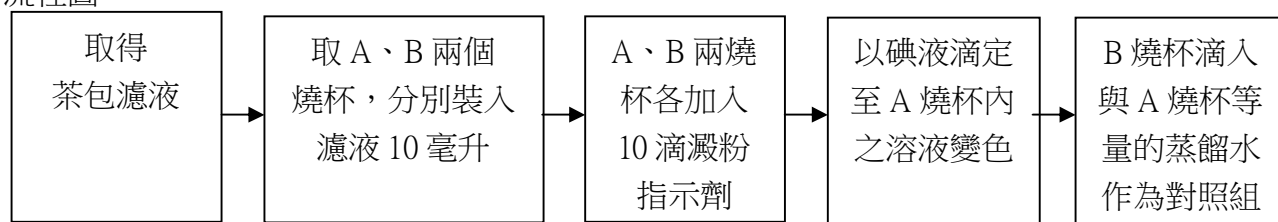
(一) 決定八種常見市售茶包，包括：(A)T 世家鮮綠茶、(B)爭鮮清茶、(C)天仁茗茶茉莉綠茶、(D)天仁茗茶香片、(E)TWININGS 伯爵茶、(F)天仁茗茶菊花普洱茶、(G)T 世家高山烏龍茶、(H)天仁茗茶烏龍茶，比較其抗氧化力的效果。

(二) 分別取 A~H 茶包(茶包重量均為 2 克)，加入 150 毫升 100°C 蒸餾水，加蓋，5 分鐘後過濾，取得濾液。

(三) 取 A、B 兩個燒杯，各裝入茶包濾液 10 毫升，並加入 10 滴澱粉指示劑。

(四) 以碘液滴定 A 燒杯內之溶液，B 燒杯內加入等量的蒸餾水做為對照組。滴定至 A 燒杯內之溶液變為藍色即為滴定終點。

流程圖：

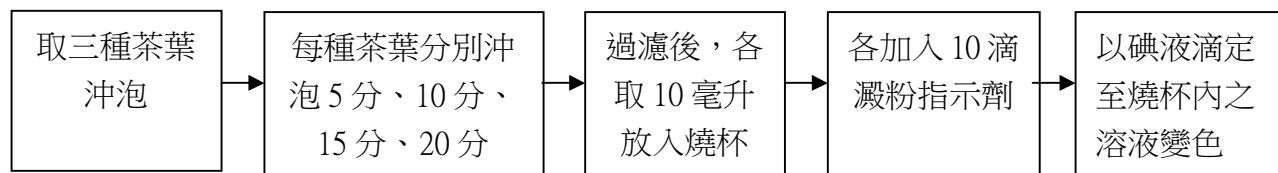


三、實驗三：沖泡時間對於茶的抗氧化力影響之探討

茶葉在沖泡時間長短的不同下，抗氧化力會有甚麼樣的差別？以實驗三來探討沖泡時間長短對於茶抗氧化力的影響。

- (一)決定三種茶葉，包括：碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶。
- (二)分別取碧螺春綠茶茶葉 5 克，放入 A1、A2、A3、A4 四個燒杯中，並加入 150 毫升 100°C 蒸餾水，加蓋，A1 燒杯 5 分鐘後過濾，A2 燒杯 10 分鐘後過濾，A3 燒杯 15 分鐘後過濾，A4 燒杯 20 分鐘後過濾，分別取得濾液，放置冷卻。
- (三)分別取阿里山茶茶葉 5 克，放入 B1、B2、B3、B4 四個燒杯中，並加入 150 毫升 100°C 蒸餾水，加蓋，B1 燒杯 5 分鐘後過濾，B2 燒杯 10 分鐘後過濾，B3 燒杯 15 分鐘後過濾，B4 燒杯 20 分鐘後過濾，放置冷卻。
- (四)分別取阿薩姆紅茶茶葉 5 克，放入 C1、C2、C3、C4 四個燒杯中，並加入 150 毫升 100°C 蒸餾水，加蓋，C1 燒杯 5 分鐘後過濾，C2 燒杯 10 分鐘後過濾，C3 燒杯 15 分鐘後過濾，C4 燒杯 20 分鐘後過濾，放置冷卻。
- (五)各取 10 毫升濾液，分別加入 10 滴澱粉指示劑。
- (六)以碘液滴定溶液，至溶液變為藍色即為滴定終點。

流程圖：

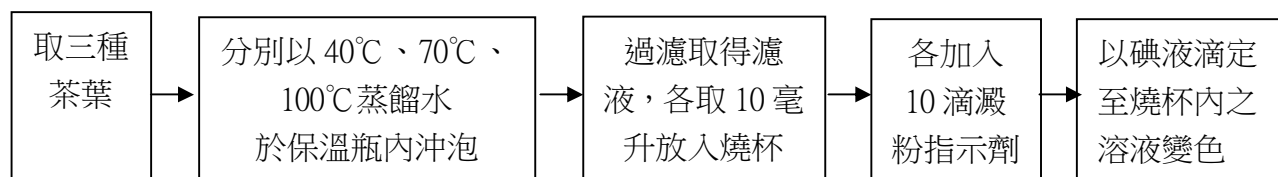


四、實驗四：沖泡水溫對於茶的抗氧化力影響之探討

以不同水溫的水沖泡茶葉，抗氧化力會有甚麼樣的差別？以實驗四來探討沖泡水溫對於茶抗氧化力的影響。

- (一)決定三種茶葉，包括：碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶。
- (二)分別取碧螺春綠茶茶葉 5 克，放入 A1、A2、A3 三個保溫瓶中，以 150 毫升 40°C 蒸餾水、150 毫升 70°C 蒸餾水、150 毫升 100°C 蒸餾水沖泡，5 分鐘後過濾，取得濾液。
- (三)分別取阿里山茶茶葉 5 克，放入 B1、B2、B3 三個保溫瓶中，以 150 毫升 40°C 蒸餾水、150 毫升 70°C 蒸餾水、150 毫升 100°C 蒸餾水沖泡，5 分鐘後過濾，取得濾液。
- (四)分別取阿薩姆紅茶茶葉 5 克，放入 C1、C2、C3 三個保溫瓶中，以 150 毫升 40°C 蒸餾水、150 毫升 70°C 蒸餾水、150 毫升 100°C 蒸餾水沖泡，5 分鐘後過濾，取得濾液。
- (五)取 10 毫升濾液，分別加入 10 滴澱粉指示劑。
- (六)以碘液滴定溶液，至溶液變為藍色即為滴定終點。

流程圖：



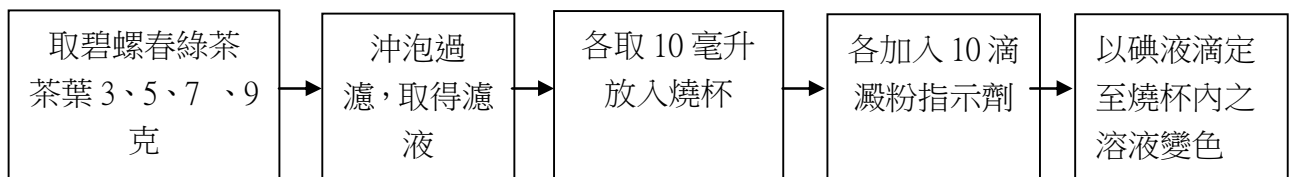
五、實驗五：茶的濃度對於茶的抗氧化力影響之探討

所放茶葉的多少，抗氧化力會有甚麼樣的差別？以實驗五來探討茶的濃度對於茶抗氧化力的影響。

在實驗三中，碧螺春綠茶有較好的抗氧化力，所以在此決定以碧螺春綠茶來做實驗。

- (一)分別取碧螺春綠茶茶葉 3 克、5 克、7 克、9 克，放入 A1、A2、A3、A4 四個燒杯中，以 150 毫升 100°C 蒸餾水沖泡，加蓋，5 分鐘後過濾，取得濾液。
- (二)取 10 毫升濾液，分別加入 10 滴澱粉指示劑。
- (三)以碘液滴定溶液，至溶液變為藍色即為滴定終點。

流程圖：

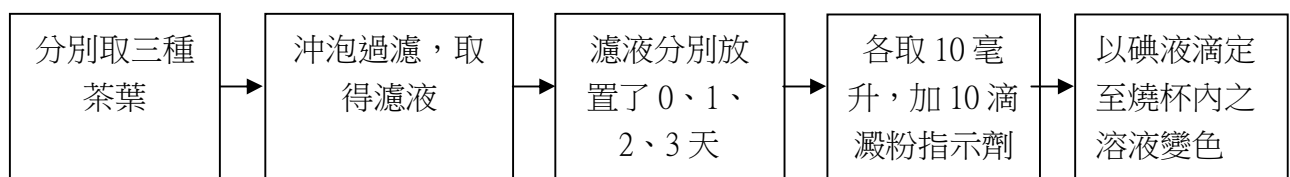


六、實驗六：茶水放置天數對於茶的抗氧化力影響之探討

常常聽說不要喝隔夜茶，泡好的茶多放置幾天之後，抗氧化力會有甚麼樣的變化？以實驗六來探討放置天數對於茶的抗氧化力的影響。

- (一)分別取碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶茶葉 5 克，放入 A、B、C 三個燒杯中，並加入 150 毫升 100°C 蒸餾水，加蓋，5 分鐘後過濾。
- (二)各取 10 毫升，分別加入 10 滴澱粉指示劑，以碘液滴定溶液，至溶液變為藍色即為滴定終點。
- (三)放置 1 天後，重複步驟(二)。
- (四)放置 2 天後，重複步驟(二)。
- (五)放置 3 天後，重複步驟(二)。

流程圖：

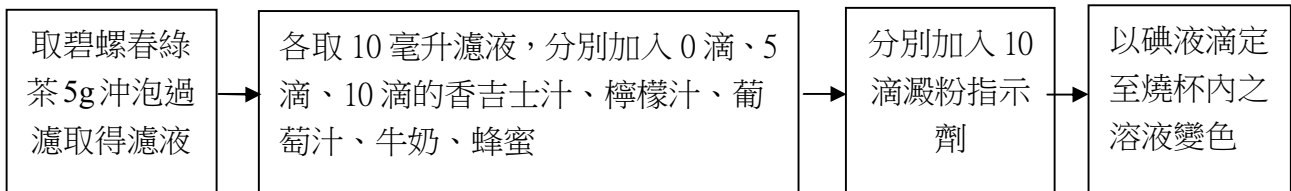


七、實驗七之一：在茶中添加物質對於茶的抗氧化力影響之探討

檸檬茶、奶茶、蜂蜜茶、水果茶都是常常聽到的加料茶。添加了這些成分後，抗氧化力會有甚麼樣的變化？以實驗七之一來探討添加成分對於茶的抗氧化力的影響。

- (一) 搾取新鮮香吉士汁、檸檬汁、葡萄汁備用。
- (二) 取碧螺春綠茶茶葉 5 克，加入 150 毫升 100°C 蒸餾水，加蓋，5 分鐘後過濾，取得濾液，放置冷卻。
- (三) 各取 10 毫升濾液，分別放入 A1~E1 五個燒杯中，不加入添加物（0 滴）。
- (四) 各取 10 毫升濾液，放入 A2~E2 五個燒杯，分別加入 5 滴的香吉士汁、檸檬汁、葡萄汁、牛奶與蜂蜜。
- (五) 各取 10 毫升濾液，放入 A3~E3 五個燒杯，分別加入 10 滴的香吉士汁、檸檬汁、葡萄汁、牛奶與蜂蜜。
- (六) 分別加入 10 滴澱粉指示劑。
- (七) 以碘液滴定，至溶液變為藍色即為滴定終點。

流程圖：

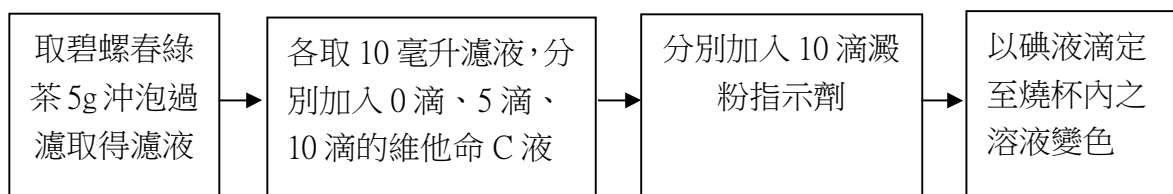


八、實驗七之二：探討在茶中添加維他命 C 的抗氧化力之探討

檸檬是富含維他命 C 的水果，本應有較佳的抗氧化力，但我們從實驗七之一發現茶中添加檸檬汁後的抗氧化力，並沒有提升，反而減少。因此我們設計了實驗七之二來探討維他命 C 的抗氧化力。

- (一) 取碧螺春綠茶茶葉 5 克，加入 150 毫升 100°C 蒸餾水，加蓋，5 分鐘後過濾，取得濾液，放置冷卻。
- (二) 製作維他命 C 液：取一錠維他命 C 錠，加入 200 毫升蒸餾水。
- (三) 取 10 毫升碧螺春綠茶，放入 A 燒杯，不加維他命 C 液（0 滴）。
- (四) 取 10 毫升碧螺春綠茶，放入 B 燒杯，加入 5 滴的維他命 C 液。
- (五) 取 10 毫升碧螺春綠茶，放入 C 燒杯，加入 10 滴的維他命 C 液。
- (六) 分別加入 10 滴澱粉指示劑。
- (七) 以碘液滴定至溶液變為藍色即為滴定終點。

流程圖：



九、實驗七之三：添加物的抗氧化力之探討

根據實驗七之一，加入檸檬、香吉士的抗氧化力皆變差，這些添加物質本身是否有抗氧化力呢？茶與添加物質的抗氧化力又是否可以相加？

於是，我們設計了實驗七之三：

(一) 實驗假設：茶(A)的抗氧化力與添加物質(B)的抗氧化力，相加之後即為茶中加入添加物質(C)後的抗氧化力。即 $A+B=C$

(二) 已知：

1. 蒸餾水中無抗氧化成分，因此在蒸餾水中加入添加物的抗氧化力，即為添加物本身的抗氧化力。

2. 根據實驗七之一實驗結果，可以得到碧螺春綠茶 10 毫升的抗氧化力平均為 34 滴

(三) 將碧螺春綠茶 10 毫升的抗氧化力與實驗七之三添加物本身的抗氧化力相加，再與實驗七之一的結果比較，即可知道抗氧化力是否有 $A+B=C$ 的關係。

實驗流程：

(一) 分別取 10 毫升香吉士原汁、檸檬原汁、葡萄原汁、維他命 C 液、牛奶與蜂蜜放入 A1~F1 六個燒杯中，不加入蒸餾水。

(二) 分別取 10 毫升蒸餾水，放入 A2~F2 六個燒杯，不加添加物 (0 滴)。

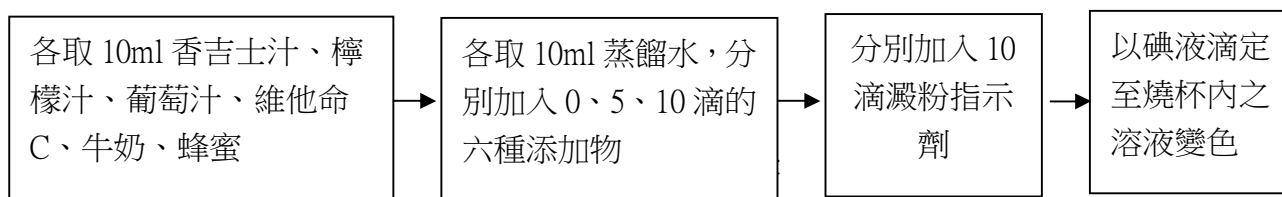
(三) 各取 10 毫升蒸餾水，放入 A3~F3 六個燒杯，分別加入 5 滴的香吉士汁、檸檬汁、葡萄汁、維他命 C 液、牛奶與蜂蜜。

(四) 各取 10 毫升蒸餾水，放入 A4~F4 六個燒杯，分別加入 10 滴的香吉士汁、檸檬汁、葡萄汁、維他命 C 液、牛奶與蜂蜜。

(五) 分別加入 10 滴澱粉指示劑。

(六) 以碘液滴定至溶液變為藍色即為滴定終點。

流程圖：



伍、研究結果

一、實驗一：市售瓶裝飲料抗氧化力之探討

表三 市售瓶裝飲料抗氧化力的比較表

飲料名稱	pH 值	碘液滴數				滴定前 (A 實驗組-B 對照組)		滴定後 (A 實驗組-B 對照組)	
		甲組	乙組	丙組	平均		顏色為		顏色為
1. 純喫茶綠茶	6.8	24	21	22	22		顏色為 透明黃色		滴定後為 深藍色
2. 純喫茶紅茶	6.0	14	13	15	14		顏色為 透明橙色		滴定後為 灰藍色
3. 優鮮沛蔓越莓汁	2.9	31	32	31	31		顏色為 透明紅色		滴定後為 深藍色
4. 波蜜紫色蔬果汁	4.0	7	7	7	7		顏色為 暗紅色		滴定後為 深紫色
5. 波蜜果菜汁	4.3	2	2	2	2		顏色為 橘色		滴定後為 藍黑色
6. 茶裏王白毫烏龍茶	6.4	17	17	18	17		顏色為 褐色		滴定後為 暗藍色
7. 茶裏王無糖綠茶	6.8	26	25	26	26		顏色為 黃色		滴定後為 深藍色
8. 舒跑	3.6	17	19	17	18		顏色為 透明無色		滴定後為 藍紫色
9. 寶礦力水得	3.4	1	2	2	2		顏色為 透明無色		滴定後為 藍紫色
10. C.C. Lemon	3.0	25	15	23	21		顏色為 透明淺黃色		滴定後為 深藍色
11. 雪碧	3.2	3	2	2	2		顏色為 透明無色		滴定後為 藍紫色

實驗結果：

- (一)茶類的pH值在6-7之間，偏中性，而蔬果汁、汽水與運動飲料的pH值約在3-4之間，屬於偏酸性的飲料。
- (二)果汁類除了蔓越莓汁(31滴)有較好的抗氧化力之外，其餘蔬果汁(小於7滴)的抗氧化力皆差。
- (三)茶類飲料中，普遍都有不錯的抗氧化力，約20滴左右。
- (四) C.C.Lemon也有不錯的抗氧化力(21滴)。
- (五)舒跑也測得不錯的抗氧化力(18滴)。
- (六)滴定前的飲料多為透明淺色，加入碘液滴定後的顏色大部分呈現深藍色。

二、實驗二：市售茶包抗氧化力之探討

表四 市售茶包抗氧化力的比較表










茶包名稱	pH 值	碘液滴數				滴定前 (A 實驗組-B 對照組)		滴定後 (A 實驗組-B 對照組)	
		甲組	乙組	丙組	平均		顏色為		滴定後為
1. T 世家鮮綠茶	6.6	20	20	21	20		顏色為 透明淺黃色		滴定後為 深藍色
2. 爭鮮清茶	6.3	22	23	23	23		顏色為 透明黃色		滴定後為 深藍色
3. 天仁茗茶 茉莉綠茶	6.4	23	25	26	25		顏色為 透明黃色		滴定後為 深藍色
4. 天仁茗茶 香片	6.4	23	24	25	24		顏色為 透明黃色		滴定後為 深藍色
5. TWININGS 伯爵茶	6.0	14	15	16	15		顏色為 透明褐色		滴定後為 藍黑色
6. 天仁茗茶 菊花普洱茶	6.5	15	16	15	15		顏色為 透明深褐色		滴定後為 藍黑色
7. T 世家高 山烏龍茶	6.4	22	24	22	23		顏色為 褐色		滴定後為 藍黑色
8. 天仁茗茶 烏龍茶	6.2	24	27	26	26		顏色為 透明黃色		滴定後為 藍黑色

實驗結果：

- (一)我們選擇了8種茶包沖泡，溶液顏色為透明淺黃色或褐色，其pH值都在6-7之間，接近中性。
- (二)觀察以上8種茶包的抗氧化力情形，天仁茗茶烏龍茶、天仁茗茶茉莉綠茶有最好的抗氧化力(25滴以上)。
- (三)天仁茗茶香片、爭鮮清茶、T世家鮮綠茶、T世家高山烏龍茶的茶包的抗氧化力(20-24滴)次好。
- (四) TWININGS伯爵茶、天仁茗茶菊花普洱茶的抗氧化力則較差，碘液滴數在20滴以下。

三、實驗三：沖泡時間對於茶的抗氧化力影響之探討

表五 沖泡時間對於茶的抗氧化力影響比較表










茶葉名稱	浸泡時間	pH值	碘液滴數				滴定前與滴定後的顏色改變 (由左至右分別為浸泡 5、10、15、20 分鐘)
			甲組	乙組	丙組	平均	
1. 碧螺春綠茶	(A1) 5 分鐘	6.2	35	29	33	32	 滴定前 (沖泡時間越長茶水顏色越深)
	(A2) 10 分鐘	6.1	39	33	38	37	 滴定中 (左邊燒杯顏色變化大)
	(A3) 15 分鐘	6.1	40	37	41	39	 滴定後 (深藍色)
	(A4) 20 分鐘	6.1	45	41	47	44	
2. 阿里山茶	(B1) 5 分鐘	6.0	19	17	19	18	 滴定前 (沖泡時間越長茶水顏色越深)
	(B2) 10 分鐘	5.9	20	19	22	20	 滴定中 (左邊燒杯顏色變化大)
	(B3) 15 分鐘	5.9	21	22	24	22	 滴定後 (深藍色)
	(B4) 20 分鐘	5.9	24	22	25	24	
3. 阿薩姆紅茶	(C1) 5 分鐘	5.0	24	21	25	23	 滴定前 (沖泡時間越長茶水顏色越深)
	(C2) 10 分鐘	5.0	25	22	26	24	 滴定中 (左邊燒杯顏色變化大)
	(C3) 15 分鐘	4.9	26	23	26	25	 滴定後 (顏色呈濁褐色)
	(C4) 20 分鐘	4.9	28	24	27	26	

實驗結果：

- (一) 三種茶葉皆隨著浸泡的時間增加，茶的顏色略深，pH值的範圍雖然有稍微變酸，不過改變不大。
- (二) 結果顯示3種茶的碘液滴數在20分鐘時最多，碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶隨著浸泡時間越久，抗氧化力會變得較好。

四、實驗四：沖泡水溫對於茶的抗氧化力影響之探討

表六 沖泡水溫對於茶的抗氧化力影響的比較表




茶葉名稱	溫度	pH 值	碘液滴數				滴定前與滴定後的顏色改變 (由左至右分別為低溫、常溫、高溫)
			甲組	乙組	丙組	平均	
1. 碧螺春綠茶	(A1) 低溫 40度	6.2	15	15	21	17	 滴定前 (越高溫茶水顏色越深)
	(A2) 中溫 70度	6.0	26	25	30	27	 滴定中 (左邊的茶水顏色變化大)
	(A3) 高溫 100度	5.9	41	40	41	41	 滴定後 (深藍色)
2. 阿里山茶	(B1) 低溫 40度	6.2	10	12	6	9	 滴定前 (越高溫茶水顏色越深)
	(B2) 中溫 70度	5.8	16	19	12	16	 滴定中 (左邊的茶水顏色變化大)
	(B3) 高溫 100度	5.6	21	24	20	22	 滴定後 (藍色)
3. 阿薩姆紅茶	(C1) 低溫 40度	5.0	11	10	11	11	 滴定前 (越高溫茶水顏色越深)
	(C2) 中溫 70度	4.8	22	16	20	19	 滴定中 (左邊燒杯顏色變化大)
	(C3) 高溫 100度	4.6	25	21	22	23	 滴定後 (濁褐色)

實驗結果：

- (一) 碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶皆以40度的水溫沖泡時的顏色最淺，以越高溫的水溫沖泡顏色越深。沖泡水溫越高，pH值越低。
- (二) 碘液滴數皆在高溫100度時最多，顯示越高溫的水溫沖泡的茶，其抗氧化力較佳。

五、實驗五：茶的濃度對於茶的抗氧化力影響之探討

表七 茶的濃度對於茶的抗氧化力影響的比較表













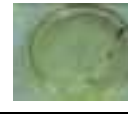











茶葉名稱	茶葉克數	pH 值	碘液滴數				滴定前與滴定後的顏色改變 (由左至右分別為 3 克、5 克、7 克、9 克)
			甲組	乙組	丙組	平均	
碧螺春綠茶	(A) 3 克	6.0	29	31	28	29	 滴定前(濃度越高 茶水顏色越深)
	(B) 5 克	6.0	48	47	46	47	 滴定中(右邊燒杯 顏色變化小)
	(C) 7 克	5.9	57	51	50	53	 滴定後(深藍色)
	(D) 9 克	5.9	77	67	68	71	

實驗結果：

- (一)發現碧螺春綠茶隨著濃度的增加，pH值有稍微降低，但差異性不大。
- (二)茶葉的克數增加，茶水的濃度變高，滴定終點的碘液滴數增加，代表濃度越高的時候，茶葉的抗氧化力也跟著提高。

六、實驗六：茶水放置天數對於茶的抗氧化力影響之探討

表八 茶水放置天數對於茶的抗氧化力影響的比較表












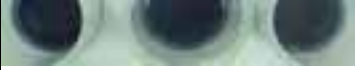
茶葉名稱	放置天數	pH 值	碘液滴數				滴定前與滴定後的顏色改變 (由左至右分別為滴定前、滴定後)		
			甲組	乙組	丙組	平均			
1. 碧螺春綠茶	(A1) 當天	6.1	37	39	34	37			* 茶水顏色為透明黃綠色，隨著放置天數增加，顏色漸漸變深。 * 滴定前杯底有藍色十字，滴定至藍色蓋住十字為終點。
	(A2) 1天	6.1	36	38	34	36			
	(A3) 2天	6.0	34	36	31	34			
	(A4) 3天	6.0	34	35	31	33			
2. 阿里山茶	(B1) 當天	5.9	20	22	18	20			* 茶水顏色為透明碧綠色，隨著放置天數增加，顏色漸漸變深。 * 滴定前杯底有藍色十字，滴定至藍色蓋住十字為終點。
	(B2) 1天	5.8	18	19	18	18			
	(B3) 2天	5.7	17	21	18	19			
	(B4) 3天	6.0	17	19	18	18			
3. 阿薩姆紅茶	(C1) 當天	5.0	21	22	24	22			* 茶水顏色為紅色，隨著放置天數增加，顏色漸漸變深、變濁。 * 滴定前杯底有藍色十字，滴定至不透明棕色蓋住十字為終點。
	(C2) 1天	5.0	20	21	23	21			
	(C3) 2天	4.9	18	22	23	21			
	(C4) 3天	4.8	19	20	20	20			




實驗結果：

- (一)碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶的pH值不隨著放置的天數有太大的變化，僅稍微降低。
- (二)三種茶葉皆隨著放置的天數時間越久，抗氧化力有變差的趨勢，但其滴定終點的碘液滴數差異性不大，只有輕微的差距。

七、實驗七之一：在茶中添加成分對於茶的抗氧化力影響之探討

表九 在茶中添加成分對於茶的抗氧化力的影響比較表

加入物質名稱	加入物質的滴數	pH 值	碘液滴數				滴定前與滴定後的顏色改變 (由左至右分別為添加物 0 滴、5 滴、10 滴)
			甲組	乙組	丙組	平均	
1. 香吉士	(A1) 0 滴	6.2	34	35	32	34	 滴定前呈黃褐色
	(A2) 5 滴	4.7	32	34	31	32	 滴定中 (左：加入 0 滴香吉士顏色變化較小)
	(A3) 10 滴	4.3	31	32	30	31	 滴定後為深藍色
2. 檸檬汁	(B1) 0 滴	6.2	34	33	33	33	 滴定前為淺黃色
	(B2) 5 滴	3.8	22	21	20	21	 滴定中 (左：加入 0 滴檸檬汁的顏色變化小)
	(B3) 10 滴	3.2	18	18	18	18	 滴定後為深藍色
3. 葡萄汁	(C1) 0 滴	6.2	32	35	34	34	 滴定前顏色為澄清的黃色
	(C2) 5 滴	4.9	32	35	33	33	 滴定中 (三杯的顏色變化差不多)
	(C3) 10 滴	4.6	32	35	34	34	 滴定後呈藍紫色
4. 牛奶	(D1) 0 滴	6.2	31	36	35	34	 滴定前為不透明乳黃色
	(D2) 5 滴	6.4	36	39	39	38	 滴定中 (右：加入 10 滴牛奶的顏色變化小)
	(D3) 10 滴	6.5	40	41	42	41	 滴定後呈現混濁的暗藍色，右邊有明顯沉澱物產生。




5. 蜂蜜	(E1) 0 滴	6.2	32	40	34	35		滴定前為透明黃色溶液
	(E2) 5 滴	6.0	32	40	35	36		滴定中 (三杯的顏色變化差不多)
	(E3) 10 滴	5.7	33	38	35	35		滴定後為濃稠暗藍色

實驗結果：

- (一)加入香吉士、檸檬汁、葡萄汁、蜂蜜的碧螺春綠茶，pH值都降低了。碧螺春綠茶加入牛奶的pH值，則隨著牛奶的量增加，pH值變大。
- (二)發現在碧螺春綠茶中加入牛奶，隨著加入的量增加，抗氧化力也隨之增加；加入葡萄汁與蜂蜜對於抗氧化力並沒有影響；而加入了香吉士、檸檬汁的碧螺春綠茶，反而降低了抗氧化力，尤其以檸檬汁最明顯。
- (三)加入了牛奶的碧螺春綠茶，在加入碘液滴定的過程中，有分層的現象，溶液裡面有粉狀質地沉澱。

八、實驗七之二：在茶中添加維他命 C 的抗氧化力之探討

表十 在茶中添加維他命 C 的抗氧化力之探討比較表













加入物質名稱	加入物質的滴數	pH 值	碘液滴數				滴定前與滴定後的顏色改變 (由左至右分別加入維他命 C 0 滴、5 滴、10 滴)	
			甲組	乙組	丙組	平均		
維他命 C	0 滴	6.2	33	32	34	33		滴定前透明黃色
	5 滴	5.0	34	34	35	34		滴定中 (右:加入 10 滴維他命 C 的顏色變化小)
	10 滴	4.8	35	35	37	36		滴定後為藍色




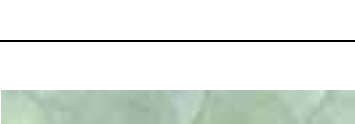







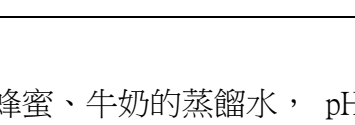
實驗結果：

- (一) 加入維他命C的碧螺春綠茶，pH值降低。
- (二) 碧螺春綠茶隨著加入維他命C的量增加，抗氧化力也隨之增加。

九、實驗七之三：添加物的抗氧化力之探討

表十一 添加物的抗氧化力之探討比較表

物質名稱	加入物質的量	pH 值	碘液滴數				滴定前與滴定後的顏色改變 (由左至右分別為原汁、蒸餾水加入 0、5、10 滴的添加物)	
			甲組	乙組	丙組	平均		
1. 香吉士	(A1) 原汁 10 毫升	3.3	32	30	31	31		滴定前原汁呈黃色
	(A2) 蒸餾水 10 毫升+0 滴	7.0	1	1	1	1		滴定中 (右側顏色變化小)
	(A3) 蒸餾水 10 毫升+5 滴	3.7	2	3	2	2		滴定後原汁呈藍綠色，其餘呈深藍色。
	(A4) 蒸餾水 10 毫升+10 滴	3.6	3	4	3	3		
2. 檸檬汁	(B1) 原汁 10 毫升	2.4	20	19	18	19		滴定前檸檬原汁呈淺黃色
	(B2) 蒸餾水 10 毫升+0 滴	7.0	1	1	1	1		滴定中 (右側顏色變化小)
	(B3) 蒸餾水 10 毫升+5 滴	2.9	2	2	2	2		滴定後呈深藍色
	(B4) 蒸餾水 10 毫升+10 滴	2.7	2	2	2	2		
3. 葡萄汁	(C1) 原汁 10 毫升	3.4	5	3	3	4		滴定前原汁為橘褐色
	(C2) 蒸餾水 10 毫升+0 滴	7.0	1	1	1	1		滴定中 (0、5、10 滴葡萄汁的顏色變化差距不大)
	(C3) 蒸餾水 10 毫升+5 滴	3.7	2	2	1	2		
	(C4) 蒸餾水 10 毫升+10 滴	3.6	2	2	1	2		滴定後呈深藍色

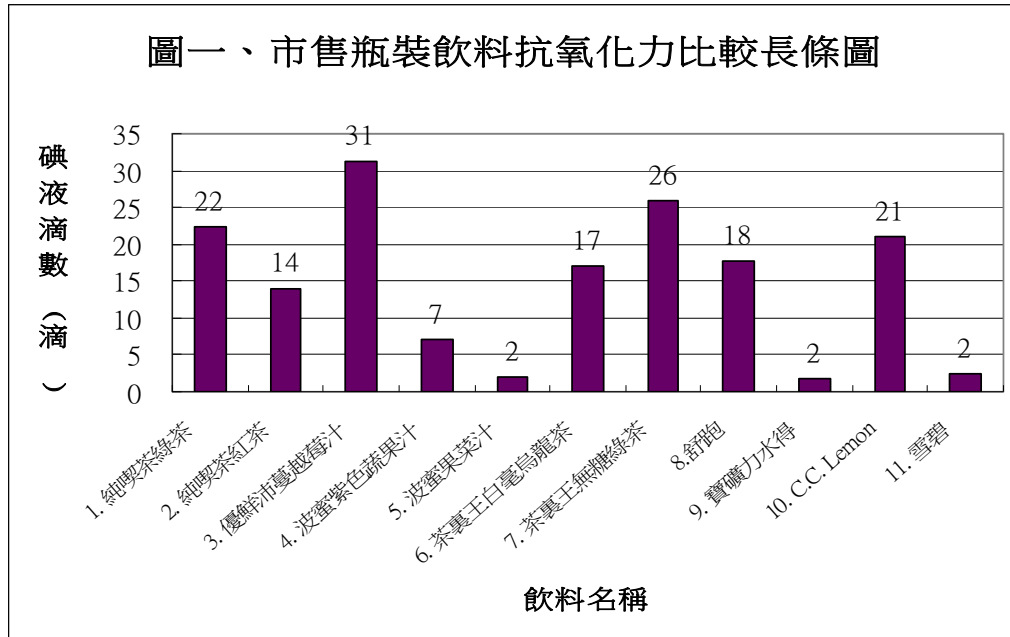
4. 維他命C	(D1) 原汁 10 毫升	4.0	16	15	17	16		滴定前原汁為淡黃色
	(D2) 蒸餾水 10 毫升+0 滴	7.0	1	1	1	1		滴定中 (右側的顏色變化小)
	(D3) 蒸餾水 10 毫升+5 滴	4.2	2	2	2	2		滴定後呈深藍色
	(D4) 蒸餾水 10 毫升+10 滴	4.1	2	2	2	2		
5. 牛奶	(E1) 原汁 10 毫升	6.6	16	17	18	17		滴定前原汁為不透明白色
	(E2) 蒸餾水 10 毫升+0 滴	7.0	1	1	1	1		滴定中 (右側的顏色變化小)
	(E3) 蒸餾水 10 毫升+5 滴	6.9	2	2	2	2		滴定後呈藍紫色
	(E4) 蒸餾水 10 毫升+10 滴	6.9	3	3	2	3		
6. 蜂蜜	(F1) 原汁 10 毫升	4.1	2	1	2	2		滴定前原汁為黏稠狀，半透明紅棕色
	(F2) 蒸餾水 10 毫升+0 滴	7.0	1	1	1	1		滴定中 (三杯的顏色變化差不多)
	(F3) 蒸餾水 10 毫升+5 滴	4.5	1	2	1	1		
	(F4) 蒸餾水 10 毫升+10 滴	4.3	1	2	1	1		滴定後呈深藍色

實驗結果：

- (一)加入香吉士、檸檬汁、葡萄汁、維他命C、蜂蜜、牛奶的蒸餾水，pH值都降低了。
- (二)除了葡萄汁、蜂蜜本身的抗氧化力不佳外(原汁碘液滴數小於5滴)，香吉士、檸檬汁、維他命C、牛奶本身的抗氧化力皆不錯(原汁碘液滴數大於15滴)，最好的是香吉士原汁。
- (三)蒸餾水10毫升中分別加入5滴、10滴的香吉士、檸檬汁、維他命C、牛奶，其抗氧化力皆比未添加物質時的蒸餾水佳。

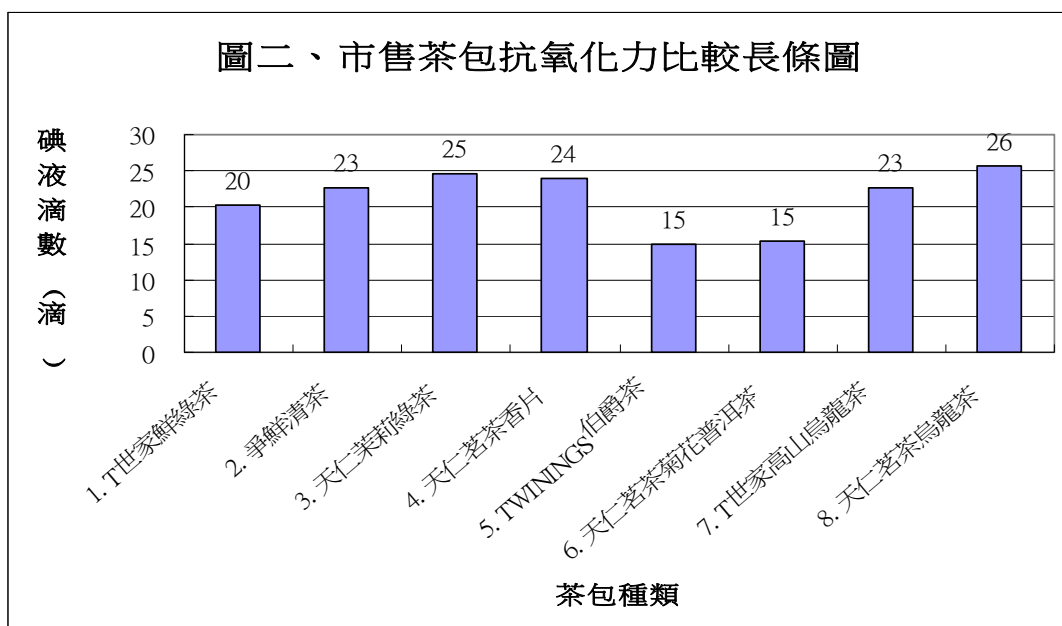
陸、討論

一、實驗一：市售瓶裝飲料抗氧化力之探討



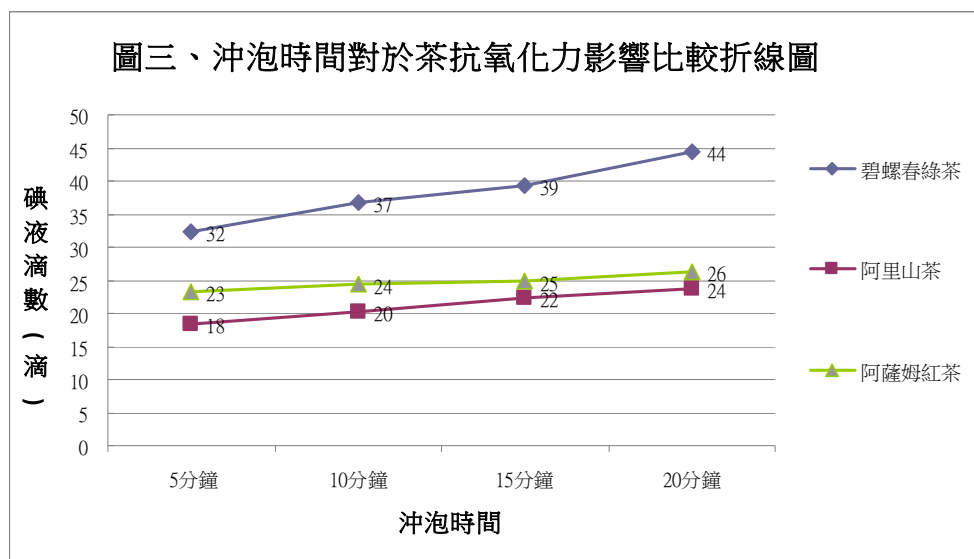
- (一)此次測量的蔬果汁只有蔓越莓汁有較好的抗氧化力，因為蔓越莓是水果中有高含量的生物類黃酮，它是種抗自由基物質，因此蔓越莓有較佳的抗氧化力。
- (二)茶類飲料裡因為有兒茶素這類抗氧化成分的物質，因此茶普遍都有較好的抗氧化力。
- (三)C.C.Lemon也有不錯的抗氧化力，可能是其中含有較佳的抗氧化物質—維他命C。
- (四)運動飲料中，舒跑有較好的抗氧化力(18滴)，而寶礦力水得抗氧化力則不佳(2滴)。

二、實驗二：市售茶包抗氧化力之探討









- (一)天仁茗茶烏龍茶、天仁茗茶茉莉綠茶的抗氧化力最佳(25滴以上)。
- (二)天仁茗茶香片、爭鮮清茶、T世家鮮綠茶、T世家高山烏龍茶的抗氧化力其次(20-24滴)。
- (三)TWININGS伯爵茶、天仁茗茶菊花普洱茶的抗氧化力則較差(小於20滴)。
- (四)根據茶葉發酵過程分類，TWININGS伯爵茶、天仁茗茶菊花普洱茶屬於全發酵茶，兒茶素較低；天仁茗茶烏龍茶、天仁茗茶茉莉綠茶、天仁茗茶香片、爭鮮清茶、T世家鮮綠茶、T世家高山烏龍茶屬於半發酵茶或未發酵茶，含有較高的兒茶素。
- (五)因此影響抗氧化力的因素可能與茶的發酵過程有關，綠茶屬於未發酵茶，其中含有較多未經氧化的兒茶素與生物類黃酮，兒茶素是影響抗氧化力的原因，因此清除自由基有較好的效果，而達到抗氧化功能。而經過發酵的全發酵茶，如紅茶，則有較差的抗氧化力，因此TWININGS伯爵茶、天仁茗茶菊花普洱茶的抗氧化力較差。

三、實驗三：沖泡時間對於茶抗氧化力影響之探討

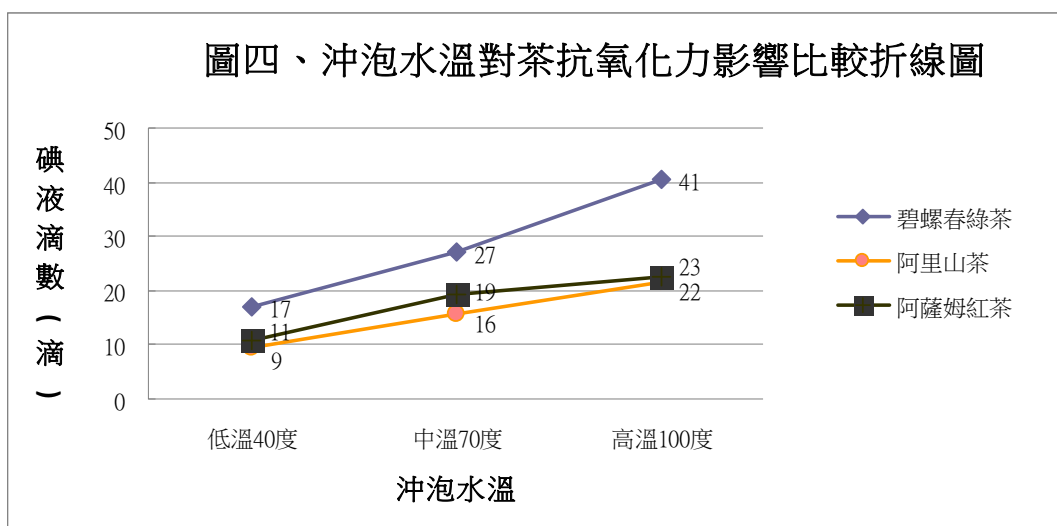


- (一)碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶在沖泡20分鐘時的抗氧化力最佳。
- (二)碧螺春綠茶瓶罐上標示發酵程度：0%，屬於未發酵茶，含有較多的兒茶素，所以有較佳的抗氧化力。
- (三)阿薩姆紅茶瓶罐標示發酵程度：100%，屬於全發酵茶，所以抗氧化力比未發酵的碧螺春綠茶差。
- (四)依據文獻探討，阿里山茶為半發酵茶，本應較全發酵的阿薩姆紅茶有較佳的抗氧化力，但實驗結果發現其抗氧化力反而較差，有可能是因為阿里山茶屬於高山茶，因栽種地點雲霧壟罩，日照短，所以兒茶素成分較低。
- (五)觀察碧螺春綠茶、阿薩姆紅茶的茶葉屬於細長條狀，而阿里山茶的茶葉經過揉捻成半球狀。短時間沖泡時，碧螺春綠茶、阿薩姆紅茶的茶葉細小，較快溶出兒茶素的成分，因此有較佳的抗氧化力；而阿里山茶呈半球狀較難展開，茶葉中的兒茶素可能還未溶出，因此阿里山茶需要較多的時間才能讓茶葉浸泡展開釋出茶葉中的成分，由圖三可知，阿里山茶在沖泡20分鐘的抗氧化力已與阿薩姆紅茶相近。

表十二 茶葉外觀與發酵分類

茶葉名稱	茶葉外觀		茶湯顏色		發酵分類
1.碧螺春綠茶		葉形：細條狀、色澤呈青綠色		黃綠色	未發酵茶
2.阿里山茶		葉形：較大呈半球狀		碧綠色	半發酵茶
3.阿薩姆紅茶		葉形：長細條狀、葉色偏深褐色		紅色	全發酵茶

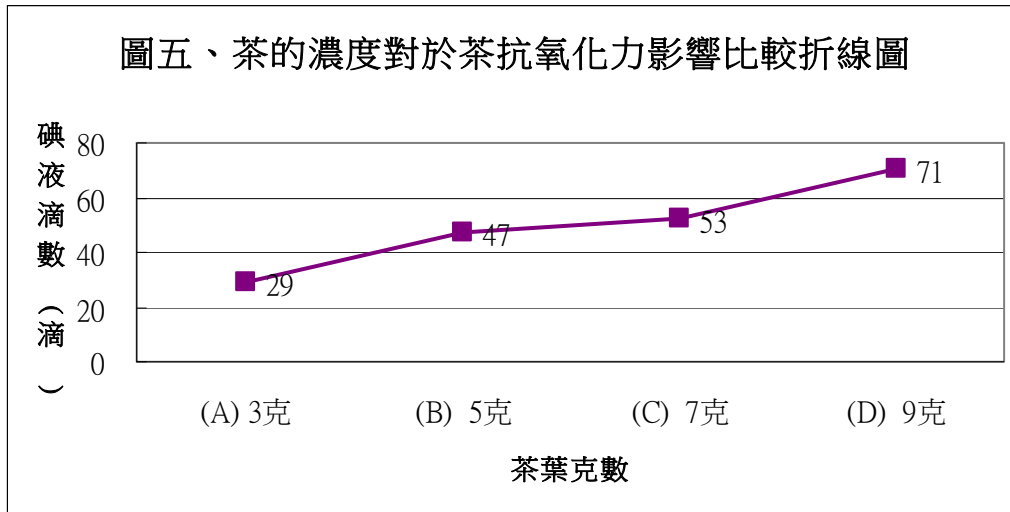
四、實驗四：沖泡水溫對於茶抗氧化力影響之探討



(一)三種茶葉以高溫100度的蒸餾水沖泡，其抗氧化力都較中溫70度與低溫40度時佳，所以隨著沖泡水溫的降低，抗氧化能力也隨之降低。

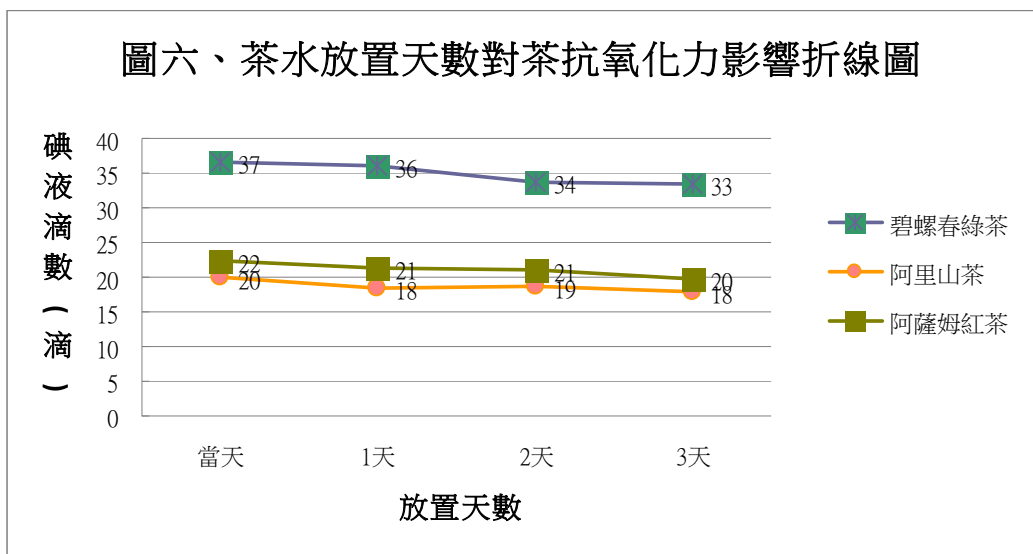
(二)茶葉以越高溫的水溫沖泡，可以釋放出較多的兒茶素，因此有較佳的抗氧化力。但兒茶素也是茶澀味的來源，且以高溫沖泡也會產生較多苦味的咖啡因，因此茶罐包裝上建議的沖泡水溫為70度，方能釋放出足夠的兒茶素且不影響茶的甘甜滋味。

五、實驗五：茶的濃度對於茶抗氧化力影響之探討



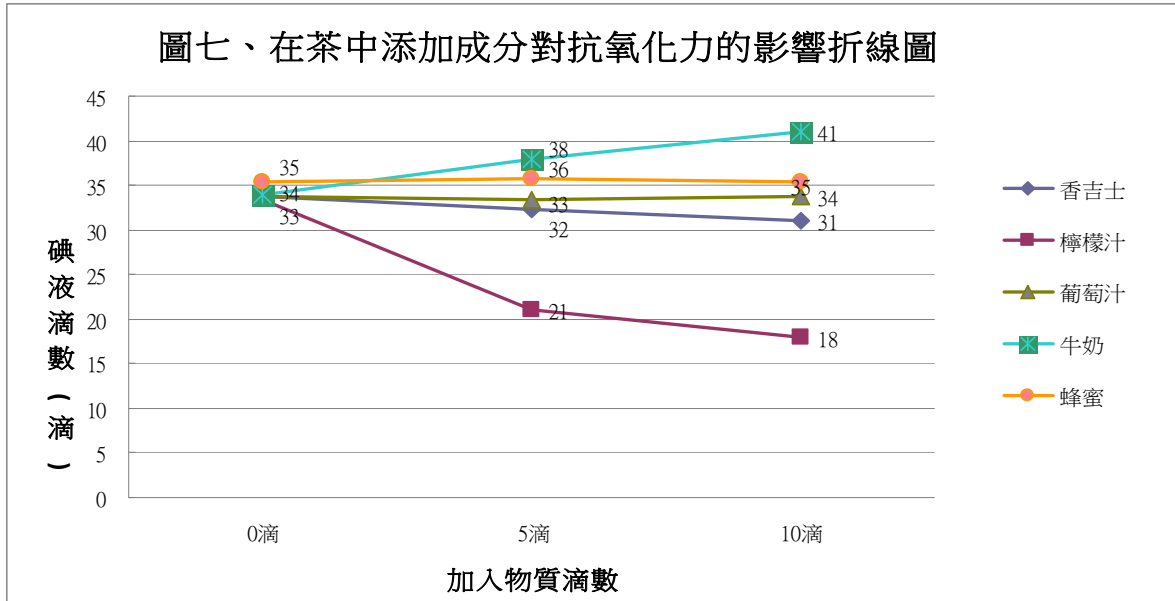
- (一)茶葉的濃度增加，碘液滴數增加，代表濃度越高的時候，茶葉的抗氧化力也跟著提高。因為增加茶葉的克數，沖泡出來的兒茶素濃度高，所以能得到較好的抗氧化力。
- (二)茶的濃度過濃，茶中的咖啡因含量也會隨之提高，所以飲用濃度過高的茶，可能會造成心跳加速而使人過於緊張亢奮。

六、實驗六：茶水放置天數對於茶抗氧化力影響之探討



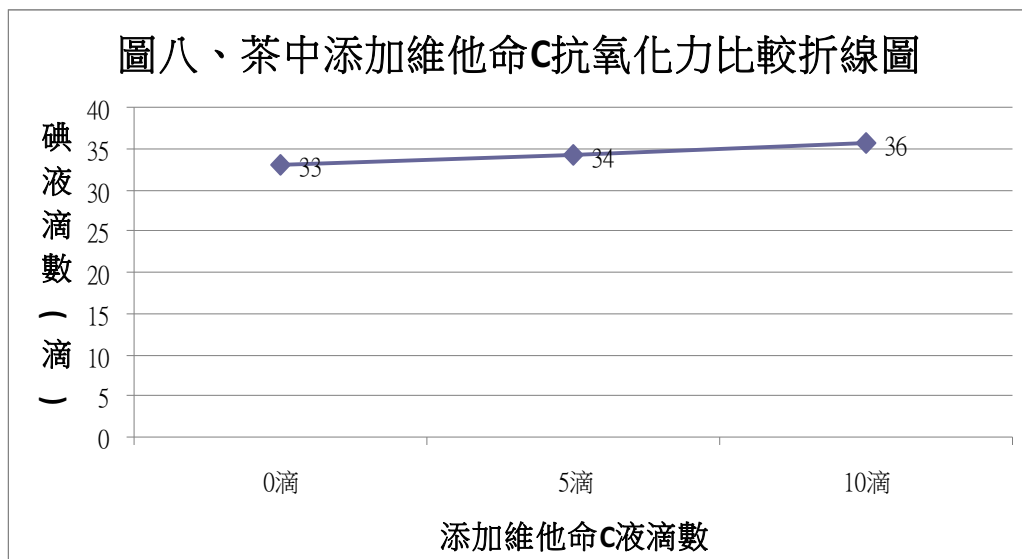
- (一)碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶三種茶皆隨著放置的天數越久，抗氧化力有稍微變差的趨勢，但差異性不大，只有輕微的差距。
- (二)根據文獻探討顯示，隔夜茶的兒茶素會被氧化成紅褐色的茶色素，雖然維他命C會被破壞而大量減少，但茶色素也具有好的抗氧化效果，所以隔夜茶中仍然具有良好的抗氧化性。
- (三)在實驗時，曾經因為氣候炎熱，茶水甚至產生發霉的現象。因此隔夜茶雖然仍有抗氧化力，但會使成分變質，不利健康，茶的風味也受到影響，所以不適合飲用。

七、實驗七之一：在茶中添加成分對於茶抗氧化力影響之探討



- (一)碧螺春綠茶中加入檸檬汁、香吉士會降低茶的抗氧化力。
- (二)碧螺春綠茶加入牛奶後的抗氧化力隨之增加,加入葡萄汁與蜂蜜對於抗氧化力則沒有影響。
- (三)加入牛奶抗氧化力雖有提升,但溶液會產生分層的現象,有明顯沈澱。
- (四)傳統上綠茶是不含附添加物,但市面上有許多在茶中加入添加物的飲品,像是檸檬綠茶、蜂蜜綠茶、水果茶等,除了可以使茶的口感改變之外,大部分添加物並沒有辦法增加茶抗氧化力的功能。
- (五)檸檬是富含維他命C的水果,但結果實驗發現,在茶中加入檸檬汁,並無法增加抗氧化力,抗氧化力反而明顯降低,因此設計實驗七之二來探討維他命C的抗氧化力。

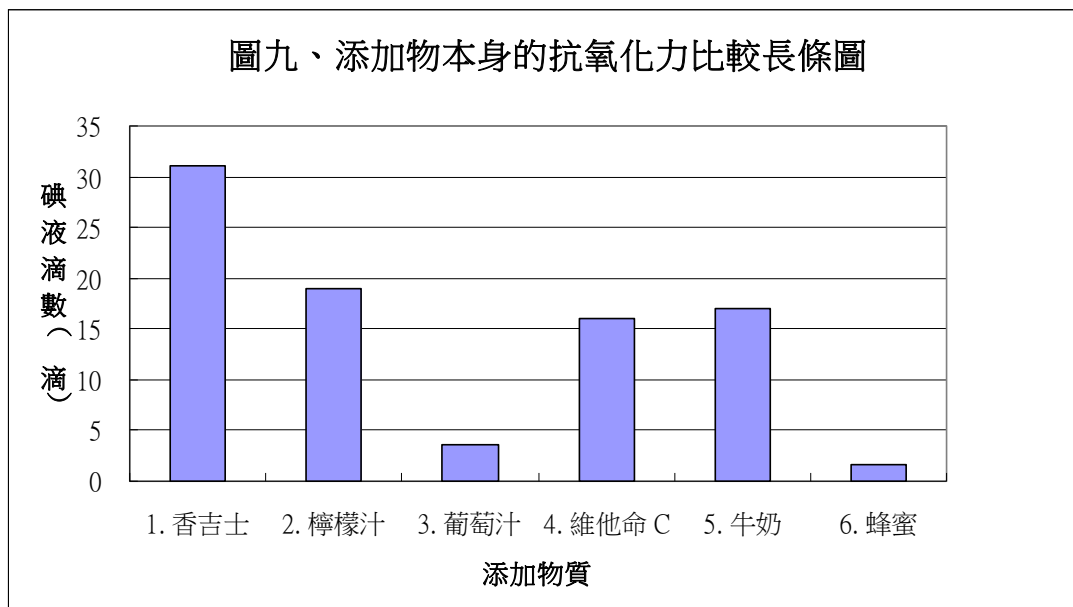
八、實驗七之二：在茶中添加維他命C的抗氧化力之探討



(一)在茶中添加維他命C後，抗氧化力變好，因此維他命C的成分的確是可以增加抗氧化力的。

(二)因此推論實驗七之一在茶中添加檸檬汁的抗氧化力卻明顯降低的原因，可能是檸檬的某種成分與茶產生反應，而降低了抗氧化力。

九、實驗七之三：添加物的抗氧化力之探討



表十三 茶與添加物質的抗氧化力是否可以相加之比較表

※ 根據實驗七之一，10毫升的碧螺春綠茶碘液滴數平均：34滴(A)

添加物名稱	加入物質滴數	蒸餾水+添加物的碘液滴數 (B)	若可以相加茶+添加物的碘液滴數 (A+B)	實際實驗茶+添加物的碘液滴數 (C)	實驗結果可相加畫○不可相加畫X
1. 香吉士	5 滴	2	36	32	X
	10 滴	3	37	31	X
2. 檸檬汁	5 滴	2	36	21	X
	10 滴	2	36	18	X
3. 葡萄汁	5 滴	2	36	33	X
	10 滴	2	36	34	X
4. 維他命 C	5 滴	2	36	34	X
	10 滴	2	36	36	○
5. 牛奶	5 滴	2	36	38	X
	10 滴	3	37	41	X
6. 蜂蜜	5 滴	1	35	36	X
	10 滴	1	35	35	○

(註：檸檬汁是新鮮檸檬榨取；維他命C則是購自藥局發泡錠，取一錠加入200毫升蒸餾水製成。)

- (一)實驗七之一在茶中加入添加物，有些會使其抗氧化力變差，有些則會變好，添加物本身的抗氧化力，與加入茶後的抗氧化力是否有關連？因此延伸設計實驗七之三，想了解添加物本身的抗氧化力，以及探討抗氧化力是否可相加。
- (二)香吉士、檸檬汁、維他命C、牛奶本身的抗氧化力佳，葡萄汁、蜂蜜的抗氧化力則不佳。
- (三)蒸餾水無抗氧化力，因此蒸餾水裡加入添加物質的抗氧化力即為添加物本身的抗氧化力。依據表十三，在茶中添加物質後的抗氧化力大部分並不等於茶的抗氧化力與添加物抗氧化力相加，即 $A+B \neq C$ 。
- (四)常聽人家說，葡萄抗氧化力佳，但根據實驗結果，發現葡萄原汁的抗氧化力不佳，只有4滴，可能是葡萄主要的抗氧化成分在葡萄皮、葡萄籽中，我們以壓搾的方法，較無法萃取出葡萄皮、葡萄籽的成分，因此導致抗氧化力不佳。

柒、結論

- 一、市售瓶裝飲料中，蔓越莓汁有較好的抗氧化力，茶類飲料的抗氧化力普遍都不錯。
- 二、市售茶包中，天仁茗茶烏龍茶、天仁茗茶茉莉綠茶的抗氧化力最佳；天仁茗茶香片、爭鮮清茶、T世家鮮綠茶、T世家高山烏龍茶的抗氧化力次好；TWININGS伯爵茶、天仁茗茶菊花普洱茶的抗氧化力則較差。此結果可能與茶的發酵過程有關。
- 三、碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶的茶葉沖泡時間愈久，抗氧化力變得較好。
- 四、碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶的茶葉以高溫的蒸餾水沖泡，抗氧化力較佳，隨著沖泡溫度的降低，抗氧化能力也隨之降低。
- 五、碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶的濃度越高時，茶的抗氧化力也跟著提高。
- 六、隨著放置的天數越久，碧螺春綠茶、阿里山茶、阿薩姆紅茶的茶水抗氧化力只有稍微變差且改變不明顯。
- 七、碧螺春綠茶中加入檸檬汁、香吉士會降低茶的抗氧化力，加入牛奶會增加抗氧化力，加入葡萄汁與蜂蜜對於抗氧化力則沒有影響，由此得知大部分添加物並不能沒有增加茶的抗氧化力。
- 八、維他命C本身的抗氧化力佳，因此在碧螺春綠茶中添加維他命C可以提升茶的抗氧化力。但實驗七之一，茶中添加富含維他命C的檸檬反而降低了抗氧化力，因此推測可能是檸檬中的某些物質降低了茶的抗氧化力。
- 九、香吉士、檸檬汁、維他命C、牛奶本身抗氧化力佳，葡萄汁、蜂蜜抗氧化力差；在碧螺春綠茶中添加物質後的抗氧化力，並不會等於茶的抗氧化力與添加物抗氧化力相加。

十、反省及檢討

- (一)要泡出抗氧化力高的茶水，影響的因素很多，如水溫、茶葉用量、沖泡時間、茶葉嫩度、品種……等，因此實驗中的控制變因較難控制到完全相同。
- (二)實驗中，我們挑選了3種茶葉來做碘液滴定，測定抗氧化力，但由於茶的種類繁多，因此不容易深入研究，建議未來以單一種的茶葉進行實驗，深入探討各變項對於抗氧化力的影響。
- (三)茶葉的發酵程度對於抗氧化力是否有影響，可更進一步針對同品種茶葉，製作成未發酵茶、半發酵茶、全發酵茶做研究，進一步深入探討發酵程度對茶抗氧化力的影響。
- (四)本次以不同水溫沖泡茶葉，但尚未研究到冷泡茶的部分，冷泡茶的抗氧化力是否因為沖泡溫度低、時間長，而有所影響，建議未來可進一步探討。
- (五)控制變因相同的狀況下，碧螺春綠茶在實驗四、五的碘液滴數大於40滴，實驗三、六、七則小於40滴，原因可能是兩批不同時間購入的茶葉品質不相同。我們以第二批購入的茶葉反覆實驗，皆無法達到40滴，因此即使是同品牌茶葉，我們仍無法完全控制茶葉品質的變因。
- (六)由於學校並無滴定管的設備，所以實驗時我們以滴管代替，發現相同實驗中，三組做出來的實驗結果趨勢雖然相同，但各組間的碘液滴數有所差異，研究討論後發現，拿取滴管的方式以及每支滴管的口徑皆會影響實驗的碘液滴數。於是修正拿取滴管的方法，並盡量選擇口徑大小相同的滴管，以減少實驗結果的誤差。

捌、參考資料

- 一、主婦の友社，茶圖鑑，台北縣：楓書坊文化出版，2005。
- 二、自然與生活科技第六冊備課指引，第三單元「防鏽與食物保存」，台北：翰林書局，2011。
- 三、何驥，健康茶療，香港：得利書局，2006。
- 四、阮子銘、蔡耕慧、姜若淳、呂致廣、徐嘉芋、周栩仡，你「蒜」哪根「蔥」-蔥蒜抗氧化力之探討，中華民國第51屆中小學科學展覽會參展作品集，2011。
- 五、阿爾約沙·施瓦茨、羅納爾德·施韋珀著、金洪良譯，不可思議的綠茶，台北市：林鬱文化，2002。
- 六、桑野和民，綠茶讓你健康一輩子，台北縣：暖流出版社，2003。
- 七、萊斯特派克，抗氧化物的奇蹟：遠離老化與疾病，台北：遠水文化，2008。
- 八、鐘文訓，茶使您更健康，台北市：大展書局，2006。

【評語】 080208

實驗設計控制嚴謹，唯需減少實驗誤差的影響程度。