

# 中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 化學科

030212

明「茶」秋毫…「破壞」手搖茶飲抗氧化力因子(兒茶素、咖啡因、茶胺酸)之探討

學校名稱：苗栗縣私立君毅高級中學

作者：  國二 潘廣安  國二 連侑軒  國二 蔡閔任	指導老師：  簡含祠  徐淑賢
---	-----------------------------

關鍵詞：還原力檢測法、手搖飲添加物、抗氧化因子

## 摘要

本研究以還原力檢測法—DPPH 自由基清除力、普魯士藍生成量，探討手搖飲常用添加物是否會破壞茶湯抗氧化因子。我們將添加物分成三類：醣類(果糖、蔗糖、蜂蜜、黑糖)、豆奶類(牛奶、豆漿)、鹽類(食鹽、檸檬汁、醋、小蘇打、海藻酸鈉)，結果顯示大部分醣類、豆奶類及海藻酸鈉(爆爆珠主成分)具有降低兒茶素、咖啡因及茶胺酸的抗氧化能力。進一步推論，醣類會阻礙抗氧化物與自由基的結合，而蜂蜜的另類成分(多酚、黃酮類)則提升抗氧化力；酪蛋白、大豆蛋白易與抗氧化物鍵結而削減抗氧化力；鹽類解離時得失電子應可抗氧化，然而海藻酸鈉的多醣體又可能造成氧化的角力。因此，建議未來盡量避免添加醣類、豆奶類與爆爆珠於茶飲。

## 壹、研究動機

現代街道隨處可見手搖飲料，然而，茶類飲料中並非僅有表面上所述的茶湯，還有許多的添加物，例如：砂糖、牛奶、豆漿、珍珠……等，這些添加物能為茶飲增添風味，但是否對人體有不好的影響，比如說減少茶湯抗老化(抗氧化)的功效？我們是否應該減少使用？

為了滿足「不同種添加物對於茶湯的抗氧化能力是否造成影響」的好奇，我們查閱以往的科展作品，發現許多實驗關注醣類對於茶湯抗氧化能力的影響情形，但幾乎以茶湯中具抗氧化能力的兒茶素進行探討為主，鮮少針對另外兩種主要的抗氧化因子—咖啡因、茶胺酸—做相關研究。另外，有文獻表示牛奶中的酪蛋白會與茶多酚結合，進而降低茶的抗氧化能力(康健雜誌第 210 期，2016)，而普魯士藍還原力檢測的研究中也有找到牛奶吸收值降低的一致結果(小論文：茶言觀色—探討茶之抗氧化能力，投稿類別：化學類，2019 年 3 月)，然而我們質疑牛奶是混濁的，使用分光光度計測量會使吸收值提升，與該研究有所出入；近年常加入茶飲的另類添加物—豆漿—也是混濁的，是否也有類似效果？如果有，可能與哪些抗氧化因子有關？此外，檸檬汁、食鹽等鹽類也是飲料提味的常客，是否也會改變茶的抗氧化能力？

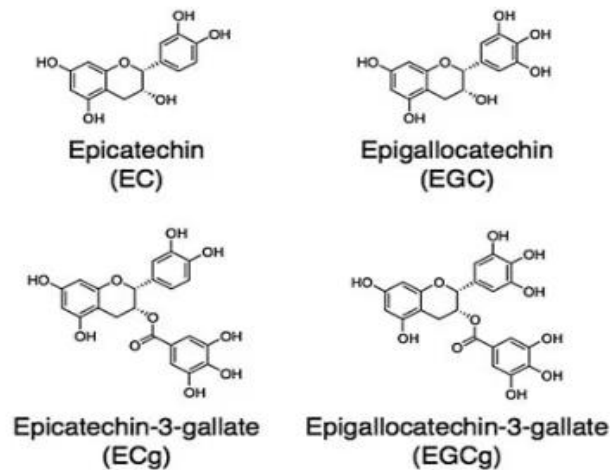
綜合以上，我們希望針對影響茶飲的添加物進行較全面性的研究。本實驗利用還原力檢測原理，探討手搖飲常用之醣類(果糖、蔗糖、蜂蜜、黑糖)、豆奶類(牛奶、豆漿)、鹽類(氯化鈉、醋、檸檬汁、碳酸氫鈉、海藻酸鈉)等添加物是否破壞茶湯的抗氧化能力，並進一步分析具破壞性的物質可能影響茶湯中的哪些抗氧化因子(兒茶素、咖啡因、茶胺酸)。

## 貳、文獻探討

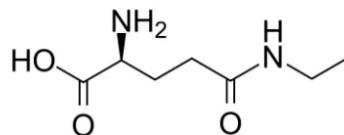
### 一、兒茶素：

(一)又稱茶單寧、兒茶酸，是茶葉中黃烷醇類物質的總稱。兒茶素是茶多酚中最重要的一種，約佔茶多酚含量的 75%到 80%，也是茶的苦澀味的來源之一。兒茶素主要分為四種：表兒茶素(Epicatechin, EC)、表沒食子兒茶素(Epigallocatechin, EGC)、表兒茶素沒食子酸酯(Epicatechin gallate, ECG)和表沒食子兒茶素沒食子酸酯(Epigallocatechin gallate, EGCG)。(取自維基百科)

(二)綠茶兒茶素雖然指的是總兒茶素，不過在最新被分離出來的 134 種兒茶素中，具有抗氧化功能的代表成份只有 4 種；這 4 種佔「總兒茶素」的 99%以上，分別為游離型的 EC、EGC 及酯化型的 ECG、EGCG 四種，其中以 EGCG 的含量最高。(取自醫茶道)



二、茶胺酸：L-theanine(左旋茶胺酸)，是一種來自綠茶的胺基酸。天然茶葉的乾重中，約有 1-2%是由茶胺酸所組成的。此外，茶胺酸也被發現能增加 GABA( $\gamma$ -胺基丁酸)，一種大腦抑制性神經傳導物質，可抑制中樞神經系統過度興奮，對腦部具有安定作用，進而促進放鬆和消除神經緊張，使得動物的情緒較為平靜。(取自維基百科)



三、咖啡因：是一種黃嘌呤生物鹼化合物。它主要存在於咖啡樹、茶樹的果實及葉片裡。根據研究顯示，咖啡因除了具有提神效果外，其抗氧化物還可以對抗引起傷害的游離自由基，有益於人體健康。(取自維基百科)

四、添加奶類添加物，茶湯抗氧化能力會低於加入非奶類添加物：添加奶類，牛奶中的酪蛋白會與茶多酚結合，進而降低茶的抗氧化能力，因為茶的兒茶素分子容易和牛奶蛋白形

成鍵結，使抗氧化能力效果減少；另外，以普魯士藍還原力檢測，低脂鮮乳的吸光值為最低，因為相較於全脂鮮乳，低脂鮮乳中含有的酪蛋白量比例會較多。(取自小論文：茶言觀色—探討茶之抗氧化能力，投稿類別：化學類，2019年3月)

## 參、研究目的

- 一、利用還原力檢測法(DPPH 自由基清除能力)，探討不同發酵程度茶的抗氧化能力差異。
- 二、利用還原力檢測法(普魯士藍生成量)：
  - (一)探討不同濃度、不同溫度下的未發酵茶抗氧化能力差異。
  - (二)探討添加物對於市售手搖茶飲(未發酵茶、全發酵茶)抗氧化能力的破壞性。
  - (三)探討不同含量的醣類添加物(果糖、蔗糖、蜂蜜、黑糖)對於茶湯抗氧化能力的影響：
    - 1、對於茶湯抗氧化能力的破壞性。
    - 2、對於抗氧化因子(兒茶素、咖啡因、茶胺酸)的針對性。
  - (四)探討不同含量的豆奶類添加物(低脂鮮乳、豆漿)對於茶湯抗氧化能力的影響：
    - 1、對於茶湯抗氧化能力的破壞性。
    - 2、對於抗氧化因子(兒茶素、咖啡因、茶胺酸)的針對性。
  - (五)探討鹽類添加物(檸檬汁、醋、小蘇打、食鹽、海藻酸鈉)對於茶湯抗氧化能力的影響：
    - 1、對於茶湯抗氧化能力的破壞性。
    - 2、對於抗氧化因子(兒茶素、咖啡因、茶胺酸)的針對性。



## 肆、研究設備與器材

一、實驗器具：燒杯、量筒、定量瓶、滴管、攪拌棒、電子秤（0.0001g）、分光光度計、恆溫水浴槽、刮勺、加熱板、試管、試樣皿、溫度計、拭淨紙。

		
<p>燒杯</p>	<p>量筒</p>	<p>定量瓶</p>
		
<p>滴管</p>	<p>玻棒</p>	<p>電子秤（0.001g）</p>
		
<p>分光光度計</p>	<p>恆溫水浴槽</p>	<p>刮勺</p>
		
<p>加熱板</p>	<p>試管</p>	<p>試樣皿</p>
		
<p>溫度計</p>	<p>拭淨紙</p>	

二、實驗藥品與飲料：乙醇、DPPH、磷酸氫二鈉、磷酸二氫鈉、氯化鐵、蒸餾水、赤血鹽、發酵茶、半發酵茶、未發酵茶、果糖、蔗糖、黑糖、蜂蜜、全脂鮮乳、低脂鮮乳、豆漿、食鹽、醋、檸檬汁、小蘇打、海藻酸鈉、酪蛋白、大豆蛋白、兒茶素錠、咖啡因錠、茶胺酸錠。

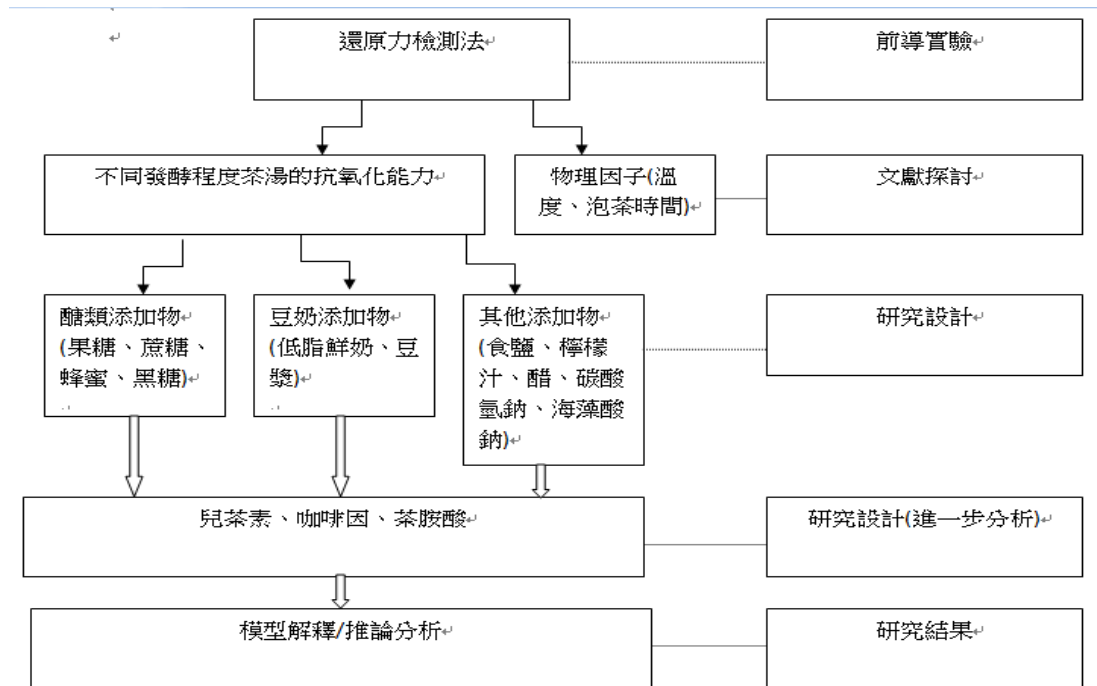
		
<p>乙醇</p>	<p>DPPH</p>	<p>磷酸氫二鈉</p>
		
<p>磷酸二氫鈉</p>	<p>氯化鐵</p>	<p>蒸餾水</p>
		
<p>赤血鹽</p>	<p>發酵茶</p>	<p>未發酵茶</p>
		
<p>果糖</p>	<p>蔗糖</p>	<p>黑糖</p>



		
蜂蜜	全脂鮮乳	低脂鮮乳
		
豆漿	食鹽	醋
		
檸檬汁	小蘇打	海藻酸鈉
		
酪蛋白	大豆蛋白	兒茶素錠
		
咖啡因錠	茶胺酸錠	半發酵茶

# 伍、研究過程與方法

## 一、研究架構



## 二、實驗原理

### (一)還原力檢測法—DPPH 自由基清除能力測定(Shimada Method, 1992)

- 1、DPPH，本名 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼，是一種穩定的自由基，溶於甲醇或乙醇呈紫色，在 517 nm 下有強吸光值；若 DPPH 自由基與試樣反應而被還原時，會轉變為淡黃色，517 nm 吸光值會降低。
- 2、具有還原能力的物質，將溶液中的 DPPH 還原。測定在 517 nm 下的吸光值，DPPH 還原量越多，吸光值愈低，表示該物質清除 DPPH 自由基的能力愈強。

### (二)還原力檢測法—普魯士藍生成量測定(Oyaizu Method, 1986)

- 1、普魯士藍呈深藍色，在 700 nm 下有強吸光值。
- 2、具有還原能力的物質，將赤血鹽  $K_3Fe(CN)_6$  還原成黃血鹽  $K_4Fe(CN)_6$ ，黃血鹽再與  $Fe^{+3}$  作用，生成普魯士藍  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ 。測定在 700 nm 下的吸光值，普魯士藍生成量越多，吸光值越高，表示該物質的還原能力越強。

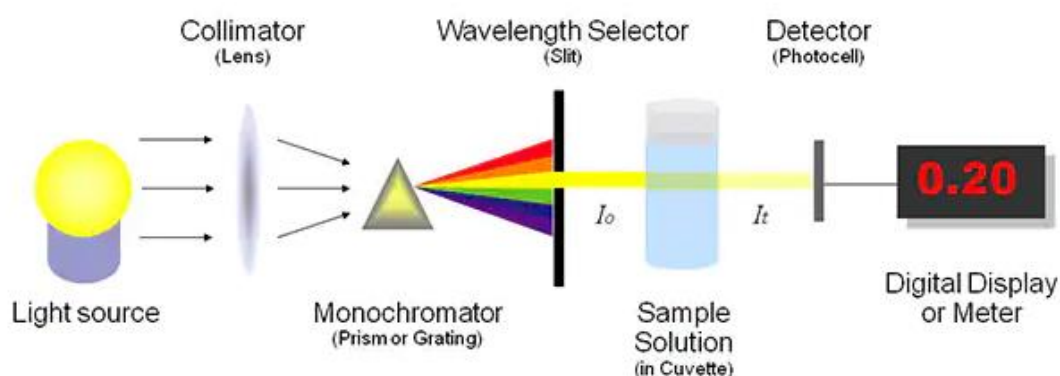
### (三)分光光度計原理

- 1、分光光度計是利用分光光度法對物質進行定量定性分析的儀器，分光光度法透過接收通過被測定物質、固定距離、特定波長或一定波長範圍內的光，轉換數據成該物質的透光率、吸收值或濃度，以作為判定該物質特性的重要參據。
- 2、分光光度計的分析原理是利用可見光及紫外光之燈管作為光源，透過濾光鏡調整



色調後，經聚焦並通過單色光分光稜鏡，再經過狹縫選擇波長，形成單一且特定波長之光線，而後射入樣品管中之水樣中，最後射入光電管中將光能轉換為電信號，藉由樣本及空白水樣間所吸收之光能量差，與標準液之能量吸收值相比較，便可確定樣本中之待測物濃度。

- 3、分光光度計的數據轉化方式是利用比爾 - 朗伯定律進行光學分析，以決定樣品中溶解物質之濃度，其公式為  $A = \epsilon bC$  ( $A$ ：吸光度、 $b$ ：光徑長、 $C$ ：溶液濃度、 $\epsilon$ ：該物質之吸光係數)，亦即待測物質對光的吸收度與其濃度及光通過該吸收介質所經之路徑長度成正比。



(圖片來源：Chemistry LibreTexts)

### 三、實驗配置

#### (一) DPPH 自由基清除能力測定實驗步驟

- 1、精秤 0.0039g( $\pm 0.0003$ g) DPPH 置於定量瓶中，配置成 0.1M DPPH 之乙醇溶液 100ml，均勻混合，避光靜置 30 分鐘。
- 2、取 3.5mL 的試樣，各別加入 7mL 新鮮配置之 0.1M DPPH 乙醇溶液，用波棒攪拌 (均勻混合)，避光靜置 30 分鐘。
- 3、以分光光度計檢測 517 nm 的吸光值，並計算清除率(Scavenging effects)% = [(空白溶液的吸光值-標準品或樣品的吸光值) / 空白溶液的吸光值]\*100%。

#### (二) 普魯士藍生成量測定實驗步驟

- 1、配置 0.2M 磷酸緩衝溶液(pH6.6)：
  - (1)於定量瓶中加入 7.164g 的磷酸氫二鈉  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  ( $M=358.22$ )，並加入蒸餾水至刻度 100 mL。
  - (2)於定量瓶中加入 3.121g 的磷酸二氫鈉  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $M=156.03$ )，並加入蒸餾水至刻度 100 mL。
  - (3)取磷酸氫二鈉溶液 37.5 mL、磷酸二氫鈉溶液 62.5 mL 混合，成為磷酸緩衝溶

液。

- 2、配置 1%赤血鹽：於定量瓶中加入 1g 的赤血鹽  $K_3Fe(CN)_6$ ，並加入蒸餾水至刻度 100 mL。
- 3、配置 0.1%氯化鐵：於定量瓶中加入 0.1g 的氯化鐵  $FeCl_3$ ，並加入蒸餾水至刻度 100 mL。
- 4、配置空白溶液：取「與樣品體積等量」的蒸餾水、0.2M 磷酸緩衝溶液 5 mL、1% 赤血鹽 5 mL。
- 5、配置樣品溶液：依實驗需求混合待測樣品，並配至相等體積，再加入 0.2M 磷酸緩衝溶液 5 mL、1%赤血鹽 5 mL。
- 6、將攪拌均勻的空白溶液與各樣品溶液，置於 50°C 水浴 20 分鐘，再置於冰浴 5 分鐘。
- 7、加入 0.1%氯化鐵 1 mL，於室溫避光反應 10 分鐘，以分光光度計檢測 700 nm 的吸光值。

### (三)吸收值測定-分光光度計

儀器型號：SP-830 PLUS，公司：Metertech Inc.

- 1、啟動設備：將 AC 電源供應器接上電源插孔、插上插座，並打開電源、關閉上蓋，暖機至少 30 分鐘(測試槽內不可放入任何物件)。
- 2、設定吸收光波長：按下「A/T/C」鈕，選擇「吸收度(A)/穿透度測量(T)」模式，再用按下「100」、「010」、「001」鈕，輸入需要測量的波長值。
- 3、測試空白溶液(Blank Solution)：取 3 mL 空白溶液(依實驗需求)，置於測試管，放入分光光度計的測試槽並關閉上蓋，按下「BLANK」鈕，螢幕會顯示「0.000A」。
- 4、樣品測試：取 3 mL 樣品液，置於測試管，放入分光光度計的測試槽並關閉上蓋，不用按任何鈕，即可紀錄螢幕所顯示的數值「?.???A」。

## 四、研究問題與實驗步驟

### (一)探討不同發酵程度的茶的抗氧化能力差異。

- 1、精秤 0.0039g( $\pm 0.0003g$ )DPPH 置於定量瓶中，配置成 0.1 M DPPH 之乙醇溶液 100ml，均勻混合，避光靜置 30 分鐘。
- 2、精秤各 1.5g 的紅茶、綠茶、烏龍茶並取出試樣後均裝入茶包袋內。
- 3、用量筒取 150mL 的常溫飲用水(大約 25°C)倒入燒杯，將熱水加熱至大約 60°C。
- 4、設定時間 5 分鐘將茶包放入燒杯並開始計時，時間到時，將茶包拿出放在錶玻璃

上。

- 5、儘速將所有泡好的茶倒入玻璃瓶避免和空氣接觸造成氧化。
- 6、使用刻度吸量管取 1.0 mL 的茶放入裝有 99.0 mL 的燒杯中進行稀釋。
- 7、再取 3.5ml 的試樣，各別加入 7mL 新鮮配置之 0.1M DPPH 乙醇溶液，用波棒攪拌(均勻混合)，避光靜置 30 分鐘。
- 8、以分光光度計檢測 517 nm 的吸光值，並計算清除率(Scavenging effects)% = [(空白溶液的吸光值-標準品或樣品的吸光值) / 空白溶液的吸光值]\*100%。

#### (二)探討不同沖泡溫度下，未發酵茶的抗氧化能力差異。

- 1、於燒杯中加入綠茶茶葉 10g，並分別加入 20°C、40°C、60°C、80°C 的蒸餾水 250 mL，浸泡並攪拌 3 分鐘，再將茶葉取出，降溫至室溫。
- 2、於錐形瓶中分別加入不同溫度所泡出的茶 5 mL，並加入 0.2M 磷酸緩衝溶液 5 mL、1%赤血鹽 5 mL，配成 15 mL 的溶液，並攪拌均勻。
- 3、將空白溶液 15 mL(以加入 5 mL 蒸餾水作為對照組)及前述各樣品，置於 50°C 水浴 20 分鐘，再置於冰浴 5 分鐘。
- 4、加入 0.1%氯化鐵 1 mL，於室溫避光反應 10 分鐘，以分光光度計檢測 700 nm 的吸光值。

#### (三)探討不同沖泡時間下，未發酵茶的抗氧化能力差異。

- 1、於燒杯中加入綠茶茶葉 10g，再加入 60°C 的蒸餾水 250 mL，浸泡並攪拌 2、4、6、8、10、12 分鐘，再將茶葉取出，降溫至室溫。
- 2、重複研究問題(二)的實驗步驟 2~4。

#### (四)探討常見添加物，是否破壞市售手搖茶飲的抗氧化能力。

[本研究問題主要目的是探討市面上常被大眾飲用的手搖飲，其添加物是否會破壞茶湯的抗氧化能力，所以選取綠茶(未發酵茶)和紅茶(全發酵茶)，並以果糖、全脂鮮乳、低脂鮮乳及豆漿作為添加物，購買共計 7 種不同組合分別測試。]

- 1、以綠茶、紅茶 2 種手搖飲的全糖、無糖情形，以及綠茶有無加奶豆製品的 3 種情形，形成 7 種組合作為樣品。
- 2、重複研究問題(二)的實驗步驟 2~4。

#### (五)探討不同含量的果糖，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。

- 1、於燒杯中加入綠茶茶葉 10g，再加入 60°C 的蒸餾水 250 mL，浸泡並攪拌 10 分鐘，再將茶葉取出，降溫至室溫。

- 2、於錐形瓶中分別加入果糖 0 mL、1 mL、2 mL、3 mL、4 mL，並各加入綠茶 5 mL、0.2M 磷酸緩衝溶液 5 mL、1%赤血鹽 5 mL，再加入蒸餾水配成 25 mL 的溶液，並攪拌均勻。
- 3、將空白溶液 25 mL(以加入 15 mL 蒸餾水作為對照組)及前述各樣品，置於 50°C 水浴 20 分鐘，再置於冰浴 5 分鐘。
- 4、加入 0.1%氯化鐵 1 mL，於室溫避光反應 10 分鐘，以分光光度計檢測 700 nm 的吸光值。

**(六)探討不同含量的其他醣類添加物(蔗糖、蜂蜜、黑糖)，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。**

- 1、於燒杯中加入綠茶茶葉 10g，再加入 60°C 的蒸餾水 250 mL，浸泡並攪拌 10 分鐘，再將茶葉取出，降溫至室溫。
- 2、於錐形瓶中分別加入蔗糖 0 g、0.5 g、1g、1.5 g、2 g，並各加入綠茶 5 mL、0.2M 磷酸緩衝溶液 5 mL、1%赤血鹽 5 mL，再加入蒸餾水配成 25 mL 的溶液，並攪拌均勻。
- 3、重複研究問題(五)的實驗步驟 3~4。
- 4、重複以上步驟，並替換添加物為蜂蜜 0 mL、1 mL、2 mL、3 mL、4 mL。
- 5、重複以上步驟，並替換添加物為黑糖 0 g、0.5 g、1g、1.5 g、2 g。

**(七)探討不同含量的低脂鮮乳，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。**

- 1、於燒杯中加入綠茶茶葉 10g，再加入 60°C 的蒸餾水 250 mL，浸泡並攪拌 10 分鐘，再將茶葉取出，降溫至室溫。
- 2、於錐形瓶中分別加入不同低脂鮮乳分別為 0 mL、0.1 mL、0.2 mL、0.3 mL、0.4 mL 及不加任何乳製品，並各加入綠茶 5 mL、0.2M 磷酸緩衝溶液 5 mL、1%赤血鹽 5 mL，再加入蒸餾水配成 25 mL 的溶液，並攪拌均勻。
- 3、重複研究問題(五)的實驗步驟 3~4。

**(八)探討不同含量的豆漿，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。**

- 1、於燒杯中加入綠茶茶葉 10g，再加入 60°C 的蒸餾水 250 mL，浸泡並攪拌 10 分鐘，再將茶葉取出，降溫至室溫。
- 2、於錐形瓶中分別加入無糖豆漿 0 mL、0.1 mL、0.2 mL、0.3 mL、0.4 mL，並各加入綠茶 5 mL、0.2M 磷酸緩衝溶液 5 mL、1%赤血鹽 5 mL，再加入蒸餾水配成 25 mL 的溶液，並攪拌均勻。

3、重複研究問題(五)的實驗步驟 3~4。

**(九)探討有無酪蛋白的添加，對兒茶素、咖啡因、茶胺酸的抗氧化能力是否造成不同程度的影響。**

1、於錐形瓶中分別加入酪蛋白 0 g、0.1 g，並各加入兒茶素 200mg、0.2M 磷酸緩衝溶液 5 mL、1%赤血鹽 5 mL，再加入蒸餾水配成 25 mL 的溶液，並攪拌均勻(為避免破壞酪蛋白結構及活性，不置入 50°C 水浴加熱)。

2、吸取上述步驟 1mL 並加入 24mL 的水當實驗組將空白溶液 25mL(以加入 15 mL 蒸餾水作為對照組)及前述各樣品，加入 0.1%氯化鐵 1 mL，於室溫避光反應 10 分鐘，以分光光度計檢測 700 nm 的吸光值。

3、重複步驟，並將兒茶素替換成等量的咖啡因、茶胺酸。

**(十)探討有無大豆蛋白的添加，對兒茶素、咖啡因、茶胺酸的抗氧化能力是否造成不同程度的影響。**

1、於錐形瓶中分別加入大豆蛋白 0 g、0.1 g，並各加入兒茶素 200mg、0.2M 磷酸緩衝溶液 5 mL、1%赤血鹽 5 mL，再加入蒸餾水配成 25 mL 的溶液，並攪拌均勻(為避免破壞大豆蛋白結構及活性，不置入 50°C 水浴加熱)。

2、重複研究問題(九)的實驗步驟 2~3。

**(十一)探討有無果糖的添加，對兒茶素、咖啡因、茶胺酸的抗氧化能力是否造成不同程度的影響。**

1、於錐形瓶中分別加入果糖 0 mL、4 mL，並各加入兒茶素 100mg、0.2M 磷酸緩衝溶液 5 mL、1%赤血鹽 5 mL，再加入蒸餾水配成 25 mL 的溶液，並攪拌均勻，置於 50°C 水浴 20 分鐘，再置於冰浴 5 分鐘。

2、重複研究問題(九)的實驗步驟 2~3。

**(十二)探討不同含量的鹽類添加物(檸檬汁、醋、小蘇打、食鹽、海藻酸鈉)，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。**

1、於燒杯中加入綠茶茶葉 10g，再加入 60°C 的蒸餾水 250 mL，浸泡並攪拌 10 分鐘，再將茶葉取出，降溫至室溫。

2、於錐形瓶中分別加入檸檬汁 1 mL，並各加入綠茶 5 mL、0.2M 磷酸緩衝溶液 5 mL、1%赤血鹽 5 mL，再加入蒸餾水配成 25 mL 的溶液，並攪拌均勻。

3、將空白溶液 25 mL(以加入 15 mL 蒸餾水作為對照組)及前述各樣品，置於 50°C 水浴 20 分鐘，再置於冰浴 5 分鐘。

4、加入 0.1%氯化鐵 1 mL，於室溫避光反應 10 分鐘，以分光光度計檢測 700 nm 的吸

光值。

5、重複步驟，並將檸檬汁 1 mL 替換成醋 1 mL、小蘇打 1 g、食鹽 1 g、海藻酸鈉 1 g。

(十三)探討有無海藻酸鈉的添加，對兒茶素、咖啡因、茶胺酸的抗氧化能力是否造成不同程度的影響。

1、於錐形瓶中分別加入海藻酸鈉 0 mL、1 g，並各加入兒茶素 100mg、0.2M 磷酸緩衝溶液 5 mL、1%赤血鹽 5 mL，再加入蒸餾水配成 25 mL 的溶液，並攪拌均勻，置於 50°C 水浴 20 分鐘，再置於冰浴 5 分鐘。

2、重複研究問題(九)的實驗步驟 2~3。

## 陸、研究結果

一、探討不同發酵程度的茶的抗氧化能力差異。

(一)實驗結果顯示，全發酵茶清除能力最差，清除率只有  $12.59 \pm 0.235\%$ ；未發酵茶清除能力最佳，清除率可達  $40.35 \pm 0.377\%$ ，抗氧化能力高於 3 倍以上。

(二)DPPH 自由基清除能力依序為：未發酵茶 > 半發酵茶 > 全發酵茶。

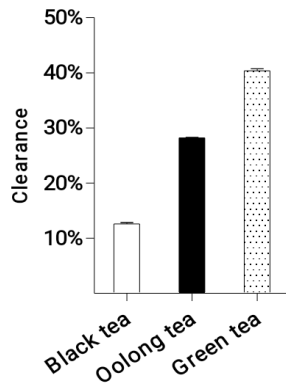
下表 6-1 不同程度發酵茶的吸收值

實驗組/對照組 (單位：A)	紅茶 (全發酵茶)	烏龍茶 (半發酵茶)	綠茶 (未發酵茶)	空白試劑(水+DPPH 試劑)(對照組)
517nm 吸收值	0.581	0.477	0.397	0.665
517nm 吸收值	0.583	0.477	0.399	0.665
517nm 吸收值	0.58	0.478	0.394	0.665

下表 6-1-1 不同程度發酵茶清除率

實驗組/對照組(單位：%)	(全發酵茶)	(半發酵茶)	(未發酵茶)
清除率	12.64	28.27	40.31
清除率	12.33	28.27	40
清除率	12.79	28.13	40.75
AVG	12.59	28.22	40.35
SD	0.235	0.081	0.377





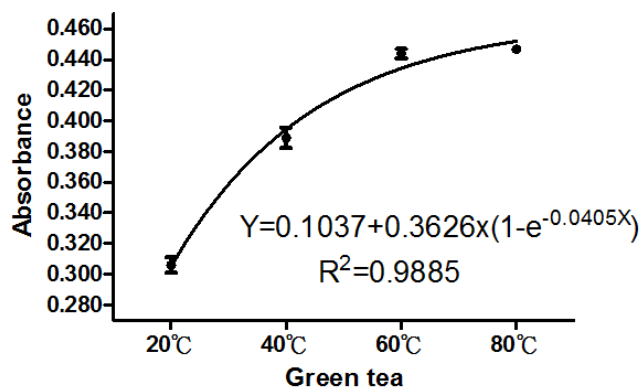
上圖 6-1 不同程度發酵茶清除率

## 二、探討不同沖泡溫度下，未發酵茶的抗氧化能力差異。

實驗結果顯示，沖泡時間固定下，溫度越高，未發酵茶的吸收值越高，抗氧化能力越佳，但至 60°C 左右漸趨平緩。

下表 6-2 不同溫度的未發酵茶吸收值

實驗組/對照組(單位：A)	20°C	40°C	60°C	80°C	蒸餾水
700nm 吸收值	0.312	0.397	0.441	0.448	0.000
700nm 吸收值	0.304	0.387	0.445	0.449	0.000
700nm 吸收值	0.303	0.384	0.447	0.445	0.000
AVG	0.306	0.389	0.444	0.447	0.000
SD	0.0049	0.0068	0.0031	0.0021	0.0000



上圖 6-2 不同溫度的未發酵茶吸收值



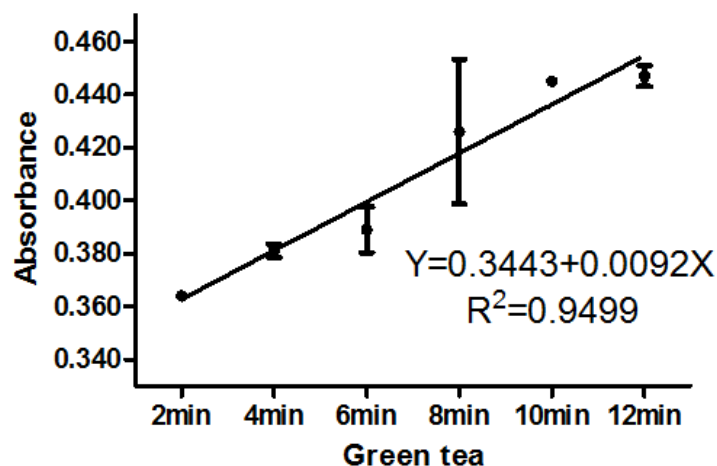
上圖 6-2-1 依序為空白溶液、室溫綠茶、20°C 綠茶、40°C 綠茶、60°C 綠茶、80°C 綠茶

### 三、探討不同沖泡時間下，未發酵茶的抗氧化能力差異。

實驗結果顯示，定溫下未發酵茶葉泡越久、茶湯越濃，吸收值越高，抗氧化能力越佳。

下表 6-3 不同沖泡時間的未發酵茶吸收值

實驗組/對照組(單位：A)	2 分鐘	4 分鐘	6 分鐘	8 分鐘	10 分鐘	12 分鐘	蒸餾水
700nm 吸收值	0.362	0.381	0.398	0.441	0.445	0.448	0.000
700nm 吸收值	0.365	0.379	0.381	0.442	0.447	0.451	0.000
700nm 吸收值	0.364	0.384	0.387	0.394	0.444	0.443	0.000
AVG	0.364	0.381	0.389	0.426	0.445	0.447	0.000
SD	0.0015	0.0025	0.0086	0.0274	0.0015	0.0040	0.0000



上圖 6-3 不同沖泡時間的未發酵茶吸收值



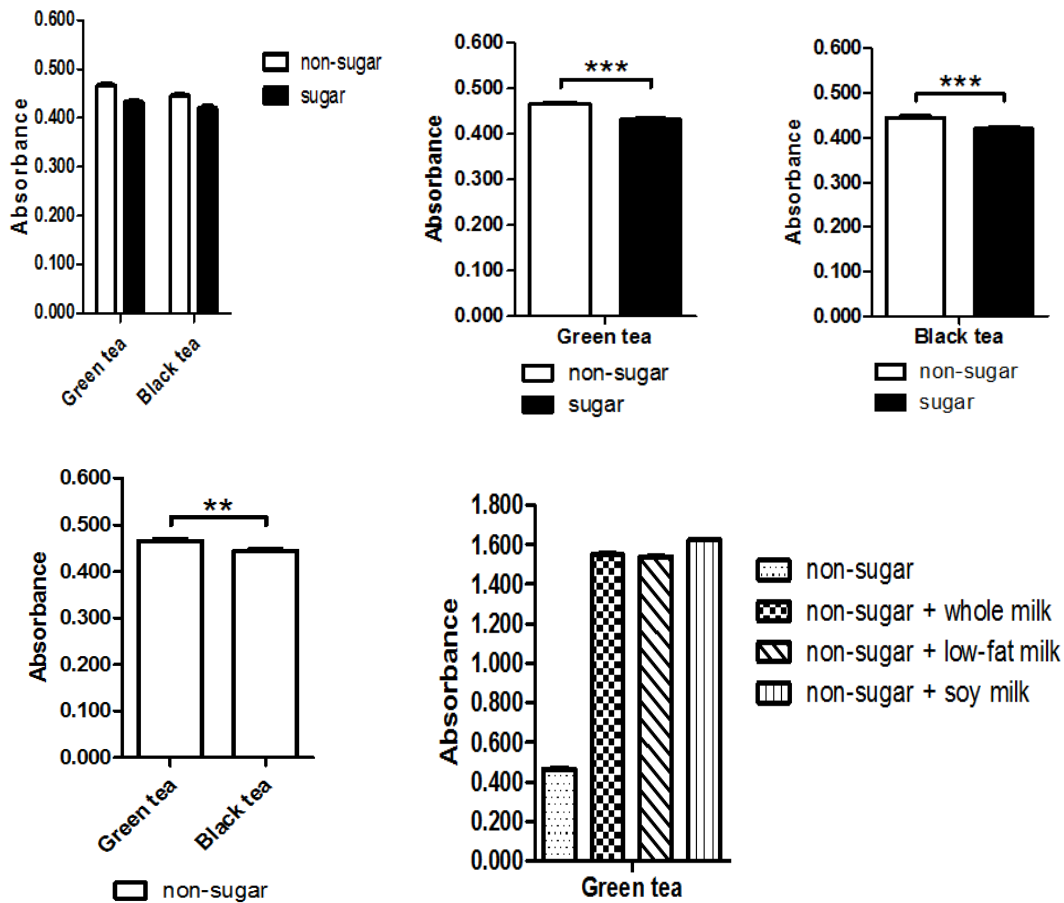
上圖 6-3-1 依序為綠茶 2mins、綠茶 4mins、綠茶 6mins、綠茶 8mins、綠茶 10mins、綠茶 12mins。

### 四、探討常見添加物，是否破壞市售手搖茶飲的抗氧化能力。

- (一)實驗結果顯示，含糖/無糖的未發酵茶吸收值皆較全發酵茶高，抗氧化能力較佳。
- (二)實驗結果顯示，無糖的未發酵/全發酵茶其吸收值皆較含糖高，抗氧化能力較佳。
- (三)實驗結果顯示，含全脂鮮乳、低脂鮮乳、豆漿的未發酵茶湯，吸收值皆較無糖高，與文獻有關牛奶具破壞茶湯抗氧化能力的敘述有出入，將進一步深入分析。

下表 6-4 市售手搖茶飲(含添加物)吸收值

實驗組/對照組 (單位：A)	綠茶(未發酵茶)					紅茶(全發酵茶)		蒸餾水
	含糖	無糖	無糖、 全脂鮮乳	無糖、 低脂鮮乳	無糖、 無糖豆漿	含糖	無糖	
700nm 吸收值	0.431	0.469	1.554	1.541	1.629	0.419	0.447	0.000
700nm 吸收值	0.429	0.461	1.551	1.543	1.623	0.425	0.447	0.000
700nm 吸收值	0.435	0.467	1.541	1.537	1.621	0.417	0.441	0.000
AVG	0.432	0.466	1.549	1.540	1.624	0.420	0.445	0.000
SD	0.0031	0.0042	0.0068	0.0031	0.0042	0.0042	0.0035	0.0000



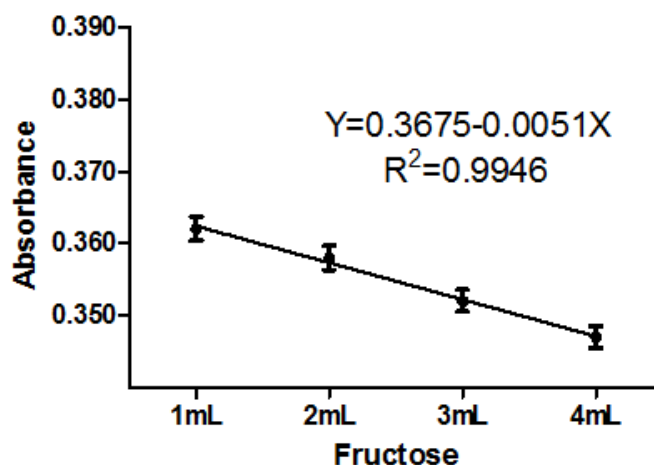
上圖 6-4 市售手搖茶飲(含添加物)吸收值

五、探討不同含量的果糖，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。

實驗結果顯示，果糖含量越多，未發酵茶湯的吸收值越低，抗氧化能力越差。

下表 6-5 不同含量果糖的未發酵茶吸收值

實驗組/對照組(單位：A)	果糖 0 mL	果糖 1 mL	果糖 2 mL	果糖 3 mL	果糖 4 mL	蒸餾水
700nm 吸收值	0.445	0.361	0.356	0.352	0.348	0.000
700nm 吸收值	0.441	0.364	0.359	0.354	0.345	0.000
700nm 吸收值	0.445	0.361	0.359	0.351	0.347	0.000
AVG	0.444	0.362	0.358	0.352	0.347	0.000
SD	0.0023	0.0017	0.0017	0.0015	0.0015	0.0000



上圖 6-5 不同含量果糖的未發酵茶吸收值



上圖 6-5-1 依序為空白溶液、綠茶+果糖 0 mL、綠茶+果糖 1 mL、綠茶+果糖 2mL、綠茶+果糖 3mL、綠茶+果糖 4mL。

六、探討不同含量的其他醣類添加物(蔗糖、蜂蜜、黑糖)，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。

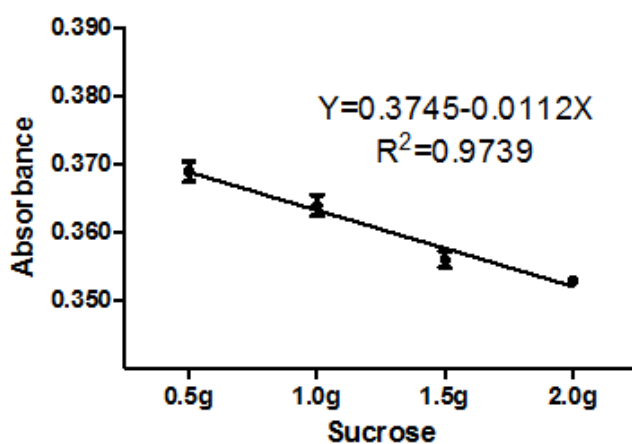
(一)實驗結果顯示，蔗糖含量越多，未發酵茶湯的吸收值越低，抗氧化能力越差。

(二)實驗結果顯示，蜂蜜含量越多，未發酵茶湯的吸收值越高，抗氧化能力較好。

(三)實驗結果顯示，黑糖含量越多，未發酵茶湯的吸收值越低，抗氧化能力越差。

下表 6-6 不同含量蔗糖的未發酵茶吸收值

實驗組/對照組(單位：A)	蔗糖 0 g	蔗糖 0.5 g	蔗糖 1 g	蔗糖 1.5 g	蔗糖 2 g	蒸餾水
700nm 吸收值	0.445	0.368	0.364	0.357	0.353	0.000
700nm 吸收值	0.441	0.371	0.363	0.357	0.352	0.000
700nm 吸收值	0.445	0.369	0.366	0.355	0.353	0.000
AVG	0.444	0.369	0.364	0.356	0.353	0.000
SD	0.0023	0.0015	0.0015	0.0012	0.0006	0.0000



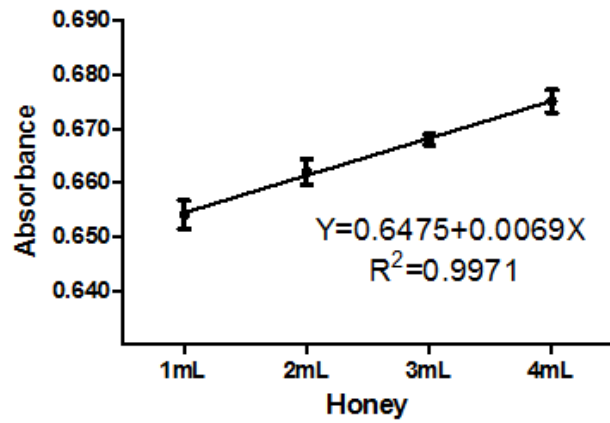
上圖 6-6 不同含量蔗糖的未發酵茶吸收值



上圖 6-6-1 依序為空白溶液、綠茶+蔗糖 0g、綠茶+蔗糖 0.5g、綠茶+蔗糖 1g、綠茶+蔗糖 1.5g、綠茶+蔗糖 2g。

下表 6-6-1 不同含量蜂蜜的未發酵茶吸收值

實驗組/對照組(單位：A)	蜂蜜 0 mL	蜂蜜 1 mL	蜂蜜 2 mL	蜂蜜 3 mL	蜂蜜 4 mL	蒸餾水
700nm 吸收值	0.445	0.653	0.665	0.667	0.674	0.000
700nm 吸收值	0.441	0.657	0.661	0.669	0.677	0.000
700nm 吸收值	0.445	0.652	0.661	0.668	0.673	0.000
AVG	0.444	0.654	0.662	0.668	0.675	0.000
SD	0.0023	0.0026	0.0023	0.0010	0.0021	0.0000



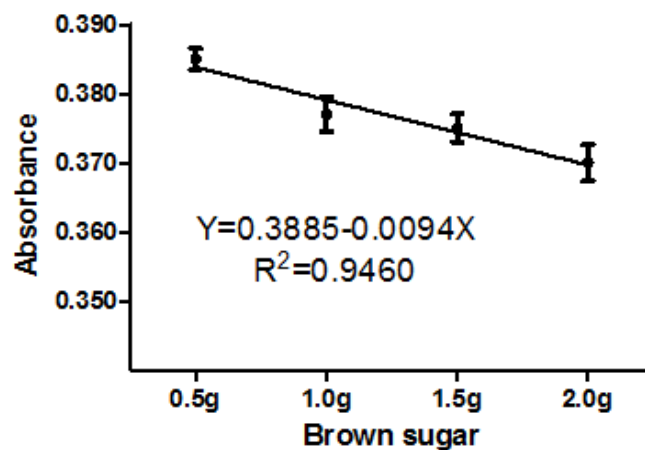
上圖 6-6-2 不同含量蜂蜜的未發酵茶吸收值



上圖 6-6-3 依序為空白溶液、綠茶+蜂蜜 0 mL、綠茶+蜂蜜 1 mL、綠茶+蜂蜜 2mL、綠茶+蜂蜜 3mL、綠茶+蜂蜜 4mL。

下表 6-6-2 不同含量黑糖的未發酵茶吸收值

實驗組/對照組(單位：A)	黑糖 0 g	黑糖 0.5 g	黑糖 1 g	黑糖 1.5 g	黑糖 2 g	蒸餾水
700nm 吸收值	0.445	0.384	0.377	0.375	0.371	0.000
700nm 吸收值	0.441	0.387	0.374	0.377	0.372	0.000
700nm 吸收值	0.445	0.385	0.379	0.373	0.367	0.000
AVG	0.444	0.385	0.377	0.375	0.370	0.000
SD	0.0023	0.0015	0.0025	0.0020	0.0026	0.0000



上圖 6-6-4 不同含量黑糖的未發酵茶吸收值

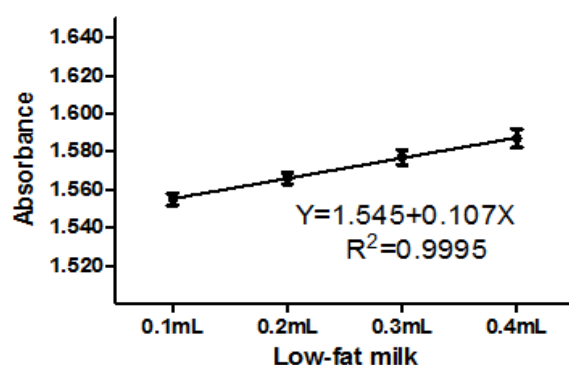


## 七、探討不同含量的低脂鮮乳，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。

實驗結果顯示，低脂鮮乳含量越多，未發酵茶湯的吸收值越高，與文獻有關牛奶具破壞茶湯抗氧化能力的敘述有出入。初步推論鮮乳溶液混濁，影響吸收值的精準度，所以將排除相關因素，進一步分析牛奶中的酪蛋白是否具有破壞未發酵茶湯的抗氧化能力。

下表 6-7 不同含量低脂鮮乳的未發酵茶吸收值

實驗組/對照組(單位：A)	低脂鮮乳 0 mL	低脂鮮乳 0.1 mL	低脂鮮乳 0.2 mL	低脂鮮乳 0.3 mL	低脂鮮乳 0.4 mL	蒸餾水
700nm 吸收值	0.445	1.559	1.565	1.573	1.581	0.000
700nm 吸收值	0.441	1.553	1.569	1.577	1.589	0.000
700nm 吸收值	0.445	1.554	1.563	1.581	1.590	0.000
AVG	0.444	1.555	1.566	1.577	1.587	0.000
SD	0.0023	0.0032	0.0031	0.0040	0.0049	0.0000



上圖 6-7 不同含量低脂鮮乳的未發酵茶吸收值



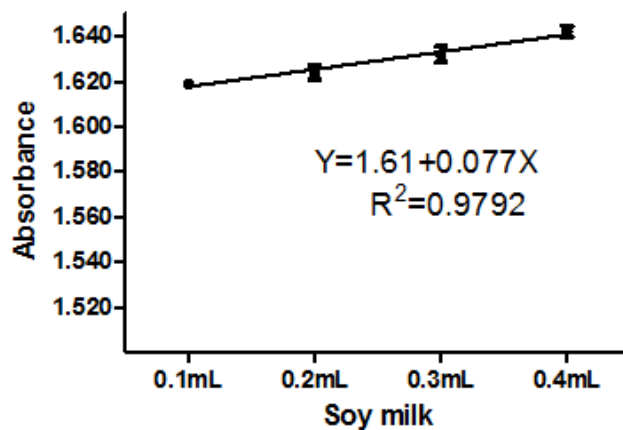
上圖 6-7-1 依序為空白溶液、綠茶、綠茶+低脂鮮乳 0.1mL、綠茶+低脂鮮乳 0.2mL、綠茶+低脂鮮乳 0.3mL、綠茶+低脂鮮乳 0.4mL。

## 八、探討不同含量的豆漿，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。

實驗結果顯示，豆漿含量越多，未發酵茶湯的吸收值越高，初步推論豆漿溶液混濁，與鮮乳同樣影響吸收值的精準度，所以將排除相關因素，進一步分析豆漿中的大豆蛋白是否具破壞未發酵茶湯抗氧化的能力。

下表 6-8 不同含量無糖豆漿的未發酵茶吸收值

實驗組/對照組(單位：A)	豆漿 0 mL	豆漿 0.1 mL	豆漿 0.2 mL	豆漿 0.3 mL	豆漿 0.4 mL	蒸餾水
700nm 吸收值	0.445	1.617	1.621	1.628	1.639	0.000
700nm 吸收值	0.441	1.618	1.627	1.635	1.643	0.000
700nm 吸收值	0.445	1.621	1.625	1.633	1.644	0.000
AVG	0.444	1.619	1.624	1.632	1.642	0.000
SD	0.0023	0.0021	0.0031	0.0036	0.0026	0.0000



上圖 6-8 不同含量無糖豆漿的未發酵茶吸收值



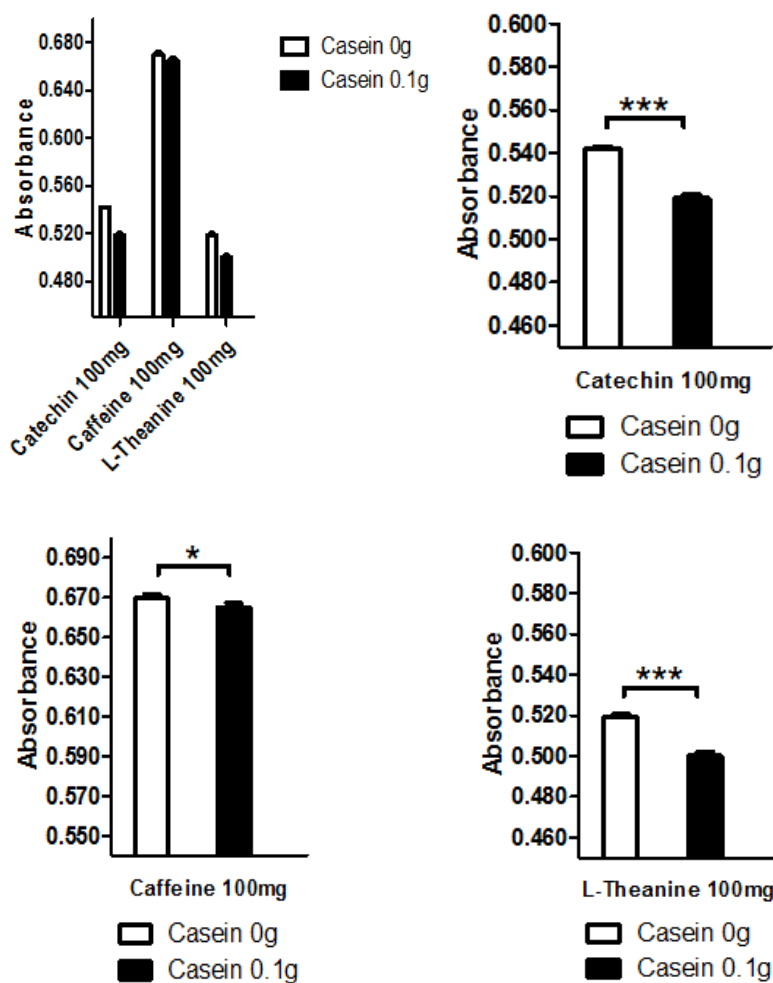
上圖 6-8-1 依序為空白溶液、綠茶、綠茶+無糖豆漿 0.1mL、綠茶+無糖豆漿 0.2mL、綠茶+無糖豆漿 0.3mL、綠茶+無糖豆漿 0.4mL。

九、探討有無酪蛋白的添加，對兒茶素、咖啡因、茶胺酸的抗氧化能力是否造成不同程度的影響。

- (一)實驗結果顯示，添加酪蛋白後，未發酵茶各抗氧化因子的吸收值較未添加者低，顯示酪蛋白具破壞未發酵茶湯抗氧化的能力。
- (二)實驗結果顯示，酪蛋白對兒茶素、咖啡因、茶胺酸三者皆有破壞性，且尤以兒茶素、茶胺酸最為顯著。

下表 6-9 酪蛋白添加與否，對於兒茶素、咖啡因、茶胺酸吸收值的影響

實驗組/對照組 (單位：A)	兒茶素 100 mg		咖啡因 100 mg		茶胺酸 100 mg		蒸餾水
	酪蛋白 0 g	酪蛋白 0.1 g	酪蛋白 0 g	酪蛋白 0.1 g	酪蛋白 0 g	酪蛋白 0.1 g	
700nm 吸收值	0.542	0.519	0.670	0.663	0.519	0.498	0.000
700nm 吸收值	0.542	0.520	0.672	0.667	0.517	0.499	0.000
700nm 吸收值	0.541	0.517	0.669	0.664	0.520	0.502	0.000
AVG	0.542	0.519	0.670	0.665	0.519	0.500	0.000
SD	0.0006	0.0015	0.0015	0.0021	0.0015	0.0021	0.0000



上圖 6-9 酪蛋白添加與否，對於兒茶素、咖啡因、茶胺酸吸收值的影響



上圖 6-9-1 依序為兒茶素、兒茶素+酪蛋白、咖啡因、咖啡因+酪蛋白、茶胺酸、茶胺酸+酪蛋白。

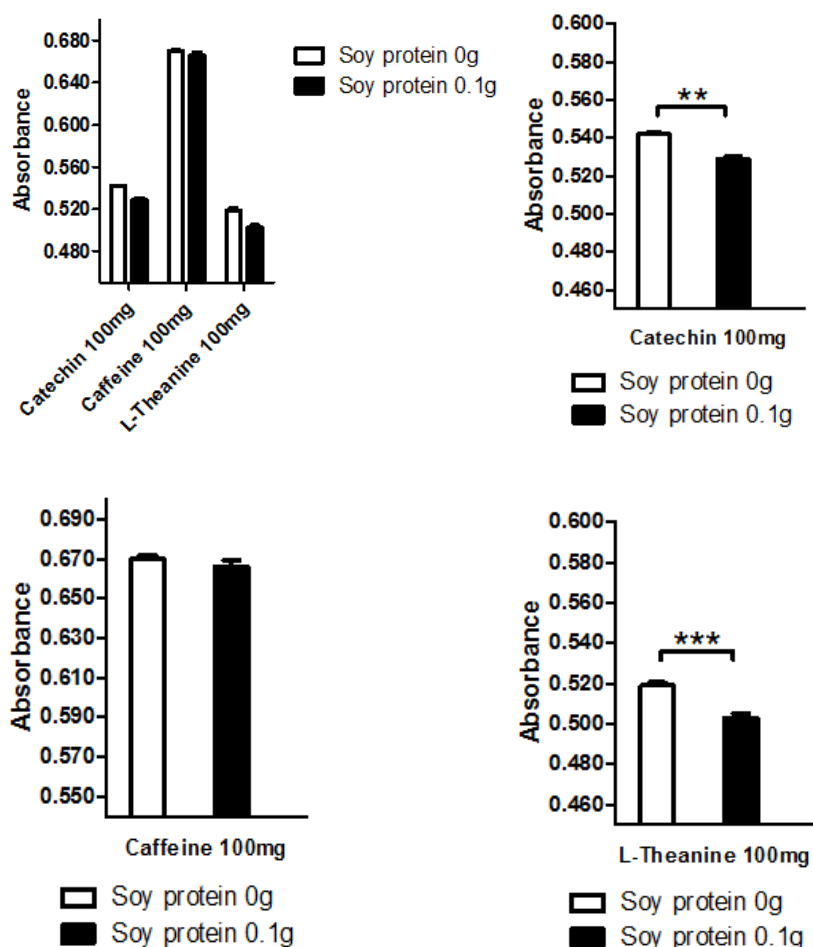
十、探討有無大豆蛋白的添加，對兒茶素、咖啡因、茶胺酸的抗氧化能力是否造成不同程度的影響。

(一)實驗結果表示，添加大豆蛋白後，兒茶素、茶胺酸的吸收值皆較未添加者低，顯示大豆蛋白具破壞未發酵茶湯抗氧化的能力。

(二)實驗結果顯示，大豆蛋白似乎僅對兒茶素、茶胺酸二者有破壞性。

下表 6-10 大豆蛋白添加與否，對於兒茶素、咖啡因、茶胺酸吸收值的影響

實驗組/對照組 (單位：A)	兒茶素 100 mg		咖啡因 100 mg		茶胺酸 100 mg		蒸餾水
	大豆蛋白 0 g	大豆蛋白 0.1 g	大豆蛋白 0 g	大豆蛋白 0.1 g	大豆蛋白 0 g	大豆蛋白 0.1 g	
700nm 吸收值	0.542	0.531	0.670	0.665	0.519	0.503	0.000
700nm 吸收值	0.542	0.528	0.672	0.669	0.517	0.505	0.000
700nm 吸收值	0.541	0.529	0.669	0.663	0.520	0.501	0.000
AVG	0.542	0.529	0.670	0.666	0.519	0.503	0.000
SD	0.0006	0.0015	0.0015	0.0031	0.0015	0.0020	0.0000



上圖 6-10 大豆蛋白添加與否，對於兒茶素、咖啡因、茶胺酸吸收值的影響



上圖 6-10-1 依序為兒茶素、兒茶素+大豆蛋白、咖啡因、咖啡因+大豆蛋白、茶胺酸、茶胺酸+大豆蛋白。

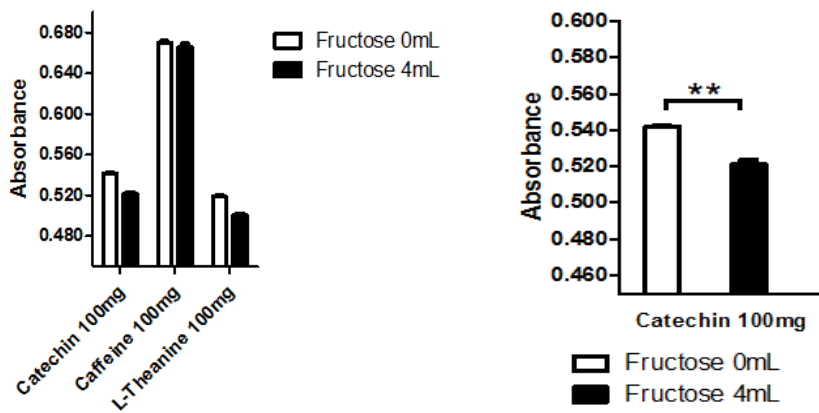
十一、探討有無果糖的添加，對兒茶素、咖啡因、茶胺酸的抗氧化能力是否造成不同程度的影響。

(一)實驗結果表示，添加果糖後，兒茶素、茶胺酸的吸收值皆較未添加者低，顯示果糖具破壞未發酵茶湯抗氧化的能力。

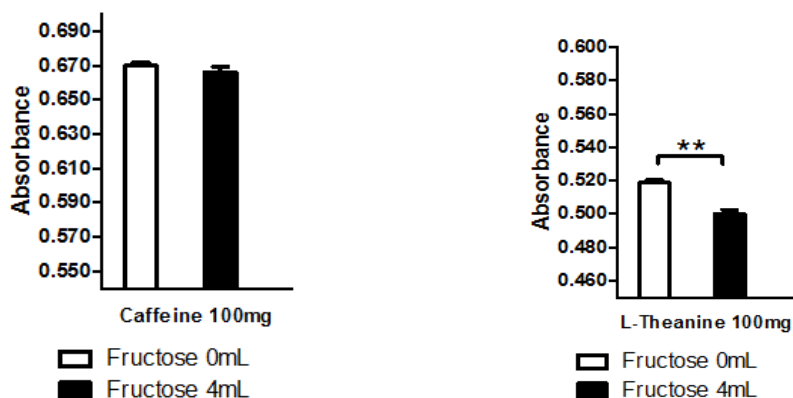
(二)實驗結果顯示，果糖似乎僅對兒茶素、茶胺酸二者有破壞性。

下表 6-11 果糖添加與否，對於兒茶素、咖啡因、茶胺酸吸收值的影響

實驗組/對照組 (單位：A)	兒茶素 100 mg		咖啡因 100 mg		茶胺酸 100 mg		蒸餾水
	果糖 0 mL	果糖 4 mL	果糖 0 mL	果糖 4 mL	果糖 0 mL	果糖 4 mL	
700nm 吸收值	0.542	0.521	0.670	0.667	0.519	0.501	0.000
700nm 吸收值	0.542	0.519	0.672	0.663	0.517	0.497	0.000
700nm 吸收值	0.541	0.524	0.669	0.669	0.520	0.502	0.000
AVG	0.542	0.521	0.670	0.666	0.519	0.500	0.000
SD	0.0006	0.0025	0.0015	0.0031	0.0015	0.0026	0.0000



上圖 6-11 果糖添加與否，對於兒茶素、咖啡因、茶胺酸吸收值的影響



上圖 6-11-1 果糖添加與否，對於兒茶素、咖啡因、茶胺酸吸收值的影響



上圖 6-11-2 依序為兒茶素、兒茶素+果糖、咖啡因、咖啡因+果糖、茶胺酸、茶胺酸+果糖。

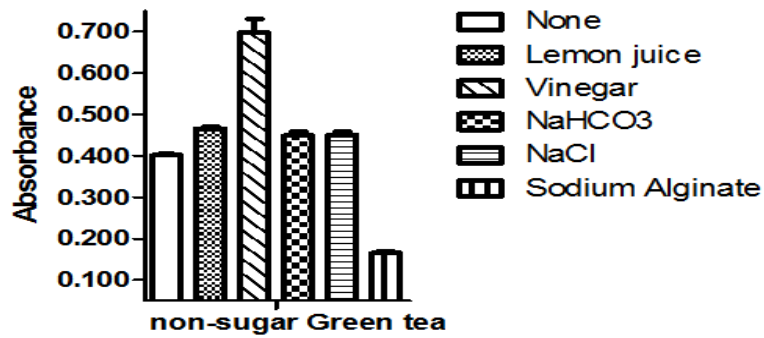
## 十二、探討不同含量的鹽類添加物(檸檬汁、醋、小蘇打、食鹽、海藻酸鈉)，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。

- (一)實驗結果表示，食鹽、檸檬汁、醋、碳酸氫鈉等添加物(海藻酸鈉除外)，未發酵茶吸收值較高，顯示食鹽、檸檬汁、醋、碳酸氫鈉等可能會提高茶湯抗氧化的能力。
- (二)實驗結果表示，添加海藻酸鈉後，未發酵茶吸收值較低，顯示海藻酸鈉可能具破壞茶湯抗氧化的能力，將進一步分析。

下表 6-12 鹽類添加物(檸檬汁、醋、小蘇打、食鹽、海藻酸鈉)的未發酵茶吸收值

實驗組/對照組 (單位：A)	綠茶						蒸餾水
	不加 任何物質	檸檬汁 1 mL	醋 1 mL	小蘇打 1 g	食鹽 1 g	海藻酸鈉 1 g	
700nm 吸收值	0.401	0.469	0.658	0.441	0.457	0.161	0.000
700nm 吸收值	0.400	0.461	0.713	0.447	0.441	0.163	0.000
700nm 吸收值	0.405	0.467	0.719	0.460	0.453	0.170	0.000
AVG	0.402	0.466	0.697	0.449	0.450	0.165	0.000
SD	0.0026	0.0042	0.0336	0.0097	0.0083	0.0047	0.0000





上圖 6-12 鹽類添加物(檸檬汁、醋、小蘇打、食鹽、海藻酸鈉)的未發酵茶吸收值



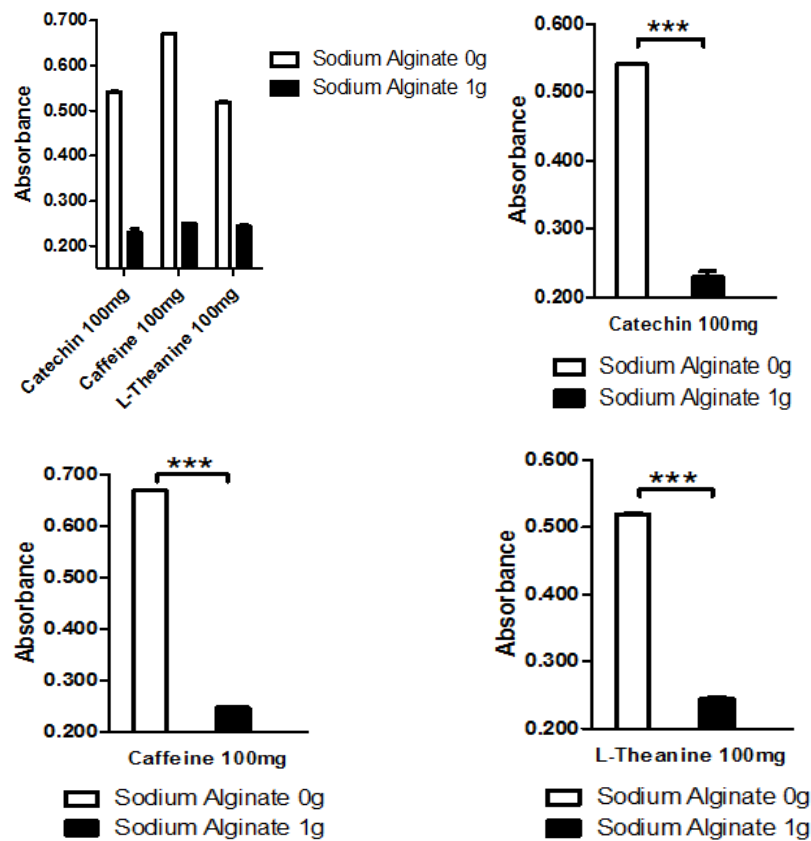
上圖 6-12-1 分別為綠茶、綠茶+小蘇打、綠茶+食鹽、綠茶+檸檬汁、綠茶+醋、綠茶+海藻酸鈉。

### 十三、探討有無海藻酸鈉的添加，對兒茶素、咖啡因、茶胺酸的抗氧化能力是否造成不同程度的影響。

- (一)實驗結果顯示，添加海藻酸鈉後，未發酵茶各抗氧化因子的吸收值較未添加者低，顯示酪蛋白具破壞未發酵茶湯抗氧化的能力。
- (二)實驗結果顯示，海藻酸鈉對兒茶素、咖啡因、茶胺酸三者皆有顯著破壞性。

下表 6-13 海藻酸鈉添加與否，對於兒茶素、咖啡因、茶胺酸吸收值的影響

實驗組/對照組 (單位：A)	兒茶素 100 mg		咖啡因 100 mg		茶胺酸 100 mg		蒸餾水
	海藻酸鈉	海藻酸鈉	海藻酸鈉	海藻酸鈉	海藻酸鈉	海藻酸鈉	
	0 g	1 g	0 g	1 g	0 g	1 g	
700nm 吸收值	0.542	0.231	0.670	0.251	0.519	0.243	0.000
700nm 吸收值	0.542	0.219	0.672	0.247	0.517	0.247	0.000
700nm 吸收值	0.541	0.237	0.669	0.248	0.520	0.241	0.000
AVG	0.542	0.229	0.670	0.249	0.519	0.244	0.000
SD	0.0006	0.0092	0.0015	0.0021	0.0015	0.0031	0.0000



上圖 6-13 有海藻酸鈉添加與否，對於兒茶素、咖啡因、茶胺酸吸收值的影響



上圖 6-13-1 依序為兒茶素、兒茶素+海藻酸鈉、咖啡因、咖啡因+海藻酸鈉、茶胺酸、茶胺酸+海藻酸鈉。

## 柒、討論

一、本研究驗證具有抗氧化破壞力的物質中：

- (一) 醣類添加物著重於影響兒茶素及茶胺酸，經文獻調查，我們推估醣類物質會阻礙茶內的兒茶素等抗氧化物，並與自由基結合、氧化，(吳啟豪，2008)。
- (二) 豆奶類添加物亦著重於影響兒茶素及茶胺酸，經文獻調查，推論兒茶素等茶多酚分子易和酪蛋白等聚合物鍵結，從而削減其抗氧化能力(康健雜誌第 210 期，2016)。
- (三) 鹽類添加物僅海藻酸鈉一種，卻顯著對兒茶素、咖啡因及茶胺酸皆有影響，可能其解離所產生的多醣體—海藻酸離子結構巨大，造成類似於醣類的阻礙效果，大幅干擾兒茶素等抗氧化因子與自由基的結合(吳啟豪，2008)。

二、本研究另發現部分具抗氧化增強力或保護力的物質：

(一)在醴類添加物中，發現蜂蜜可提升抗氧化力，經文獻調查，得知蜂蜜的多酚類、黃酮類亦具有抗氧化能力，能幫助清除自由基，防止細胞膜的不飽和脂肪酸及蛋白質、DNA 遭受攻擊而造成永久性傷害(Sara M. M. et al., 2014)。

(二)另外，意外發現大部分鹽類添加物會協助提高抗氧化力，雖尚未有充足文獻佐證，但推測鹽類是電解質，於水溶液中解離出正負電荷離子，可藉由得失電子的方式產生還原反應，進而提高抗氧化效果。

三、回顧以往的科展作品，許多文獻僅以兒茶素探討破壞抗氧化能力的研究，素材過於單薄，本研究透過抗氧化因子的吸光值比較、破壞抗氧化力物質的交互檢驗，初步提供茶胺酸作為其他有效的抗氧化物質輔助檢驗。未來除藉由兒茶素，應亦可以茶胺酸作為抗氧化力檢測標準。至於咖啡因，則企待更多的數據資料佐證。

四、本研究採用的兩種還原力檢測法皆使用分光光度計測量，易受溶液清澈與否的影響：

(一)DPPH 自由基清除力檢測可能「低估」還原力：因 DPPH 自由基於 517 nm 有吸光值且經還原反應減少，故吸光值越低，還原力越強；然而懸浮溶液顆粒較大，可能降低光線穿透率而變相提高吸光值，將低估還原效果，致實驗結果不顯著，故本研究僅以此檢測探討「研究問題一：不同發酵程度的茶是否具有還原力」。

(二)普魯士藍生成量檢測可能「高估」還原力：因自還原反應生成的普魯士藍於 700 nm 有吸光值，故吸光值越高，還原力越強；懸浮溶液有較高吸光值，將高估還原效果，致需進一步實驗來分析豆奶類添加物是否具有抗氧化能力的破壞力。

綜上，本實驗僅問題一採 DPPH 自由基清除能力檢測，餘皆以普魯士藍生成量檢測；針對可能破壞抗氧化力者，則進一步與抗氧化因子測試交互作用，以檢驗結果的正確性。

五、為展望懸浮溶液還原能力的有效檢驗方案，除以吸光值作為定量依據，或可依氧化還原反應的特性，找尋是否有以溫度、pH 值等變化進行檢測的工具，以期更簡便、有效地針對破壞抗氧化能力的物質進行確認。

六、針對本研究的後續應用：

(一)據本研究前置實驗顯示，抗氧化力增強速率於茶葉浸泡溫度 60°C 幾近平緩，建議若情急又怕燙口，得用 10g 綠茶於 60°C 溫水浸泡 10 分鐘左右，以獲取有效抗氧化物質；另相關標準亦可作為後續類此實驗之參考。

(二)依據本研究結論，未來購買茶飲時建議盡量少搭配糖、豆漿、牛奶或爆爆球等添加物，以期避免影響茶飲於人體內產生抗氧化力的效果，並有益於身心健康。

## 捌、結論

- 一、依不同烘焙程度，茶湯的抗氧化能力為：未發酵茶 > 半發酵茶 > 全發酵茶，且對於全發酵茶，未發酵茶的抗氧化能力至少高於 3 倍以上；依不同浸泡溫度，茶湯抗氧化力隨浸泡溫度的升高而增強，並於 60°C 幾近趨緩；依不同浸泡時間，茶湯抗氧化力於 12 分鐘內保持正比提升。
- 二、依不同種類添加物分類，對於茶湯的抗氧化力影響：
  - (一)大部分醣類具破壞效果，且至少由干擾或抑制兒茶素及茶胺酸還原力的方式達成。
  - (二)豆奶類具破壞效果，且至少由干擾或抑制兒茶素及茶胺酸還原力的方式達成。
  - (三)鹽類僅海藻酸鈉具破壞效果，且至少由干擾或抑制兒茶素、咖啡因及茶胺酸還原力的方式達成。

## 玖、參考文獻

- 一、Oyaizu M. (1986). Studies on products of browning reaction: antioxidative activity of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr*, 44,307-315.
- 二、Shimada, K. et al. (1992). Antioxidative properties of Xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 945-948.
- 三、羅玫青 (2002) 薏仁與烏梅水萃取物複方對於降低自發性高血壓大鼠血壓及血脂之功效探討。輔仁大學食品營養學系碩士論文。
- 四、林欣穎、莊慧珊、楊品婕。2019。茶言觀色—探討茶之抗氧化能力。
- 五、吳白玟、劉曉芸、鄭郁琪、曾素香、蘇淑珠、闕麗卿。2011。液相層析法分析茶 飲料中兒茶素。食品藥物研究年報，2：90-96
- 六、Yamanishi, T. (1995). Special issue on tea: Flavor of tea. *Food Review Int.* 11:477-525.
- 七、陳英玲。2005。茶葉的保健功效。科學發展，397：66-73。
- 八、陳亮宜、孫璐西。2004。茶與健康。科學發展，384：18-23。
- 九、Masanori, H. et al. (2016) Comparison of Antioxidative Activities of Tea with Different Fermentation Degree. *Food Sci Nutr*, 22,5(3):639-645.
- 十、吳啟豪 (2008) 天然多酚抑制高度醣化終產物生成及抗糖毒性物質誘導發炎及氧化壓力之研究。國立中興大學食品暨應用生物科技學系所博士論文。
- 十一、Sara M. M. et al., (2014) Determination of Antioxidant Capacities,  $\alpha$ -Dicarbonyls, and Phenolic Phytochemicals in Florida Varietal Honeys Using HPLC-DAD-ESI-MS<sup>n</sup> *J. Agric. Food Chem* 62, 34, 8623 – 8631.

## 【評語】 030212

在這個研究中，學生利用還原力來檢測值茶飲中的抗氧化因子，並且探討添加物的影響。整個圖表和報告的表現優異，可惜本身研究與過去科展題目的雷同性太高，並缺乏新的論點。但學生對研究的興趣，值得鼓勵。

## 作品簡報

中華民國第61屆中小學科學展覽會  
科 別：化學  
組 別：國中組

作品名稱：明「茶」秋毫…「破壞」  
手搖茶飲抗氧化力因子（兒茶素、  
咖啡因、茶胺酸）之探討



# 研究背景與目的

## \* 研究背景

1. 茶湯抗氧化能力
2. 手搖茶飲的興盛

## \* 過去文獻探討

1. 過去對果糖研究
2. 過去對牛奶研究
3. 此次研究

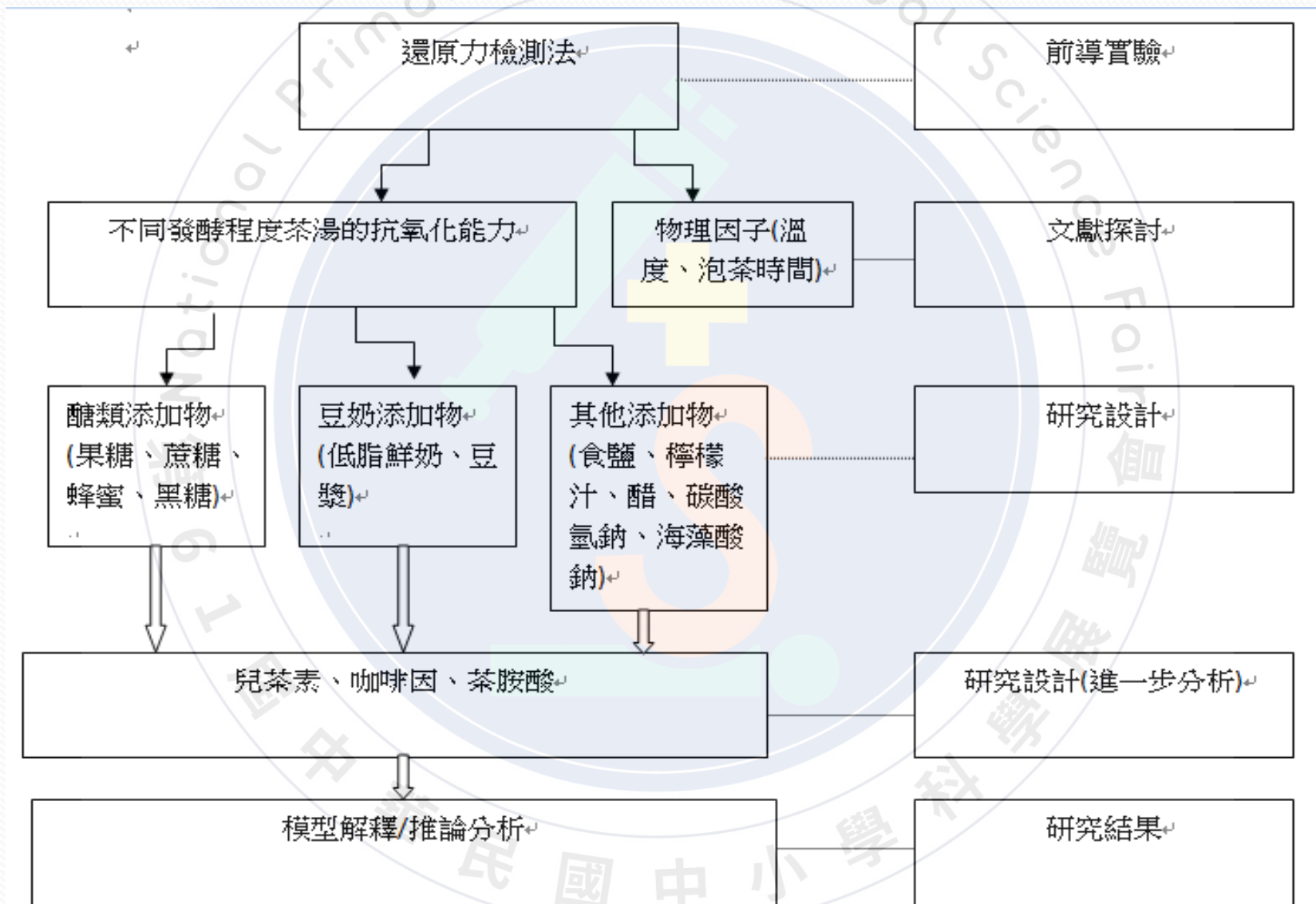
## \* 總結：

本實驗利用還原力檢測原理，探討手搖飲常用之醣類(果糖、蔗糖、蜂蜜、黑糖)、豆奶類(牛奶、豆漿)、鹽類(氯化鈉、醋、檸檬汁、碳酸氫鈉、海藻酸鈉)等添加物是否破壞茶湯的抗氧化能力，並進一步分析具破壞性的物質可能影響茶湯中的哪些抗氧化因子(兒茶素、咖啡因、茶胺酸)。

# 研究問題

- 一、利用還原力檢測法(DPPH自由基清除能力)，探討不同發酵程度茶的抗氧化能力差異。
- 二、利用還原力檢測法(普魯士藍生成量)：
  - (一)探討不同濃度、不同溫度下的未發酵茶抗氧化能力差異。
  - (二)探討添加物對於市售手搖茶飲(未發酵茶、全發酵茶)抗氧化能力的破壞性。
  - (三)探討不同含量的醣類添加物(果糖、蔗糖、蜂蜜、黑糖)對於茶湯抗氧化能力的影響：
    - 1、對於茶湯抗氧化能力的破壞性。
    - 2、對於抗氧化因子(兒茶素、咖啡因、茶胺酸)的針對性。
  - (四)探討不同含量的豆奶類添加物(低脂鮮乳、豆漿)對於茶湯抗氧化能力的影響：
    - 1、對於茶湯抗氧化能力的破壞性。
    - 2、對於抗氧化因子(兒茶素、咖啡因、茶胺酸)的針對性。
  - (五)探討鹽類添加物(檸檬汁、醋、小蘇打、食鹽、海藻酸鈉)對於茶湯抗氧化能力的影響：
    - 1、對於茶湯抗氧化能力的破壞性。
    - 2、對於抗氧化因子(兒茶素、咖啡因、茶胺酸)的針對性。

# 研究方法與架構

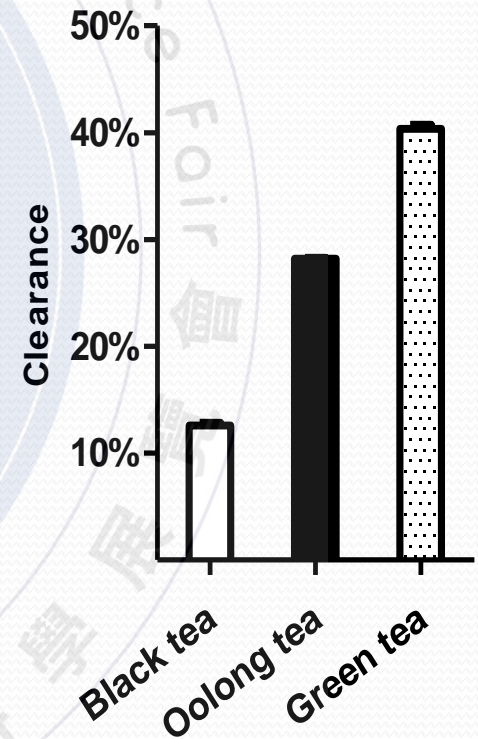


# 研究結果

一、探討不同發酵程度的茶的抗氧化能力差異。

實驗組/對照組 (單位：A)	紅茶 (全發酵茶)	烏龍茶 (半發酵茶)	綠茶 (未發酵茶)	空白試劑(水 +DPPH試劑)( 對照組)
517nm吸收值	0.581	0.477	0.397	0.665
517nm吸收值	0.583	0.477	0.399	0.665
517nm吸收值	0.58	0.478	0.394	0.665

實驗組/對照組(單位：%)	(全發酵茶)	(半發酵茶)	(未發酵茶)
清除率	12.64	28.27	40.31
清除率	12.33	28.27	40
清除率	12.79	28.13	40.75
AVG	12.59	28.22	40.35
SD	0.235	0.081	0.377

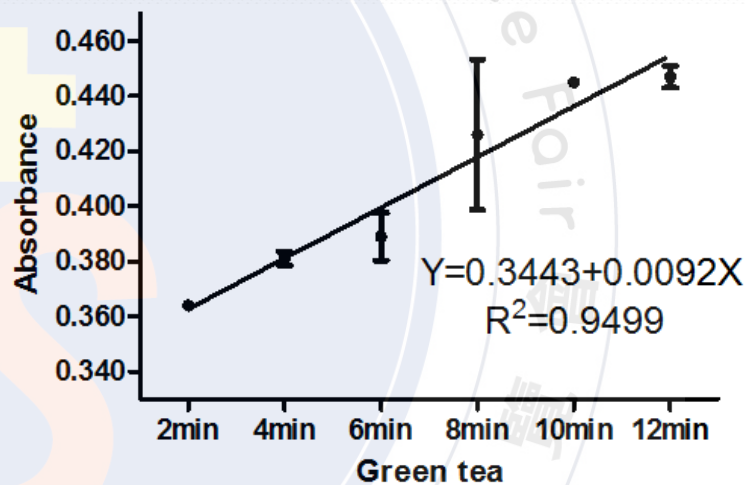
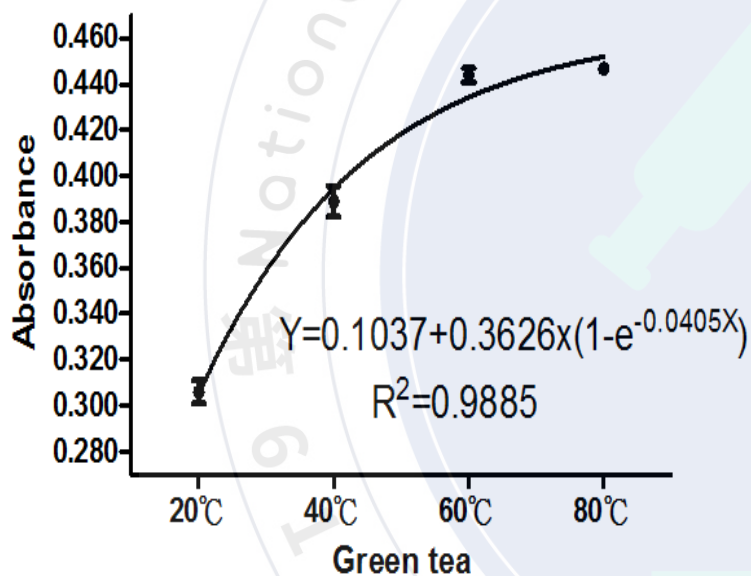




# 研究結果

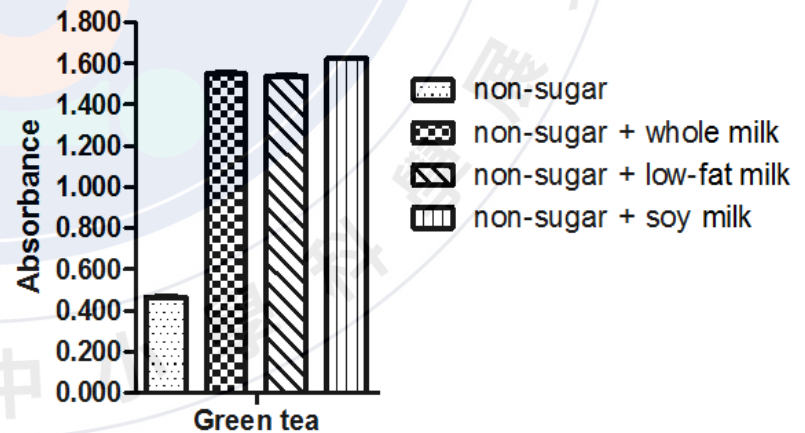
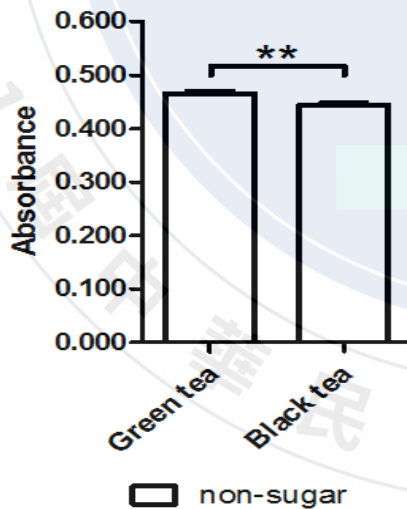
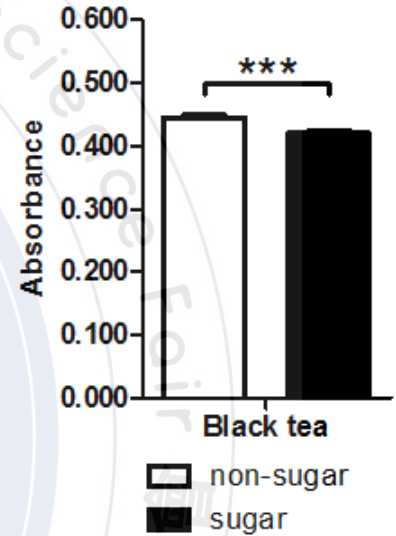
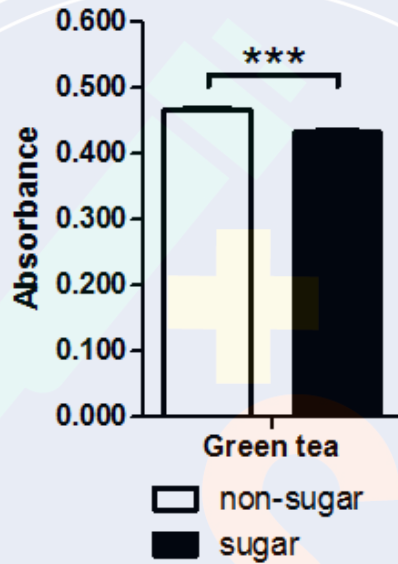
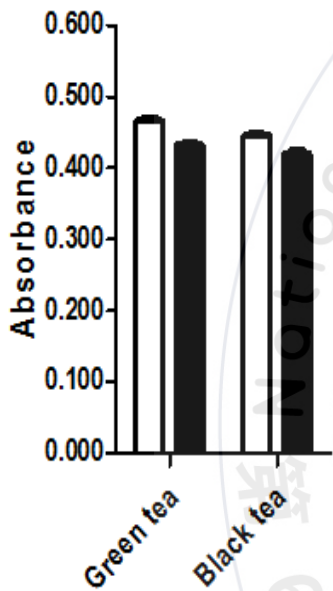
二、探討不同沖泡溫度下，未發酵茶的抗氧化能力差異。

三、探討不同沖泡時間下，未發酵茶的抗氧化能力差異。



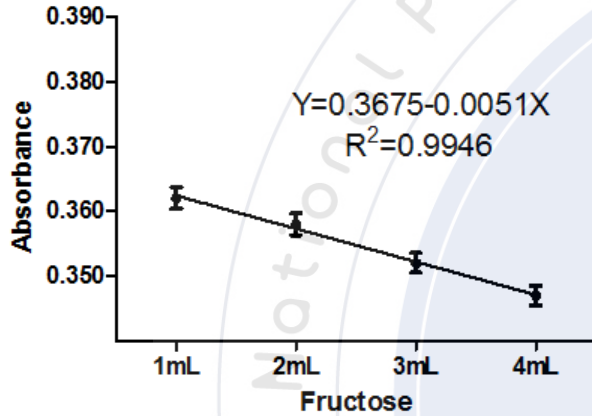
# 研究結果

四、探討常見添加物，是否破壞市售手搖茶飲的抗氧化能力。

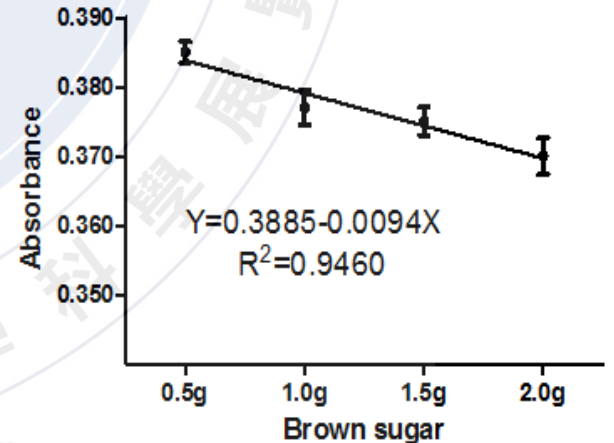
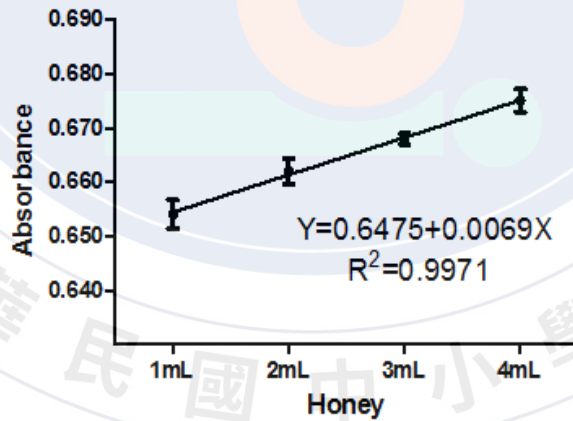
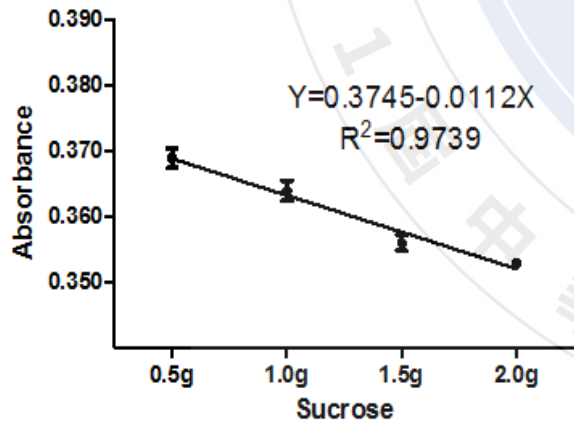


# 研究結果

五、探討不同含量的果糖，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。



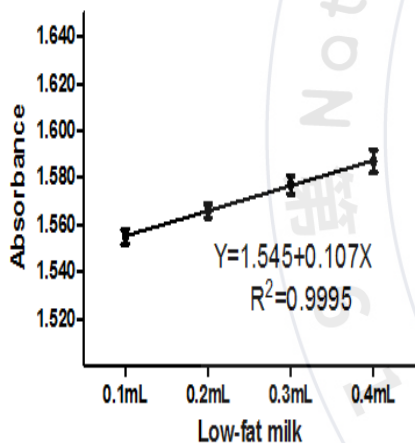
六、探討不同含量的其他醣類添加物(蔗糖、蜂蜜、黑糖)，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。



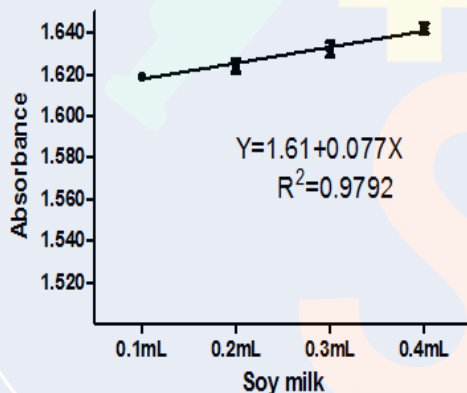


# 研究結果

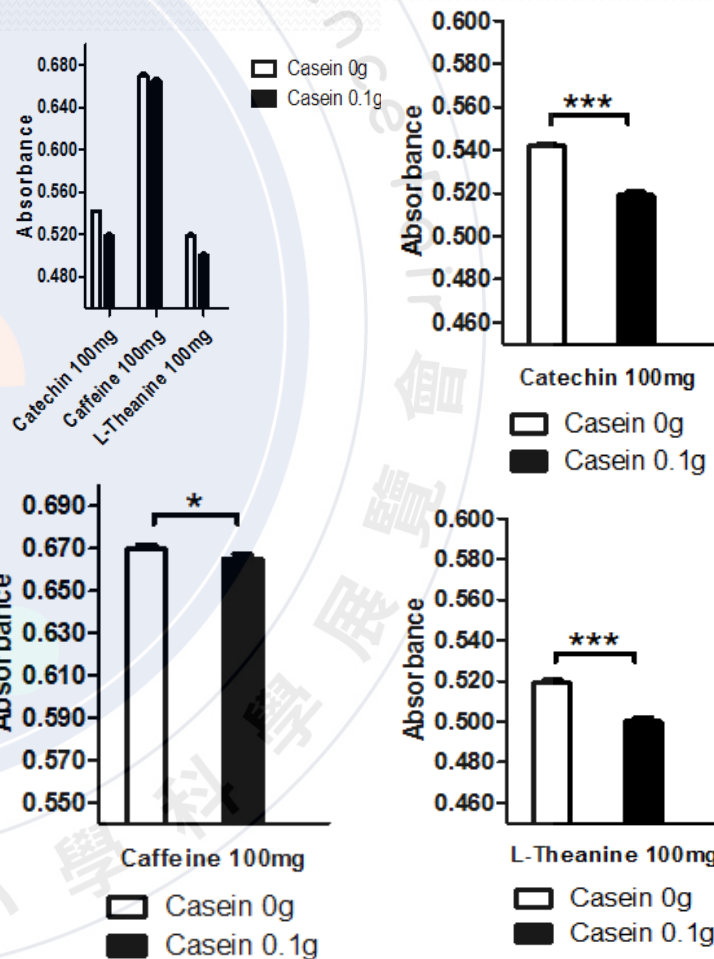
七、探討不同含量的低脂鮮乳，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。



八、探討不同含量的豆漿，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。



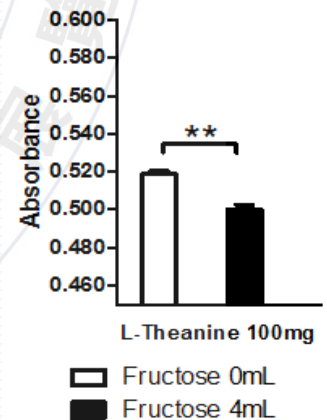
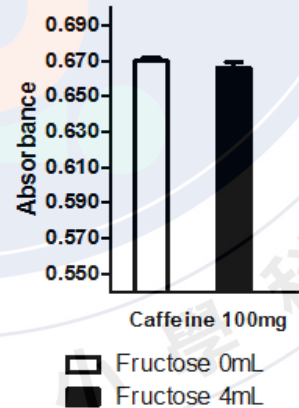
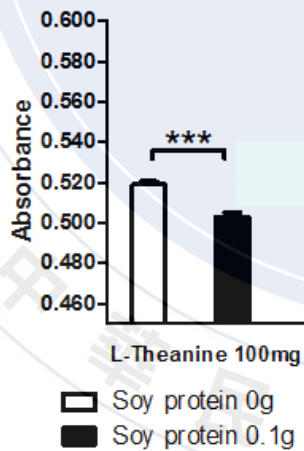
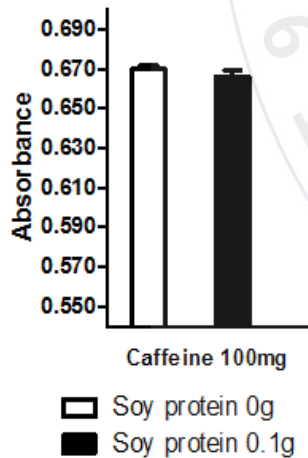
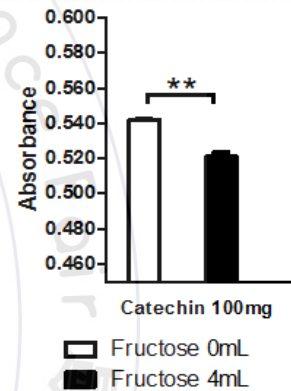
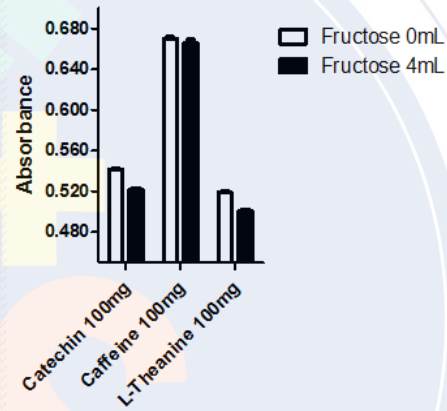
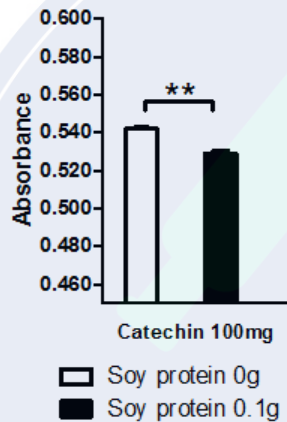
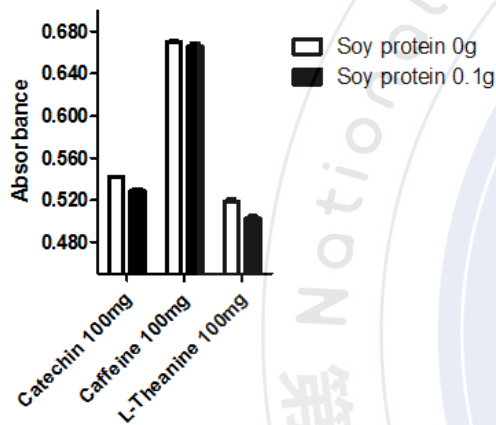
九、探討有無酪蛋白的添加，對兒茶素、咖啡因、茶胺酸的抗氧化能力是否造成不同程度的影響。



# 研究結果

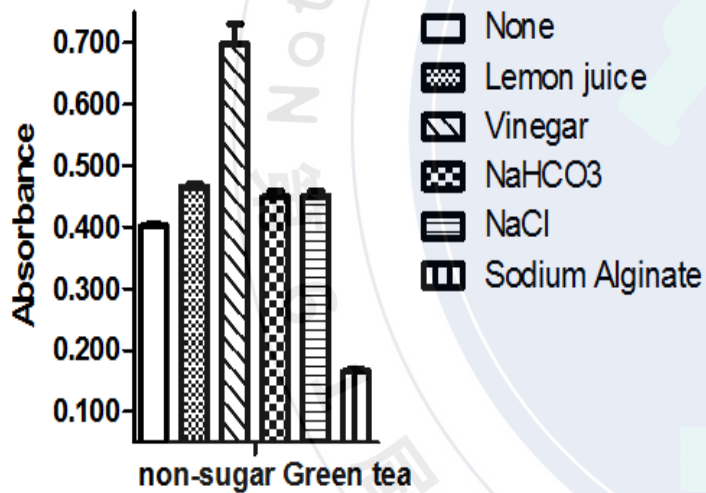
十、探討有無大豆蛋白的添加，對兒茶素、咖啡因、茶胺酸的抗氧化能力是否造成不同程度的影響。

十一、探討有無果糖的添加，對兒茶素、咖啡因、茶胺酸的抗氧化能力是否造成不同程度的影響。

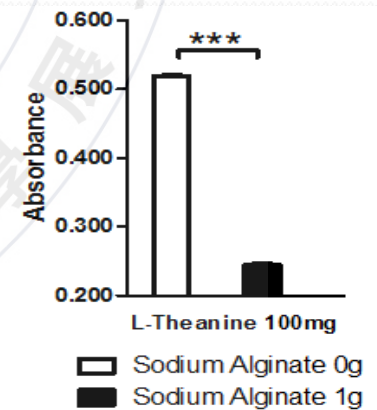
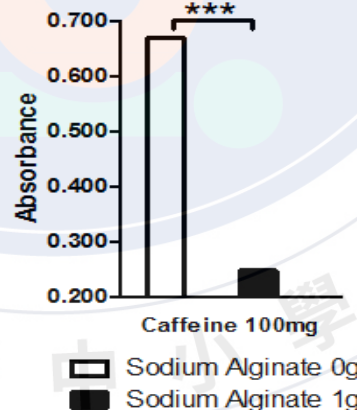
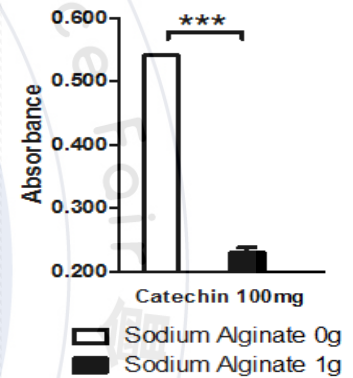
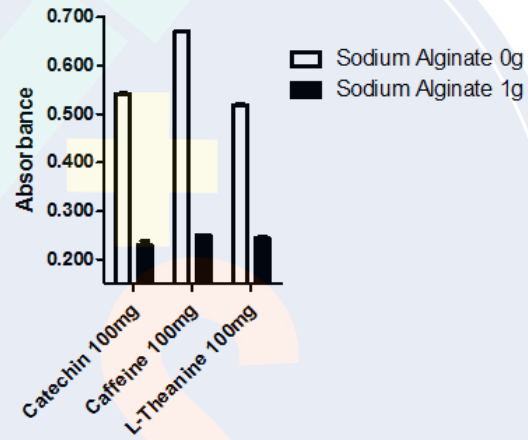


# 研究結果

十二、探討不同含量的鹽類添加物(檸檬汁、醋、小蘇打、食鹽、海藻酸鈉)，是否破壞未發酵茶的抗氧化能力，並造成不同程度的影響。



十三、探討有無海藻酸鈉的添加，對兒茶素、咖啡因、茶胺酸的抗氧化能力是否造成不同程度的影響。





# 結論

- 一、依不同烘焙程度，茶湯的抗氧化能力為：未發酵茶 > 半發酵茶 > 全發酵茶。
- 二、依不同浸泡溫度，茶湯抗氧化力隨浸泡溫度的升高而增強。
- 三、依不同浸泡時間，茶湯抗氧化力於12分鐘內保持正比提升。
- 四、依不同種類添加物分類，對於茶湯的抗氧化力影響：
  - (一)大部分醣類具破壞效果，且至少由干擾或抑制兒茶素及茶胺酸還原力的方式達成。
  - (二)豆奶類具破壞效果，且至少由干擾或抑制兒茶素及茶胺酸還原力的方式達成。
  - (三)此實驗研究的鹽類中僅海藻酸鈉具破壞效果，且干擾或抑制兒茶素、咖啡因及茶胺酸還原力的方式達成。

## 參考資料

- 一、Oyaizu M. (1986). Studies on products of browning reaction: antioxidative activity of products of browning reaction prepared from glucosamine. Jpn J Nutr, 44,307-315.
- 二、Shimada, K. et al. (1992). Antioxidative properties of Xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, 945-948.
- 三、林欣穎、莊慧珊、楊品婕。2019。茶言觀色—探討茶之抗氧化能力。