

# 中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科(三)

第三名

083010

抗氧化萬歲!為您沖杯高「酚」好茶!

學校名稱： 臺北市私立復興實驗高級中學(附設國小)

作者：	指導老師：
小六 王唯羽	范暄昊
小六 陳泓君	王俊貴
小六 張祐綺	
小六 徐恩昊	
小五 鄭詠駿	
小四 鄧睿晟	

關鍵詞： 茶多酚、抗氧化、茶飲品

## 摘要

本研究探討不同沖泡條件對茶飲品抗氧化能力與茶多酚含量的影響，旨在找出最佳沖泡方式，並分析不同添加物對茶湯的影響並藉由碘滴定法推測抗氧化能力，了解茶多酚含量。實驗變因包含浸泡時間、加熱方式、茶葉顆粒大小，與糖、鹽、乳製品等不同添加物的影響。透過測量自製茶湯的值與抗氧化能力，探討如何沖泡出高「酚」好茶。

研究結果顯示，適當延長加熱與浸泡時間能提高茶多酚釋放，但超過一定時間也不會增加茶多酚，抗氧化能力反而下降。茶葉磨碎後沖泡可增加茶多酚，酸性環境對抗氧化能力影響不大；加入乳製品則會顯著降低其含量，尤其以奶精影響最鉅。本研究之科學依據，可幫助消費者選擇更健康的茶飲沖泡方式，並推廣茶飲的抗氧化價值。

## 壹、前言

### 一、研究動機

手搖飲是臺灣人日常喜愛的國民飲品，其中，手搖飲使用不同類型的茶葉烹煮，更添加了其他的配料與添加物，五花八門、千變萬化。

《本草綱目》中記載了茶的多種功效和用途，特別提及茶能「止渴除煩、利水道、明目、益思」，並適合長期飲用。書中提到，茶能清熱解毒、化痰助消化，並能平衡飲食中的油膩感。此外，茶葉對於「頭目不清、宿醉、煩熱」等症狀也有緩解效果。從現代科學的角度看，茶中富含茶多酚、兒茶素、咖啡因及胺基酸等活性成分，這些物質對健康具有多重益處。例如：茶多酚具有強抗氧化能力，有助於減少自由基對細胞的損傷；兒茶素則有抗菌、降脂和增強免疫功能的效果。咖啡因能刺激中樞神經，提升專注力與抗疲勞能力。同時，茶中的胺基酸能放鬆心情並增強腦部功能。這些療效使得茶成為一種兼具保健與品茗價值的飲品。

茶飲品中，茶多酚具有抗氧化能力，對身體健康有益處，是一種養生食品；那麼，在眾多的茶飲品中，「怎麼煮茶才有更多的茶多酚？」、「市售的手搖飲中，真的都有那麼多的茶多酚？」，這是我們想要研究的主題。希望將我們的研究結果推廣給手搖飲店家，分享如何喝出健康的高「酚」好茶。

## 二、研究目的

- (一) 不同加熱方式對茶飲品的抗氧化能力影響
- (二) 不同顆粒對茶飲品的抗氧化能力影響
- (三) 不同飲品對茶飲品的茶多酚溶解度影響
- (四) 不同添加物茶飲品的茶多酚溶解度影響

## 三、研究設備與耗材

- (一) 研究設備：電子秤、砝碼、濾紙、漏斗、烘乾箱、滴管、燒杯、量筒、陶瓷纖維網、酒精燈、三腳鐵架、蒸發皿、玻璃棒、研鉢、杵。
- (二) 研究耗材：茶葉、50 mL 血清瓶、乳製品、砂糖、果糖、鹽、食用醋、澱粉、碘液、柑橘類水果。

# 貳、文獻探討

## 一、茶多酚

茶多酚( Tea polyphenols )是茶葉中一類重要的植物化合物的總稱，屬於多酚類化合物。它們主要包括以下幾個類別：

1. 兒茶素類：如 EGCG（表兒茶素沒食子酸酯）、ECG、EGC 等，綠茶含量最豐富。
2. 黃酮類：具有抗氧化特性。
3. 花青素：具有抗炎和抗氧化功能。
4. 酚酸類：如咖啡酸和沒食子酸，參與抗氧化反應。

茶多酚是茶葉中最重要的活性成分之一，佔乾茶葉重量的 20%~30%，決定了茶葉的苦澀味及其保健功效。茶多酚是一種天然且多功能的保健成分，對健康有廣泛益處。日常適量飲茶能夠發揮茶多酚的功效，對於維持身體健康、防病抗老具有積極的作用。(吳珊珊，2000)。

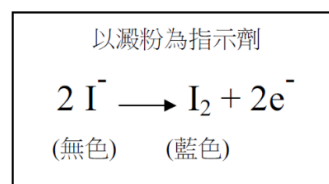
## 二、氧化與抗氧化作用

廣泛的氧化反應是指「失去電子」的反應，反應過程中可生成自由基，發生在細胞中便會受到破壞或凋亡。抗氧化劑是指能減緩或防止氧化作用的發生，並抑制其他後續的氧化反應，例如：抗壞血酸（維他命 C）、**多酚類**。

人類的呼吸作用就是一種氧化作用，能夠產生能量讓人類工作，但也可能產生很多自由基，對生命體造成傷害；故生物體身體演化出多種抗氧化劑和各種過氧化酶。正常生理狀況下，自由基在身體中維持平衡狀態，不會對身體造成傷害，但當自由基不正常地累積時，就會使身體正常機能受到傷害並導致疾病，為了維持體內自由基的平衡，人體中有一套抗氧化系統幫助我們清除多餘的自由基，包含許多酶參與的酵素系統與維他命 C、E 與攝取多酚類蔬果，相輔相成的作用，建構起人體的保護網。（資料來源：維基百科，抗氧化劑。）

### 三、碘滴定

最常見的抗氧化能力檢定方式為碘滴定，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（資料與圖片來源：維基百科，碘量法）。



茶多酚屬於天然抗氧化物，可與氧化劑發生還原反應。當茶湯中加入碘液（ $\text{I}_2$ ）後，若樣品具有足夠的抗氧化能力，會將部分碘還原為碘離子（ $\text{I}^-$ ），使碘液的棕色逐漸褪去。透過滴定所需碘液體積或觀察變色情形，可做為比較不同茶湯抗氧化性強弱的依據。

### 四、以嫩精模擬胃蛋白酶：茶多酚沉澱反應之可行性分析

「嫩精」為嫩化劑的俗稱。食肉的嫩化劑，通常是指蛋白質分解酵素，如木瓜酵素（papain）、鳳梨酵素（bromelain）等屬於植物性蛋白質分解酵素；另外弱酸（如食醋、檸檬果汁）或 2% 氯化鈉也能嫩化肉品。嫩精主要活性成分為鳳梨酵素（Bromelain），鳳梨酵素是一種蛋白酶，具有良好的蛋白質水解能力。鳳梨酵素能在中性至弱酸性環境中分解蛋白質，因此常被視為模擬胃中蛋白質消化反應的替代酵素。

茶湯中的主要抗氧化成分為茶多酚（Tea Polyphenols），具有與蛋白質結合的能力，常造成沉澀口感。Liang 等人（1999）研究指出，茶多酚與鳳梨酵素在混合後能形成穩定的酵素-多酚複合物，並產生明顯沉澱反應。這種結合是透過茶多酚與鳳梨酵素中脯胺酸等胺基酸殘基作用而產生的，形成的膠狀或顆粒狀沉澱具有可見性，並可回收酵素活性（Liang,

Huang, & Kwok, 1999)。

該研究亦指出，此種茶多酚-鳳梨酵素複合物具較佳的熱穩定性與抗氧化能力，且表現出競爭性抑制作用，意即茶多酚會暫時結合酵素但不完全抑制其功能，顯示其結合具可逆性，模擬生理性蛋白質交互作用具有合理性。

綜上所述，使用市售嫩精（鳳梨酵素）與茶湯混合產生沉澱反應，可作為模擬人體消化道中茶多酚與胃蛋白酶交互作用的替代方法，不僅安全、便於操作，且有科學文獻支持其可行性，因此為「以嫩精與茶多酚沉澱反應」為本研究的主要設計的文獻依據。

## 參、研究過程與方法

### 一、研究架構圖

本架構圖為自行繪製

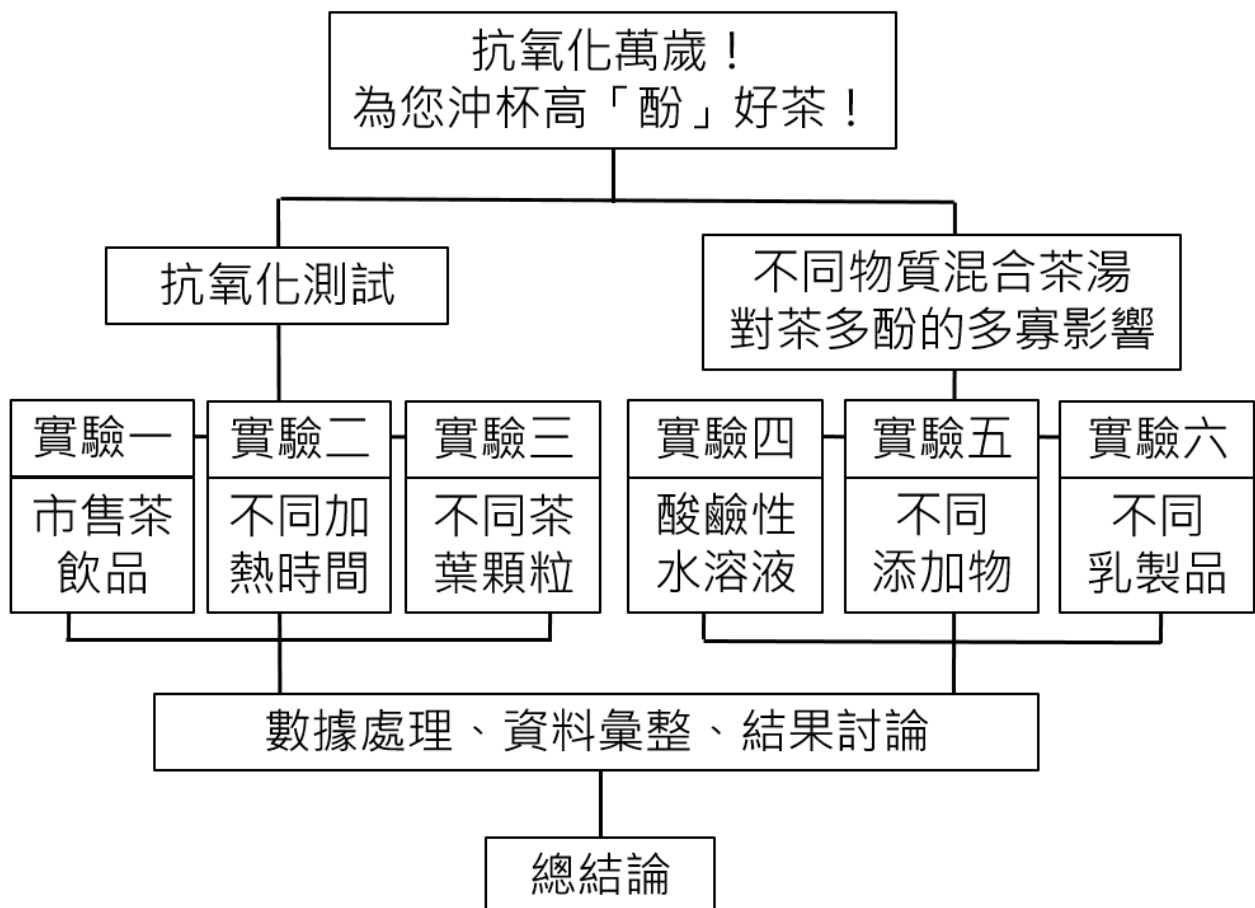


圖 3-1-1 研究架構圖

## 二、實驗研究設計

### （一）實驗一之一 市售茶飲品的碘滴定實驗

1.市場調查，購買茶飲品進行碘滴定實驗，步驟如下表 3-2-1 所示：

表 3-2-1 市售茶飲品進行碘滴定步驟表

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同茶葉之準備	市售茶飲品（皆無糖） 白毫烏龍、杭菊普洱、四季春、金萱茶、紅茶、日式綠茶、康普茶、黑豆茶	吸取 10 mL	即時
2	碘滴定實驗準備	燒杯、玻璃棒、澱粉指示劑（1%）、藥用碘液（5%）稀釋 20 倍	澱粉指示劑加熱攪拌後冷卻	30 分鐘
3	進行碘滴定實驗	燒杯、滴管、澱粉指示劑（1%）、藥用碘液（5%）稀釋 20 倍	液體的顏色變成深藍色，終止滴定，紀錄	即時

### （二）實驗一之二 市售珍珠奶茶進行抗氧化檢測

1.說明：我們去學校附近的連鎖手搖飲品店購買全糖、正常冰的珍珠奶茶，各取 10 mL 進行碘滴定實驗，步驟如下表 3-2-2 所示：

表 3-2-2 市售茶飲品進行碘滴定步驟表

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同茶葉之準備	市售手搖飲的珍珠奶茶	吸取 10 mL	即時
2	碘滴定實驗準備	燒杯、玻璃棒、澱粉指示劑（1%）、藥用碘液（5%）稀釋 20 倍	澱粉指示劑加熱攪拌後冷卻	30 分鐘
3	進行碘滴定實驗	燒杯、滴管、澱粉指示劑（1%）、藥用碘液（5%）稀釋 20 倍	液體的顏色變成深藍色，終止滴定，紀錄	即時

### （三）實驗二之一 不同浸泡時間對茶葉之抗氧化能力與 pH 值影響

#### 1. 設計理念

之前聽到長輩們說，泡茶的時候，茶葉不能泡太久，不然味道會變，思考著是否跟茶多酚的釋放量有關，因此設計實驗，步驟如下表 3-3-1 所示：

表 3-3-1 不同浸泡時間對茶葉之抗氧化能力影響-步驟說明

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同茶葉之準備	香片、碧螺春、包種、鐵觀音、東方美人、蜜香紅茶、普洱、老茶 各 1 g	秤重	即時
2	茶葉秤重	電子秤	鑷子夾取	即時
3	沖泡茶葉	90°C熱水 茶葉與水的比例為 1:100	每 5 分鐘取 20 mL 計時 30 分鐘	30 分鐘
4	茶湯冷卻	小量杯、溫度計	降溫至 40°C	15 分鐘
5	測量抗氧化能力	燒杯、滴管、澱粉指示劑（1%）、藥用碘液（5%）稀釋 20 倍	液體的顏色變成深藍色，終止滴定，紀錄	即時

## (四) 實驗二之二 不同加熱時間對茶葉之抗氧化能力與 pH 值影響

## 1. 設計理念

看手搖飲的店員煮茶的時候，是整個茶葉放到鍋子裡「煮」，思考著持續的高溫烹煮是否會影響到抗氧化能力與否，因此設計實驗，步驟如下表 3-4-1 所示：

表 3-4-1 不同加熱時間對茶葉之抗氧化能力-步驟說明

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同茶葉之準備	香片、碧螺春、包種、鐵觀音、東方美人、蜜香紅茶、普洱、老茶 各 1 g	秤重	即時
2	茶葉秤重	電子秤	鑷子夾取	即時
3	沖泡茶葉	100°C熱水 茶葉與水的比例為 1:100	持續沸騰，每 3 分鐘 取 20 mL	5 分鐘
4	茶湯冷卻	小量杯、溫度計	降溫至 40°C	15 分鐘
5	測量抗氧化能力	燒杯、滴管、澱粉指示劑（1%）、藥用碘液（5%）稀釋 20 倍	液體的顏色變成深藍色，終止滴定，紀錄	即時

## （五）實驗三 不同茶葉顆粒沖泡對茶湯之抗氧化能力與 pH 值影響

### 1. 設計理念

我們學習過數學的表面積，理解「顆粒愈小，接觸面積增加」，思考著「將茶葉磨碎再沖泡熱水成茶湯」能否減少加熱的時間(省時)就可以得到高抗氧化力的茶？於是我們設計實驗，步驟如下表 3-5-1 所示：

表 3-5-1 不同茶葉顆粒沖泡對茶湯之抗氧化能力影響-步驟說明

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同茶葉之準備	香片、碧螺春、包種、鐵觀音、東方美人、蜜香紅茶、普洱、老茶 各 1g	秤重	即時
2	茶葉秤重、磨碎	電子秤、研鉢、杵	磨碎過篩 顆粒大小：2 mm	即時
3	沖泡茶葉與碎茶葉	90°C熱水 茶葉與水的比例為 1:100	每 5 分鐘取 10 mL 計時 30 分鐘	30 分鐘
4	茶湯冷卻	小量杯、溫度計	降溫至 40°C	15 分鐘
5	測量抗氧化能力	燒杯、滴管、澱粉指示劑（1%）、藥用碘液（5%）稀釋 20 倍	液體的顏色變成深藍色，終止滴定，紀錄	即時

## （六）實驗四 酸鹼性水溶液混合茶湯對茶多酚的多寡影響

### 1. 設計理念

有時候跟家人們去喝下午茶，或是炎炎夏日喝著店家準備的水果茶，思考著「水溶液的酸鹼性」是否會對茶湯裡茶多酚多寡有影響？於是設計實驗，步驟如下表 3-6-1 所示：

表 3-6-1 酸鹼性水溶液混合茶湯對茶多酚的多寡影響-步驟說明

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同茶葉之準備	香片、碧螺春、包種、鐵觀音、東方美人、蜜香紅茶、普洱、老茶 各 5g	秤重	即時
2	茶葉秤重，磨碎	電子秤、研鉢、杵	磨至大約 0.1-0.2 cm	即時
3	沖泡茶葉、冷卻	90°C熱水 茶葉與水的比例為 5:100	沸騰加熱 3 分鐘 降溫至 40°C	30 分鐘
4	混合嫩精與水溶液	茶湯 30mL、1%嫩精 10 mL 食用醋 10 mL	混合	30 秒
5	靜置後過濾	濾紙，漏斗	搖晃 10 秒過濾	即時
6	乾燥後秤重	烘乾箱	58°C，靜置烘乾 再取出靜置 30 分鐘秤重	2 小時



另外，我們也使用了柑橘類水果的果汁當成操縱變因，檢視果汁與茶湯混合後，是否會對茶湯裡茶多酚多寡有影響。

表 3-6-2 柑橘類果汁混合茶湯對茶多酚的多寡影響-步驟說明

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同茶葉之準備	香片、碧螺春、包種、鐵觀音、東方美人、蜜香紅茶、普洱、老茶 各 5g	秤重	即時
2	茶葉秤重，磨碎	電子秤、研鉢、杵	磨至大約 0.1-0.2cm	即時
3	沖泡茶葉、冷卻	90°C熱水 茶葉與水的比例為 5:100	沸騰加熱 3 分鐘 降溫至 40°C	30 分鐘
4	混合嫩精與水溶液	茶湯 30mL、1%嫩精 10mL 柑橘果汁（過濾）10mL	混合	30 秒
5	靜置後過濾	濾紙，漏斗	搖晃 30 秒、 靜置 30 分鐘過濾	即時
6	乾燥後秤重	烘乾箱	58°C，靜置烘乾再取出 靜置 30 分鐘秤重	2 小時

#### （七）實驗五 不同添加物混合茶湯對茶多酚的多寡影響

##### 1. 設計理念

市售的茶類食品當中，奶茶是茶添加奶精、茶葉蛋的滷汁是茶添加食鹽、一般手搖飲飲品都會加糖（果糖、砂糖、黑糖等）來增添風味，奶精、食鹽與糖屬於添加物，思考著「添加物」與茶混合後是否對茶多酚的多寡有影響？於是我們設計實驗。實驗步驟如表所示：

表 3-7-1 不同添加物混合茶湯對茶多酚的多寡影響-步驟說明

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同茶葉之準備	香片、碧螺春、包種、鐵觀音、東方美人、蜜香紅茶、普洱、老茶 各 5g	秤重	即時
2	茶葉秤重，磨碎	電子秤、研鉢、杵	研磨至大約 0.1-0.2 cm	即時
3	沖泡茶葉、冷卻	90°C熱水 茶葉與水的比例為 5:100	沸騰加熱 3 分鐘 降溫至 40°C	30 分鐘
4	混合嫩精與添加物	茶湯 30mL、1%嫩精 10 mL 食鹽水、果糖、砂糖水、奶精 10 mL	混合	30 秒
5	靜置後過濾	濾紙，漏斗	搖晃 30 秒、 靜置 30 分鐘過濾	即時
6	乾燥後秤重	烘乾箱	58°C，靜置烘乾再取出 靜置 30 分鐘秤重	2 小時

## （八）實驗六 不同乳製品混合茶湯對茶多酚的多寡影響

### 1. 設計理念

在市售茶飲品裡，可以觀察到茶湯會添加不同的乳製品，因此我們進行市場調查後，決定以「牛奶、豆漿、燕麥奶、養樂多、優酪乳」當作操縱變因，檢視不同乳製品混合茶湯對茶多酚的多寡影響，實驗步驟如下表 3-8-1 所示：

表 3-8-1 不同乳製品混合茶湯對茶多酚的多寡影響-步驟說明

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同茶葉之準備	香片、碧螺春、包種、鐵觀音、東方美人、蜜香紅茶、普洱、老茶各 5g	秤重	即時
2	茶葉秤重，磨碎	電子秤、研鉢、杵	磨至大約 0.1-0.2 cm	即時
3	沖泡茶葉、冷卻	90°C 熱水 茶葉與水的比例為 5:100	沸騰加熱 3 分鐘 降溫至 40°C	30 分鐘
4	混合嫩精與乳製品	茶湯 30mL、1%嫩精 10 mL 牛奶、豆漿、燕麥奶、養樂多、 優酪乳 10 mL	混合	30 秒
5	靜置後過濾	濾紙，漏斗	搖晃 30 秒、 靜置 30 分鐘過濾	即時
6	乾燥後秤重	烘乾箱	58°C，靜置烘乾再取出 靜置 30 分鐘秤重	2 小時

## 肆、研究結果

### 一、實驗一之一 市售茶飲品的碘滴定實驗碘滴定實驗結果

1.說明：本實驗採用 5 次實驗取平均值進行數據統計，結果如圖、表所示：

表 4-1-1 市售茶飲品之直接碘滴定

編號	茶飲品名稱	滴定值（滴）
A	白毫烏龍	155.6
B	杭菊普洱	91.2
C	四季春	172.6
D	金萱綠茶	182.4
E	紅茶	41.2
F	日式綠茶	202.4
G	康普茶	35.8
H	黑豆茶	72.4

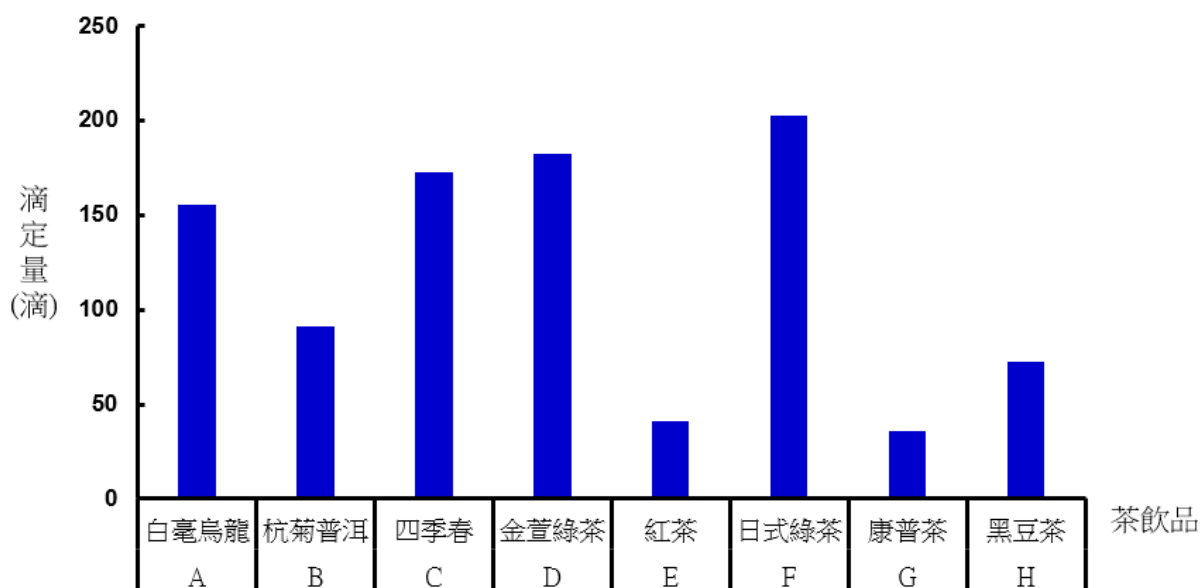


圖 4-1-1 市售茶飲品的碘滴定測試長條圖（圖片來源：自行繪製）



圖 4-1-2 市售茶飲品碘滴定步驟剪影（圖片來源：自行拍攝）

2.小結：經過碘滴定的測試，可以發現到綠茶類的滴定量最多，抗氧化劑的效果最好；烏龍茶類的次之，紅茶與康普茶的滴定量較低，與歷屆科展研究結果相符。

## 二、實驗一之二 市售珍珠奶茶進行抗氧化檢測

表 4-2-1 連鎖手搖飲品店珍珠奶茶直接碘滴定（單位：滴定量-滴）

店家編號	A	B	C	D	E	F
第一次	107	100	60	55	88	223
第二次	88	100	80	40	75	227
第三次	100	100	80	40	85	218
第四次	80	100	85	40	100	206
第五次	84	100	80	35	100	208
平均	91.8	100	77	42	89.6	216.4

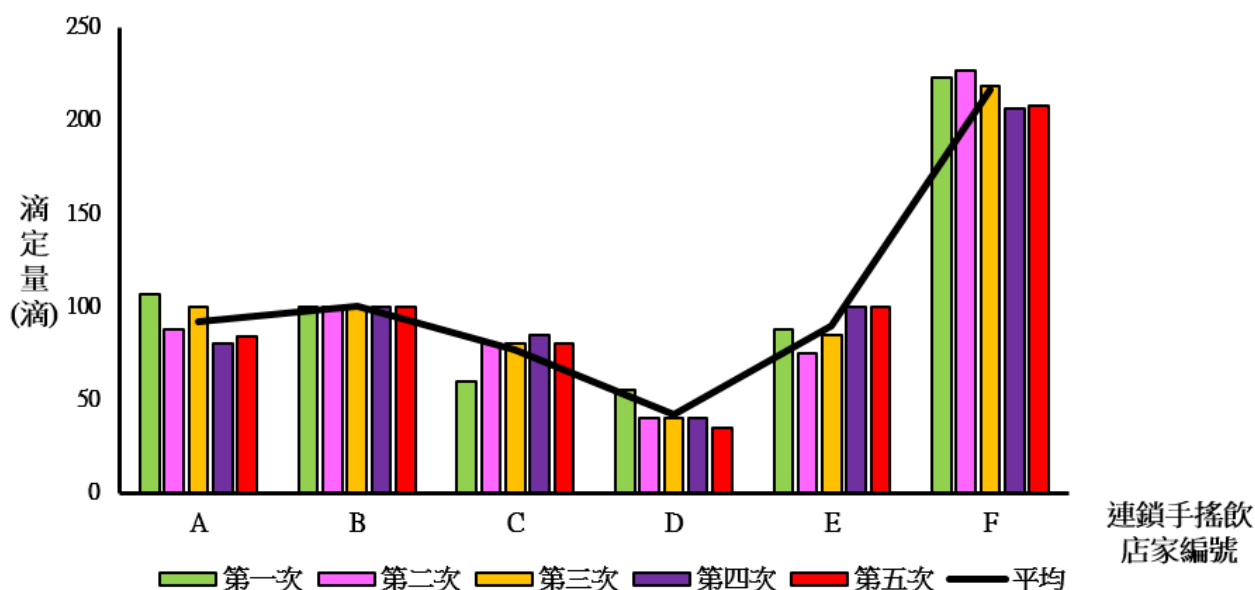


圖 4-2-1 連鎖手搖飲品店珍珠奶茶碘滴定之長條圖（圖片來源：自行繪製）

2. 小結：發現不同連鎖店加手搖飲的珍珠奶茶，抗氧化能力差異甚大。

3. 討論：我們思考著：「不同的方式煮出的茶湯，會不會影響其抗氧化效果？」、「不同的添加物是否也會影響茶湯的抗氧化能力？」茶被視為經濟作物，「喝茶」也是養生的方式，臺灣的喝茶市場中有各國的茶飲品做成手搖飲與下午茶，究竟「怎麼沖泡可以更養生？」、「加那些物質可以提取茶葉內更多的茶多酚？」這是我們之後的進行的研究。

### 三、實驗二之一 不同浸泡時間對茶葉之抗氧化能力影響

（一）說明：以一般泡茶的時間「3 分鐘」為基準，之後 5 分鐘、10 分鐘，至 30 分鐘為止，各取 10 mL 冷卻測量 pH 值與碘滴定。

（二）直接碘滴定檢視抗氧化能力：結果如下表 4-3-1 與圖 4-3-1 所示：

表 4-3-1 不同浸泡時間對茶葉之直接碘滴定（單位：滴定量-滴）

	3 分鐘	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘	20 分鐘	25 分鐘	30 分鐘
香片	127.2	144.4	155.6	167.2	143.6	150	154.4
碧螺春	135.2	152.2	166.2	176.4	151.8	158.2	160.2
包種	108.4	112.2	117.4	128.6	113.4	116.2	118.8
鐵觀音	102.6	103.4	106.6	109.4	104.4	105.2	106.4
東方美人	96.2	96.8	98.4	100.2	97.2	97.6	98.2
蜜紅	63.4	64.2	66.2	67	65	66.4	66.6
普洱	67.2	68	69.2	71.4	68.6	69.2	71
老茶	70.8	73	74.4	79.2	73.6	75.2	76.6

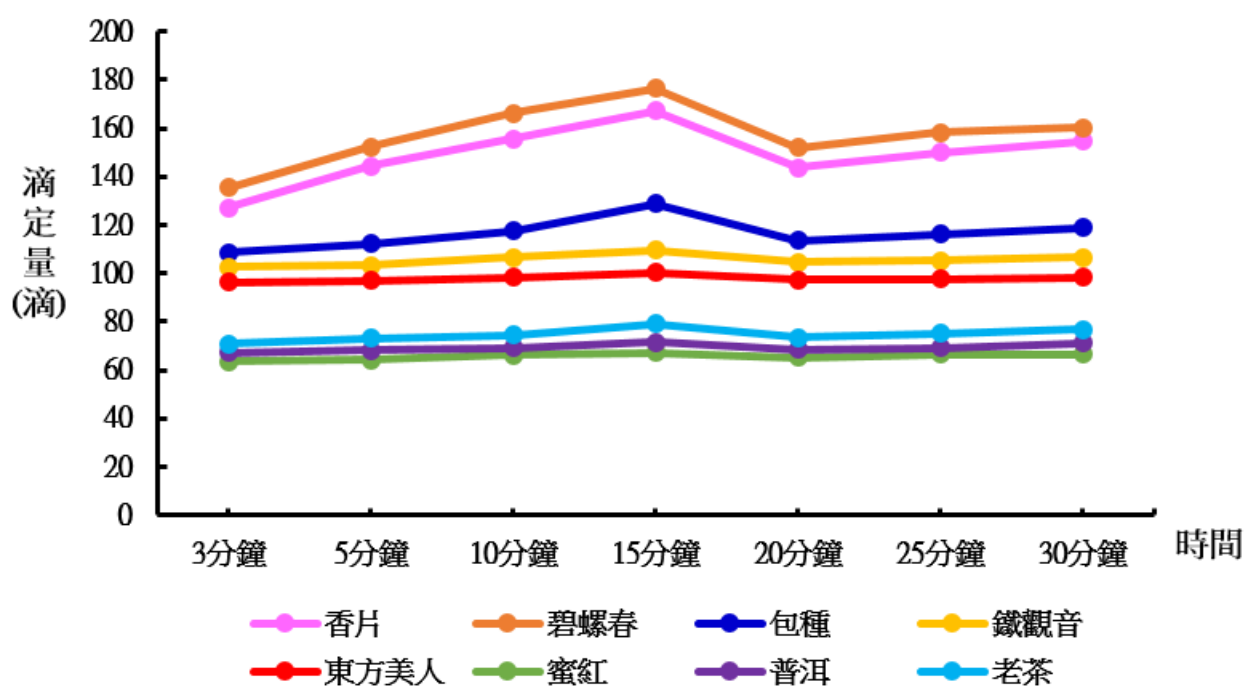


圖 4-3-1 不同浸泡時間對茶葉進行直接碘滴定之滴定量折線圖（以上圖表皆自行繪製）

實驗結果發現：本研究的各種茶類浸泡後的茶湯，在浸泡 15 分鐘後，碘滴定量皆下降。

此現象會於討論解釋。

#### 四、實驗二之二 不同加熱時間對茶葉之抗氧化能力影響

（一）碘滴定檢視抗氧化能力持續加熱五分鐘靜置待涼到 40°C，

（二）：結果如下表 4-4-1 與圖 4-4-1 所示：

表 4-4-1 不同加熱時間對茶葉之碘滴定（單位：滴定量-滴）

分鐘	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
香片	166.6	182.4	194.6	196.2	198.2
碧螺春	184.4	204	240	242.6	243.8
包種	133.4	163.6	180.6	182	183.2
鐵觀音	125.6	144.8	168.2	170	172.8
東方美人	105	117.6	132.2	134.2	135
蜜紅	85	92.2	106.8	107.2	108.4
普洱	88.4	94	110.2	111.4	112
老茶	92.6	102.6	114.4	115	116

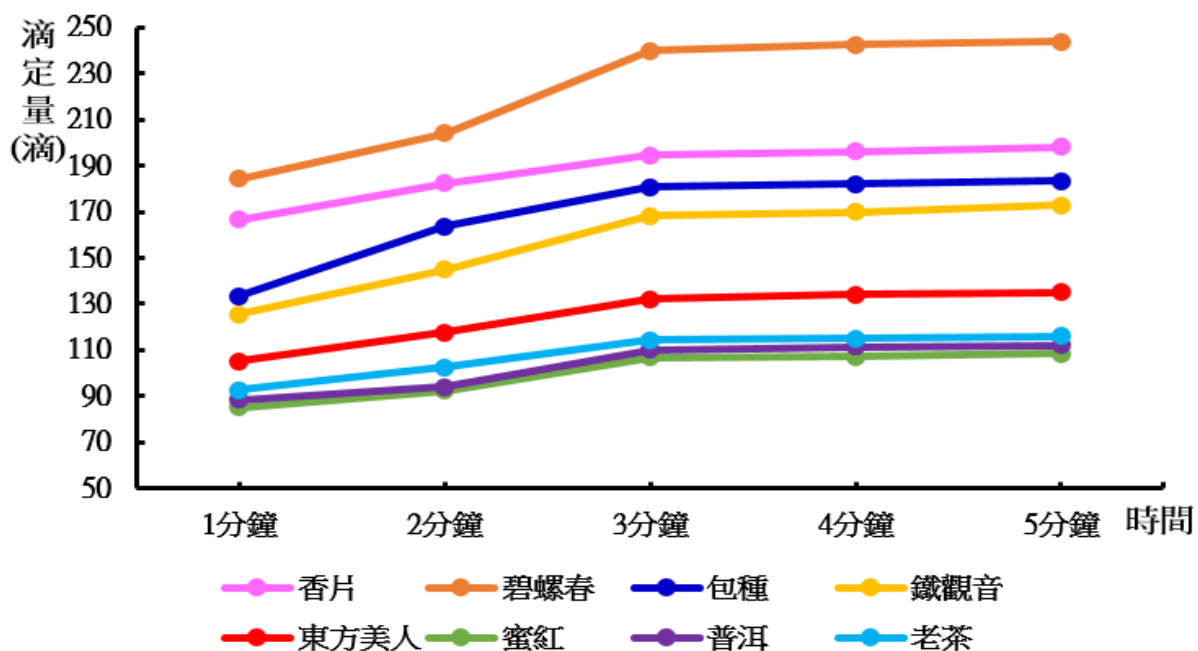


圖 4-4-1 不同加熱時間對茶葉進行直接碘滴定之滴定量折線圖（以上圖表皆自行繪製）

實驗結果發現：在持續加熱三分鐘後，滴定量增加趨勢有趨緩，因此我們認為持續加熱 3 分鐘取得的茶湯抗氧化能力最佳。

### （三）討論

日本的抗氧化聖品「抹茶」是將茶葉磨成粉狀直接使用熱水沖泡，攪拌後飲下，經過資料搜尋，抹茶粉的顆粒大小約 5 微米，讓我們思考著：「茶葉的顆粒大小能否縮短加熱的時間？」於是我們進行實驗三。

## 五、實驗三 不同茶葉顆粒沖泡對茶湯之抗氧化能力影響

（一）使用研鉢將茶葉磨碎後過篩，顆粒長度約 2 mm，放入茶包包裝袋中持續煮沸 5 分鐘，每 1 分鐘取出 10 mL 靜置待涼，再進行直接碘滴定。測得數據如下圖、表所示：



圖 4-5-1 實驗三實驗剪影（圖片來源：自行拍攝）



表 4-5-1 不同加熱時間對茶葉之碘滴定（單位：滴定量-滴）

茶品名	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
香片	178.4	186.6	192.2	174.6	166.4
碧螺春	202.6	211.8	224.6	201.6	188.2
包種	166.4	176.4	179.6	168.2	152.6
鐵觀音	163.4	165	170.6	166.2	146.4
東方美人	133.4	140.2	155.6	145.4	130
蜜香紅茶	107.6	112.4	116.6	112.8	106.8
普洱	111.2	118.4	126.4	119.6	110
老茶	115.4	124.6	132.4	118.8	112.2

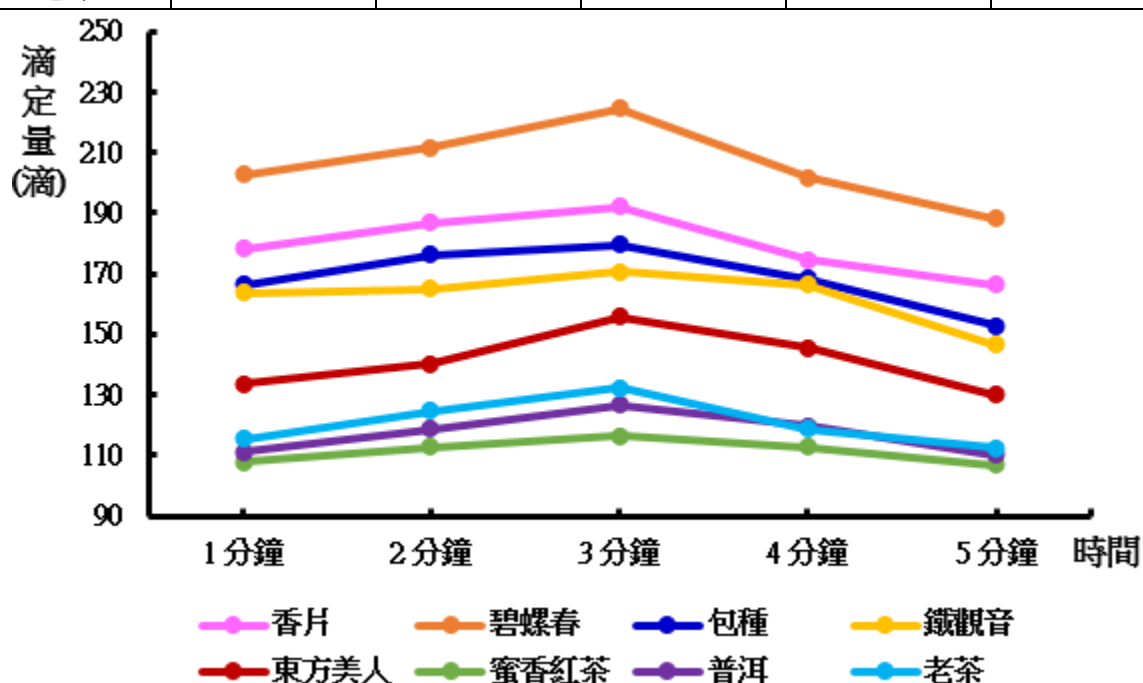


圖 4-5-2 不同加熱時間對茶葉之碘滴定折線圖（以上圖表皆自行繪製）

（二）實驗結果發現：茶葉經磨碎後煮沸加熱 1~3 分鐘時，抗氧化能力會增加，但超過 3 分鐘，抗氧化能力顯著下降。

（三）小結：將茶葉磨碎後持續加熱，可以得到抗氧化能力較高的茶湯，但是超過 3 分鐘後，茶湯的抗氧化能力就會下降，因此煮茶不能超過 3 分鐘。

（四）討論：我們將以實驗三的實驗步驟烹煮茶湯 3 分鐘，進行後續的實驗：「不同的添加物與茶湯混合，是否會影響到茶多酚的量」。

## 六、實驗四 酸鹼性水溶液混合茶湯對茶多酚的多寡影響

### （一）茶湯與白醋混合（白醋的 pH 值為 2.2）

茶湯、白醋與嫩精混合後，經過濾、烘乾與秤重，所得數據如下表 4-6-1 所示：

表 4-6-1 茶湯與白醋混合後茶多酚含量數據紀錄（單位：毫克）

	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	平均	對照組
香片	161	166	166	155	163	162.2	162
碧螺春	171	168	164	164	168	167	166
包種	165	155	156	162	161	159.8	159
鐵觀音	155	149	153	152	154	152.6	152
東方美人	150	138	136	145	148	143.4	144
蜜紅	90	86	82	88	83	85.8	85
普洱	39	35	40	32	33	35.8	35
老茶	46	41	44	47	48	45.2	45

實驗結果發現：酸性的白醋與茶湯混合後，茶多酚含量沒有下降，代表茶多酚不會被酸性物質破壞。

### （二）茶湯與橘子果汁混合（橘子果汁的 pH 值為 3.5）

茶湯、橘子果汁與嫩精混合後，經過濾、烘乾與秤重，數據如下表 4-6-2 所示：

表 4-6-2 茶湯與橘子果汁混合後茶多酚含量數據紀錄（單位：毫克）

	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	平均	對照組
香片	166	159	165	158	167	163	162
碧螺春	156	137	133	135	158	143.8	141
包種	133	130	128	127	131	129.8	129
鐵觀音	111	116	105	129	114	115	112
東方美人	106	112	117	104	110	109.8	108
蜜紅	78	82	90	85	87	84.4	85
普洱	68	70	60	61	67	65.2	65
老茶	95	90	94	97	89	93	92

實驗結果發現：酸性的橘子果汁與茶湯混合後，茶多酚含量沒有下降，代表茶多酚不會被酸性物質破壞。



### （三）討論

從實驗四可以推測：茶多酚不會被酸性物質破壞。因此我們思考著：一般喝手搖飲最常聽到的是「全糖、半糖、微糖」；平常在便利商店買的茶葉蛋，煮茶葉蛋的湯汁除了有滷汁，還會加「鹽」來增加口感；早餐店也常見添加奶精的「奶茶」。茶多酚會不會受到糖、鹽與奶精影響而被破壞？於是我們進行實驗五。

#### 七、實驗五 不同添加物混合茶湯對茶多酚的多寡影響

##### （一）茶湯與糖混合

茶湯、糖與嫩精混合後，經過濾、烘乾與秤重，所得數據如下表 4-7-1 所示：實驗剪影如下圖 4-7-1 所示：

表 4-7-1 茶湯與糖混合後茶多酚含量數據紀錄（單位：毫克）

茶品名	全糖	半糖	微糖	對照組 （純茶）
香片	72	72	71.8	70
碧螺春	90.4	90.2	89.8	88
包種	66.4	66.4	66	66
鐵觀音	67	66.8	66.6	66
東方美人	66.8	66.4	66.2	66
蜜紅	35.6	35.2	35	35
普洱	42.6	42.6	42.2	42
老茶	51.4	51.4	51	50

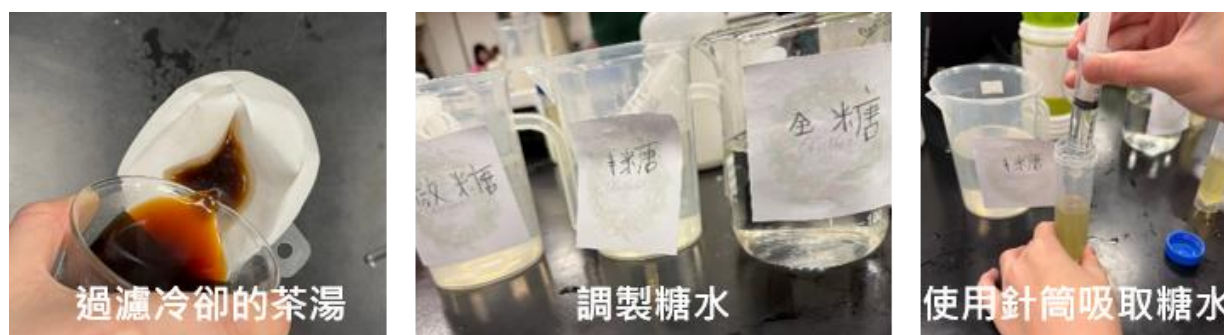


圖 4-7-1 實驗五剪影（圖片來源：自行拍攝）

實驗結果發現：茶湯加入糖混合後，多數茶類加全糖、半糖後，茶多酚數值稍微增加，之後再探討原因。

## （二）茶湯與鹽混合

茶湯、鹽與嫩精混合後，經過濾、烘乾與秤重，所得數據如下表 4-7-2 所示：

表 4-7-2 茶湯與鹽混合後茶多酚含量數據紀錄（單位：毫克）

	1%	2%	3%	對照組（純茶）
香片	69.8	69.8	69.4	70
碧螺春	87.8	87.8	87.6	88
包種	55.8	55.6	55.6	66
鐵觀音	66	65.8	65.8	66
東方美人	66	65.8	65.8	66
蜜紅	24.8	24.8	24.6	24.8
普洱	42	42	41.8	42
老茶	50	49.8	49.8	50

實驗結果發現：茶湯加入鹽混合後，茶多酚含量略為下降，但是下降幅度不大，此實驗結果將於討論說明。

## （三）茶湯與奶精混合

茶湯、奶精與嫩精混合後，經過濾、烘乾與秤重，所得數據如下表 4-5-3 所示：

表 4-7-3 茶湯與奶精混合後茶多酚含量數據紀錄（單位：毫克）

品名	A 茶+奶精+嫩精	B 茶+奶精	B-A	對照組 茶+嫩精
香片	271.6	314.4	42.8	125
碧螺春	262.4	332.8	70.4	191
包種	213.4	247.6	34.2	125
鐵觀音	241.6	271.4	29.8	112
東方美人	238.6	255.6	17	103
蜜紅	224.8	242.4	17.6	75
普洱	202.4	217.6	15.2	84
老茶	211.8	220.4	8.3	94

實驗結果發現：茶湯與奶精混合後再加入嫩精，相較於對照組（茶加入嫩精），茶多酚的含量反而降低，此現象將於討論解釋原因。

## （四）討論

1. 茶加奶精調製成的奶茶，是生活中常見的茶飲品之一，奶精為人工合成的乳製品，因此現在越來越多的手搖飲店推出鮮奶茶（鮮奶與茶湯混合）販售。
2. 如果茶湯加奶精會降低茶多酚的含量，那麼其他乳製品也會降低嗎？於是我們進行下一個實驗：不同乳製品混合茶湯對茶多酚的多寡影響

## 八、實驗六 不同添加物混合茶湯對茶多酚的多寡影響

實驗剪影如下圖 4-8-1 所示，數據紀錄分述如下。

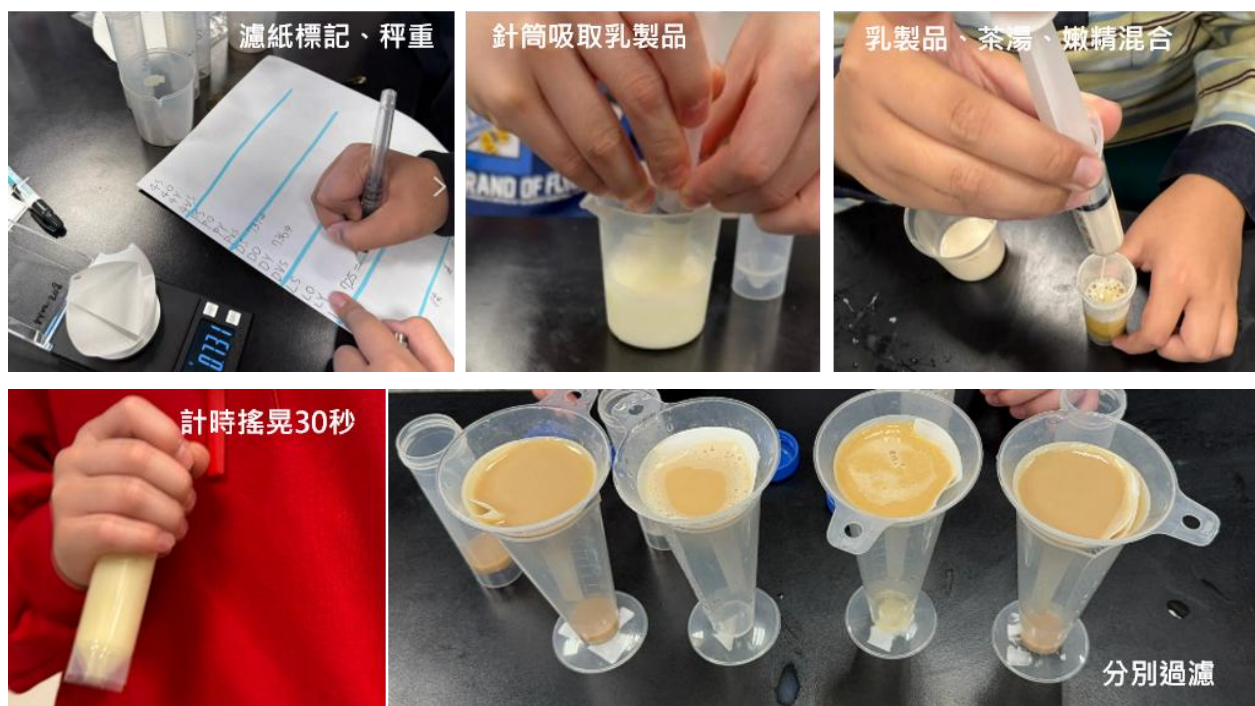


圖 4-8-1 實驗六之操作過程剪影（圖片來源：自行拍攝）

### （一）茶湯與牛奶混合

茶湯、牛奶與嫩精混合後，經過濾、烘乾與秤重，所得數據如下表 4-8-1 所示，實驗剪影如下圖 4-8-1 所示：

表 4-8-1 茶湯與牛奶混合後茶多酚含量數據紀錄（單位：毫克）

品名	A 茶+牛奶+嫩精	B 茶+牛奶	B-A	對照組 茶+嫩精
香片	622.4	717.2	94.8	125
碧螺春	812.4	924.6	112.2	191
包種	613.6	706.4	92.8	125
鐵觀音	408.6	501.8	93.2	112
東方美人	416.4	488.4	72	103
蜜紅	385.4	440.6	55.2	75
普洱	386.4	454.2	67.8	84
老茶	279.8	350.6	70.8	94

實驗結果發現：茶湯與牛奶混合後再加入嫩精，茶多酚的含量顯著下降，此現象將於討論解釋原因。

## （二）茶湯與優酪乳混合

茶湯、優酪乳與嫩精混合後，經過濾、烘乾與秤重，所得數據如下表 4-8-2 所示：

表 4-8-2 茶湯與優酪乳混合後茶多酚含量數據紀錄（單位：毫克）

品名	A 茶+優酪乳+嫩精	B 茶+優酪乳	B-A	對照組 茶+嫩精
香片	711.2	815.4	104.2	125
碧螺春	811.4	934.2	122.8	191
包種	653.4	756.6	103.2	125
鐵觀音	657.6	741.8	84.2	112
東方美人	564.4	659.4	95	103
蜜紅	365.8	417.6	51.8	75
普洱	446.4	517.6	71.2	84
老茶	219.2	290.6	71.4	94

實驗結果發現：茶湯與優酪乳混合後再加入嫩精，茶多酚含量顯著下降，此現象將於討論解釋原因。

## （三）茶湯與可爾必思混合

茶湯、可爾必思與嫩精混合後，經過濾、烘乾與秤重，所得數據如下表 4-8-3 所示：

表 4-8-3 茶湯與可爾必思混合後茶多酚含量數據紀錄（單位：毫克）

品名	A 茶+可爾必思+嫩精	B 茶+可爾必思	B-A	對照組 茶+嫩精
香片	223.8	327.4	103.6	125
碧螺春	186.4	346.8	160.4	191
包種	207.4	322.6	115.2	125
鐵觀音	196.8	298.4	101.6	112
東方美人	181.4	277.6	96.2	103
蜜紅	161.2	232.4	71.2	75
普洱	154.6	236.8	82.2	84
老茶	155.2	240.6	85.4	94

實驗結果發現：茶湯與可爾必思混合後再加入嫩精，茶多酚的含量略為下降，此現象將於討論解釋原因。

#### (四) 茶湯與燕麥奶混合

茶湯、燕麥奶與嫩精混合後，經過濾、烘乾與秤重，所得數據如下表 4-8-4 所示：

表 4-8-4 茶湯與燕麥奶混合後茶多酚含量數據紀錄（單位：毫克）

品名	A 茶+燕麥奶+嫩精	B 茶+燕麥奶	B-A	對照組 茶+嫩精
香片	651.8	765.2	113.4	125
碧螺春	752.6	884.2	131.6	191
包種	679	783.6	104.6	125
鐵觀音	545	633.4	88.4	112
東方美人	732.4	824.6	92.2	103
蜜紅	349.6	417.2	67.6	75
普洱	542.8	613.8	71	84
老茶	512.8	592.2	79.4	94

實驗結果發現：茶湯與燕麥奶混合後再加入嫩精，茶多酚含量顯著下降，此現象將於討論解釋原因。

#### (五) 茶湯與豆漿混合

茶湯、豆漿與嫩精混合後，經過濾、烘乾與秤重，所得數據如下表 4-8-5 所示：

表 4-8-5 茶湯與豆漿混合後茶多酚含量數據紀錄（單位：毫克）

品名	A 茶+豆漿+嫩精	B 茶+豆漿	B-A	對照組 茶+嫩精
香片	390.4	497.2	106.8	125
碧螺春	476.8	623.4	146.6	191
包種	375.6	477	101.4	125
鐵觀音	349.6	448.4	98.8	112
東方美人	279	375.6	96.6	103
蜜紅	133.4	205.6	72.2	75
普洱	220.6	300	79.4	84
老茶	145	231.6	86.6	94

實驗結果發現：茶湯與豆漿混合後再加入嫩精，茶多酚含量顯著下降，此現象將於討論解釋原因。



## 伍、討論

本研究透過一系列實驗，探討不同沖泡條件、添加物與茶多酚含量的關係，並評估其抗氧化能力與 pH 值變化，分述討論如下：

### 一、不同沖泡方式對茶多酚含量的影響

(一) 實驗結果顯示，適當延長茶葉浸泡時間或加熱時間，可提升茶湯的抗氧化能力，但過長時間會導致抗氧化下降。

(二) 在持續加熱 3 分鐘後，茶多酚含量達到高峰，超過 3 分鐘則逐漸降低，可能因氧化或部分多酚（茶多酚）降解。

### 二、將茶葉磨碎成不同顆粒對茶多酚含量的持續探究

(一) 說明：將茶葉磨碎至 2 mm 再沖泡，可縮短萃取時間，並提高茶多酚濃度，這與抹茶的沖泡方式相似，顯示細顆粒茶葉能更有效釋放茶多酚。本研究進一步探討茶葉粉碎顆粒大小（2 mm、1 mm、0.5 mm）對茶湯中茶多酚含量（以抗氧化滴定量表示）的影響，控制茶樣來源與萃取條件一致，並以直接碘滴定法測量抗氧化能力，進行比較。步驟說明如下表 5-2-1 所示：

表 5-2-1 不同茶葉顆粒沖泡對茶湯之抗氧化能力影響(持續探究)-步驟說明

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同茶葉之準備	香片、碧螺春、包種、鐵觀音、東方美人、蜜香紅茶、普洱、老茶	秤重	即時
2	茶葉秤重、磨碎	電子秤、研鉢、杵	磨碎過篩，顆粒大小：2 mm、1 mm、0.5 mm 各取 1g	即時
3	沖泡茶葉與碎茶葉	90°C熱水 茶葉與水的比例為 1:100	每 5 分鐘取 10 mL 計時 30 分鐘	30 分鐘
4	茶湯冷卻	小量杯、溫度計	降溫至 40°C	15 分鐘
5	測量抗氧化能力	燒杯、滴管、澱粉指示劑（1%）、藥用碘液（5%）稀釋 20 倍	直接碘滴定法 液體的顏色變成深藍色，終止滴定，紀錄	即時

(二) 使用直接碘滴定法檢視抗氧化能力，實驗結果如下圖、表所示：

1. 碎茶葉顆粒大小：1 mm

表 5-2-2 1 mm 大小的碎茶葉抗氧化（單位：滴定量-滴）

五次平均值	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min
碧螺春 (BG)	223.6	314	356.6	291.6	274
包種 (BZ)	104.8	165.6	224.4	201.6	184.4
蜜紅 (M)	28.8	36.4	54.8	39.6	34.4

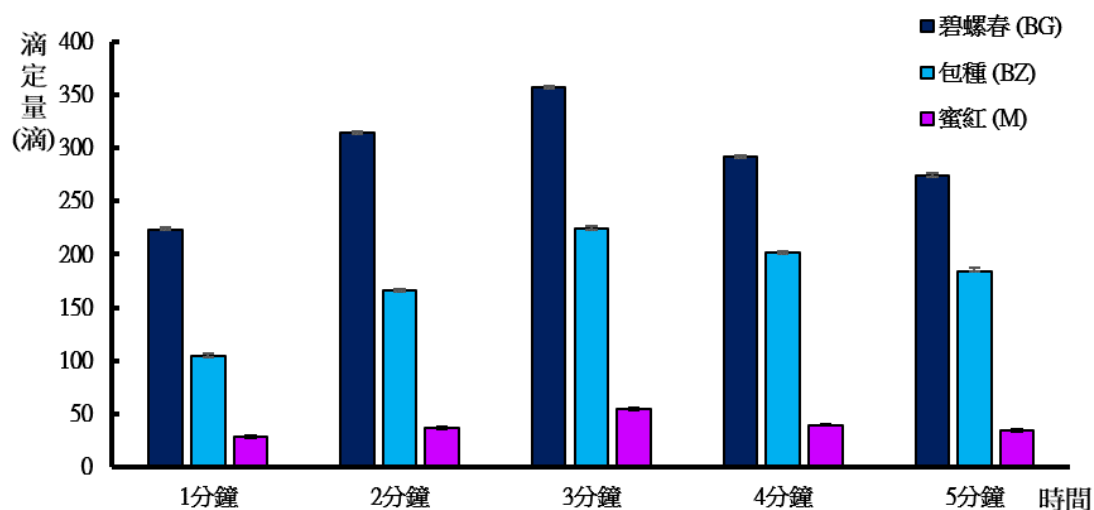


圖 5-2-1 1 mm 大小的碎茶葉抗氧化測試-滴定量長條圖（圖表來源：自行繪製）

2. 碎茶葉顆粒大小：0.5 mm

表 5-2-3 0.5 mm 大小的碎茶葉抗氧化（單位：滴定量-滴）

五次平均值	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min
碧螺春 (BG)	235.2	337.6	370.4	309.2	278
包種 (BZ)	213.6	237	253.4	237	109
蜜紅 (M)	41.6	44.6	45.4	39	38

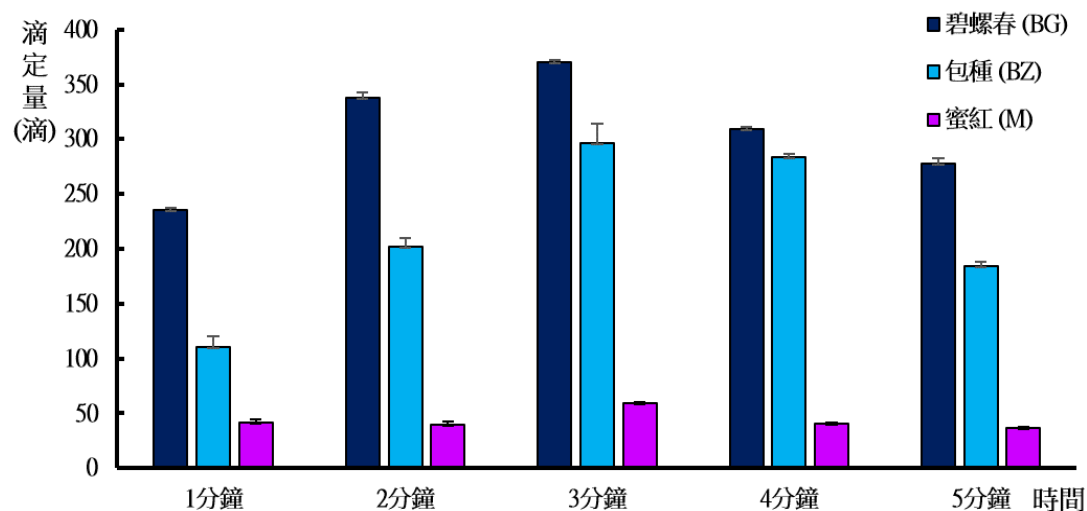


圖 5-2-2 0.5 mm 大小的碎茶葉抗氧化測試-滴定量長條圖（圖表來源：自行繪製）

### （三）綜合上述二個實驗結果發現：

#### 1. 顆粒大小影響茶多酚釋出效率

當茶葉由較大顆粒（如 2 mm）研磨為更細碎狀（如 0.5 mm），其抗氧化滴定量明顯提升。這表示茶葉粉碎程度越高，越有利於茶多酚等抗氧化成分釋出。此現象可推測為：顆粒縮小的碎茶葉與水的接觸面積增大，並可能伴隨細胞壁破壞，有助於茶多酚的釋放。

#### 2. 不同茶類顯示一致趨勢

碧螺春、包種茶與蜜香紅茶三者皆顯示隨顆粒縮小而滴定量上升的趨勢。顆粒由 1 mm 縮小至 0.5 mm 後，在相同浸泡條件下，其滴定值均明顯提高。各茶種在不同粒徑條件下皆呈相同趨勢，顆粒細化可顯著提升其抗氧化能力；3 分鐘後數值略為下降，我們推測可能與成分氧化有關。

### 三、酸鹼性水溶液對茶多酚的影響

（一）茶湯與酸性液體（如白醋、柑橘果汁）混合後，茶多酚含量未顯著下降，顯示茶多酚對酸性環境具有穩定性。例如：在市售檸檬紅茶或柑橘風味茶中，酸性物質不會破壞茶湯的抗氧化能力。





（二）茶湯與鹼性物質混合後，發現到茶湯有變化，並使用 RGB 對色 app 軟體對色再記錄，步驟如下表 5-3-1 所示，對色紀錄如下表 5-3-2 所示（本實驗以碧螺春茶湯為例）：

表 5-3-1 碧螺春茶湯加入小蘇打水溶液-步驟說明

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同茶葉之準備	香片、碧螺春、包種、鐵觀音、東方美人、蜜香紅茶、普洱、老茶 各 1 g	秤重	即時
2	茶葉秤重，磨碎	電子秤、研鉢、杵	磨至大約 0.1-0.2 cm	即時
3	沖泡茶葉、冷卻	90°C熱水 茶葉與水的比例為 1:100	沖泡 3 分鐘、過濾 降溫至 40°C	30 分鐘
4	混合嫩精與水溶液	茶湯 30mL、小蘇打水溶液 1%、5%、10%	混合	10 秒
5	進行 RGB 對色	手機 app：color picker	統一光源，同樣高度拍攝	即時



表 5-3-2 碧螺春茶湯加入小蘇打水溶液

時間	原始值 碧螺春茶湯 20 mL			配置 A 碧螺春茶湯 20 mL +1%小蘇打水溶液 1 mL			配置 B 碧螺春茶湯 20 mL +5%小蘇打水溶液 1 mL			配置 C 碧螺春茶湯 20 mL +10%小蘇打水溶液 1 mL		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0 分鐘	125.9	95.9	25	125.9	95.9	25	125.9	95.9	25	125.9	95.9	25
1 分鐘後	125.7	95.9	23	106.5	69.5	7	103	61.3	3.8	87.5	55.2	2.8
5 分鐘後	125.5	95.9	22	100.2	55.2	4.5	94.3	51.7	1.9	68.8	47.5	1.9
10 分鐘後	125.4	95.4	22	89.7	50.5	2.8	87.5	47.5	7	53	32.8	0.7
10 分鐘後 茶湯顏色												

註：RGB 對色的最小值為 0，最大值為 255。（圖表來源：自行拍攝與後製）

※由表 5-3-2 可發現：

1. 隨著小蘇打濃度從 1%、5% 增加至 10%，茶湯加入小蘇打後顏色由黃轉深褐，濃度愈高變色愈明顯。
2. RGB 數值明顯下降，代表茶湯顏色逐漸加深，特別是 R 值與 G 值下降幅度最大。
3. 我們推測與茶多酚在鹼性環境下的氧化或聚合反應有關。

（三）鹼性條件會影響茶湯中茶多酚等抗氧化成分的穩定性與外觀色澤。因此，在設計功能茶飲或搭配其他成分時，應考量其酸鹼度對茶湯品質的影響

#### 四、茶湯添加糖、鹽對茶多酚的影響

- （一）實驗結果顯示，糖（果糖、砂糖）使得茶多酚含量稍微增加，全糖、半糖或微糖可能稍微增加茶多酚的溶解度，茶多酚濃度皆穩定。
- （二）茶湯添加鹽後，茶多酚含量略微下降，推測是鹽水可能改變茶多酚的溶解度，影響其穩定性。

#### 五、乳製品對茶多酚的影響

- （一）實驗數據發現，奶精、牛奶、優酪乳、可爾必思、燕麥奶與豆漿皆會降低茶多酚含量，其中以奶精影響最大。可能的原因可能是乳製品乳製品中的蛋白質（如酪蛋白、大豆蛋白）可與茶多酚結合成不溶性沉澱。這種結合可能會降低茶多酚的自由狀態，使其抗氧化能力下降。此外，乳清蛋白（Whey Protein）也可能與茶多酚相互作用，但結合程度比酪蛋白低。

(二) 在過濾的過程中，乳製品與茶湯混合後靜置，在靜置的時間就已經觀察到結塊與沉澱的發生（如下圖 5-5-1 所示）；過濾的過程中在濾紙上可以發現到許多沉澱物（如下圖 5-5-2 所示）。

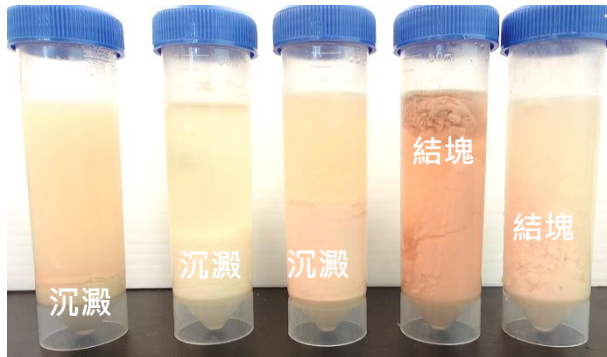


圖 5-5-1 乳製品與茶湯混合後靜置發現瓶內結塊與沉澱現象  
（圖片來源：自行拍攝）



圖 5-5-2 乳製品與茶湯混合後，過濾時可在濾紙上觀察到固態物質（藍色箭頭處）  
（圖片來源：自行拍攝）

## 陸、結論

本研究探討茶湯在不同條件下的抗氧化能力與茶多酚含量變化，並得出以下結論：

- 一、最佳沖泡方式：茶葉磨碎至 2 mm 並持續煮沸 3 分鐘，可提取最多茶多酚並保留抗氧化能力。
- 二、奶精與牛奶會顯著降低茶多酚含量，與蛋白質結合形成沉澱，影響抗氧化效果。
- 三、酸性環境影響（食用醋、柑橘類果汁）與糖水不會破壞茶多酚，而高濃度鹽水可能影響溶解度。
- 四、透過適當沖泡方式可提高茶湯抗氧化能力，並選擇適合的配料以維持茶多酚含量。本研究結果可提供消費者科學依據，選擇更健康的手搖飲調配的實用參考，也有助於店家開發兼具美味與保健的飲品。

## 柒、參考文獻

- 一、國民小學自然與生活科技領域教科書。南一書局。2023。
- 二、黃閔淪、林欣理、陳冠樺（2012）大家來找「茶」—茶抗氧化力之探討。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會作品專輯（國小組化學科 080208）。臺北市：國立臺灣科學教育館。
- 三、顏庭佑、楊峻一、詹宇翔（2016）花花世界的魔力—花茶抗氧化力之探討。中華民國第 56 屆中小學科學展覽會作品專輯（國小組化學科 080209）。臺北市：國立臺灣科學教育館。
- 四、吳欣瑜、孫瑞麟、汪汶惠（2015）細菌人-刷牙及漱口水的使用對於口腔菌叢之影響。中華民國第 55 屆中小學科學展覽會作品專輯（國小組化學科 080209）。臺北市：國立臺灣科學教育館。
- 五、吳珊珊（2000）茶多酚之萃取及其除口臭效果之研究。國立臺灣大學碩士論文。
- 六、梁華懿（2022）金目鱸魚副產物水解胜肽改善脂多醣誘發 RAW264.7 巨噬細胞發炎之效果。國立屏東科技大學碩士論文。
- 七、Ryan, L., & Petit, S. (2010). Addition of whole, semiskimmed, and skimmed bovine milk reduces the total antioxidant capacity of black tea. *Nutrition Research*, 30(1), 14-20.
- 八、Liang, H. H., Huang, H. H., & Kwok, K. C. (1999). Properties of tea-polyphenol-complexed bromelain. *Food Research International*, 32(8), 545–551. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(99\)00129-5](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(99)00129-5)

## 【評語】 083010

本作品以探討不同沖泡條件對茶飲品中抗氧化能力與茶多酚含量之影響為主軸，藉由控制浸泡時間、加熱方式、茶葉顆粒大小與多種添加物（糖、鹽、乳製品等），進行系統化實驗設計與比較。建議後續可增加空白對照組，期以釐清各添加物可能帶來的干擾變因，並深入探討乳製品混合後產生固態物質的組成及其對茶多酚抗氧化特性的實質影響，以提升研究深度與應用性。

作品海報



# 抗氧化萬歲！



# 為您沖杯高「酚」好茶！

關鍵詞：茶多酚、抗氧化、茶飲品



## 研究動機

- 1 手搖飲有辦法喝到茶多酚嗎？
- 2 怎麼煮茶才有更多的茶多酚？
- 3 茶湯與添加物混合後，茶多酚含量是否會產生變化？

## 研究目的

- 1 不同加熱方式與不同顆粒對茶飲品的抗氧化能力影響。
- 2 不同飲品與添加物是否對茶湯的茶多酚有影響。

## 研究過程

### 1 市售茶飲品初探

市售茶飲品的  
直接碘滴定抗氧化測試

市售珍珠奶茶  
直接碘滴定抗氧化測試

### 2 自製茶湯 檢驗抗氧化能力

不同沖泡方式

不同顆粒大小

### 3 茶多酚持續探究

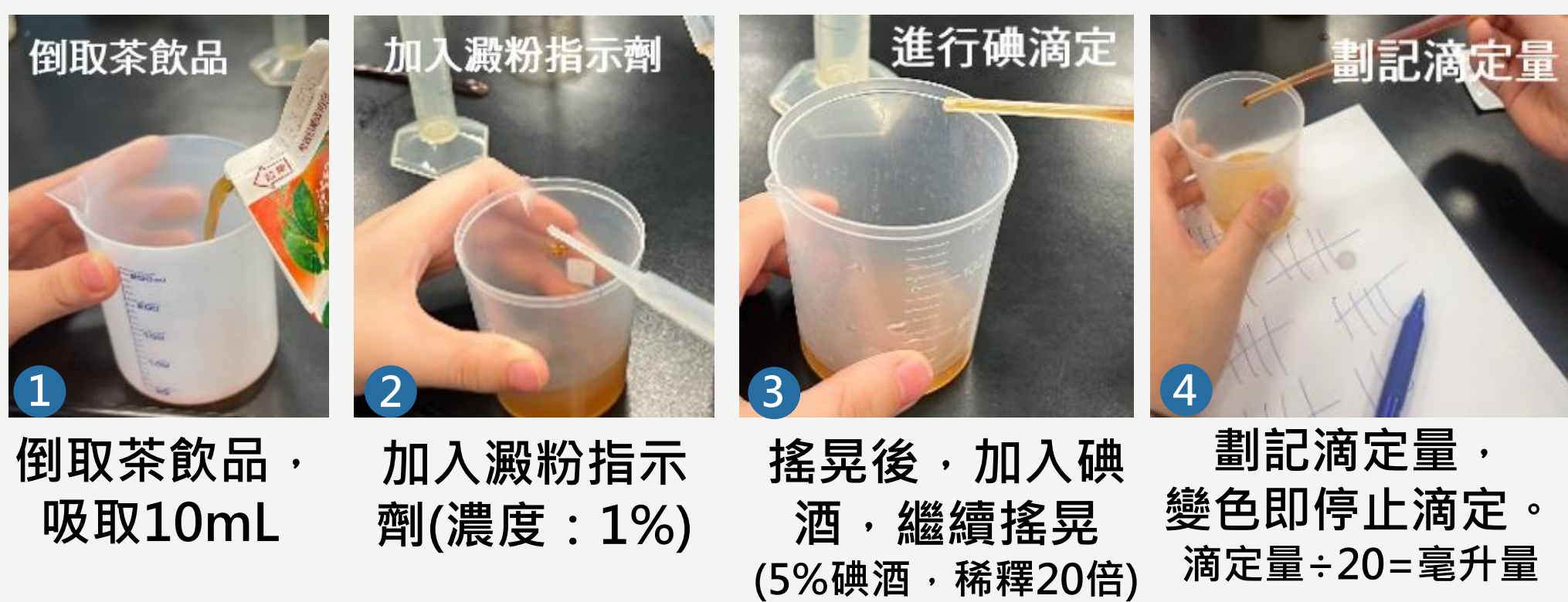
嫩精沉澱法

不同添加物  
與茶湯混合

## 實驗一 市售茶飲品與珍珠奶茶的抗氧化測試

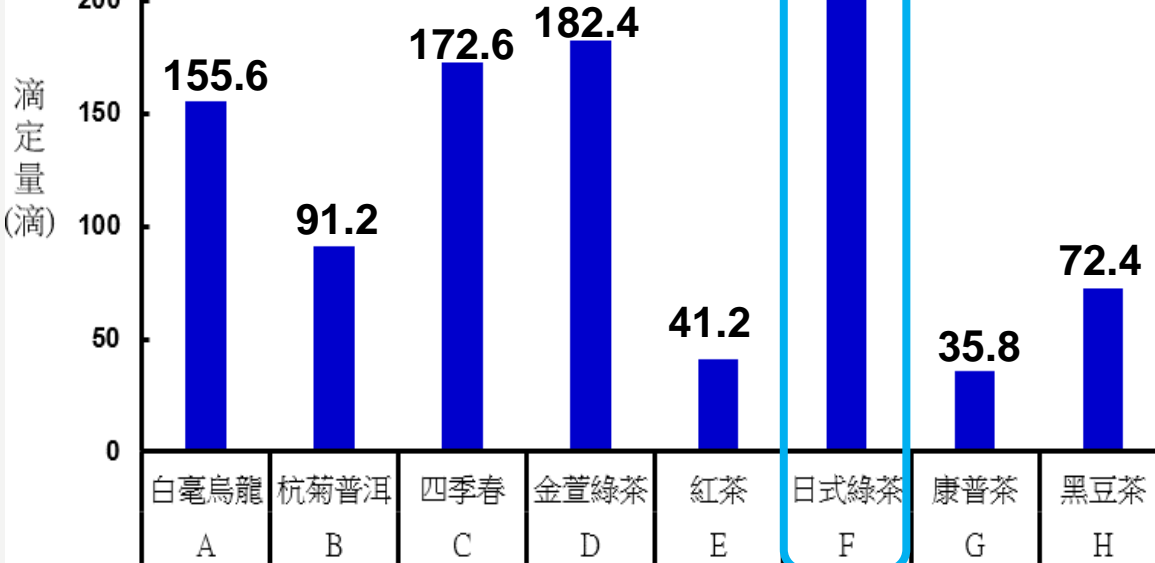
### 直接碘滴定流程

本實驗圖片皆自行拍攝



### ※市售茶飲品

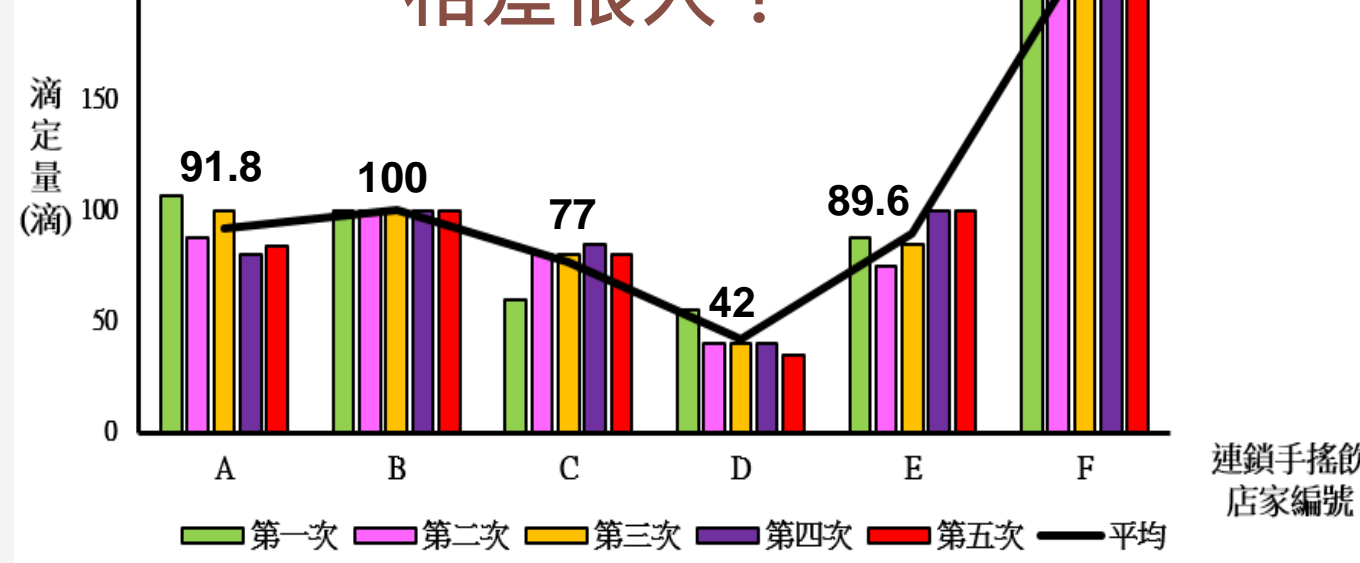
日式綠茶滴定量最高，  
抗氧化效果最好！



平常泡茶的時候，用的溫度是100℃與90℃熱水。  
沖泡方式的不同、茶葉的顆粒大小的不同，會影響到抗氧化效果？

### ※市售珍珠奶茶

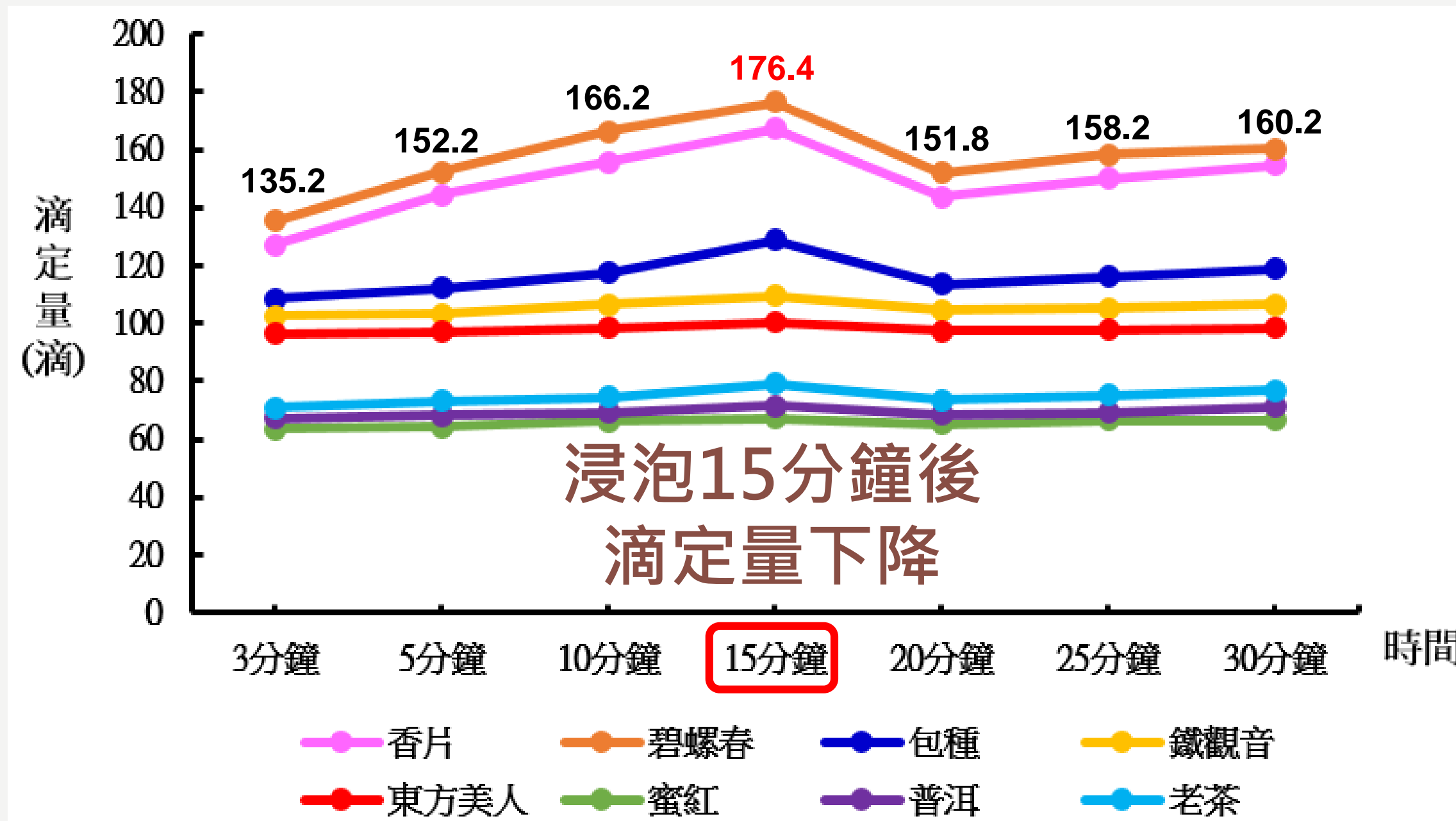
每家珍奶的抗氧化效果  
相差很大！



## 實驗二 不同溫度時間對茶葉之抗氧化能力值影響

### 90℃，浸泡，進行直接碘滴定

本實驗圖表皆自行繪製

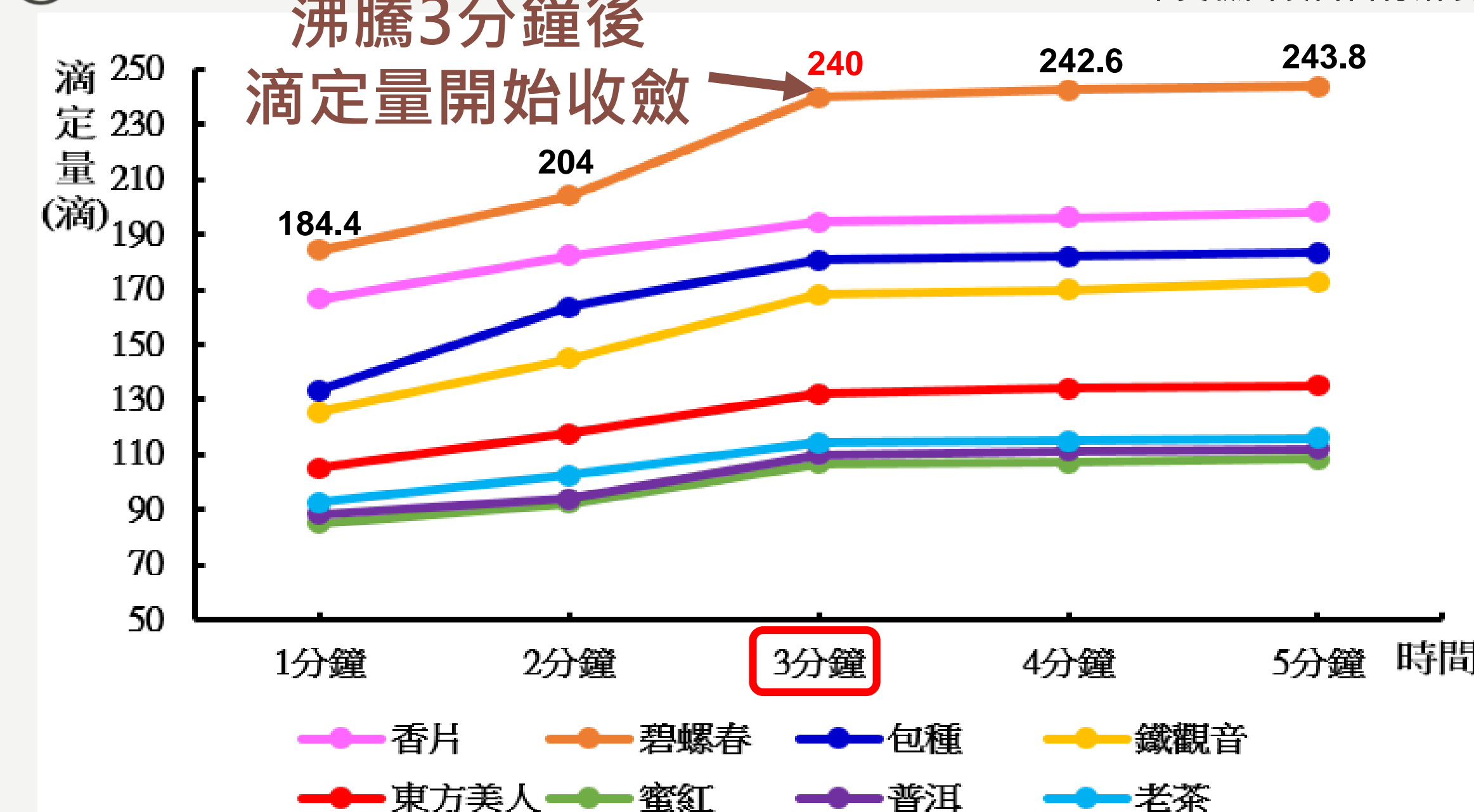


### 實驗結果

適當延長浸泡時間，可提升茶湯的抗氧化能力，  
超過15分鐘會導致抗氧化下降。

### 100℃，持續沸騰，進行直接碘滴定

本實驗圖表皆自行繪製



### 實驗結果

持續沸騰3分鐘後，滴定量的增加開始收斂，  
→持續加熱3分鐘取得的茶湯抗氧化能力最佳。

## 實驗三 不同顆粒大小對茶葉之抗氧化能力影響

本實驗圖表皆自行繪製

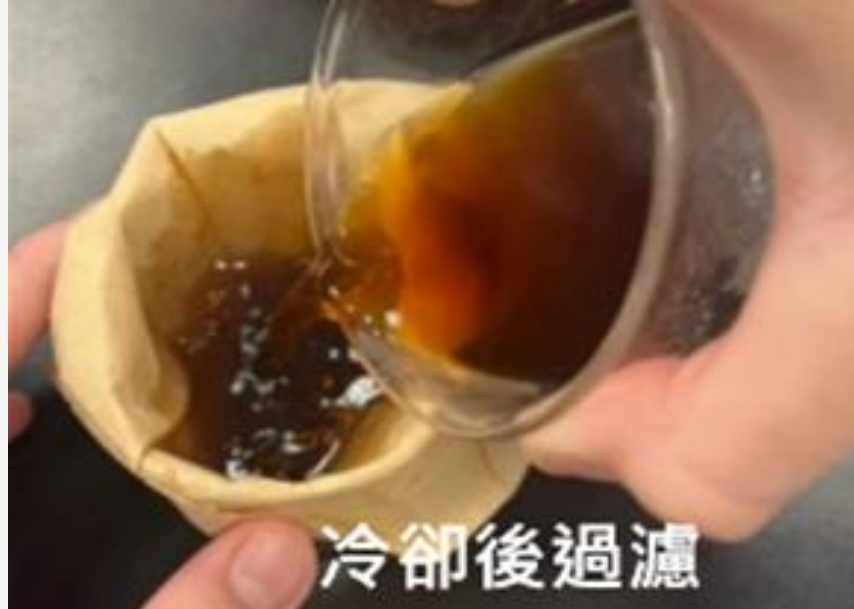
### 茶葉磨碎後製成茶湯流程



- 1 磨碎、過篩  
-將茶葉研磨成粉末  
-以10目(孔徑2 mm)篩網過篩

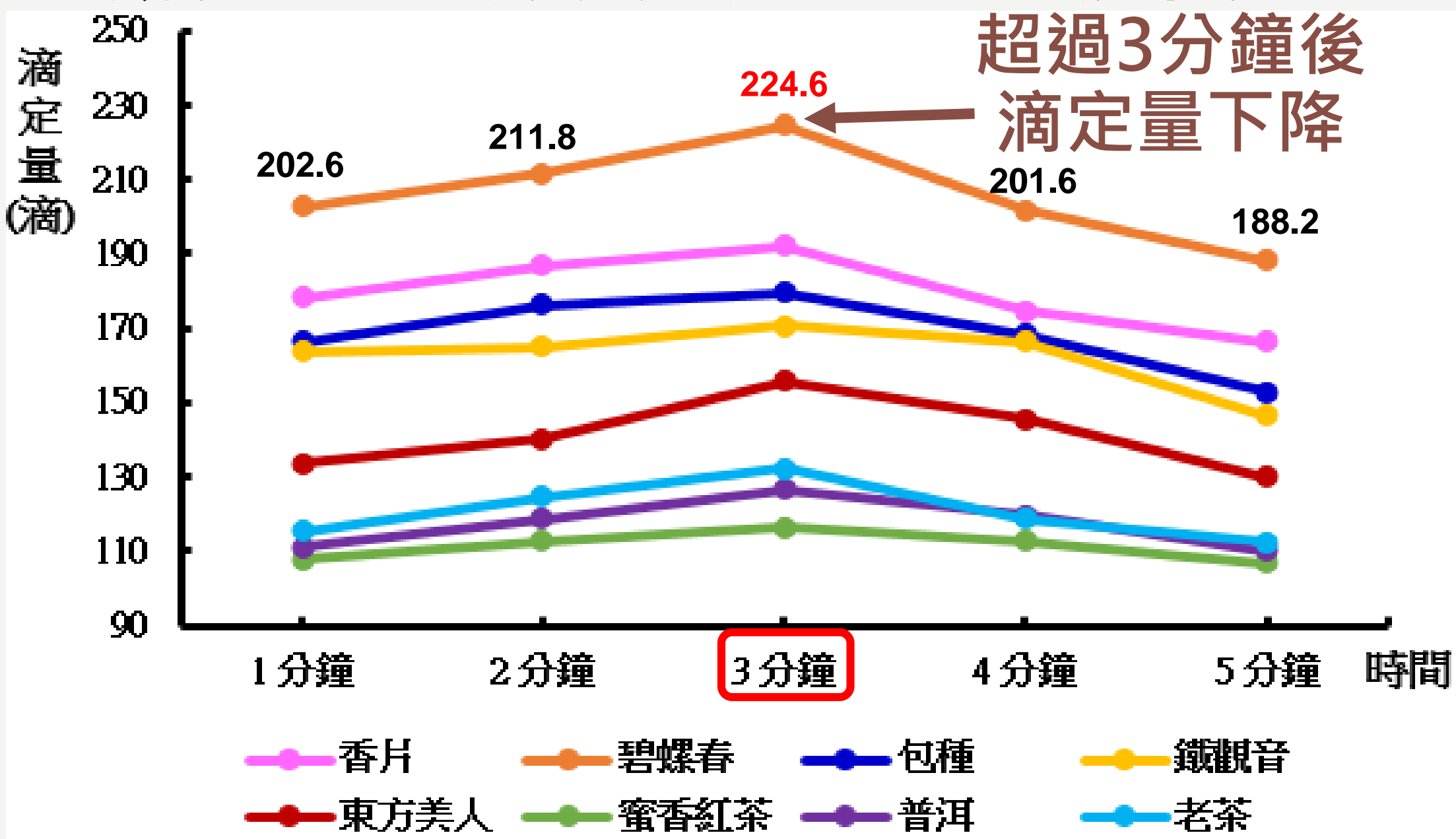


- 2 秤重、沖泡  
水：茶 = 100：1比例  
秤重，加90℃熱水  
沖泡並攪拌均勻。



- 3 冷卻、過濾  
待茶湯冷卻至40℃，  
以濾紙過濾，留取  
清澈茶湯。

### 茶葉磨碎成2mm，以90℃熱水沖泡， 茶湯進行直接碘滴定抗氧化測試



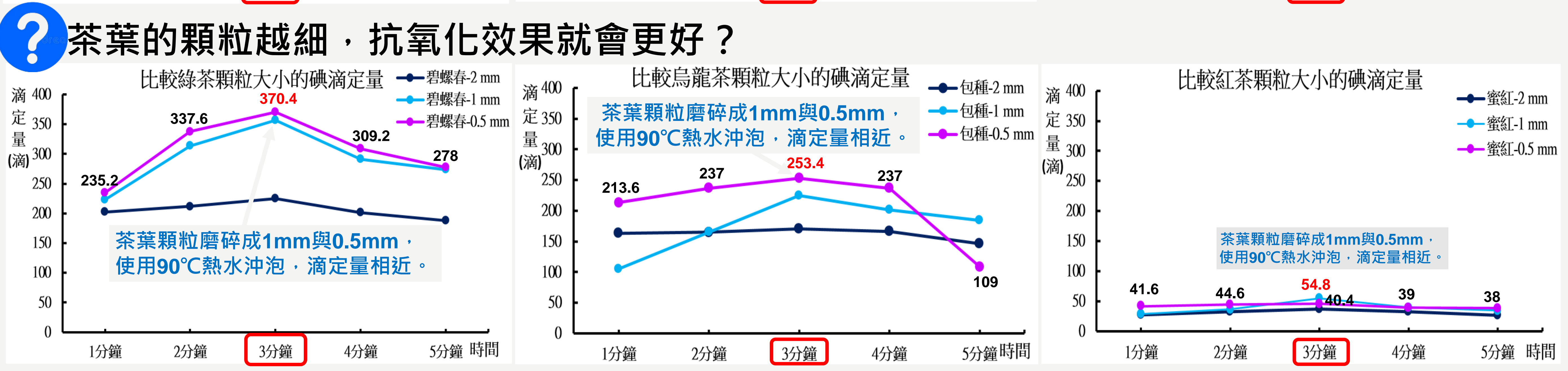
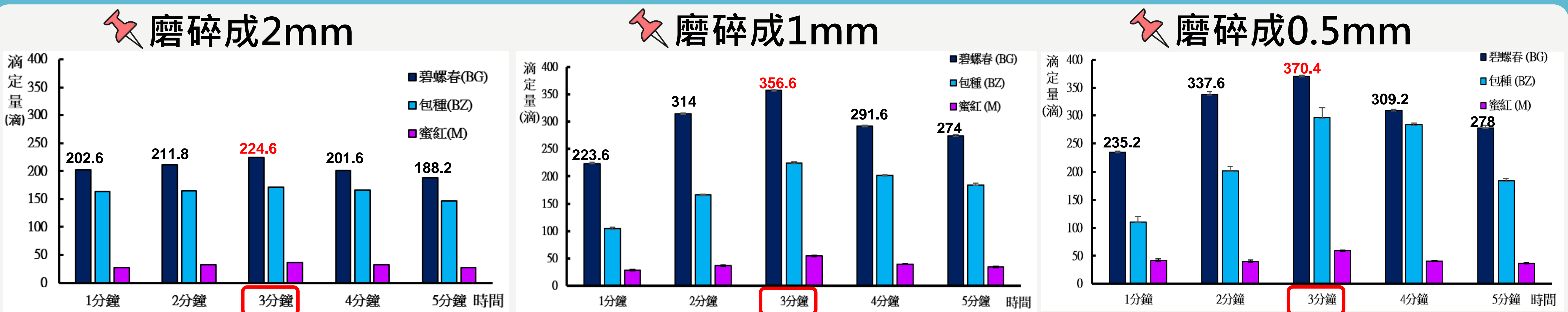
### 實驗結果

滴定量均隨浸泡時間逐漸上升，  
在3分鐘達到峰值，4~5分鐘後開始下降  
→顯示最佳沖泡時間點約為3分鐘。



實驗三 不同顆粒大小對茶葉之抗氧化能力影響-持續探究

本實驗圖表皆自行繪製



**實驗結果**

- 1.顆粒越細，滴定量越高→**顆粒細化**能增加茶多酚等抗氧化物質的溶出面積與速率。
- 2.茶種或茶葉磨碎的顆粒大小，滴定量在**3分鐘**達最大值→茶多酚含量達到峰值。
- 3.**超過3分鐘**則滴定量明顯下降→**3分鐘**為最佳時間點。

**泡茶的**  
**金杯理論**

將茶葉磨至**1mm**，使用**90℃**熱水沖泡**3分鐘**。



實驗四 酸鹼性水溶液混合茶湯對茶多酚的多寡影響

本實驗圖表皆自行繪製

🍷 茶湯與白醋(pH值為2.2)混合

	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	平均	對照組
香片	161	166	166	155	163	162.2	162
碧螺春	171	168	164	164	168	167	166
包種	165	155	156	162	161	159.8	159
鐵觀音	155	149	153	152	154	152.6	152
東方美人	150	138	136	145	148	143.4	144
蜜紅	90	86	82	88	83	85.8	85
普洱	39	35	40	32	33	35.8	35
老茶	46	41	44	47	48	45.2	45

🍷 茶湯與橘子汁(pH值為3.5)混合

	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	平均	對照組
香片	166	159	165	158	167	163	162
碧螺春	176	187	183	185	178	181.8	177
包種	133	130	128	127	131	129.8	129
鐵觀音	111	116	105	129	114	115	112
東方美人	106	112	117	104	110	109.8	108
蜜紅	78	82	90	85	87	84.4	85
普洱	68	70	60	61	67	65.2	65
老茶	95	90	94	97	89	93	92

**實驗結果**

酸性的白醋與橘子汁與茶湯混合後，茶多酚含量沒有下降，代表茶多酚不會被酸性物質破壞。

🍷 茶湯與小蘇打(濃度1%、5%、10%)混合  
※茶湯以碧螺春為例，比例為1：100

	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	平均	對照組
1%	36	31	34	35	33	33.8	138
5%	29	28	28	29	29	28.6	138
10%	27	27	25	25	25	25.4	138

🍷 茶湯與小蘇打(濃度1%、5%、10%)混合  
使用RGB對色觀察(0~255)  
※茶湯以碧螺春為例，比例為1：100

	原始值 碧螺春茶湯20 mL			配置A 碧螺春茶湯20 mL +1%小蘇打水溶液1 mL			配置B 碧螺春茶湯20 mL +5%小蘇打水溶液1 mL			配置C 碧螺春茶湯20 mL +10%小蘇打水溶液1 mL		
時間	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0分鐘	125.9	95.9	25	125.9	95.9	25	125.9	95.9	25	125.9	95.9	25
1分鐘後	125.7	95.9	23	106.5	69.5	7	103	61.3	3.8	87.5	55.2	2.8
5分鐘後	125.5	95.9	22	100.2	55.2	4.5	94.3	51.7	1.9	68.8	47.5	1.9
10分鐘後	125.4	95.4	22	89.7	50.5	2.8	87.5	47.5	0.7	53	32.8	0.7
10分鐘後 茶湯顏色												



