

花蓮縣第 61 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：茶葉冷知識之渾不守色~探討紅茶的乳化現象

關鍵詞：紅茶、乳化作用、冷後渾

編號：

目 錄

摘要	01
壹、研究動機	01
貳、研究目的	01
參、研究問題	01
肆、研究架構	02
伍、研究設備及器材	03
一、耗材	03
二、器材	03
陸、研究過程	03
一、資料蒐集與文獻探討	03
二、測試實驗及測量裝置之設計組裝	07
三、正式實驗歷程	11
(一) 哪種紅茶茶葉泡的紅茶會出現比較明顯的乳化現象?	11
(二) 不同的茶葉與水的比例會對紅茶的乳化現象有影響嗎?	14
(三) 用不同的水質泡紅茶，乳化現象有什麼差異呢?	16
(四) 用不同水溫來泡茶，會對紅茶的乳化現象產生什麼影響?	18
(五) 紅茶葉浸泡不同時間，會對紅茶的乳化現象有什麼影響?	20
(六) 不同攪拌時間會導致使紅茶的乳化現象有不同的變化嗎?	22
(七) 紅茶泡好後放置的不同環境(不同溫度)會影響 紅茶的乳化現象嗎?	24
(八)-1 電解會對紅茶的乳化現象產生什麼 影響?(不同電解時間)	25
(八)-2 電解方法會對紅茶的乳化現象產生什麼 影響?(電解正負極)	27
(九) 濁度實驗	29
柒、結論與建議	29
捌、參考文獻	30

圖目錄

圖 1	02
圖 2	04
圖 3	04

表目錄

表 1	03
表 2	03
表 3	05
表 4	07
表 5	08
表 6	08
表 7	09
表 8	09
表 9	10
表 10	10
表 11 實驗(一)分析表	11
表 12	14
表 13 實驗(二)分析表	14
表 14	16
表 15 實驗(三)分析表	16
表 16	18
表 17 實驗(四)分析表	18
表 18	19
表 19 實驗(五)分析表	20
表 20	21
表 21 實驗(六)分析表	22
表 22	23
表 23 實驗(七)分析表	24
表 24	25
表 25 實驗(八-1)分析表	25
表 26	27
表 27 實驗(八-2)分析表	27
表 28	29
表 29 實驗(九)分析表	29
表 30	29

研究主題

茶葉冷知識之渾不守色~探討紅茶的乳化現象

摘要

紅茶，是日常生活中常見而且是我們愛喝的飲料之一，偶然發現紅茶表面漂浮著一層酷似油的白色物質，覺得很好奇。後來拜訪茶葉專家、查詢資料也設計實驗，展開一系列有關紅茶乳化的探究與實驗，得到相關研究結果及建議如下：

1. 會產生乳化現象的紅茶其實含有較豐富的成份，有機紅茶是不錯的選擇。
2. 運用 100°C 或 40°C 之 RO 水以 1:50 或 1:75 的比例泡茶。
3. 建議泡茶時可以多次拉動茶包，使茶葉在水中跳躍，釋出茶中物質。
4. 維持茶溫或是讓茶溫急速降低，較不容易產生乳化現象。
5. 從電解實驗得知：負極的茶水區比較有反應，我們推論茶葉中的兒茶素趨於和金屬離子產生反應，所以我們推論喝茶能有助於人體排毒(茶中的兒茶素能吸附人體中的不需要的金屬離子)。

壹、研究動機

紅茶，是日常生活中常見的飲品，不管在哪裡都有它的身影，而我們對紅茶更是愛不釋手。某次上課中，我們正喜孜孜地喝著紅茶，偶然間，我們發現一層酷似油的白色物質漂浮在紅茶的表面，為了尋求解答開始拜訪茶葉專家，才得知這是「乳化現象」，再進一步查詢資料，才發現這個奇妙現象的研究很少，因此，我們展開一系列有關紅茶乳化的探究與實驗。

貳、研究目的

- 一、瞭解紅茶的製作方式。
- 二、瞭解紅茶中所蘊含的物質。
- 三、瞭解影響紅茶乳化程度的因素。
- 四、瞭解紅茶乳化前後的顏色差異、pH 值、TDS 等化學變化。
- 五、探討減少紅茶乳化現象的相關策略。

參、研究問題

- 一、哪種紅茶茶葉泡的紅茶會出現比較明顯的乳化現象？
- 二、不同的茶葉與水的比例會對紅茶的乳化現象有影響嗎？
- 三、用不同的水質泡紅茶，乳化現象有什麼差異呢？
- 四、用不同水溫來泡茶，會對紅茶的乳化現象產生什麼影響？
- 五、紅茶葉浸泡不同時間，會對紅茶的乳化現象有什麼影響？
- 六、不同攪拌時間會導致使紅茶的乳化現象有不同的變化嗎？
- 七、紅茶泡好後放置的不同環境(不同溫度) 會影響紅茶的乳化現象嗎？
- 八、電解方法會對紅茶的乳化現象產生什麼影響？
- 九、如何減少紅茶的乳化現象？

肆、研究架構

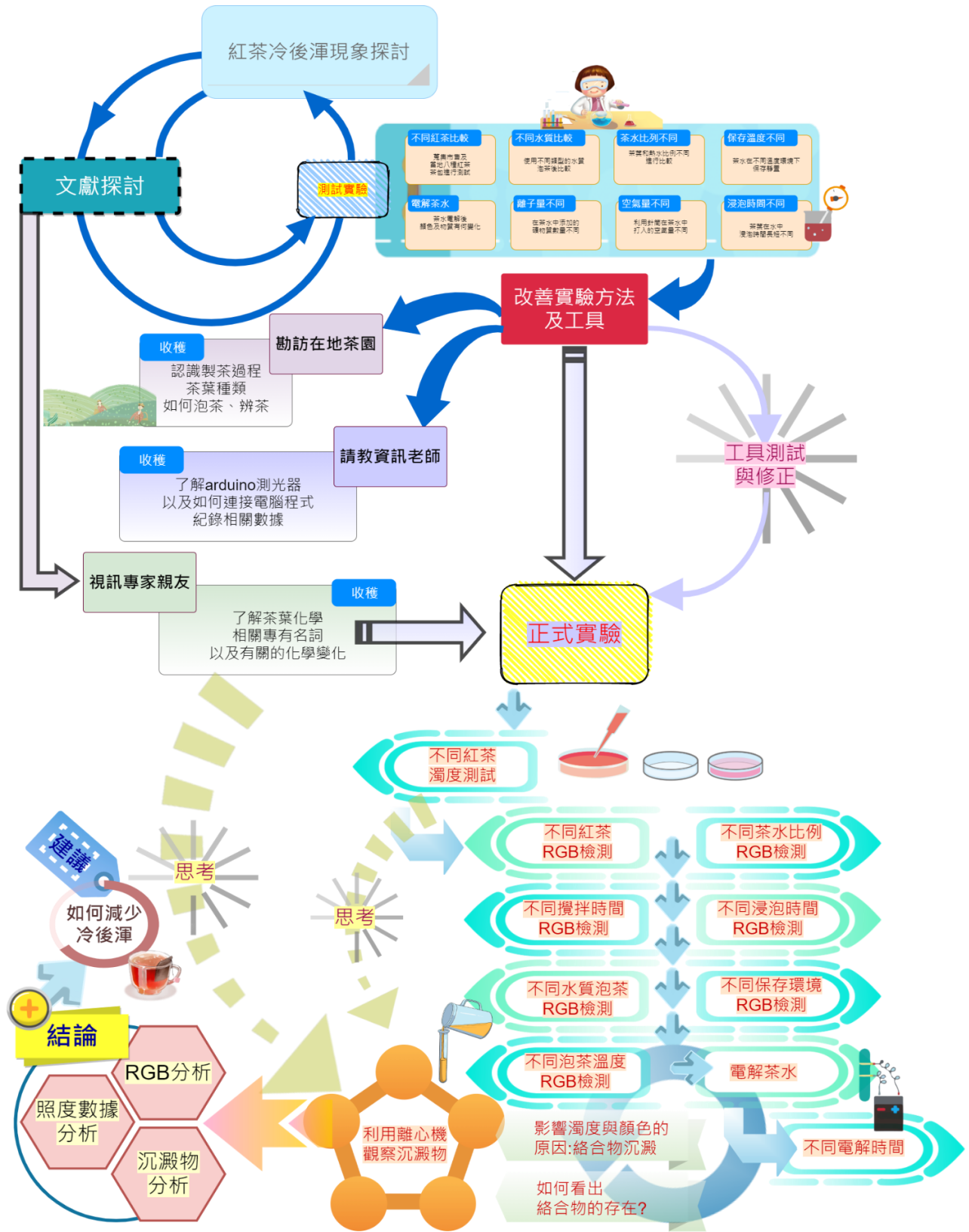


圖 1

伍、研究設備及器材

一、耗材

表 1 研究耗材表

1. 有機紅茶	2. 紅玉紅茶	3. 紅韻紅茶	4. 阿薩姆紅茶	5. 紅烏龍紅茶
6. 熟成老紅茶	7. 蜜香紅茶	8. 鶴岡紅茶	9. 免洗手套	10. 標籤紙
11. 擦手巾	12. 自來水	13. RO 水	14. 深層水	15. 鹼性離子水
16. 冰塊	17. 白紙	18. 滴管	19. 醬油碟	20. 濾紙
21. 電池	22. 迴紋針	23. 紙杯	24. 瓦楞塑膠板	25. 魔鬼沾

二、器材

表 2 研究器材表

1. 快煮壺	2. 濾茶球	3. 電動攪拌器	4. 實驗掛架	5. 塑膠盆
6. 大塑膠托盤	7. 廢水槽	8. TDS 檢測儀	9. pH 值檢測器	10. 保溫壺
11. 量筒	12. 培養皿	13. 燒杯	14. 把手燒杯	15. 計時器
16. 恆溫杯墊	17. 暗箱	18. 筆電	19. RGB 感測器	20. 平板
21. 電子體溫計	22. 洗瓶	23. 鐵盤	24. 黑布	25. 鐵片
26. USB 線	27. 延長線	28. 背板	29. 玻棒	30. 照度計
31. 濁度平台				

陸、研究過程

一、資料蒐集與文獻探討

蒐集資料後，發現紅茶乳化、冷後凝、冷後混、紅茶隔夜混濁、cream-down、tea clouding...等等，如此多種的名稱都是在解釋這個令人苦惱茶湯混濁的這個現象。提取跟我們研究主題高度相關的資料如下：

(一)名詞解釋

1. 冷後渾：紅茶放涼之後出現的「渾濁物」，用專業詞語來說是「冷後渾」，也稱為「茶乳酪」，是紅茶獨有的一種特性。這是因為茶葉中的茶多酚在發酵氧化的過程中，會轉為茶黃素(或茶紅素)。在泡茶的時候，茶黃素的溶解度受水溫的影響。在茶湯溫度較高時，茶黃素呈現各自游離的狀態，溶於熱水中，使得看到的茶湯是清澈透亮的。但是隨著茶湯溫度逐漸變低變涼，這時候茶黃素就會以「扎堆」的形式形成一種絡合物，即就出現了「冷後渾」現象。
2. 絡合作用：絡合是電子對「給予體」與「接受體」，互相作用而形成各種絡合物的過程。給予體有原子或離子，不論構成單質或化合物，凡能提供電子對的物質，接受體有金屬離子和有機化合物。分子或者離子與金屬離子結合，形成很穩定的新的離子的過程就叫絡合反應，也稱「配位反應」。

3. 乳化作用：是指兩種原本互不相溶的液體（例如：油和水）在經過大力攪拌或者添加乳化劑等表面活性劑之後，有一方形成微粒狀，分散於另一方中而互相混合成為均勻狀態。而這樣的作用下所產生的液體就稱之為乳化液。

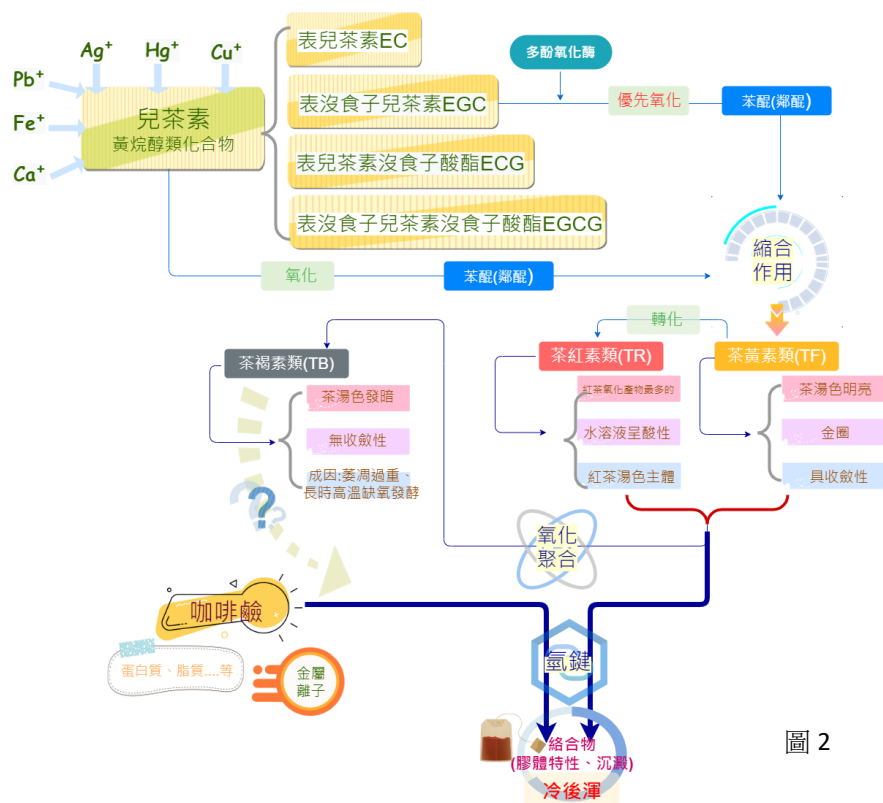


圖 2

4. 茶色：茶葉的色澤是由鮮葉中所含有色物質，經過不同的加工程序影響所產生的變化。不同的茶類會表現出不同的乾葉、茶湯和葉底色澤。鮮葉中的有色物質，主要有葉綠素、胡蘿蔔素、葉黃素、黃酮類物質和花青素等。其中葉綠素有 a 和 b 兩種，葉綠素 a 呈藍綠色，葉綠素 b 呈黃綠色。胡蘿蔔素呈黃色或橙色，葉黃素呈黃色，黃酮類物質也呈黃色，其氧化物大都呈黃色或棕紅色。
5. 茶葉發酵：加工製程中茶菁會萎凋失水，經攪拌揉捻造成葉片組織破壞，進一步使茶葉內化學成分氧化，主要包括茶葉中兒茶素等多酚類，經多酚氧化酶與過氧化酶等反應氧化，因此茶葉可因製程不同所造成氧化程度之不同，區分成：不發酵茶、部分發酵茶及全發酵茶。
6. 茶葉熟成：生茶、半熟茶或熟茶，是部分發酵茶的俗稱。主要依製茶第三道過程「焙火（或稱烘焙）」的輕重不同而定。





圖 3


7. 茶色變化：很多茶湯在放置一段時間後湯色都會變深。這是因為，茶湯裡的多酚類物質被水中和空氣中的氧氣所氧化，生成了深色的色素。一般說來，淺色的茶湯變色比較明


- 顯，而紅茶或者普洱熟茶茶湯本身就是紅色的，即使變深也不大看得出來。氧化程度輕的茶比氧化程度重的茶更明顯，因為氧化程度輕的茶湯裡可被氧化的多酚類物質更多。
8. 兒茶素類：兒茶素是茶葉中最主要的多酚類成分，其占多酚類總含量比例約 75%至 80%，因其具有很強的抗氧化力。
 9. 茶黃素：是一類多酚羥基具苯駢萘醌結構的物質。因紅茶加工烘焙的方法不同，茶黃素的比率可占茶重量的 0.5%到 2%不等。
 10. 茶紅素：茶紅素類一類複雜的不均一性紅褐色茶多酚的聚合物，主要分子量(Da)在 700~40000 之間。
 11. 單寧：單寧是泛指有足夠的羥基-OH 和其他官能基（如羧基-COOH）的多酚化合物與蛋白質或其他大分子結合成的錯合物，為多酚中高度聚合的化合物，而綠茶中的含量最多。
 12. 多酚類：是茶中存在的主要活性化合物。Polyphenols 分兩大類：（一）非類黃酮（二）類黃酮(flavonoids)又再分為六類：(1)黃酮(2)黃酮醇(3)黃烷醇(4)黃烷酮(5)異黃酮及(6)花色苷。
 13. 水質：水質，水體品質的簡稱。是指水的化學、物理、生物和輻射性質。對水質的衡量對應一種或多種生物的需要或人類的需要及目的。水質通常對應一組標準，符合某種要求。評價水質的常見標準是對應生態系統健康、人類接觸安全及飲用水。
 14. 水溫：最佳的泡茶水溫是 100°C，而冷泡的溫度是 40°C。
 15. 溶氧量：水中氧氣的溶解量，會因為水壓、水溫而改變，而水中的氧氣會在加熱的同時消散掉，因此，熱水的含氧量很低。而自來水在大氣壓力溫度 25°C 的情況下，約每公升溶入 9 mg 的氧氣，但這 9 mg 的氧氣會在加熱過程中，再度消散至空氣中變成無氧水。
 16. 萃取：萃取 (extraction) 是利用物質在在溶劑中有不同的溶解度來分離混合物，將混合物中的某一特定成分轉移到另一溶劑中，達到分離的目的。
 17. pH 值：是通常意義上溶液酸鹼程度的衡量標準。當 pH=7 代表中性。而數值越小代表酸性越強，反之，則表示鹼性越強。
 18. TDS：是「Total dissolved solids」的簡稱，也就是「溶解性總固體」。TDS 反映出溶解於水中的無機鹽，例如鈣、鎂、鈉、鉀、碳酸氫鹽、氯化物和硫酸鹽等以及少量有機物的總量。

(二)本實驗之泡茶流程

表 3

	活動過程	步驟詳述	照片
1	溫杯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 先行裝取兩壺 100°C 的 RO 水。 2. 分別倒入裝有把手燒杯、培養皿的塑膠盆、塑膠盤中，進行溫杯。 	
2	泡茶用水加熱煮沸	運用快煮壺將所需要的實驗用泡茶水煮沸，供泡茶所用。	

3	量取泡茶水量	運用量杯量取當次泡茶所需之水量。	
4	倒入泡茶水	將已量取的泡茶水倒入裝有茶包的陶瓷杯中，並按下計時器，以控制茶葉浸泡之時間。	
5	轉動攪拌器	將電動攪拌器置入馬克杯內，攪拌 30 秒。	
6	浸泡	攪拌後，抽出電動攪拌器，並繼續將茶包浸泡於馬克杯內 9 分 30 秒。	
7	倒茶	將泡好的茶水倒入培養皿中，分別送入暗箱以顏色感測器測錄數值，以及分別檢測 pH、TDS 等數值。	
8	檢測	將上一步驟倒到培養皿裡的茶水，分別檢測 pH、TDS 和 RGB 的數值。	

9	善後	等待檢測結束後，即可將培養皿中的茶倒掉，並清洗實驗器材。	
---	----	------------------------------	---

二、測試實驗及測量裝置之設計組裝

(一)測試實驗

1. 顏色偵測(平板拍照改成 RGB 感測器)

(1)測試步驟程序及優缺點分析如下表。

(2)結果：決定以 RGB 感測器進行色差之數值檢錄。

表 4



演進程序	步驟	優點	缺點	照片
利用 APP 取色	<ol style="list-style-type: none"> 1. 先利用平板拍攝茶色。 2. 再利用 TinyColorPicker 點選中心點取出 RGB 數值。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 容易辨識照片中茶色的差異。 2. 容易操作。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過兩次計算後取的數值更容易有誤差。 2. 易受其他因素如光線、鏡頭遠近等干擾。 	
平板拍照	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開啟 Ipad 之 APP~Lens Buddy。 2. 設定時間(5 分鐘、無限循環)。 3. 按下啟動鍵。 4. 等待 12~14 小時。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可以保留實驗品之實況照片。 2. 操作簡單。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無法直接測取顏色的 RGB 數值，需再以人工輸入 RGB 辨色軟體進行判讀。 2. 定時拍照模式，最高只能設定每 5 分鐘(內建最多只能設定 5 分鐘)。 	
RGB 感測器	<ol style="list-style-type: none"> 1. 先開啟 Arduino 2. 再開顏色感測器的檔案。 3. 調校正確序列埠。 4. 校正顏色起始值(白紙之 RGB 感測值均為 255)。 5. 設定每分鐘測取一筆數值，持續收錄 20 分鐘。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可以直接測取顏色值。 2. 數據可匯入 excel 文書編輯軟體進行後續統計。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不能拍照片。 2. 程式有時候會錯誤。 3. 顏色感測器有時候會故障，無法收齊數據進行檢測。 	

2. 決定顏色感測器形式

(1) 測試步驟程序及優缺點分析如下表。

(2) 結果：決定以 **GY-31 TCS230 TCS3200** 來進行操作

表 5

演進程序	優點	缺點	照片
TCS230 TCS3200	1. 檢測時表現穩定，與程式模組連接成功率極高。	1. 感應器四周沒有遮光，容易受到光線干擾。	
GY-31 TCS230 TCS3200	1. 感應器四周增加遮光罩，檢測時較不會受到光線干擾，取得的數值較為精確。	1. 檢測時表現穩定，與程式模組連接較容易失敗，經常需要多次確認。	

3. 泡茶萃取(泡茶拉桿. 針筒打氣筒. 電動攪拌器)

(1) 測試步驟程序及優缺點分析如下表。

(2) 結果：決定以 **電動攪拌器** 增加茶葉在水中跳躍，以增加空氣溶解量。




表 6

演進程序	優點	缺點	照片
自製泡茶拉桿	1. 製作方便。 2. 使用簡單。 3. 成本低。	1. 構造簡陋。 2. 容易掉落。 3. 膠圈易斷。 4. 須用膠帶固定。 5. 人工計算，實驗誤差較大。	
針筒打氣	1. 體積小。 2. 重量輕。 3. 操作容易。	1. 塑膠管容易勾到。 2. 每次打入的空氣量和速度都不太相同。	
電動攪拌器	1. 攪拌速度快。 2. 操作簡易。 3. 轉速固定、計時及操作之設定較客觀。	1. 容易刮傷杯子。 2. 有時會因為手套不好戴，導致延遲。 3. 若茶包沒裝好，攪拌時會捲到棉線。	

4. 決定容器(燒杯、小陶瓷碟、培養皿)

(1) 測試步驟程序及優缺點分析如下表。

(2) 結果：決定以 **培養皿** 裝取實驗用茶水之利感測器模組收錄色差數值。



演進程序	優點	缺點	照片
燒杯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拿取方便。 2. 體積小。 3. 杯壁透明易觀察。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無法架設 RGB 感測器。 2. 乳化現象不易看出。 3. 角度太高，不易倒出。 	
小陶瓷碟	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拿取方便。 2. 體積小。 3. 成本便宜。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 口徑太小，無法架設 RGB 感測器。 2. 陶瓷碟中的溶液容易溢出。 3. 容量較少，茶水降溫較快。 	
培養皿	<ol style="list-style-type: none"> 1. 口徑剛剛好，容易架設 RGB 感測器 2. 口徑大，好觀察，一有變化，就能看得清楚。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 杯壁太淺，容易溢出。 2. 底部若有水，茶色易受影響。 3. 成本昂貴。 	

5. 決定茶葉浸泡時間(5 分鐘. 10 分鐘)

(1) 測試步驟程序及優缺點分析如下表。

(2) 結果：決定讓茶葉在泡茶容器中靜置 10 分鐘，以利茶葉成份萃取。

表 8

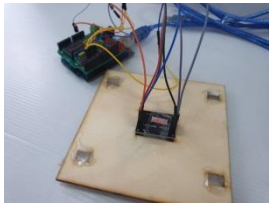

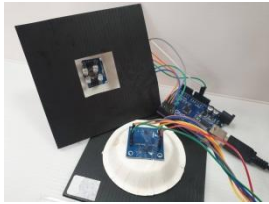
演進程序	步驟	優點	缺點	照片
5 分鐘	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在裝有茶包的陶瓷杯內倒入泡茶水。 2. 讓茶葉在熱水中跳躍後，浸泡 5 分鐘。 3. 取出茶包，倒出茶水進行相關檢測。 4. 分別檢測 RGB、pH 值及 TDS。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可以測比較久，數據較多。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由於泡茶時間短，在泡茶時產生的現象較不容易觀察。 2. 溶出的茶成份較少。 	
10 分鐘	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在裝有茶包的陶瓷杯內倒入泡茶水。 2. 讓茶葉在熱水中跳躍後，浸泡 10 分鐘。 3. 取出茶包，倒出茶水進行相關檢測。 4. 分別檢測 RGB、pH 值及 TDS。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 等待時間較長，能做其他實驗準備。 2. 能溶出較多茶葉成份。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 實驗速度較快，數據較少。 	

6. 決定感測器遮光罩(雷切、瓦楞紙板、瓦楞塑膠板)

(1)測試步驟程序及優缺點分析如下表。

(2)結果：決定瓦楞塑膠板改良製法做為感測器之遮光罩。

表 9



演進程序	步驟	優點	缺點	照片
雷切版	<ol style="list-style-type: none"> 1. 把雷切的軟體打開 (inkscape)。 2. 製作平台。 3. 放到電腦用雷切機雷切。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雷切精準度很高。 2. 只會耗費一種材料。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不能防水。 2. 有時候雷切會切不完整。 	
瓦楞紙板版	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將瓦楞紙板裁切好。 2. 把醬油碟也裁切好。 3. 將醬油碟與瓦楞紙板黏好。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不會切不完整。 2 製作簡單。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不能防水。 2. 由於是人工裁切，較不精準。 	
瓦楞塑膠板版	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將瓦楞塑膠板裁切好。 2. 把醬油碟裁切好。 3. 將醬油碟、瓦楞塑膠板黏好。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不會切不完整。 2. 可以防水。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由於是人工裁切，外觀尺寸有些微差異。(但不會影響實驗) 	



7. 決定濁度檢測平台

(1)測試步驟程序及優缺點分析如下表。

(2)結果：決定以三層檢測平台(不織布加上魔鬼氈固定)做為濁度檢測平台。

表 10

演進程序	步驟	優點	缺點	照片
三層檢測平台	<ol style="list-style-type: none"> 1. 此平台共分為三層第一層為手電筒放置台，第二層為培養皿放置台，最後一層為光度計放置台。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 較穩定。 2. 組裝方便。 3. 平台空間大，可耐重。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 體積大，不易收納。 2. 重量重，不易移動。 3. 不易拆解。 	
三層檢測平台(加上遮光罩)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將檢測平台放入紙箱中，遮擋大部分光線。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 物體較大，較耐重。 2. 正面的光線無法抵擋。 3. 裝置穩定。。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 只能夠遮擋側面的光線。 2. 稍重，不易移動。 	

三層檢測平台 (改為不織布)	1. 將紙箱外裝上不織布來遮住正面的光。	1. 能夠遮住四面八方的光源。	1. 實驗時不織布容易鬆脫。	
三層檢測平台 (不織布加上魔鬼氈固定)	1. 在紙箱上、不織布上貼上魔鬼氈固定。	1. 能夠穩定的阻擋光源並且不會鬆落。	1. 觀察茶時，要一直打開與關起，但正因魔鬼氈黏合力很好，所以開關時會有些不便。	

三、正式實驗歷程

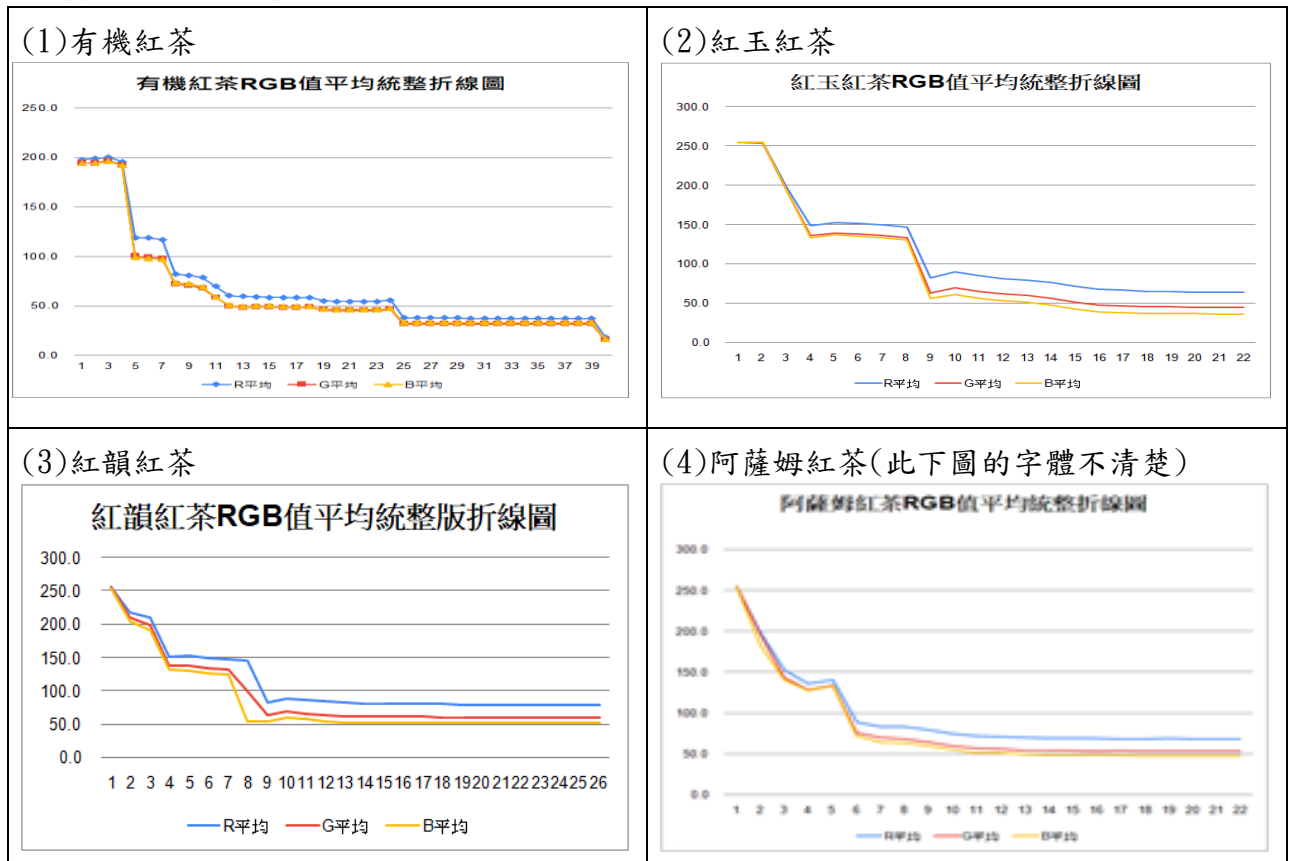
(一) 哪種紅茶茶葉泡的紅茶會出現比較明顯的乳化現象？

1. 實驗步驟：



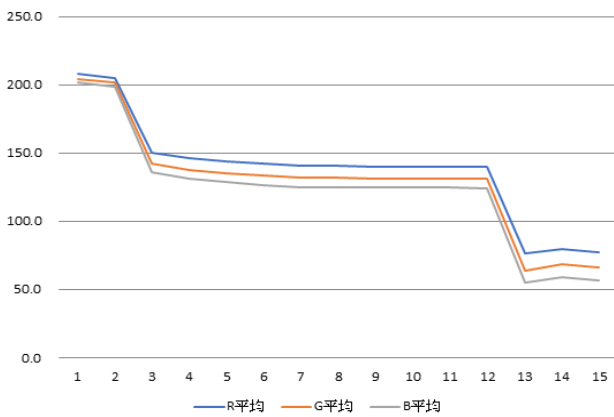
2. 實驗結果及分析討論

表 11



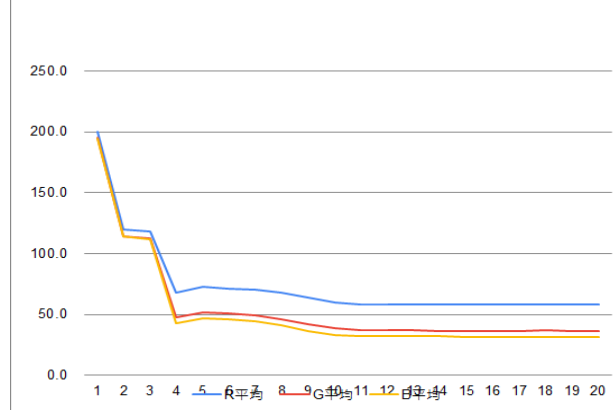
(5)紅烏龍

紅烏龍紅茶RGB值平均同整折線圖



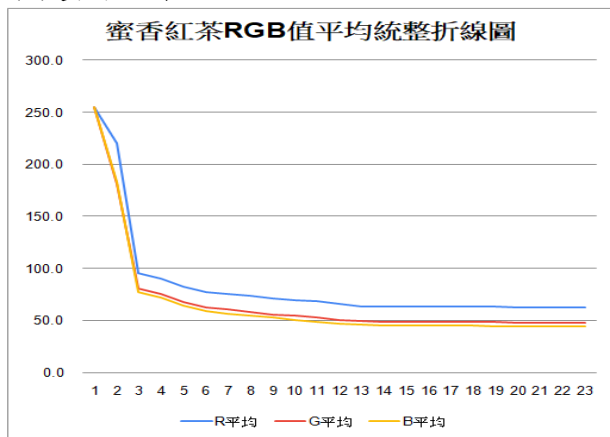
(6)熟成老紅茶

熟成老紅茶紅茶RGB值平均統整折線圖



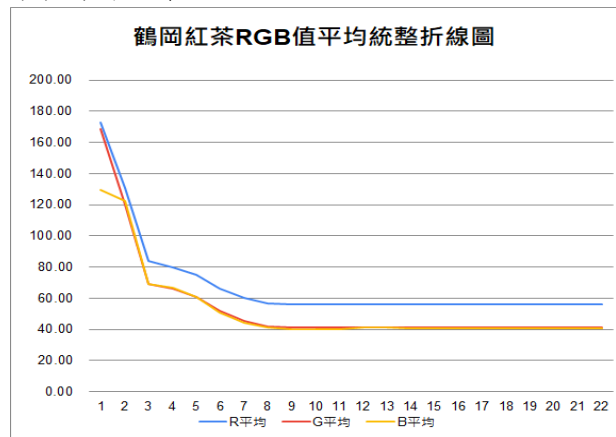
(7)蜜香紅茶

蜜香紅茶RGB值平均統整折線圖



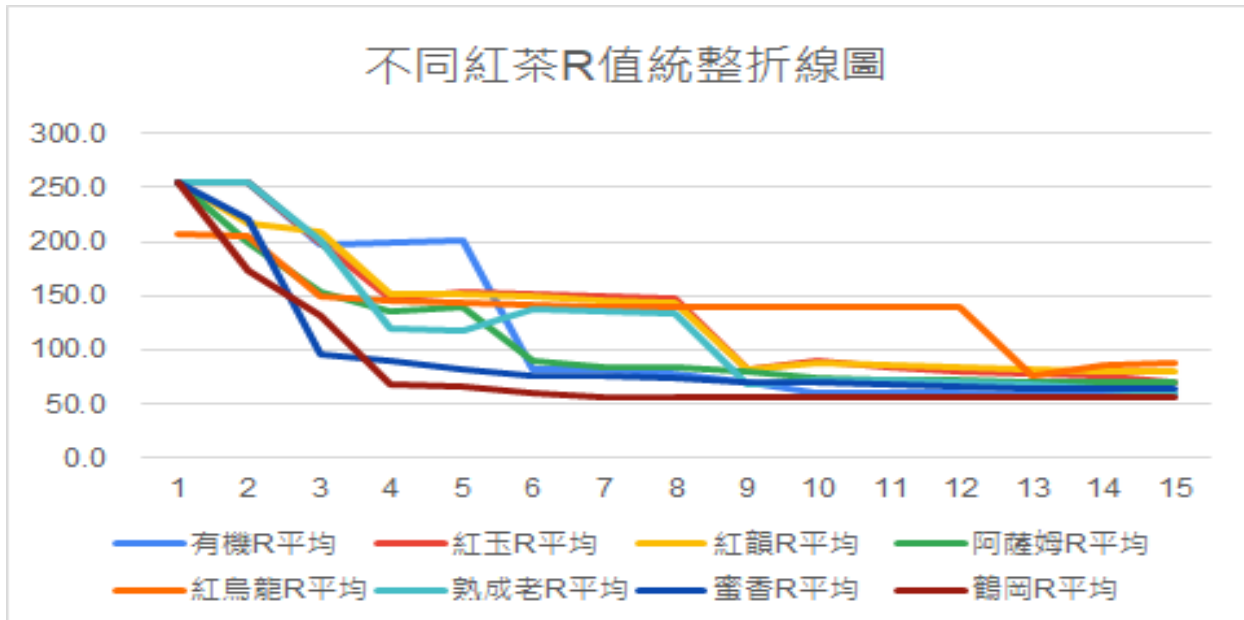
(8)鶴岡紅茶

鶴岡紅茶RGB值平均統整折線圖



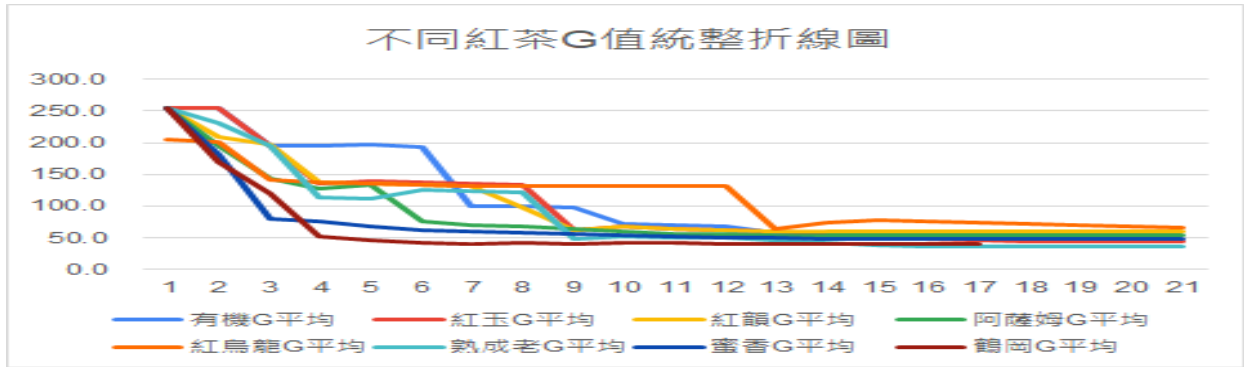
(9)不同紅茶 R 值:

不同紅茶R值統整折線圖



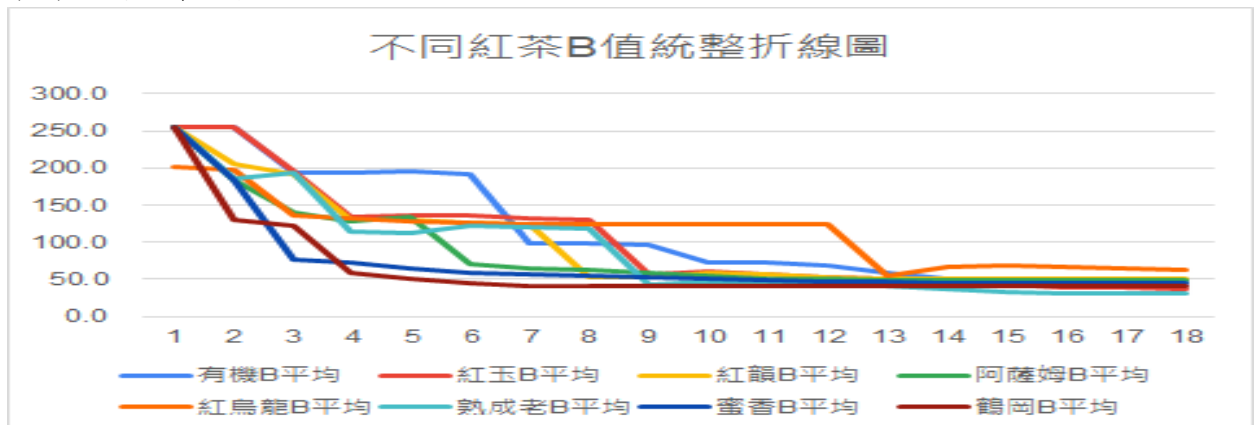
- A. 在檢測結束時，鶴岡是 RGB 數值中最暗的，最亮的則是紅烏龍。
- B. 所有紅茶到了 15、16 分鐘時，顏色變化趨於平穩。
- C. 不同紅茶 R 值: 紅烏龍 > 紅韻 > 紅玉 > 阿薩姆 > 蜜香 > 熟成老 > 有機 > 鶴岡。

(10)不同紅茶 G 值:



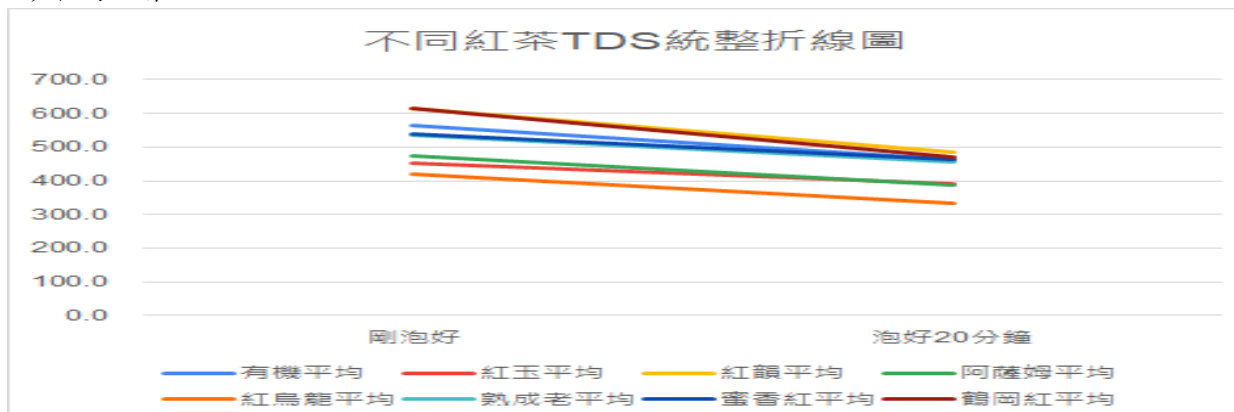
- A. 跟 R 值統計圖曲線變化相像，只是數值較偏暗。
- B. 與 R 值圖表相比，最後最暗的反倒是熟成老紅茶。
- C. 不同紅茶 G 值:紅烏龍>有機>紅韻>阿薩姆>蜜香>紅玉>鶴岡>熟成老。

(11)不同紅茶 B 值:



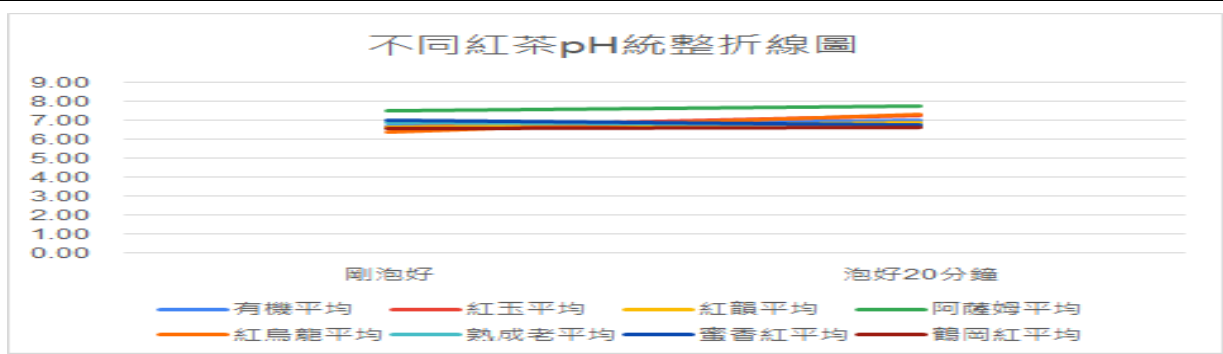
- A. 與前兩者都具有有一致性。
- B. 不同紅茶 B 值:紅烏龍>有機>紅韻>阿薩姆>蜜香>鶴岡>紅玉>熟成老。

(12)不同紅茶 TDS:



- A. 隔了 20 分鐘後全部紅茶裡的總溶解固體量都呈現變少的趨勢。
- B. 鶴岡紅茶與有機紅茶總溶解固體量下降趨勢都很劇烈的。
- C. 不同紅茶 TDS 值泡好 20 分鐘:紅韻>鶴岡>有機>蜜香>熟成老>紅玉>阿薩姆>紅烏龍。

(13)不同紅茶 pH 值:

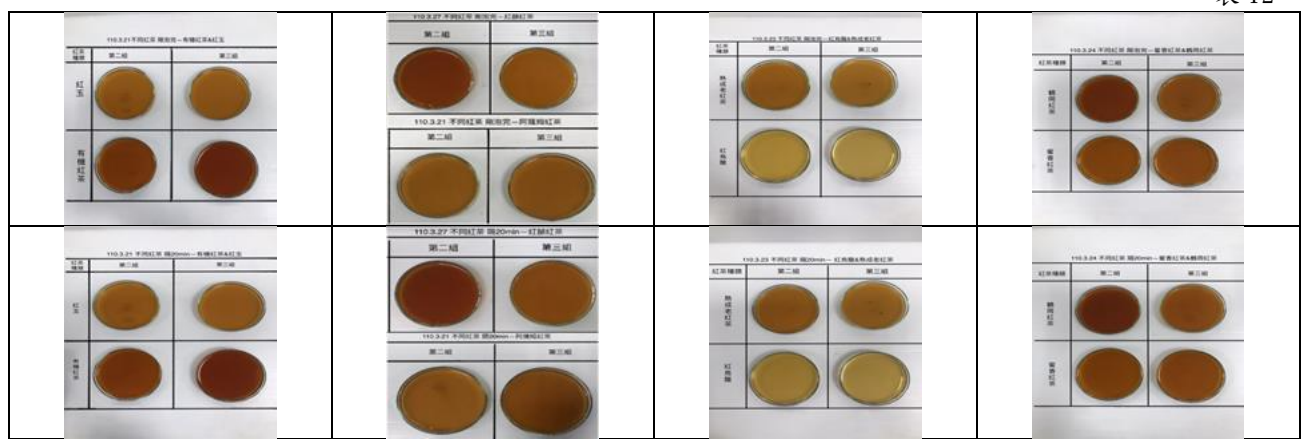


- A 幾乎所有紅茶酸鹼值都會往鹼性趨勢走
- B. 不同紅茶 pH 值泡好 20 分鐘: 鶴岡>蜜香>紅韻>熟成老>有機>紅玉>紅烏龍>阿薩姆

(14)總結

- A. 剛泡好的茶水過了一段時間後，顏色變化曲線都會變得比較平穩
- B. 阿薩姆在紅茶 RGB 圖表中呈現較為特別的曲線(掉得較為劇烈)，而熟成老紅茶的曲線多是中間變為明亮，後來又掉回中間值。
- C. 有機、阿薩姆和熟成老紅茶都屬於原本很明亮，但後來茶色就會變得很暗沉，顏色變化相對較多，在實驗中發現有機的顏色變化較為明顯。

表 12



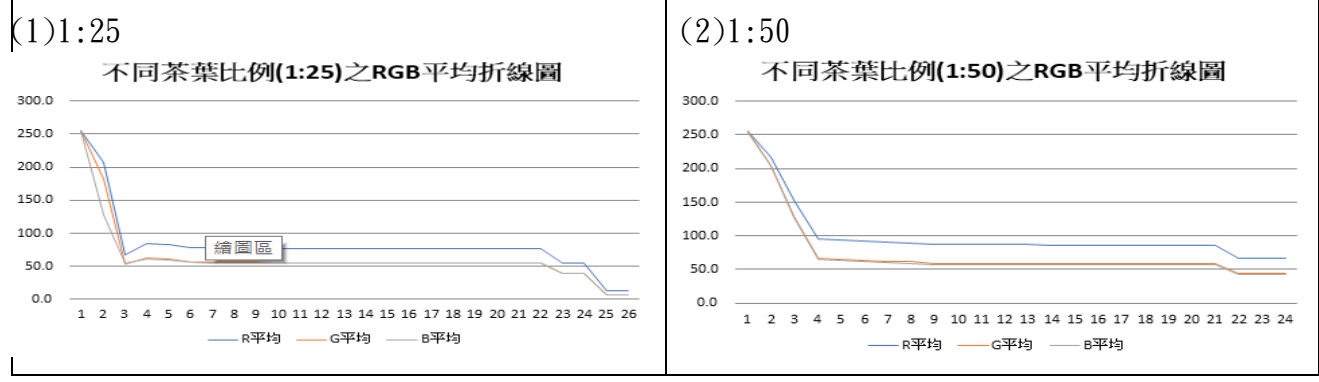
(二) 不同的茶葉與水的比例會對紅茶的乳化現象有影響嗎?

1. 實驗步驟:



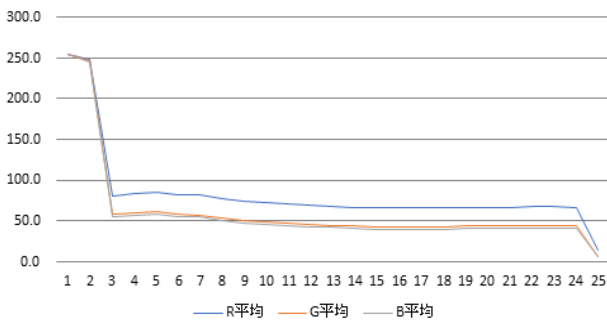
2. 實驗結果及分析討論

表 13



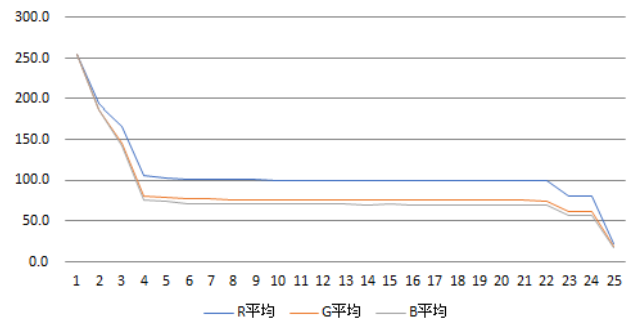
(3) 1:75

不同茶葉比例(1:75)之RGB平均折線圖



(4) 1:100

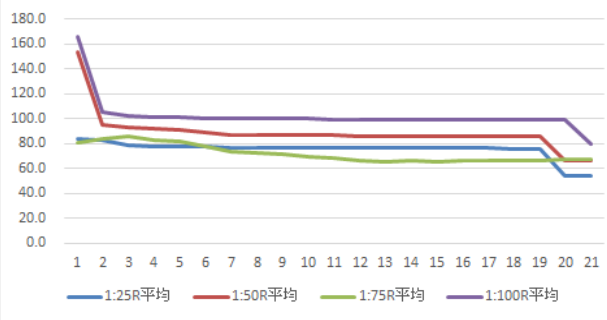
不同茶葉比例(1:100)之RGB平均折線圖



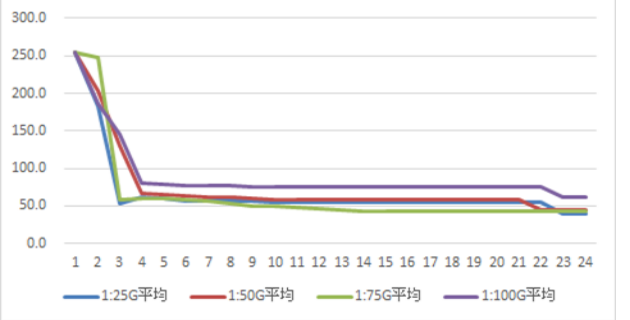
(5) 分析

- A. 1:25 的數值越低，濃度越濃，代表它的顏色越暗沉，1:100 的數值越高，濃度越稀，代表顏色越明亮(物質溶出的多寡與顏色有關)(茶葉與水的比例也與顏色深淺有關)。
- B. 不同比例 R 值過了 4 分鐘數值逐漸下降(顏色逐漸變暗)。
- C. 到了三，四分鐘時，每個比例都有劇烈變化(急速下降)，之後持續平穩的數據。
- D. 不同茶葉及水的比例中，依 R 值變化幅度為:1:100>1:50>1:75>1:25

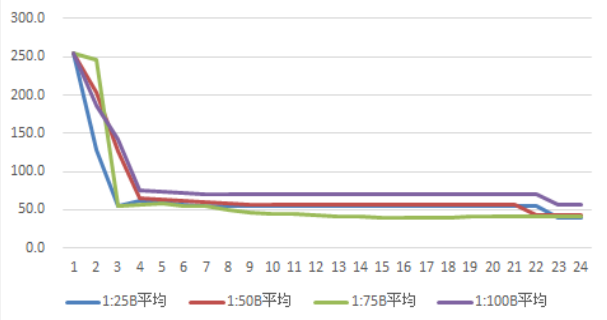
不同茶葉比例R值平均統整折線圖



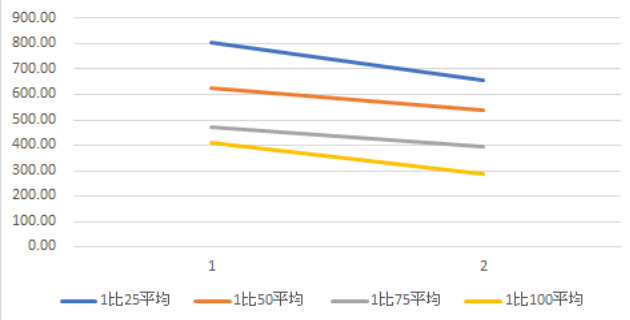
不同茶葉比例G值平均統整折線圖



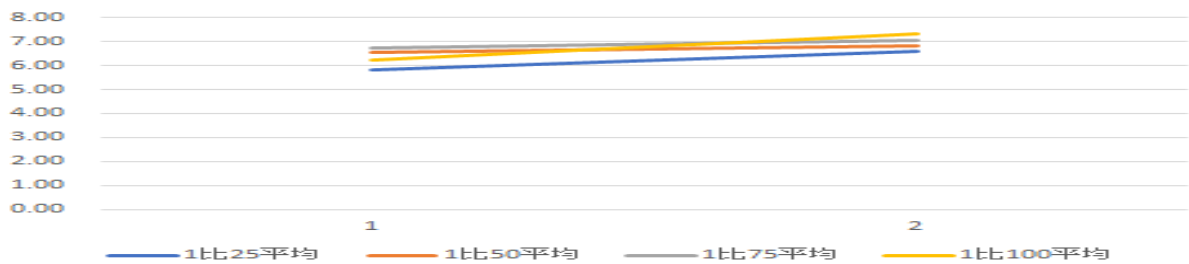
不同茶葉比例B值平均統整折線圖



不同比例TDS



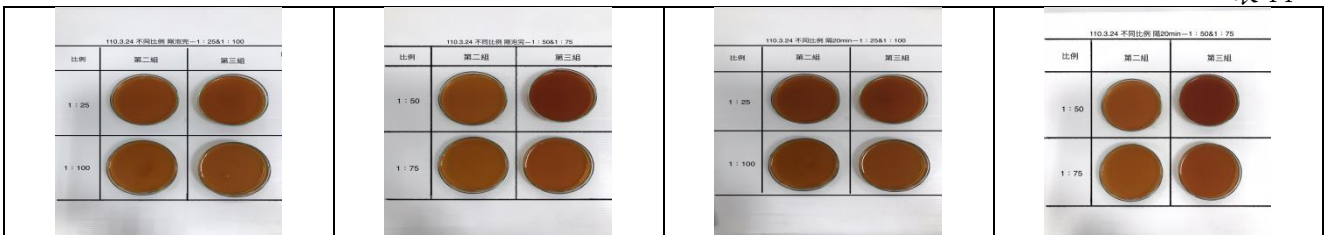
不同比例pH值



- E. 我們發現 1:25 的 G 值顏色最深，1:100 的 G 值顏色最淺。
- F. 過了 4 分鐘數據就漸漸穩定下來。
- G. 不同比例 G 值:1:25>1:75>1:50>1:100。H. 1:25 和 1:75 的 B 值下降到 3 分鐘時上升，又在 7 分鐘時下降。
- I. 1:50 和 1:100 的 B 值從 9 分鐘到 22 分鐘幾乎都是平的。
- J. 不同比例 B 值:1:75>1:25>1:50>1:100。
- K. 每種比例從剛泡完到 20 分鐘後，都有明顯的數據逐漸下降，可以推斷剛泡好時有較多的物質溶出，而 20 分鐘後有些物質逐漸形成絡合物→沉澱，所以 TDS 的數據-20 分鐘後會比剛泡好的茶湯溶出的物質還少。
- L. 1:25 的 TDS 數據最高，代表溶出物質最多。1:100 的數據則相反。
- M. 不同比例 TDS 值:1:100>1:75>1:50>1:25。
- N. 不同茶水比例 pH 值都逐漸上升，代表剛泡好時還是呈現偏酸性，大約 20 分鐘後，茶水逐漸偏弱鹼。
- O. 1:75 的 pH 值都慢慢上升
- P. 不同比例 R 值:1:25>1:50>1:75>1:100

(6)總結:1. 1:75、1:100，都比其他兩者的茶湯顏色還要亮，因為他們的茶水較淡，所以顏色較淺。而 1:25 則相反(茶湯濃，顏色較深)。

表 14



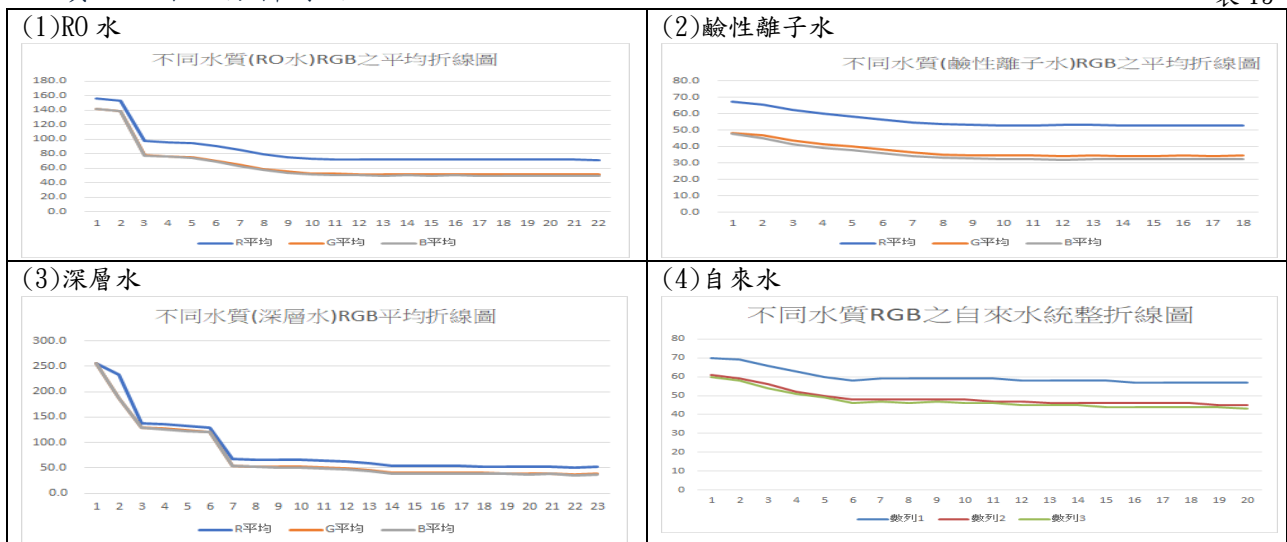
(三) 用不同的水質泡紅茶，乳化現象有什麼差異呢？

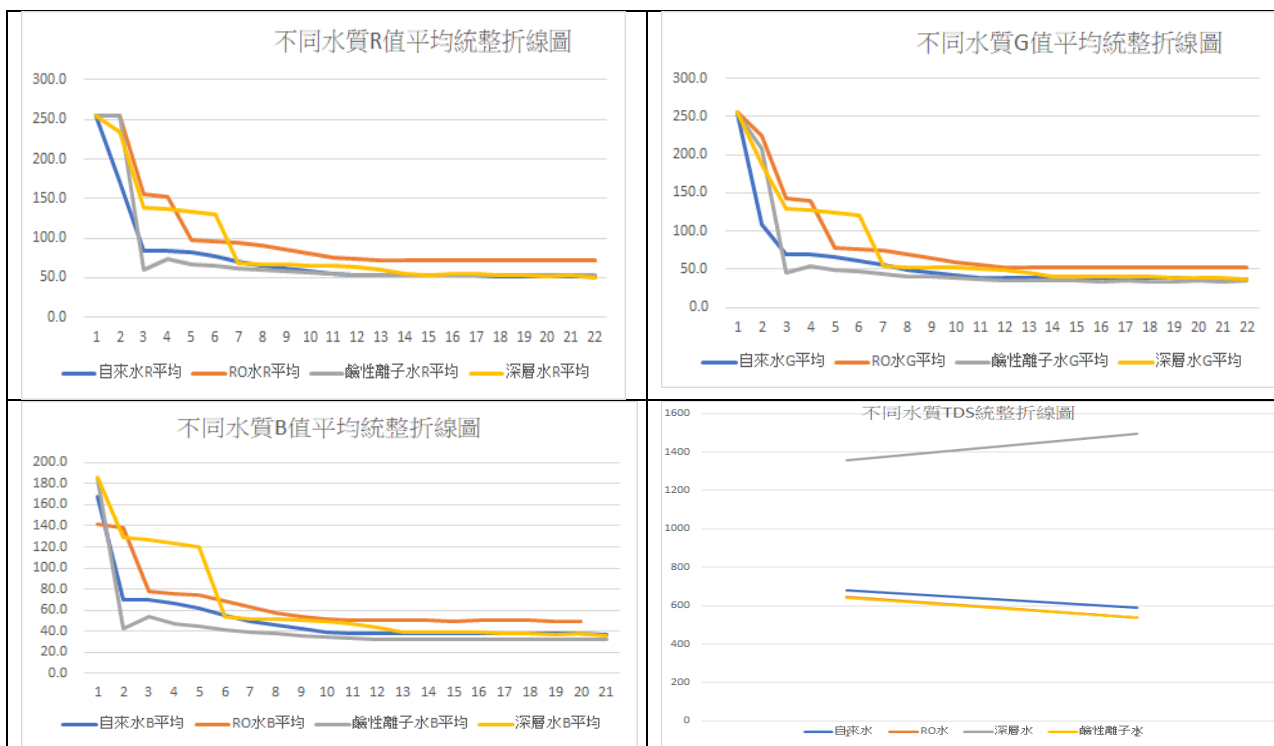
1. 實驗步驟：



2. 實驗結果及分析討論

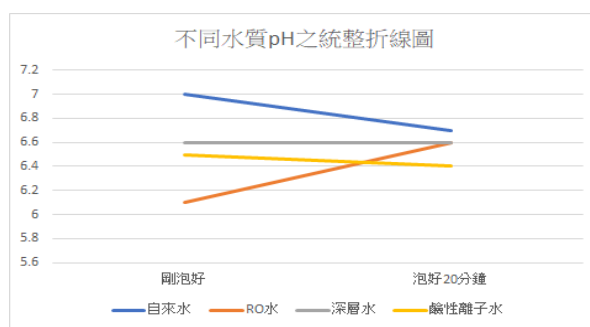
表 15





(5)分析

- 7分鐘時，顏色由暗到亮為：鹼性離子水>深層水>自來水>RO水。
- 顏色停止變化的時間由先到後為：自來水=鹼性離子水=RO水(11分鐘)>深層水(14分鐘)。
- 7分鐘時，顏色由暗到亮為：鹼性離子水>深層水>自來水>RO水。
- 顏色停止變化的時間由先到後為：鹼性離子水(8分鐘)>自來水(11分鐘)>RO水(12分鐘)>深層水(14分鐘)。
- 6分鐘時，顏色由暗到亮為：鹼性離子水>深層水=自來水>RO水。
- 顏色停止變化的時間由少到多依序為：鹼性離子水=自來水=RO水(9分鐘)>深層水(13分鐘)。
- 茶水 TDS 由大到小排序：剛泡好為深層水>自來水>RO水=鹼性離子水，隔 20 分鐘後依然保持。
- 除了深層水的 TDS 增加外，TDS 減少幅度由大到小排列：RO水=鹼性離子水>自來水。
- 剛泡好的茶水 pH 值由大到小排序為：自來水>深層水>鹼性離子水>RO水，隔 20 分鐘後改為自來水>深層水=RO水>鹼性離子水。
- 除了 RO 水的 pH 值增加外，pH 值減少幅度由大到小排列：自來水>鹼性離子水>深層水。



(6)總結:

- 由不同水質的 TDS 數據統計圖，深層水跟鹼性離子水的能使紅茶有較明的乳化現象，推論是水中礦物質較多。
- 水質影響紅茶乳化現象程度由大至小排序為：深層水>自來水>鹼性離子水>RO水。我們最後選擇自來水成為泡茶實驗的主要用水，除了考量拿取方便，也是因為發現自

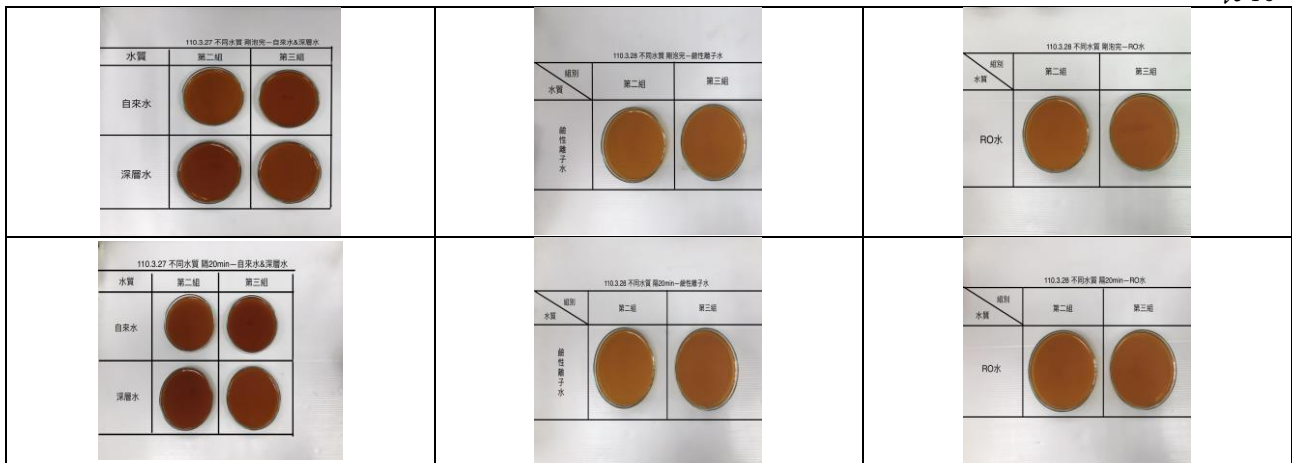
來水的 RGB 值變化都比其他的水質更穩定。

C. 所有水質 RGB 值在 10 分鐘後，都趨於平緩才穩定下來，茶色逐漸呈現深咖啡色。

D. 一開始 RGB 值的數據都有微微的上升，可能是因剛開始茶泡好才一陣子，茶色變化還不穩定。

M. 所有水質的 G 跟 B 的數值線都幾乎重疊。

表 16



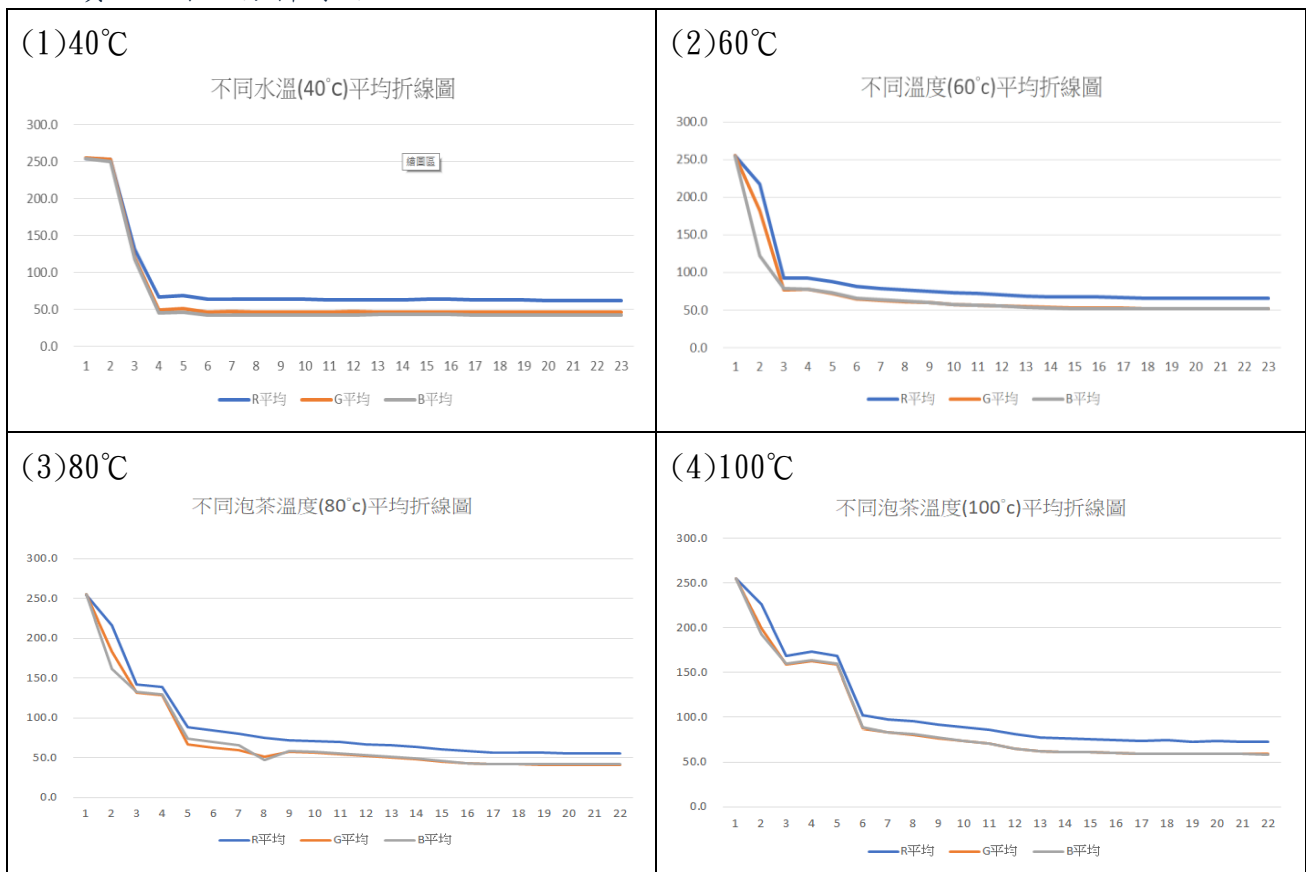
(四) 用不同水溫來泡茶，會對紅茶的乳化現象產生什麼影響？

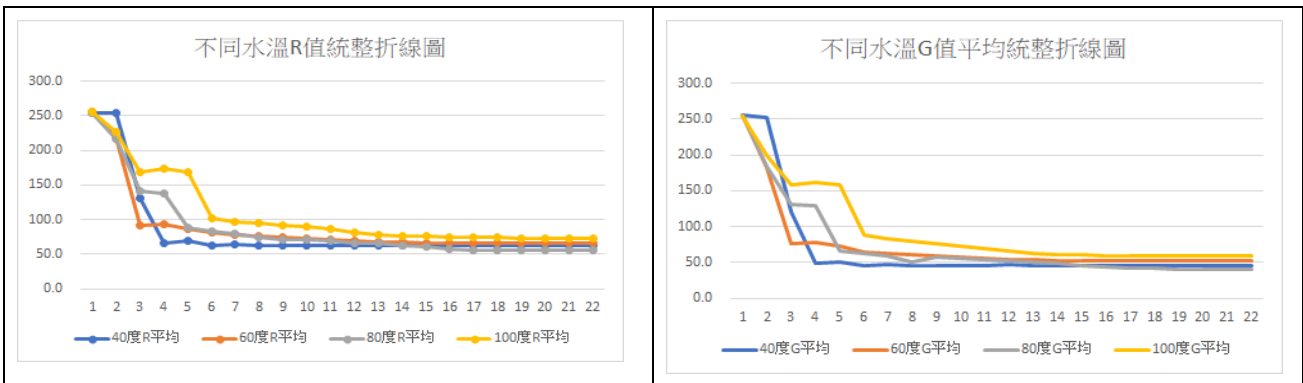
1. 實驗步驟：



2. 實驗結果及分析討論

表 17





(5)分析

- A. 6 分鐘時，顏色由暗到亮為:40°C > 60°C = 80°C > 100°C。
- B. 顏色停止變化的時間由先到後為:40°C (7 分鐘) > 60°C (12 分鐘) > 100°C (13 分鐘) > 80°C (17 分鐘)
- C. 6 分鐘時，顏色由暗到亮為:40°C > 60°C > 80°C > 100°C。
- D. 顏色停止變化的時間由先到後為:40°C (6 分鐘) > 60°C (12 分鐘) > 100°C (13 分鐘) > 80°C (17 分鐘)。

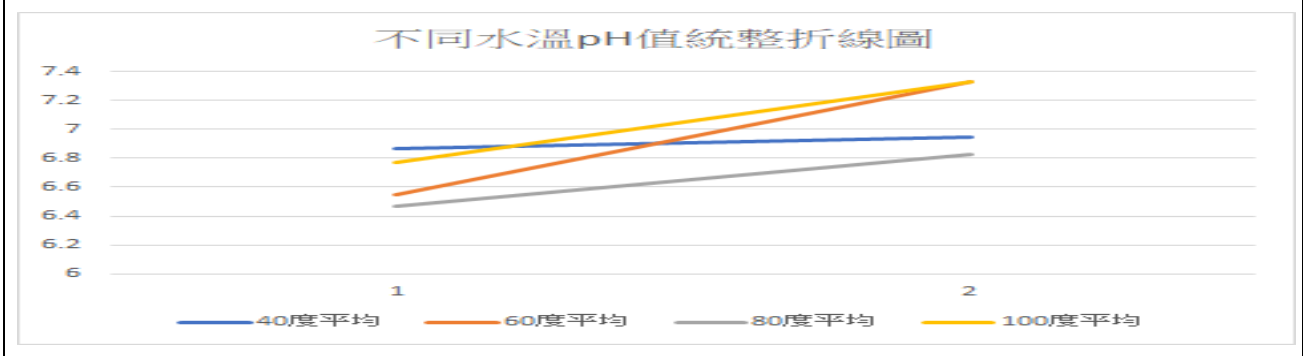
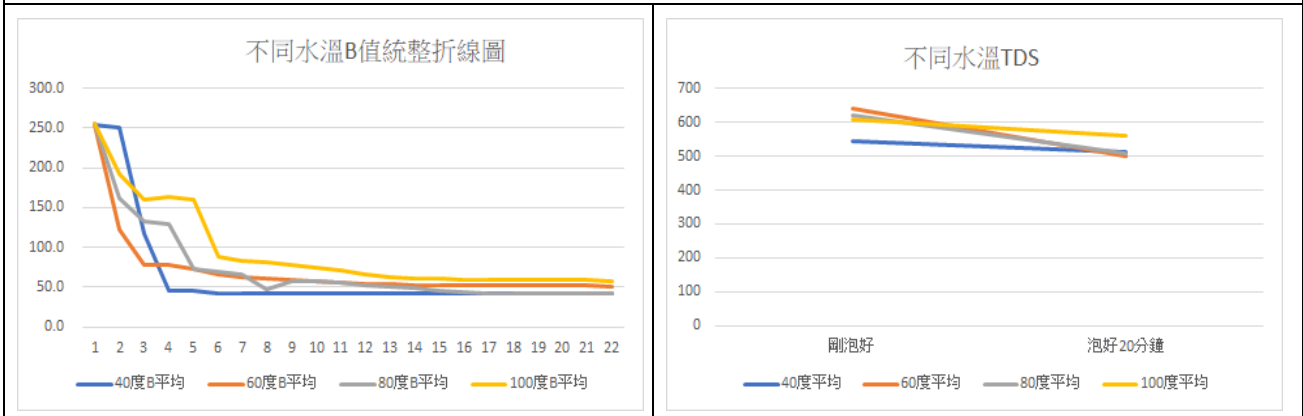
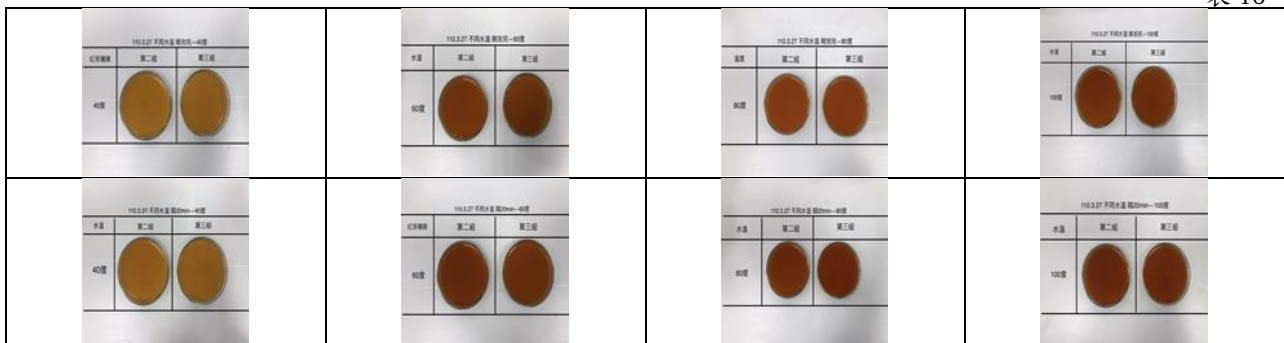


表 18



(五) 紅茶葉浸泡不同時間，會對紅茶的乳化現象有什麼影響？

1. 實驗步驟：



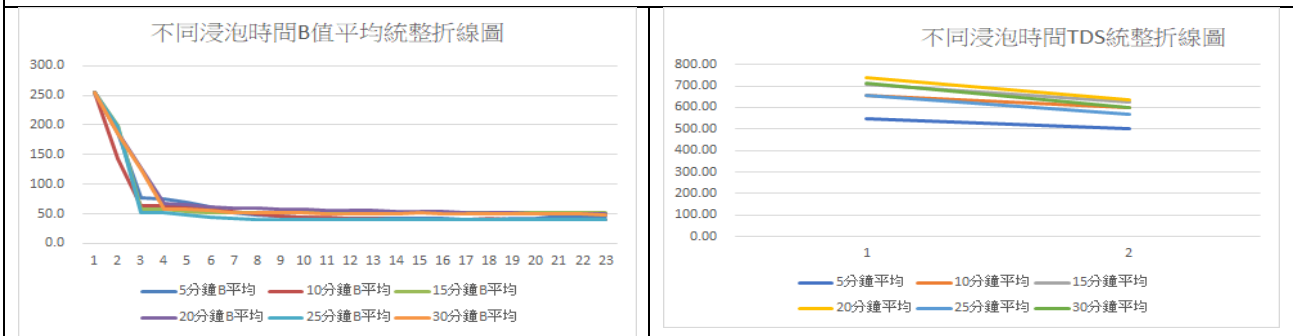
2. 實驗結果及分析討論

表 19

<p>(1) 浸泡 5 分鐘</p> <p>不同浸泡時間(5分鐘)之RGB平均折線圖</p>	<p>(2) 浸泡 10 分鐘</p> <p>不同浸泡時間(10分鐘)之RGB平均折線</p>
<p>(3) 浸泡 15 分鐘</p> <p>不同浸泡時間(15分鐘)之RGB平均折線圖</p>	<p>(4) 浸泡 20 分鐘</p> <p>不同浸泡時間(20分鐘)之RGB平均折線</p>
<p>(5) 浸泡 25 分鐘</p> <p>不同浸泡時間(25分鐘)之RGB平均折線圖</p>	<p>(6) 浸泡 30 分鐘</p> <p>不同浸泡時間(30分鐘)之RGB平均折線圖</p>
<p>不同浸泡時間R值平均統整折線圖</p>	<p>不同浸泡時間G值平均統整折線圖</p>
<p>(7) 分析</p> <ol style="list-style-type: none"> 不同浸泡時間 R 值從第 9 分鐘時就開始平穩，而全都是下降的趨勢。 下降趨勢最大的是 15 分鐘 > 25 分鐘 > 30 分鐘 > 20 分鐘 > 10 分鐘 > 5 分鐘。 後續實驗會使用 10 分鐘是因為比起其他的較為穩定，時間也不會太長。 25 分鐘的 G 值顏色最深，30 分鐘的顏色最淺。 	

E. 這些數值完全沒穩定。

F. 依序來看最不穩定的是 5 分鐘>20 分鐘>10 分鐘>15 分鐘>30 分鐘>25 分鐘。



G. 25 分鐘的 B 值數值最低，代表顏色最深。

H. 不同浸泡時間 B 值 7 分鐘後才全穩定下來。

I. 最不穩定的是 25 分鐘>30 分鐘>10 分鐘>5 分鐘>15 分鐘>20 分鐘。

J. 不同浸泡時間 TDS 都呈現下降的趨勢。

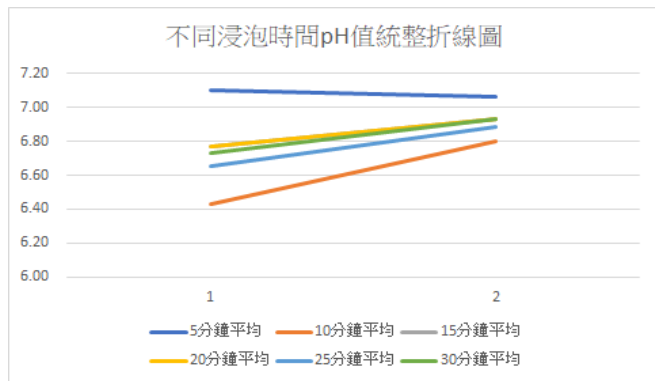
K. 我們發現 10 分鐘 TDS 沒有呈現慢慢地下降，代表放比較久後溶出的物質沒有剛泡好的茶多。

L. TDS 最高的是 20 分鐘>15 分鐘>30 分鐘>10 分鐘>25 分鐘>5 分鐘。

M. 不同浸泡時間只有 5 分鐘是下降的。

N. 我們發現 10、15、20、25、30 分鐘 pH 值都是上升的，表示從酸變鹼(一開始茶湯的酸性物質較多也較快溶出)。

O. pH 值最高的是 5 分鐘>20 分鐘>15 分鐘>30 分鐘>25 分鐘>10 分鐘。



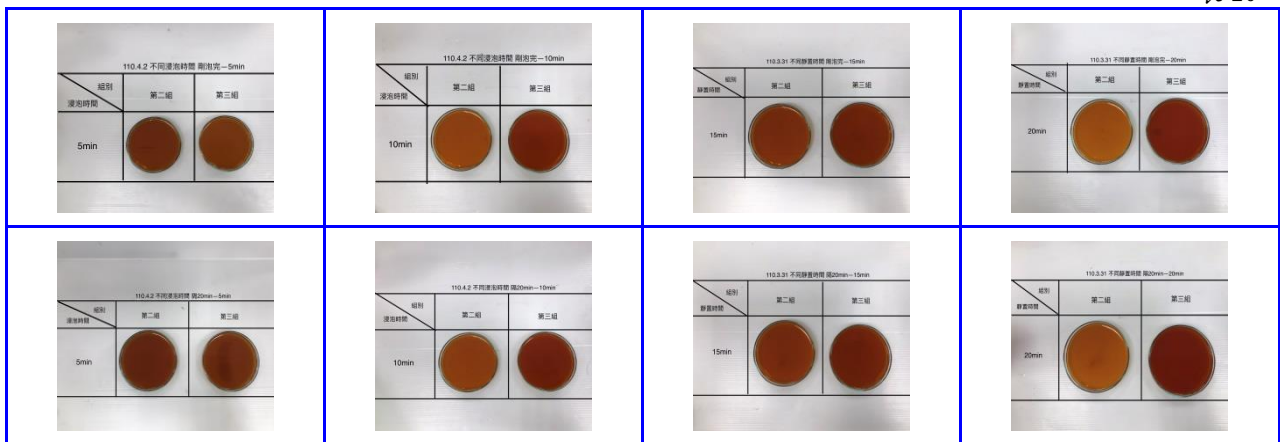
(8) 總結:紅茶葉浸泡不同時間的確會對紅茶的乳化現象產生影響，茶葉在熱水中浸泡 10 分鐘，顏色感測器測得的 RGB 數值是最穩定的。

A. 5 分鐘~30 分鐘的數據共通點是:RGB 數據到了 3、4 分鐘時都會急速下降，之後變的平緩。顏色從明亮→逐漸暗沉(5 分鐘後數值幾乎都固定了)

B. 多數的 G 值會與 R 值、B 值重疊，而且甚至重疊到有些數據都被掩蓋住了。

C. 3 分鐘前有些小波動，例如:小上升或下降，但最後都會下降(急速下降)

表 20



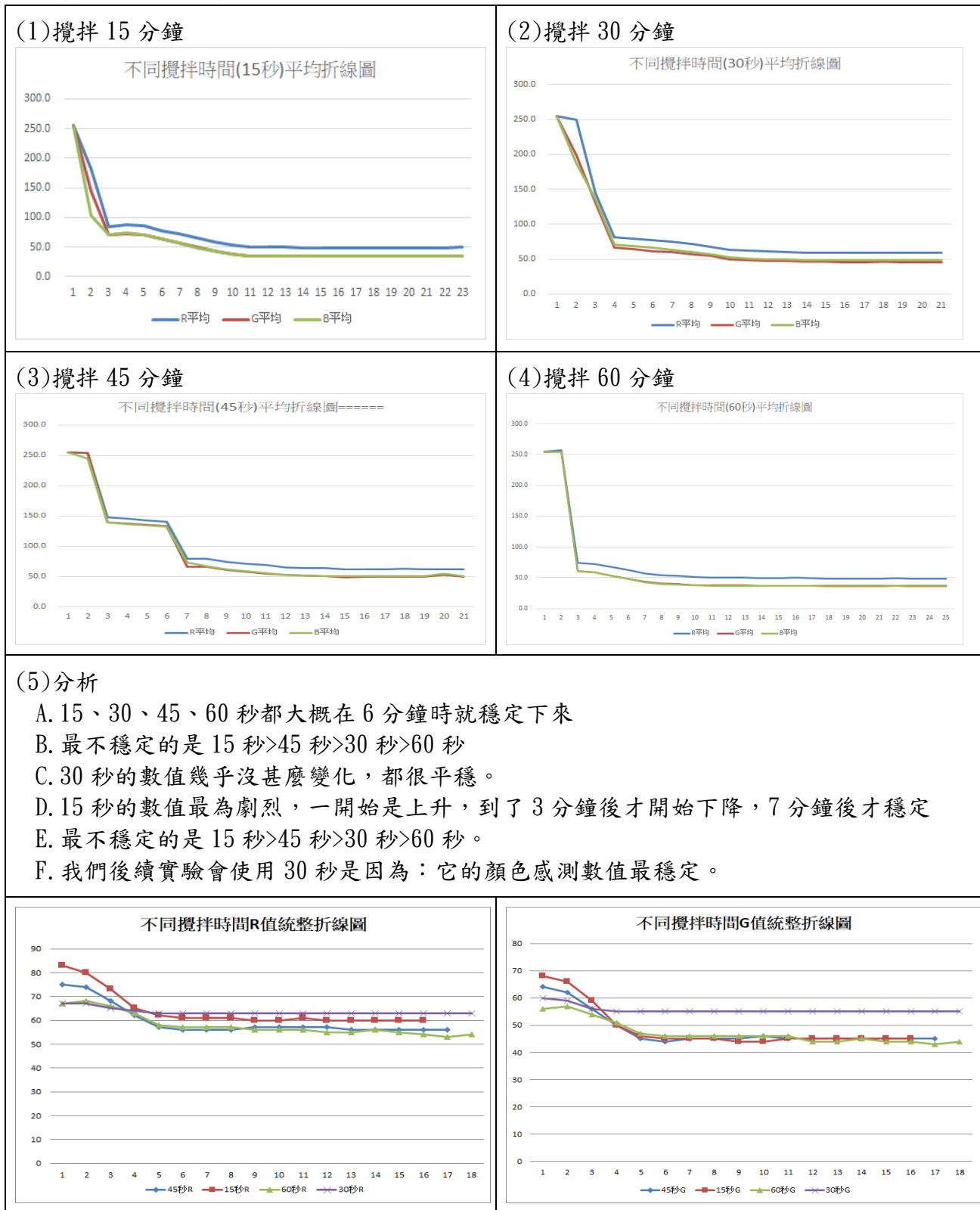
(六) 不同攪拌時間會導致使紅茶的乳化現象有不同的變化嗎？

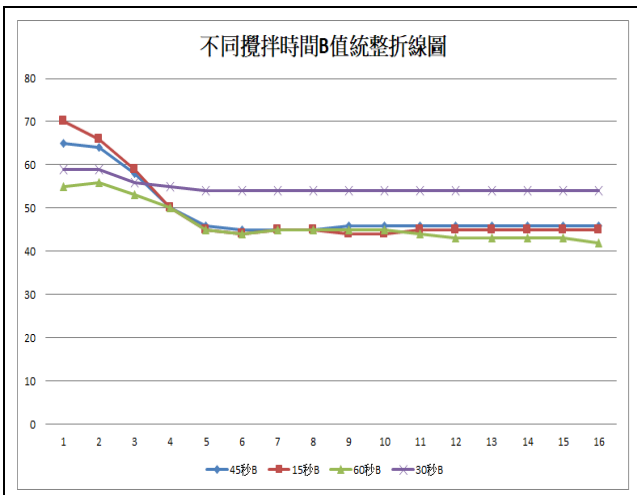
1. 實驗步驟：



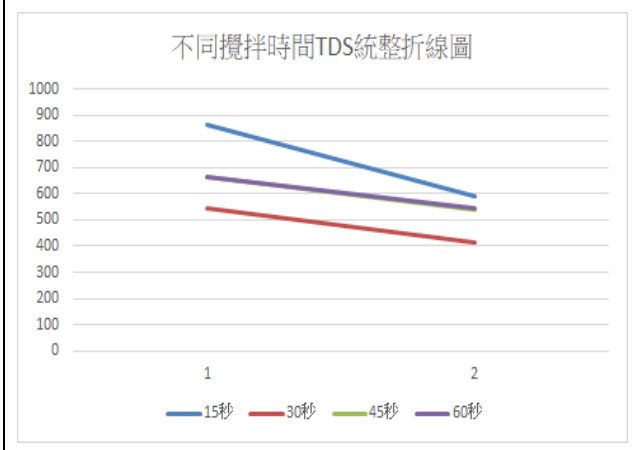
2. 實驗結果及分析討論

表 21

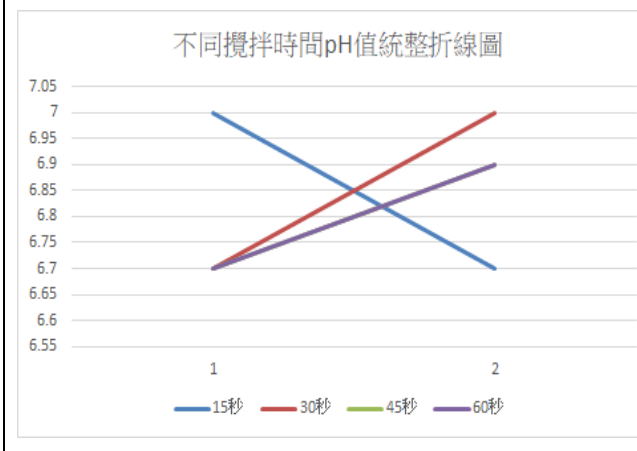




G. 一開始所有的數值線都很分散，到了4分鐘時忽然聚集又分散，而最後30秒的B遠遠超過了其他3者。
 H. 我們後續實驗會使用30秒是因它的攪拌時間最為穩定。
 I. 最不穩定的是15秒>45秒>30秒>60秒。



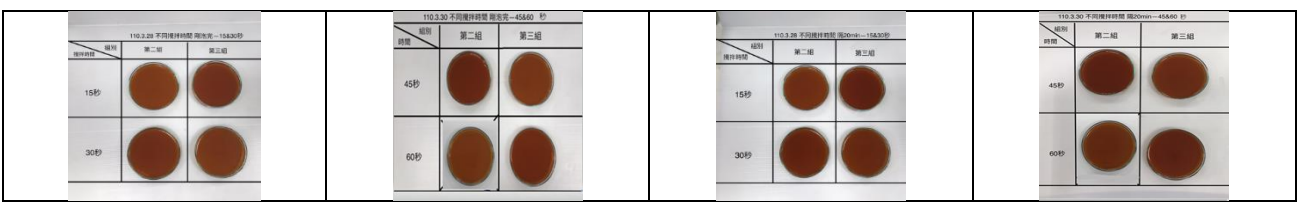
J. 數據最高的是15秒，最低的是30秒。
 K. 從高往下看順序為15秒>60秒>45秒。



L. 數據15秒為下降，而45秒、30秒、60秒則是上升
 M. 數據最高的是15秒>30秒>45秒>60秒

(6)總結
 A. 45秒的R G B值變化是呈現慢慢下降的狀態，同時也是最慢穩定下來的
 B. 30、45和60秒的G和B值都幾乎呈現重疊的狀態
 C. 我們後續會使用30秒是因它的顏色感測數值最穩定

表 22



(七) 紅茶泡好後放置的不同環境(不同溫度) 會影響紅茶的乳化現象嗎?

1. 實驗步驟：



2. 實驗結果之統計圖：

表 23

<p>(1) 恆溫杯墊</p> <p>不同茶水保存溫度(恆溫杯墊)之RGB平均折線圖</p>	<p>(2) 冰塊</p> <p>不同茶水保存溫度(冰塊)之RGB平均折線圖</p>
<p>(3) 常溫</p> <p>不同茶水保存溫度(常溫)之RGB平均折線圖</p>	<p>不同茶水保存溫度R值統整折線圖</p>
<p>(4) 總結</p> <p>A. 紅茶泡好後放置的環境(不同溫度)會影響紅茶的乳化現象，茶葉R值的排序大到小依序為：冰塊>恆溫杯墊>常溫。在茶水泡製後1~7分鐘是環境影響茶水乳化變化最劇烈的時間</p>	<p>C. 茶葉G值大到小排序為：常溫>恆溫杯墊>冰塊</p> <p>D. 在這張折線圖裡面，變化最劇烈的是：常溫>恆溫杯墊>冰塊</p>
<p>不同茶水保存溫度G值統整折線圖</p>	<p>E. B值大小排序為：常溫>恆溫杯墊>冰塊</p> <p>F. 數據變化最大依然為常溫，其次是恆溫杯墊，最後則為冰塊</p>
<p>不同茶水保存溫度B值統整折線圖</p>	

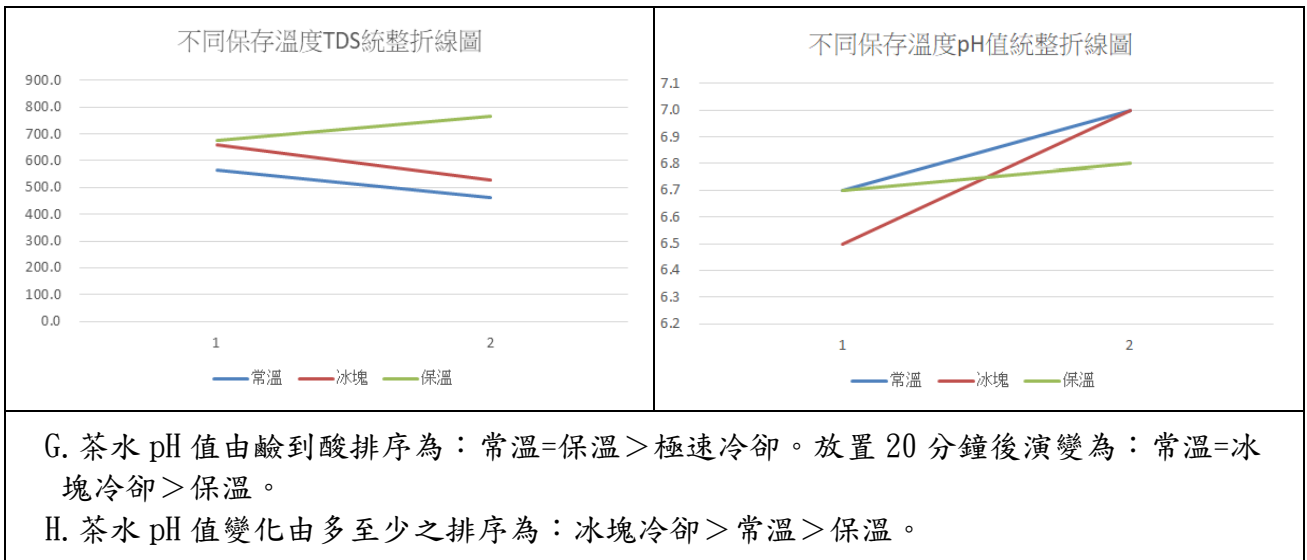
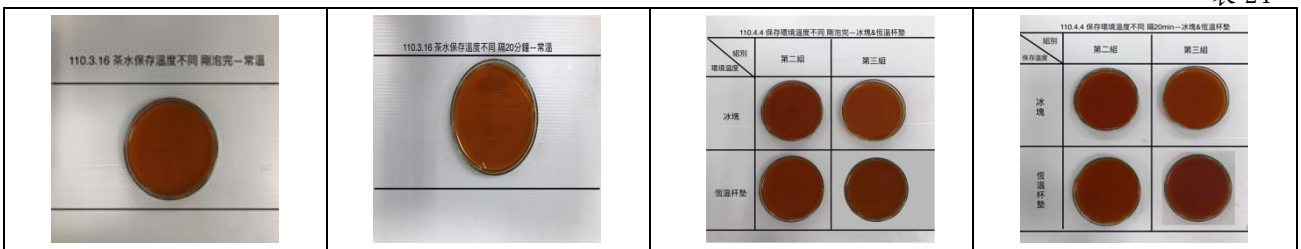


表 24



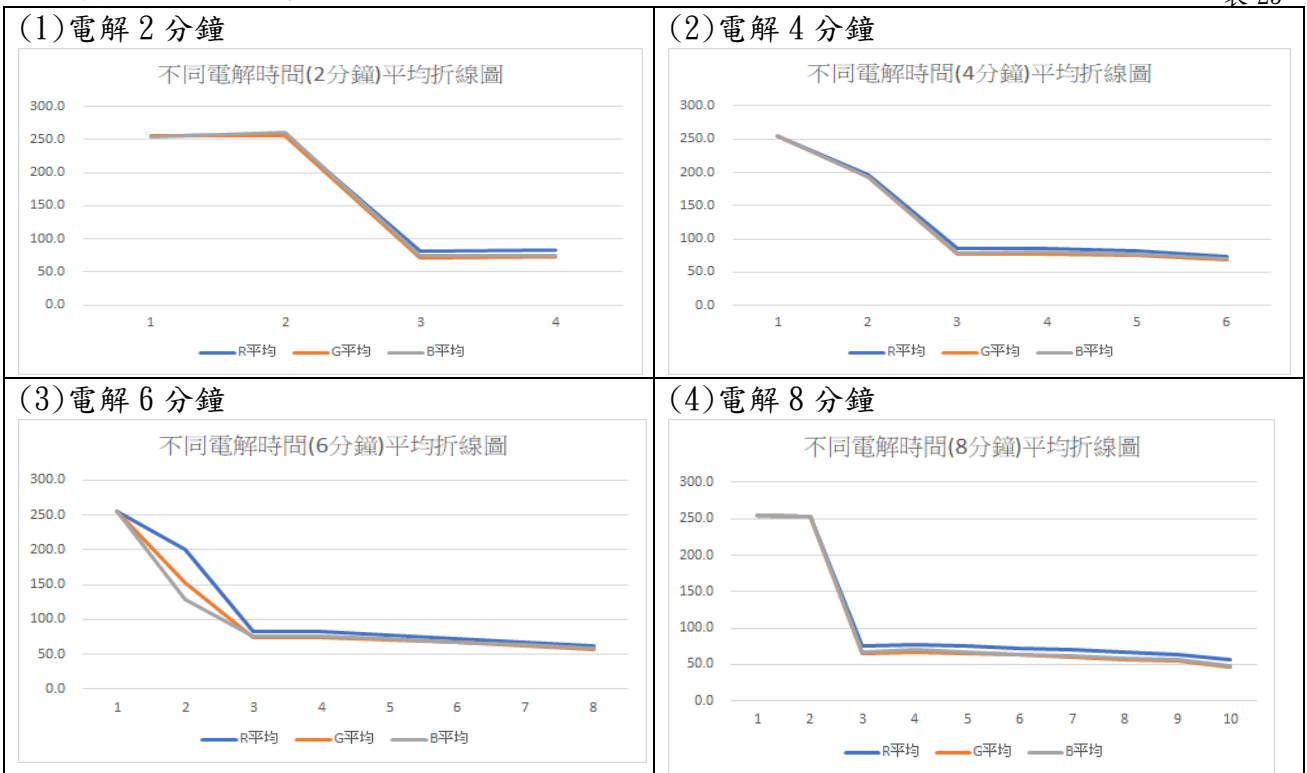
(八)-1 電解會對紅茶的乳化現象產生什麼影響?(不同電解時間)

1. 實驗步驟：

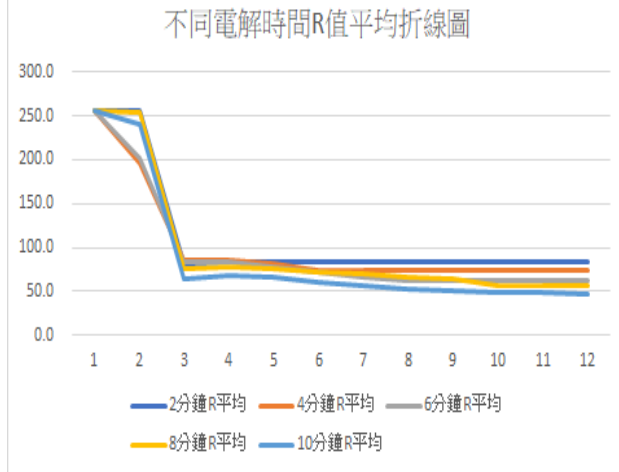
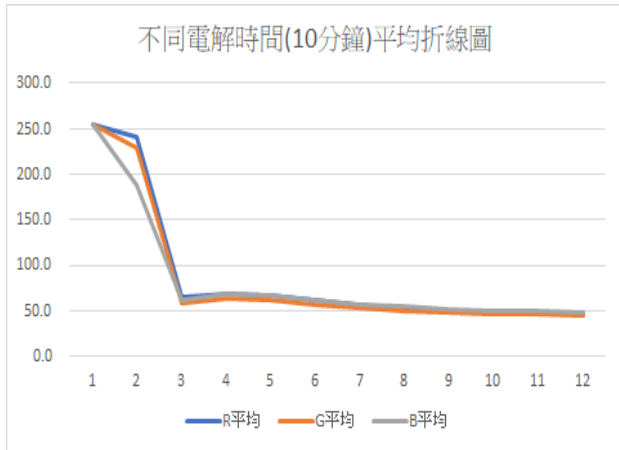


2. 實驗結果之統計圖：

表 25

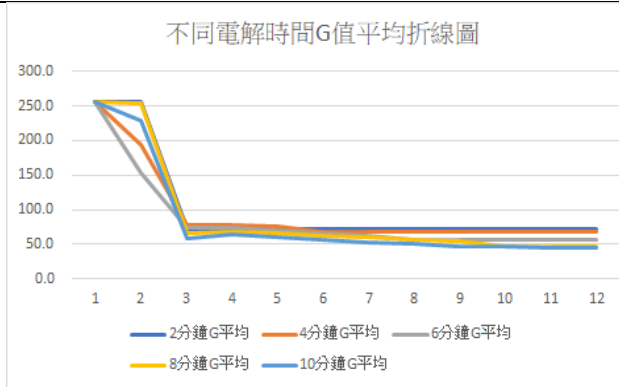


(5) 電解 10 分鐘

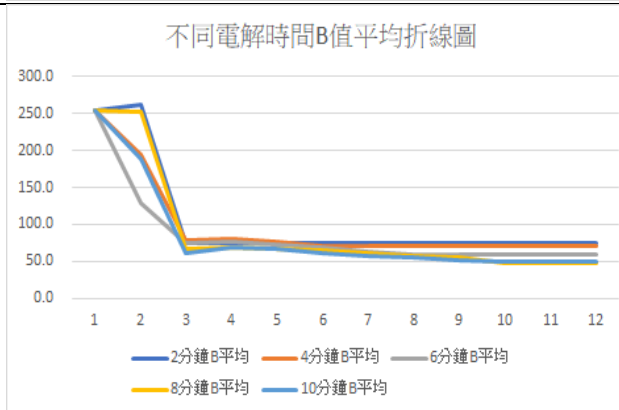


(6) 總結

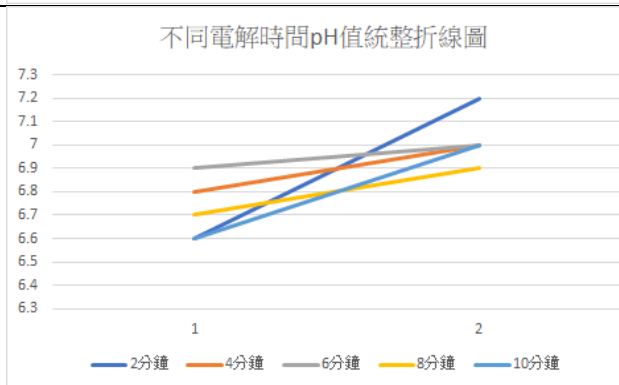
- A. 顏色變深直至 3 分鐘時，趨於穩定不再下降，其顏色由亮至暗排序為 4 分鐘 > 6 分鐘 > 2 分鐘 > 8 分鐘 > 10 分鐘。
- B. 顏色停止變化的時間先後順序為：2 分鐘(3) < 4 分鐘(6) < 10 分鐘(8) < 6 分鐘(9) < 8 分鐘(10)。



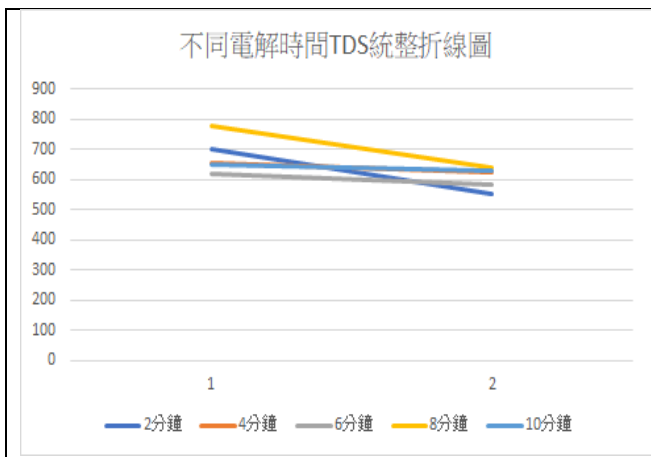
- C. 顏色由亮至暗排序為 4 分鐘 > 6 分鐘 > 2 分鐘 > 8 分鐘 > 10 分鐘。
- D. 顏色停止變化的時間先後順序為：2 分鐘(3) < 4 分鐘(6) < 10 分鐘(8) < 6 分鐘(9) < 8 分鐘(10)。



- E. 顏色由亮至暗排序為 4 分鐘 > 6 分鐘 > 2 分鐘 > 8 分鐘 > 10 分鐘。
- F. 顏色停止變化的時間先後順序為：2 分鐘(5) < 4 分鐘(6) < 6 分鐘(8) < 10 分鐘(9) < 8 分鐘(10)。

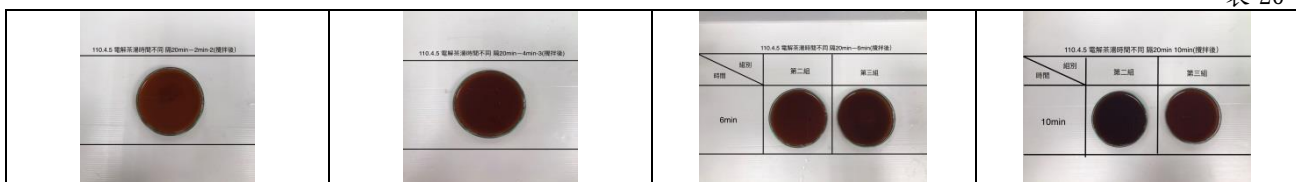


- G. 茶水 pH 值由鹼至酸排序為：6 分鐘 > 4 分鐘 > 8 分鐘 > 2 分鐘 > 10 分鐘。
- H. 茶水變鹼幅度由多至少：2 分鐘 > 10 分鐘 > 4 分鐘 = 8 分鐘 > 6 分鐘。



I. 茶水 TDS 值由多至少排序為：8 分鐘 > 2 分鐘 > 4 分鐘 > 10 分鐘 > 6 分鐘，而在於置 20 分鐘，2 分鐘 > 6 分鐘 > 10 分鐘 > 4 分鐘 > 8 分鐘。
 J. 茶水 TDS 減少的幅度由大至小排序為：2 分鐘 > 8 分鐘 > 6 分鐘 > 4 分鐘 = 10 分鐘

表 26



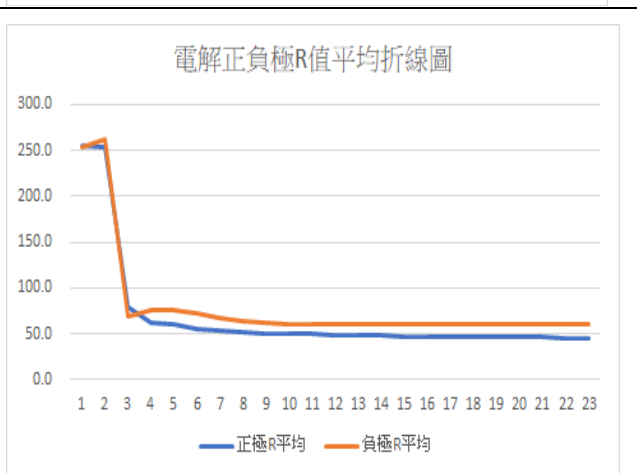
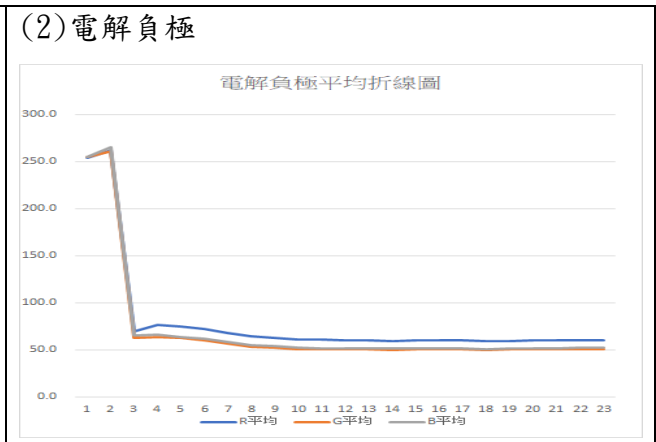
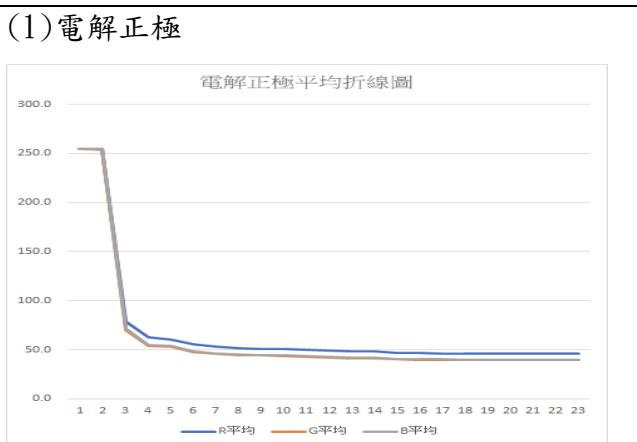
(八)-2 電解方法會對紅茶的乳化現象產生什麼影響?(電解正負極)

1. 實驗步驟：

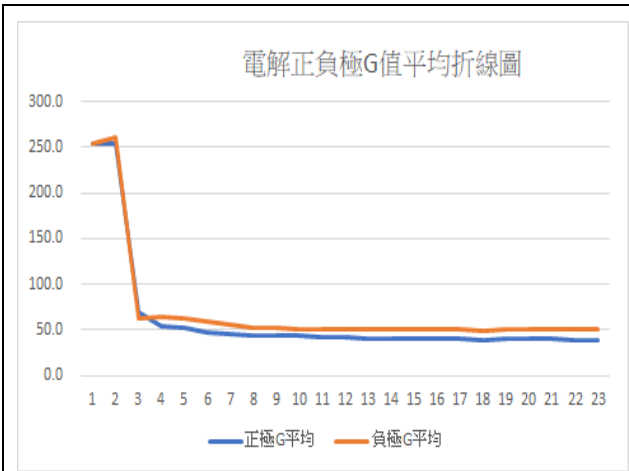


2. 實驗結果之統計圖：

表 27

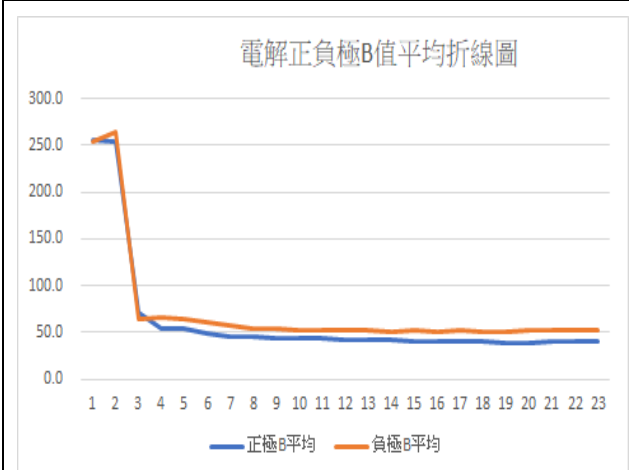


(3) 分析
 A. 正極和負極的 R G B 值數據變化在 2、3 分鐘時就急速下降，4 分鐘時就呈現平穩狀態
 B. 一開始，正和負極的數據變化都幾乎重疊，直到兩者的數據都穩定後，就能明顯看出負極的數據一直比正極的數據高，負極的顏色也一直較亮。



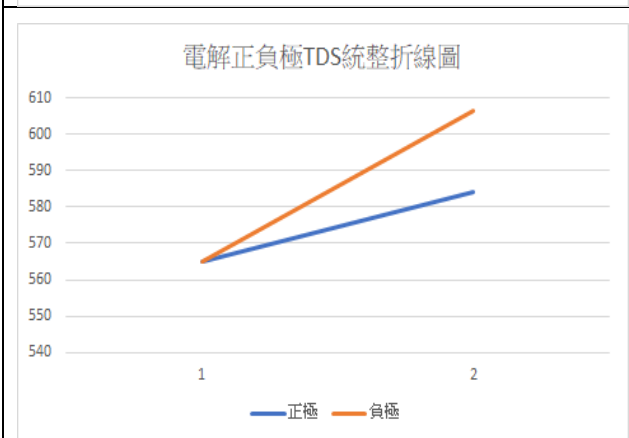
C. 電解正極的顏色會比負極的還要深，可能是因電子的多寡而受到影響

D. 到了4分鐘時數據就穩定下來。依序為正極(6分鐘) > 負極(8分鐘)。



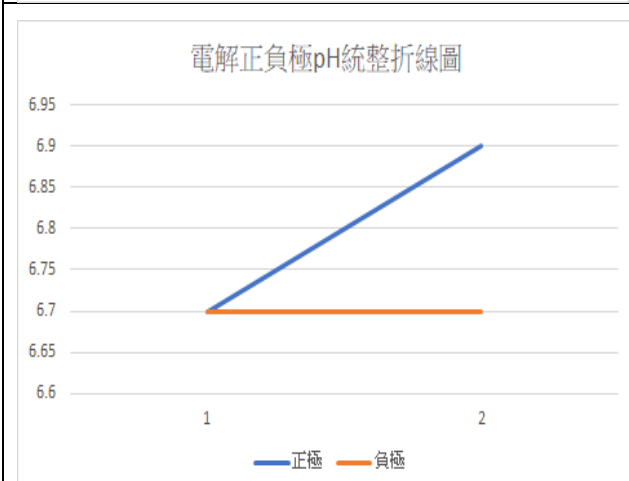
C. 在3分鐘時，顏色由亮到暗排序為：正極 > 負極

D. 到了4分鐘時數據就穩定下來。依序為正極(7分鐘) > 負極(8分鐘)。



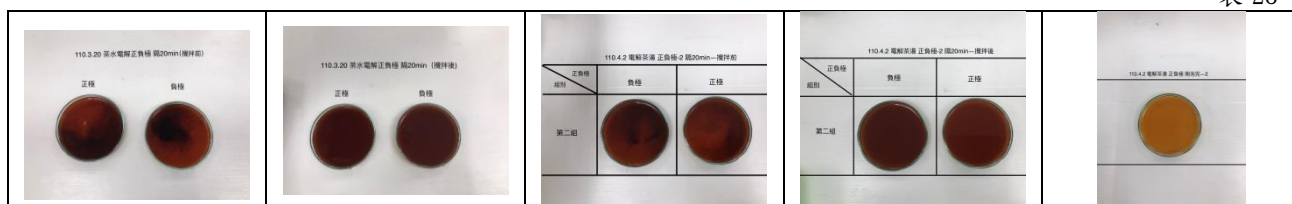
G. 一開始正負值的TDS值都相同，隔20分鐘後，負極的數據明顯比正極的高。

H. 剛泡好和隔20分鐘後的數據相比，負極數據變化比正極數據變化更多。



I. 剛泡好和隔20分鐘後的數據相比，負極的數據變化幾乎都在6.7附近，正極的數據變化則是從6.7變到6.9附近

J. 茶水變鹼幅度由多到少為：正極 > 負極。



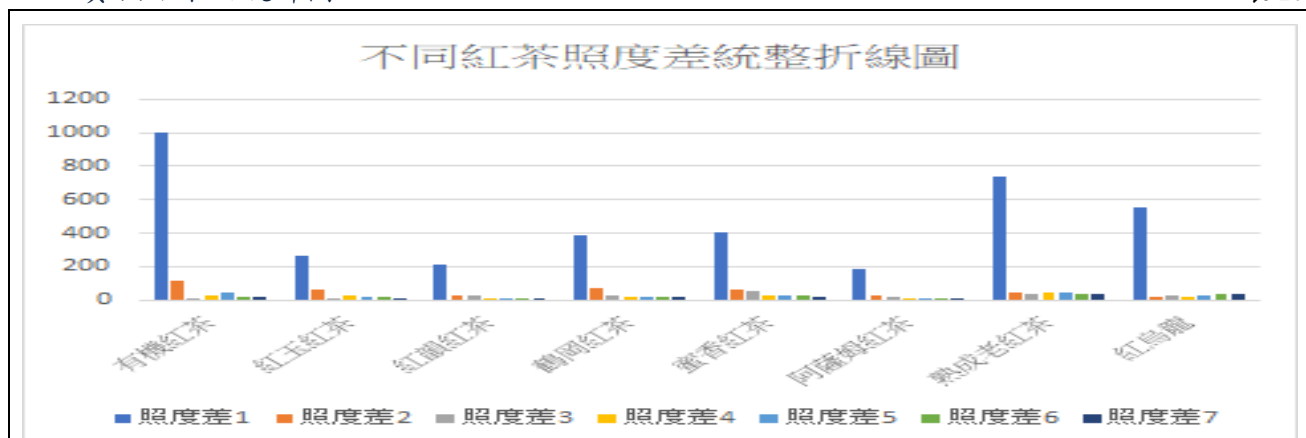
(九)濁度實驗

1. 實驗步驟：



2. 實驗結果之統計圖：

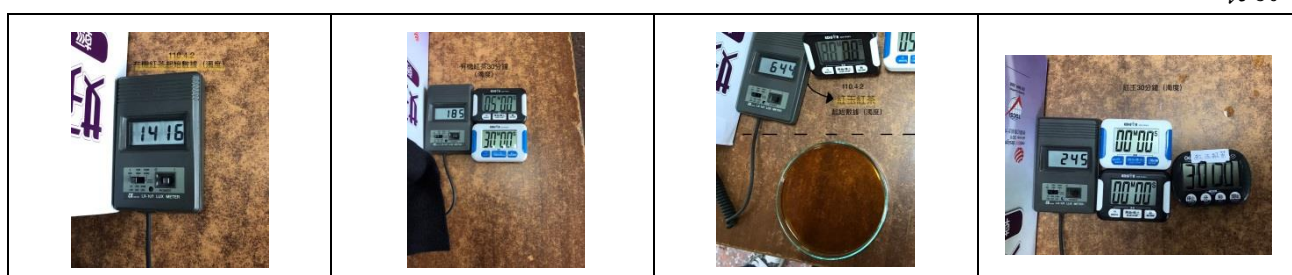
表 29



(1) 分析

- 我們發現阿薩姆紅茶的照度平均是所有紅茶之中最低的紅茶(表示茶湯越濁，礦物質及絡合物含量越多)
- 每一種紅茶在第一筆及第二筆的數據都是最高的，讓我們發現一開始的成份越清澈，代表在發生乳化過程，隨著茶葉中各成份釋出與水中礦物質結合增加，所產生濁度越容易被觀察。
- 有機紅茶 0 分鐘和 5 分鐘後的照度是所有紅茶中數據最高的，代表茶湯最清澈。
- 以照度差 7(30 分鐘)來說，濁度最明顯(數據最低)的是第一:紅玉、紅韻、阿薩姆，第二:則為有機、鶴岡、蜜香紅茶，第三:紅烏龍、熟成老紅茶。

表 30



柒、結論與建議

- 容易產生冷後渾現象的紅茶，是因為茶水中含有豐富的兒茶素、茶多酚，因此反而是茶成份較優質的茶，因此建議可以將有機紅茶當成泡茶的首選。

- 二、依實驗結果提出建議為：泡茶比例【茶葉:水】為 1:50 和 1:75 較佳，茶湯不會太濃也不會太淡，也不易產生乳化。
- 三、從運用不同水質泡茶後，我們建議使用水中所含的礦物質較少-RO 水來泡茶，乳化現象比較不會太嚴重。
- 四、根據實驗結果，用 40°C 和 100°C 的水泡茶，其乳化現象都不太明顯，但因為兩者水溫很極端，所以建議在選擇上還是依個人喜好為主。
- 五、做完不同茶水保存環境，我們建議若要避免或降低紅茶發生乳化現象，有以下方法：
 1. 可放大量的冰塊到紅茶中降溫，但怕會影響茶水的比例，所以也可把紅茶杯外部置放於充滿冰塊或急速降溫環境中，使紅茶急速降溫。
 2. 急速降溫比緩慢降溫還好，因為急速降溫的方式能使茶湯沒有時間進行乳化的動作。
 3. 泡好紅茶後，使茶湯溫度保持在 20°C 以上，較容易維持茶湯清澈。
 4. 可使用較低的水溫泡茶，目的是為了減少茶黃素和茶鹼釋放於茶湯中，避免茶湯乳化現象。
 5. 如果茶湯已經乳化了，可以利用加熱的方式，使茶黃素回到較穩定的溫度→清澈。
- 六、從電解實驗得知：負極的茶水區比較有反應，我們推論茶葉中的兒茶素趨於和金屬離子產生反應(兒茶素能和金屬離子透過氫鍵形成絡合物)所以我們推論喝茶能有助於人體排毒(茶中的兒茶素能吸附人體中的不需要的金屬離子)。

捌、參考文獻

- 一、康軒版五上第三單元「水溶液」。
- 二、艾力克斯. 弗斯、麗莎. 葛拉斯彼等著，陳偉民譯，觀念化學小學堂，小天下出版
- 三、河寶淑、趙美羅著，林芳仔譯，紅茶的一切：紅茶迷完全圖解指南，奇光出版。
- 四、磯淵 猛、黃筱涵著，精品紅茶學：「午後の紅茶」顧問，40 年紅茶研究心得，楓書坊出版。
- 五、齊藤由美 著，黃筱涵譯，大人の紅茶教科書，楓書坊出版。
- 六、王明祥著，茶味裡的隱知識：風味裡隱含的物質之謎與台灣茶故事，我的 10 年學茶筆記，幸福文化出版。