

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

031623

茶言觀色-不同茶種之茶液在不同環境下的酸鹼性與顏色變化及氧化性研究

花蓮縣立化仁國民中學

作者姓名：

國二 郭孟瑜 國二 耿邱旻 國二 葉祈利
國二 張哲銘

指導老師：

黃蕾靜

一、摘要

爲了研究各種茶種間的不同，以及在不同環境下對其的影響，本研究進行五項實驗，研究八種不同茶種、熱水沖泡室溫保存與冰水沖泡低溫冷藏、通入二氧化碳與通入氧氣之茶液之酸鹼值還有顏色變化的不同，發現**完全發酵茶酸於部分發酵茶，更酸於未發酵茶**，而顏色部分，**完全發酵茶較部分發酵茶深，更較未發酵茶深**。若比較以熱水沖泡常溫保存或以冷水沖泡低溫冷藏所得之茶液比較，發現**熱水沖泡常溫保存之茶液較偏鹼性且顏色較深**，並且以鋼絲絨生鏽的速度驗證了茶具有**抗氧化**的功效，而本組意外發現二氧化碳也能夠減緩氧化的速度，經由多次的比較結果更證實了其結果之正確性了。

二、研究動機

茶在人類飲用史上已有上千年的歷史，茶對許多人而言已經是日常生活中不可或缺的一項飲品，而茶的種類也相當繁多，根據參考資料顯示，依據製作過程，大致上可以分爲三種：未發酵茶、部分發酵茶、完全發酵茶，我們熟知的綠茶就屬於**未發酵茶**，保有最多茶菁的原始成分，例如兒茶素與葉綠素，因此茶液的**色澤較綠**，如本實驗研究的香片綠茶、茉莉綠茶、西湖龍井；**部分發酵茶**的製程中，一部份化學成分因酵素作用發生變化，沖泡出茶液的色澤變成**金黃色至琥珀色**，如本實驗研究的烏龍茶、高山茶；**完全發酵茶**製作過程中，茶菁內原有的一些多酚類化合物氧化聚合生成茶黃質及茶紅質，故茶液色澤是**深紅色**，如本實驗之錫蘭紅茶與黃牌紅茶；就顏色變化而言，雖然未發酵茶顏色較淺，參考資料顯示：綠茶放久了顏色會因**單寧**被氧化了，會變成**暗褐色**，接近紅茶的顏色，種種顏色差異與變化，聽起來的確很神奇；此外，也有多項資料顯示茶具有多種療效，不管是抗發炎、降血壓、甚至是抗癌，都使本組頗感興趣，於是選了八種茶進行比較，而本組也想到茶能夠**抗氧化**，引發我們設計了一連串和氧氣及二氧化碳的相關實驗，到底在不同的環境下茶水會有什麼不同的變化呢？讓我們更想對茶的世界一探究竟。

三、研究目的

- (一) 瞭解不同茶種隨時間變化之酸鹼度差異。
- (二) 瞭解西湖龍井、烏龍茶、黃牌紅茶在冷熱不同環境中的酸鹼度變化差異。
- (三) 瞭解二氧化碳及氧氣對茶液變質快慢的影響。
- (四) 研究不同種的茶，長時間下顏色的變化有何差異。
- (五) 研究茶液對鋼絲絨氧化情況的影響。

四、研究設備及器材

(一) 器材

器材	數量	器材	數量	器材	數量	器材	數量
錐形瓶	2 個	試管刷	1 支	糖	1 包	電子秤	1 台
薊頭漏斗	2 個	蒸餾水	數杯	相機	1 台	標籤紙	1 包
橡皮管	2 條	碼錶	2 個	電腦	1 台	衛生紙	1 包
軟木塞	2 個	玻棒	1 個	濾紙	1 盒	茶包袋	2 5 個
二氧化錳	1 瓶	刮杓	1 個	1000ml 燒杯	3 個	研鉢	1 個
雙氧水	1 瓶	鹽酸	1 瓶	100ml 小燒杯	2 5 個	杵	1 支
量筒	2 個	大理石	數塊	p H 儀	1 個	發粉	1 包

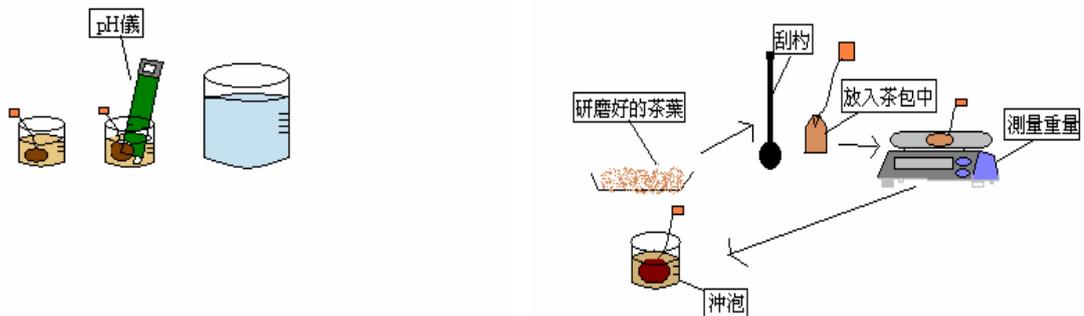
(二) 研究茶葉

編號 1	編號 2	編號 3	編號 4	編號 5	編號 6	編號 7	編號 8
香片綠茶	茉香綠茶	高山茶 (一)	高山茶 (二)	西湖龍井	烏龍茶	錫蘭紅茶	黃牌紅茶

五、實驗步驟

(一) 實驗一：常溫下的酸鹼度比較

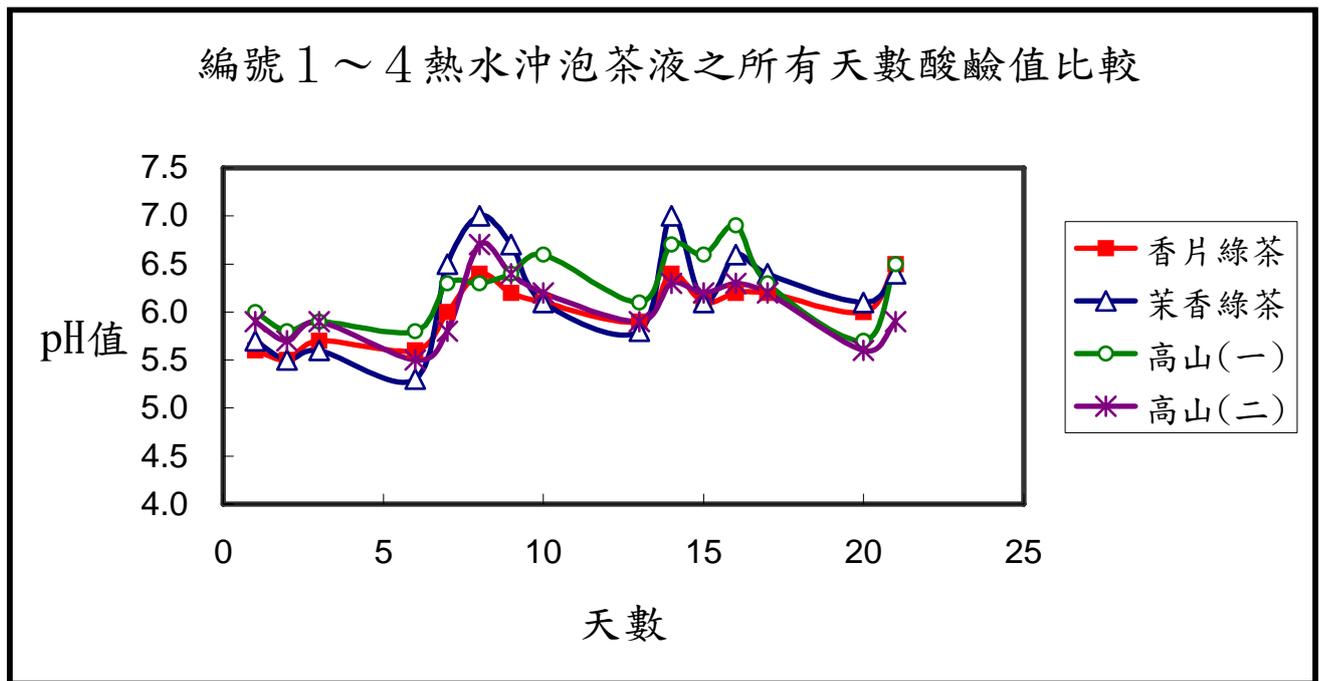
1. 目的：瞭解不同茶種隨時間變化之酸鹼度差異
2. 器材：八種待測茶、p H 儀一個、小燒杯 8 個、標籤紙 8 張、研鉢一個、杵一個、衛生紙一包、茶包袋八個、大燒杯一個。
3. 步驟：
 - (1) 將待測茶葉研磨成細粉，接著將電子秤歸零，把研磨好的茶葉以五克秤一份放置於茶包內並用訂書機封好。
 - (2) 把茶包放於燒杯內以 8 0 毫升熱水沖泡並貼上標籤。
 - (3) 使用 p H 儀測量上述茶液的 p H 值。
 - (4) 每測量完一杯，將 p H 儀放入清水中清洗再以衛生紙擦拭，以免影響測量結果。
 - (5) 每日重複步驟 3 ~ 4 並記下數據。



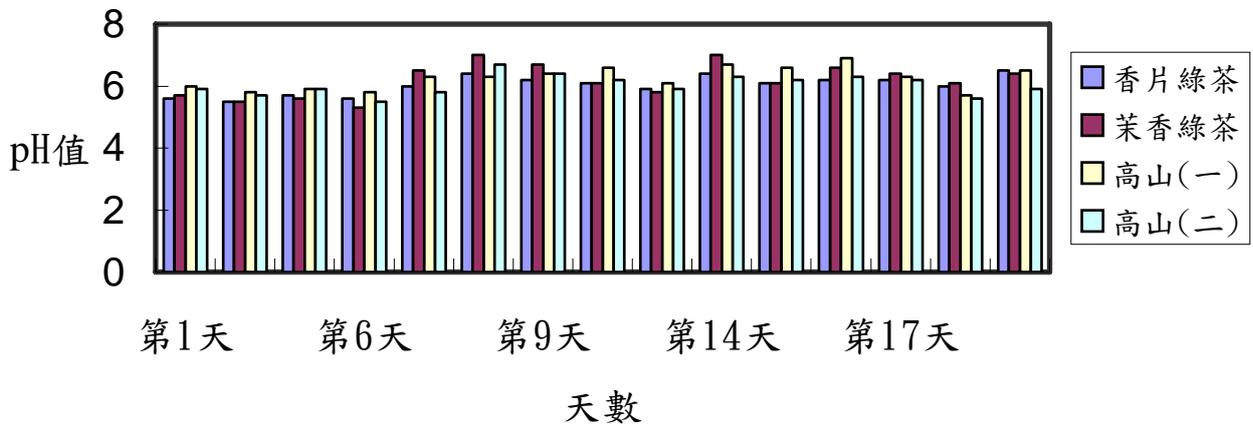
實驗一、常溫下 pH 值比較之數據：

酸鹼值	第一天	第二天	第三天	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天	第十三天	第十四天	第十五天	第十六天	第十七天	第二十天	第二十天
茶の種類															
香片綠茶	5.6	5.5	5.7	5.6	6.0	6.4	6.2	6.1	5.9	6.4	6.1	6.2	6.2	6.0	6.5
茉香綠茶	5.7	5.5	5.6	5.3	6.5	7.0	6.7	6.1	5.8	7.0	6.1	6.6	6.4	6.1	6.4
高山茶（一）	6.0	5.8	5.9	5.8	6.3	6.3	6.4	6.6	6.1	6.7	6.6	6.9	6.3	5.7	6.5
高山茶（二）	5.9	5.7	5.9	5.5	5.8	6.7	6.4	6.2	5.9	6.3	6.2	6.3	6.2	5.6	5.9
西湖龍井	4.9	5.0	5.9	5.7	6.1	5.8	7.0	5.2	5.5	5.8	6.7	6.7	6.4	5.7	6.2
烏龍茶	5.4	5.3	5.4	5.3	6.0	5.9	6.4	5.3	5.6	5.9	6.1	6.7	5.7	5.6	6.0
錫蘭紅茶	5.2	4.9	5.0	5.2	6.3	5.8	6.3	5.8	5.4	5.8	5.8	5.6	5.8	6.1	6.5
黃牌紅茶	5.4	5.2	5.2	5.6	5.8	5.5	5.9	5.3	5.5	5.5	5.6	5.8	6.0	6.5	6.9

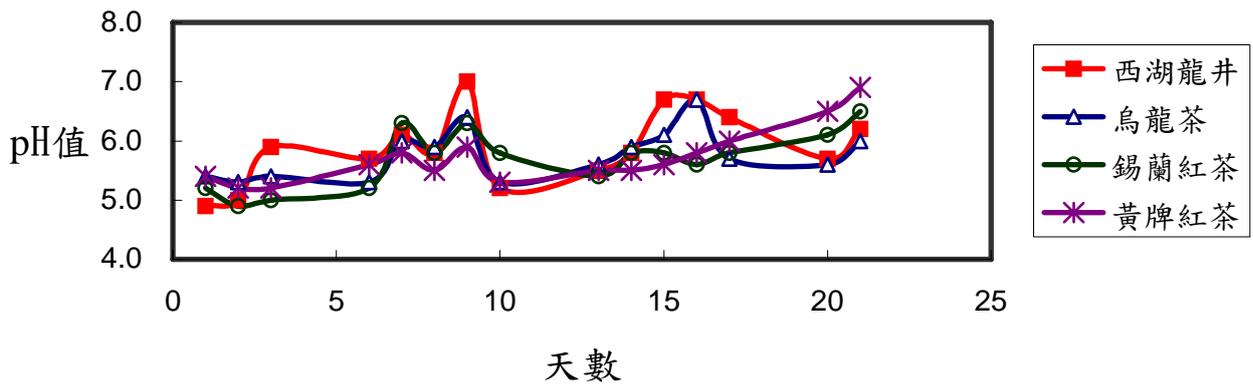
實驗一、常溫下 pH 值比較之圖表：



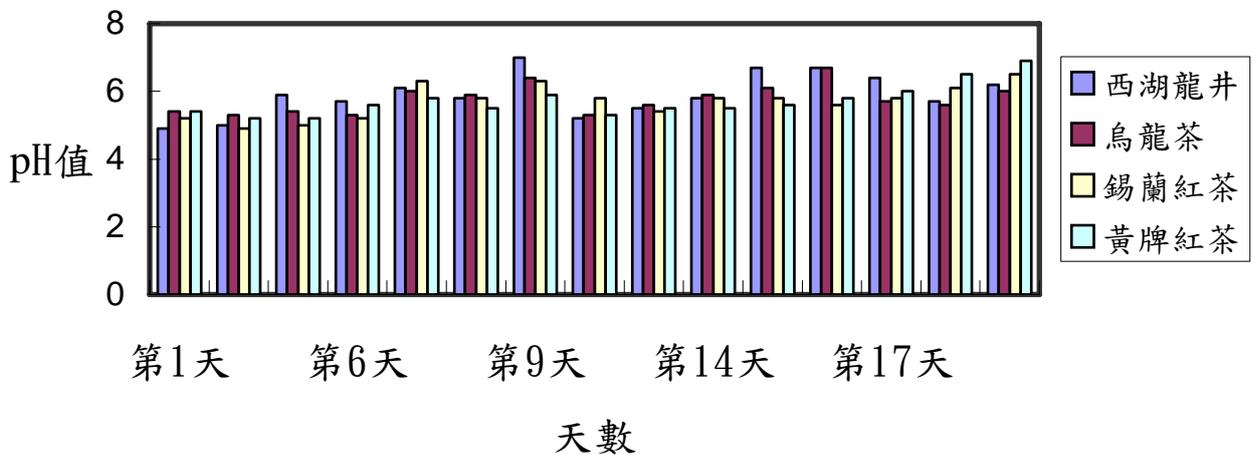
編號 1 ~ 4 熱水沖泡茶液之所有天數酸鹼值變化



編號 5 ~ 8 熱水沖泡茶液之所有天數酸鹼值比較



編號 5 ~ 8 熱水沖泡茶液之所有天數酸鹼值變化



4. 實驗過程說明：

- (1) 測量酸鹼值時，都必須使用清水清洗並使用衛生紙擦乾，以免待測茶液的酸鹼值受到上一杯茶液所影響。
- (2) 為避免誤差，本實驗進行前，必須先行以校準液進行 pH 儀校準。

5. 結果分析：

- (1) 本組觀察發現，所有茶的酸鹼值幾乎都在第八日和第十六日最高，推測與該二日氣溫較高有關。
- (2) 本組發現，編號 1、2、5 茶種的酸鹼值變化較編號 3、4、6 茶種大，更較編號 7、8 茶種大，得知原來未發酵茶酸鹼值變化較部分發酵茶大，更較完全發酵茶之酸鹼值變化為大。
- (3) 經本組計算 15 天內所有茶種 pH 值之平均值，發現編號 1、2、5 的未發酵茶平均值為 6.04，編號 3、4、6 的部分發酵茶為 6.02，編號 7、8 的完全發酵茶為 5.71，亦即酸性比較下：未發酵茶 < 部分發酵茶 < 完全發酵茶。
- (4) 數據顯示，茶液之酸鹼值隨著天數的增加也有升高的趨勢，即茶葉放置越久，越偏鹼性。

(二) 實驗二：西湖龍井、烏龍茶、黃牌紅茶在熱水沖泡室溫存放下與冰水沖泡低溫冷藏之酸鹼度與顏色變化比較

1. 目的：瞭解西湖龍井、烏龍茶、黃牌紅茶在冷熱不同環境中的酸鹼度變化差異

2. 器材：電子秤一台、pH 儀一台、茶包袋 6 個、電腦一台、A 4 紙兩張、小燒杯 6 個、大燒杯一個、相機一台。

3. 步驟：

- (1) 取其中三種茶研磨後同樣以 5 克的份量各裝成 2 包，分別是黃牌紅茶、烏龍茶和西湖龍井茶。
- (2) 上述茶包各取一以冰水 80 毫升沖泡並每次實驗完即存放冰箱冷藏，再各取一以 80 毫升熱水沖泡且一直置放室溫保存，比對兩種變化。
- (3) 使用 pH 儀測量上述茶液的 pH 值。
- (4) 每測量完一杯就放入清水中清洗再以衛生紙擦拭，以免影響測量結果。
- (5) 開啓電腦內小畫家程式。
- (6) 取出茶包，用 A 4 白紙當茶液背景。
- (7) 將實驗室內的燈打開保持實驗室每次測量時光線相同。
- (8) 微調小畫家內編輯色彩內選項調出最接近茶液顏色之數值，並記錄之。
- (9) 每日重複步驟 3 ~ 8 並記錄數據。
- (10) 以 A 4 白紙作背景拍照記錄。

實驗二、西湖龍井、烏龍茶、黃牌紅茶在熱水沖泡室溫存放下與冰水沖泡低溫冷藏之酸鹼度與顏色變化比較數據：

A. pH值：

黃牌紅茶

烏龍茶

西湖龍井茶

天數	熱水沖泡	冰水沖泡	天數	熱水沖泡	冰水沖泡	天數	熱水沖泡	冰水沖泡
第1天	5.4	6.5	第1天	5.4	5.8	第1天	4.9	6.8
第2天	5.2	5.6	第2天	5.3	5.6	第2天	5	5.9
第3天	5.2	5.6	第3天	5.4	5.6	第3天	5.9	5.8
第6天	5.6	5.6	第6天	5.3	5.4	第6天	5.7	5.4
第7天	5.8	5.8	第7天	6	5.6	第7天	6.1	5.3
第8天	5.5	5.5	第8天	5.9	4.8	第8天	5.8	4.9
第9天	5.9	5.6	第9天	6.4	5	第9天	7	5.2
第10天	5.3	5.9	第10天	5.3	5.4	第10天	5.2	5.4
第13天	5.5	5.9	第13天	5.6	5.9	第13天	5.5	5.5
第14天	5.5	5.9	第14天	5.9	5.3	第14天	5.8	5.4
第15天	5.6	5.9	第15天	6.1	5.3	第15天	6.7	5.4
第16天	5.8	5.9	第16天	6.7	5.2	第16天	6.7	5.2
第17天	6	5.9	第17天	5.7	5	第17天	6.4	5.4
第20天	6.5	5.8	第20天	5.6	4.8	第20天	5.7	5.4
第21天	6.9	6.1	第21天	6	5.2	第21天	6.2	5.5

B.顏色：

黃牌紅茶亮度比較

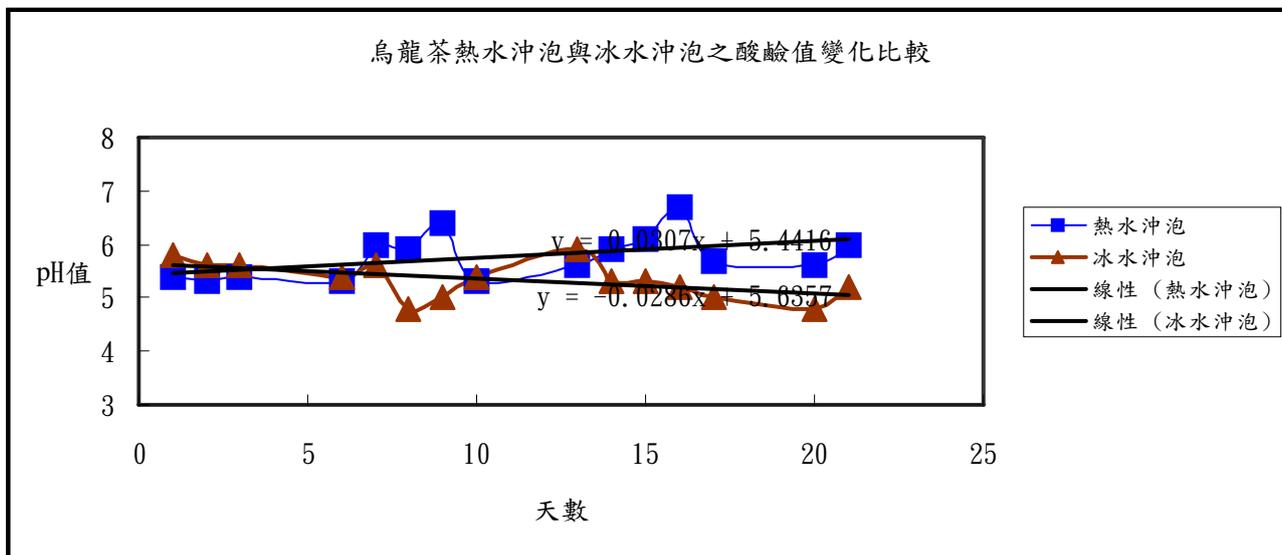
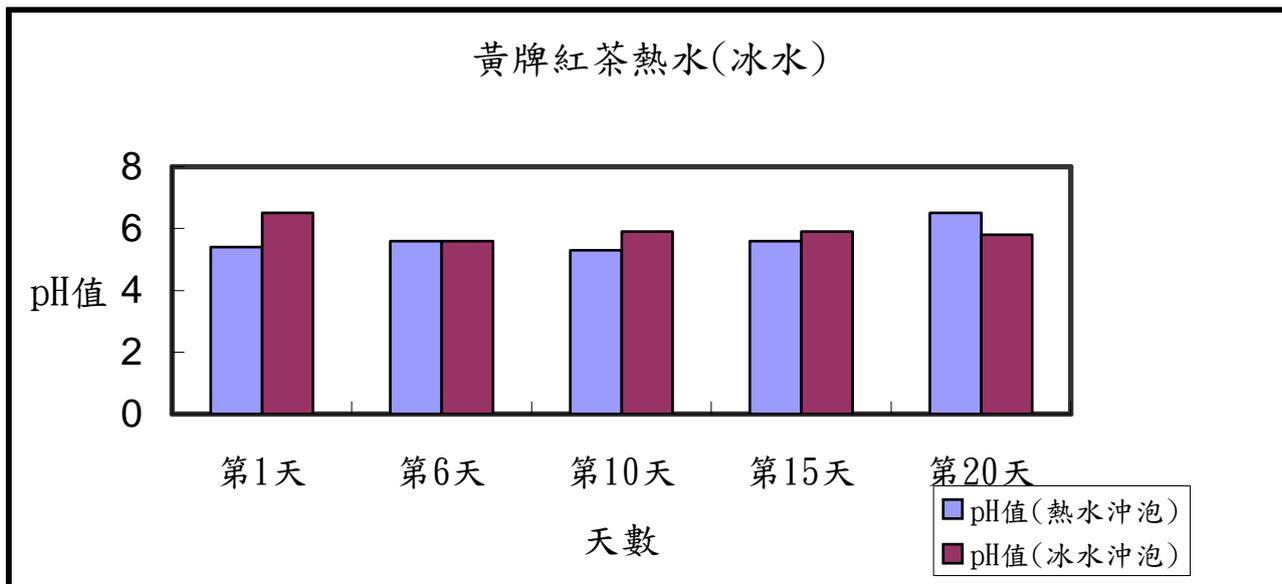
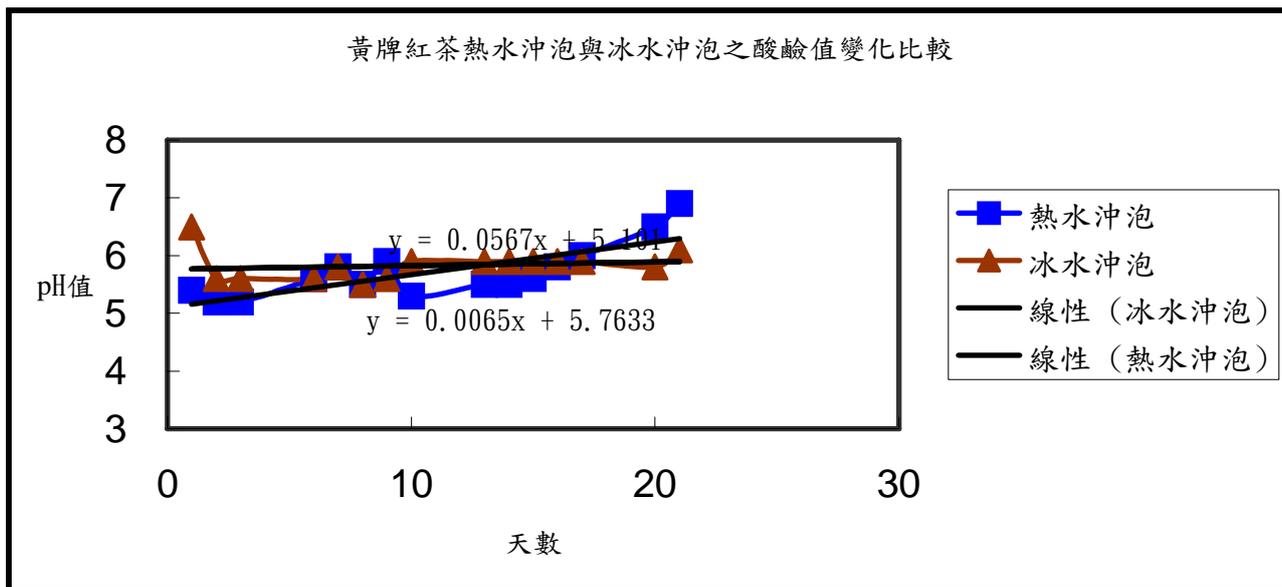
烏龍茶亮度比較

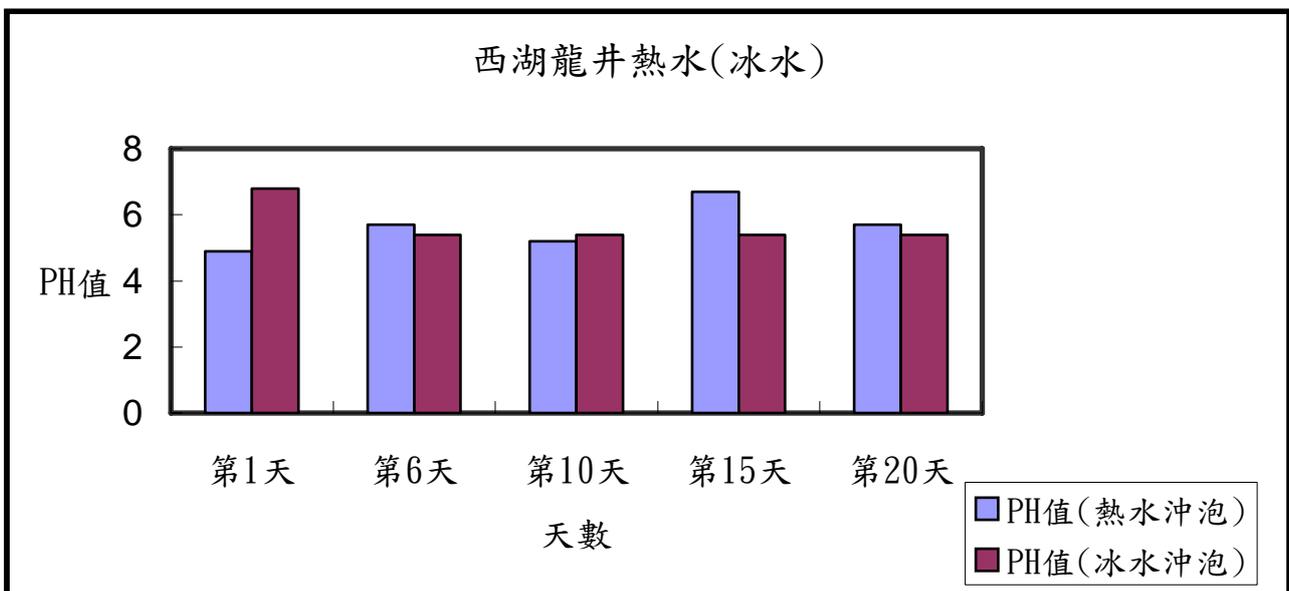
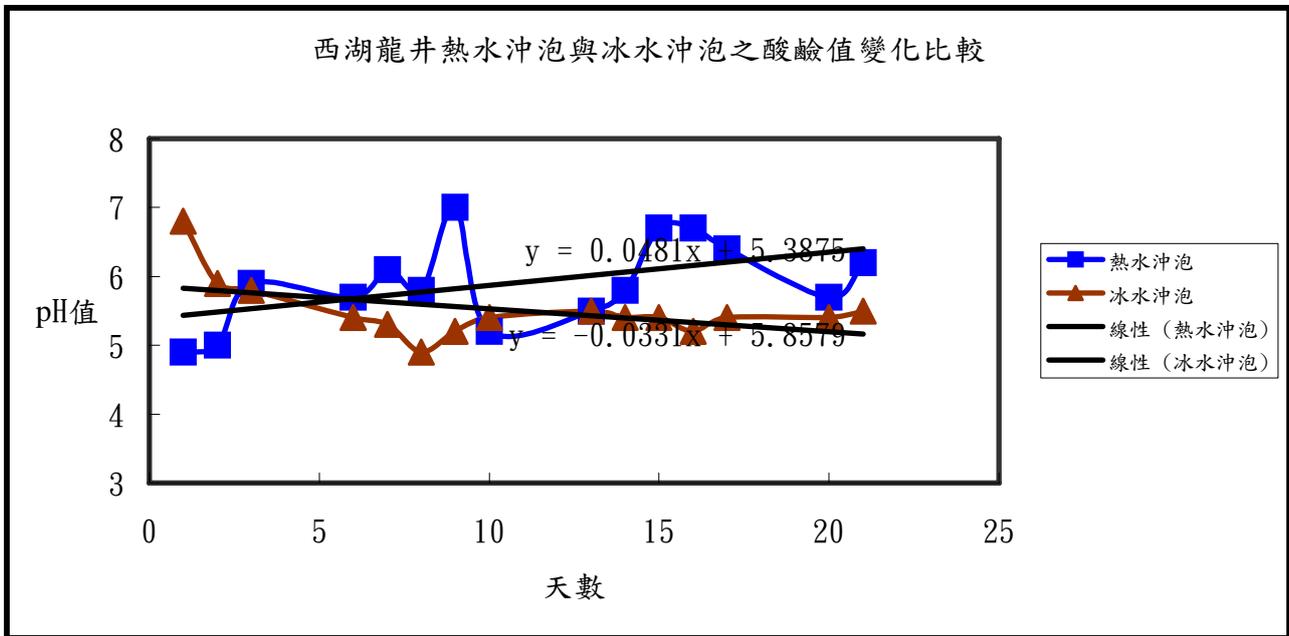
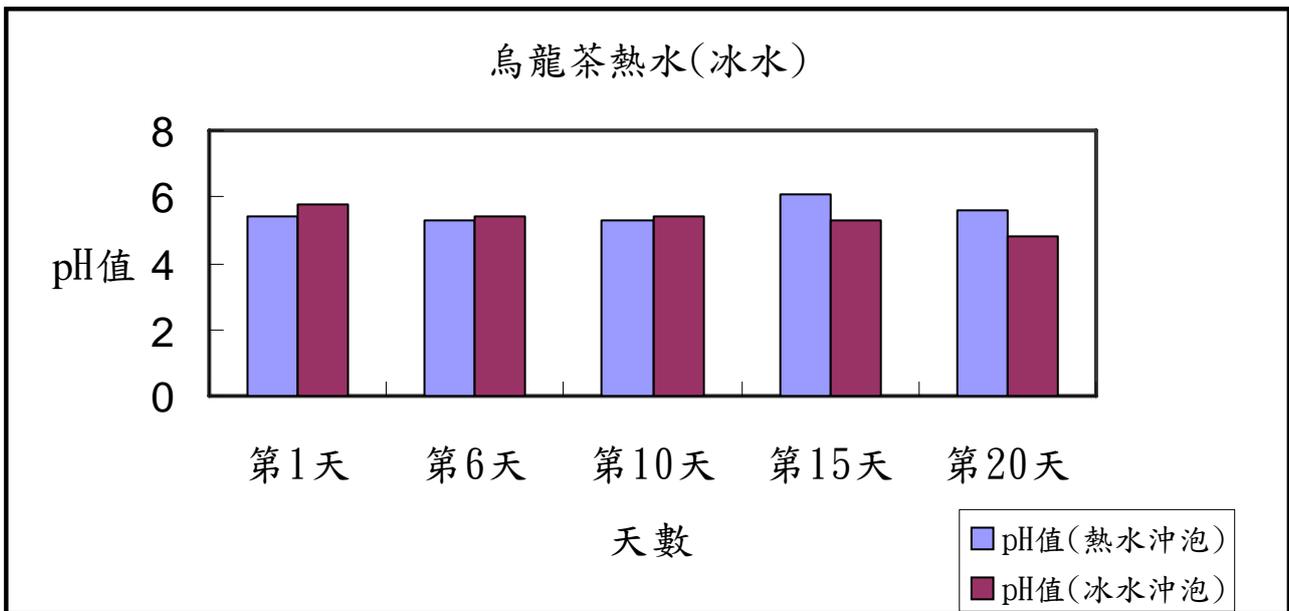
西湖龍井茶亮度變化

天數	熱水沖泡	冰水沖泡	天數	熱水沖泡	冰水沖泡	天數	熱水沖泡	冰水沖泡
第1天	27	64	第1天	125	131	第1天	110	153
第2天	26	51	第2天	110	114	第2天	142	121
第3天	26	45	第3天	107	114	第3天	135	121
第6天	26	44	第6天	107	113	第6天	135	120
第7天	23	37	第7天	104	103	第7天	128	120
第8天	23	37	第8天	99	103	第8天	121	116
第9天	23	30	第9天	95	90	第9天	104	107
第10天	23	30	第10天	89	90	第10天	96	102
第13天	23	30	第13天	88	89	第13天	80	99
第14天	23	30	第14天	95	89	第14天	56	99
第15天	23	30	第15天	83	89	第15天	44	95
第16天	23	27	第16天	83	89	第16天	33	95
第17天	23	27	第17天	83	89	第17天	31	95
第20天	23	27	第20天	95	89	第20天	30	95
第21天	23	27	第21天	86	89	第21天	30	95

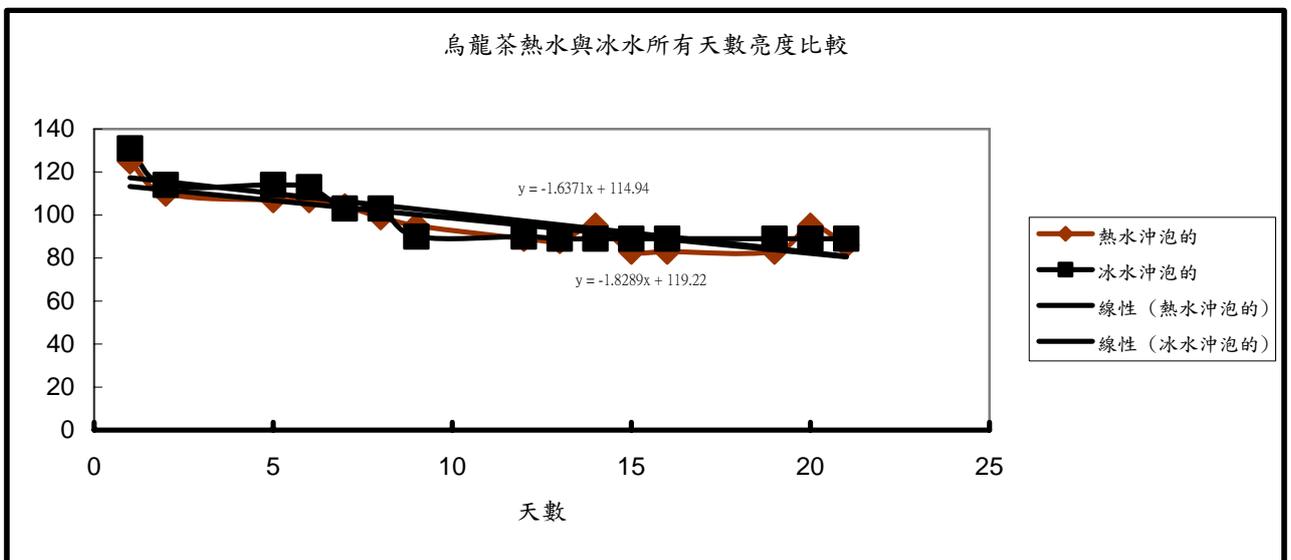
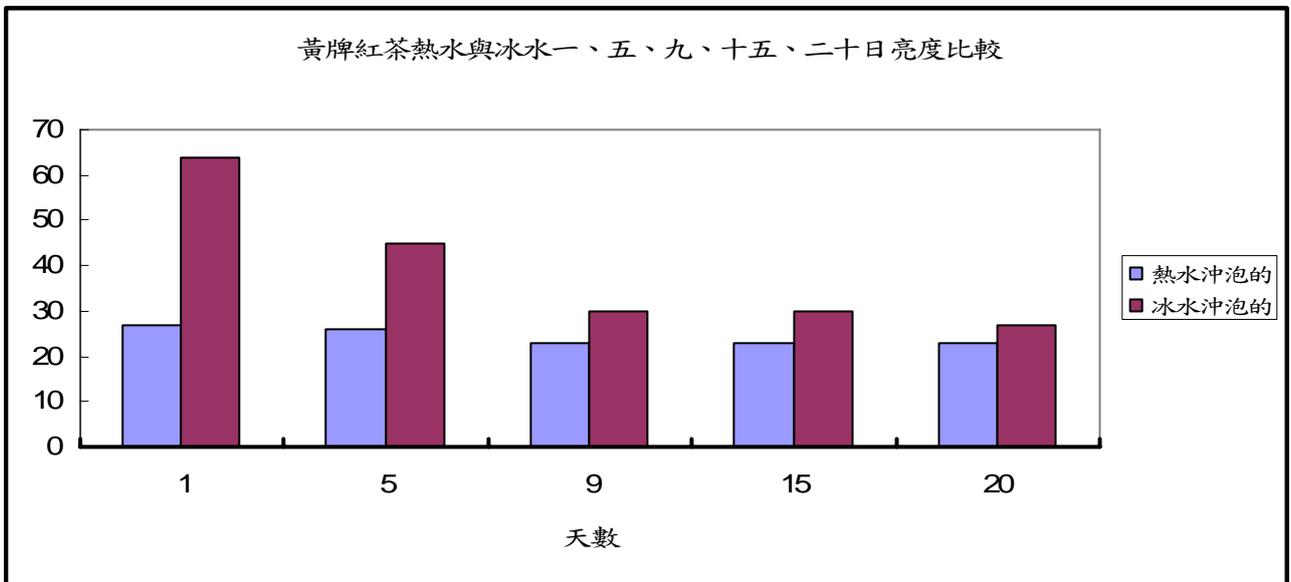
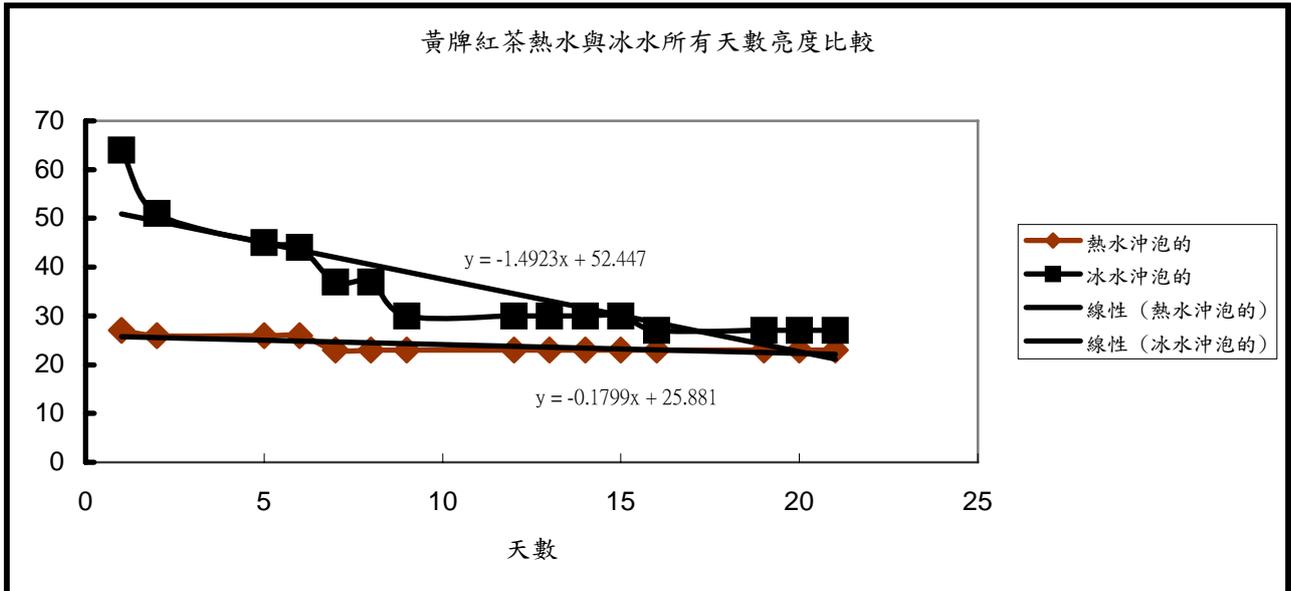
實驗二、熱水沖泡室溫存放下與冰水沖泡低溫之茶液比較圖表

A. pH值：

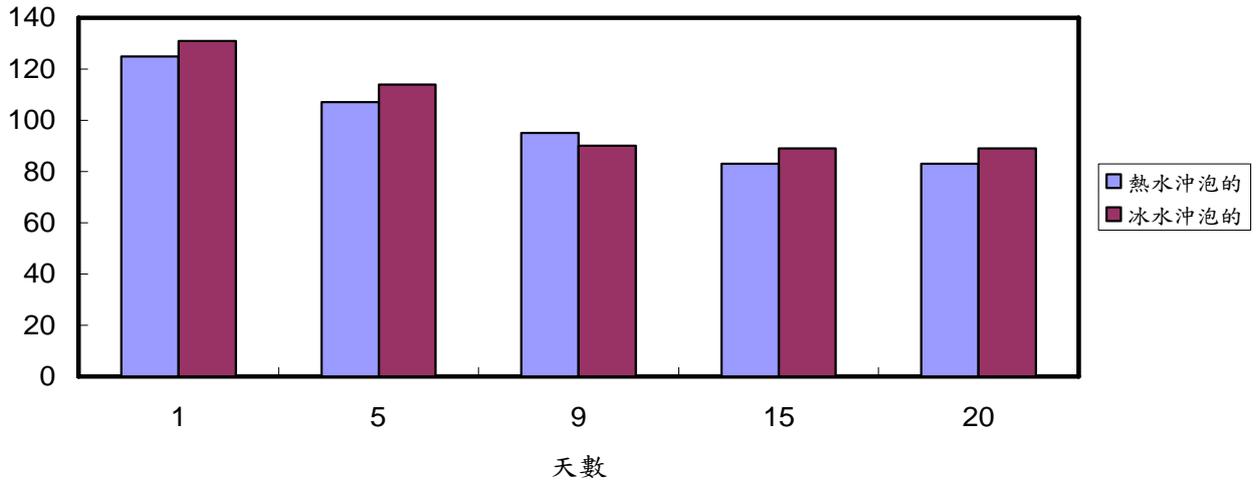




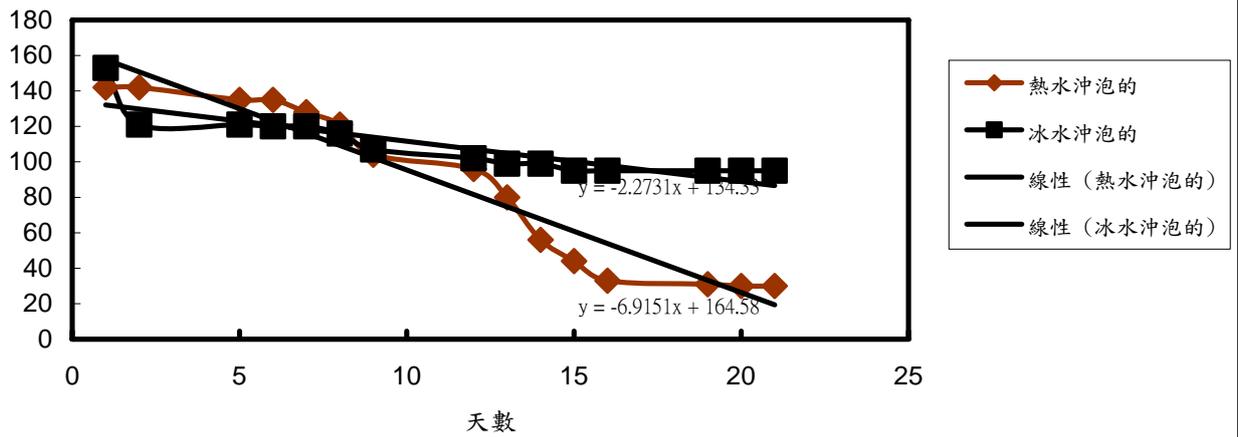
B.顏色：



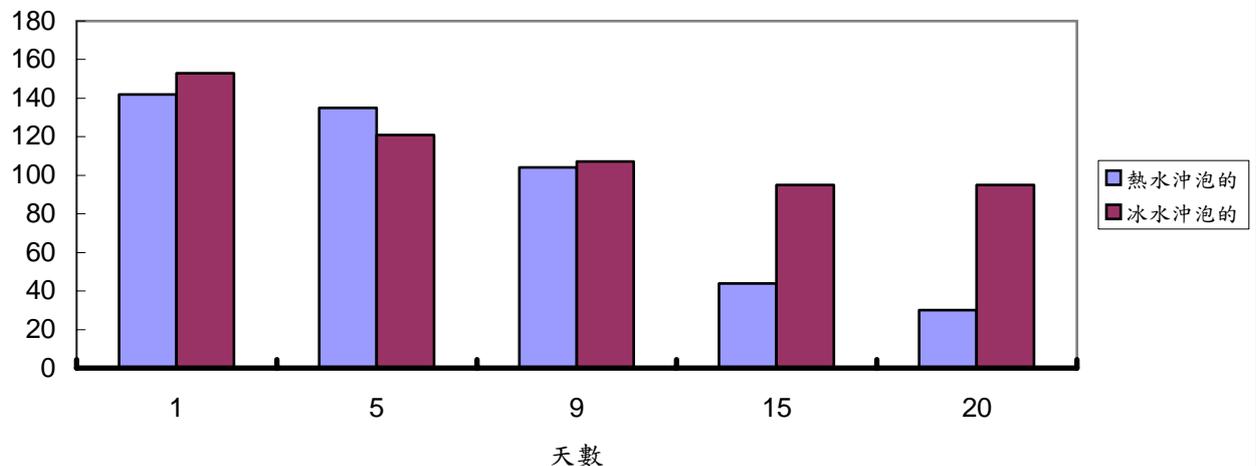
烏龍茶熱水與冰水一、五、九、十五、二十日亮度比較



西湖龍井茶熱水與冰水所有天數亮度比較



西湖龍井茶熱水與冰水一、五、九、十五、二十日亮度比較



4.實驗過程說明：

- (1) 進行顏色比對之實驗的時間都是選擇中午 12:30~1:20 之間是為減少光線不同帶來的影響。
- (2) 上述實驗進行之前需將實驗室內的燈打開以減少光線不同所造成的誤差。

5.結果分析：

A.酸鹼值：

- (1) 經本組觀察發現，熱水沖泡的茶液在沖泡首日時的酸鹼值都較冰水沖泡的高，即熱水沖泡茶葉偏鹼性，且其變化也大多較冰水沖泡的大。
- (2) 數據中顯示，黃牌紅茶（完全發酵茶）的酸鹼值變化較烏龍茶（部分發酵茶）以及西湖龍井茶（未發酵茶）來的小，與實驗一之結論相同；而熱水沖泡室溫存放下的比冰水沖泡低溫的變化大。

B.顏色：

- (1) 經本組觀察所有茶液的亮度都呈現向下的走勢，表示茶液的顏色逐漸變深。
- (2) 在實驗二中冰水沖泡的亮度明顯高於熱水沖泡的，表示冰水顏色較淺，熱水顏色較深。
- (3) 經本組觀察，冰水沖泡的茶液較熱水沖泡的顏色變化的快且明顯。
- (4) 實驗二中的黃牌紅茶熱水與冰水之亮度比較中，本組發現因黃牌紅茶在剛沖泡時顏色就已經相當的深了，以至於顏色的變化較不明顯。
- (5) 經本組觀察發現西湖龍井茶在第十二天時，亮度的變化突然加快，顏色出現較劇烈的變化，經本組觀察，發現是因該日發霉情況漸趨嚴重。

(三) 實驗三：空氣中與通入二氧化碳和氧氣的比較

1.目的：瞭解二氧化碳及氧氣對茶液隨時間變質快慢的影響

2.器材：薊頭漏斗二個、軟木塞二個、橡皮管二條、錐形瓶二個、碼錶二個、量筒二個、刮杓一個、鹽酸一瓶、雙氧水一瓶、二氧化錳一瓶、大理石數塊、相機一台、電腦一台、pH 儀一台、發粉一包、糖一包。

3.步驟：

- (1) 取其中三種茶同樣以 5 克的份量各裝成 4 包，分別是黃牌紅茶、烏龍茶和西湖龍井茶。
- (2) 將稀鹽酸加上大理石製備二氧化碳。
- (3) 各取三個茶包以 80 毫升的熱水沖泡。
- (4) 三種茶各取一杯通入二氧化碳。
- (5) 把二氧化錳加上 8 毫升的雙氧水製備氧氣。
- (6) 三種茶各取一杯通入氧氣。
- (7) 每次比例如步驟 5 通一分鐘。
- (8) 把 3 克的糖和 2 克的發粉用 80 毫升的熱水混合，調製 3 份。
- (9) 三種茶包各取一用步驟 8 之溶液沖泡。
- (10) 使用 pH 儀測量上述茶液的 pH 值。
- (11) 每測量完一杯就放入清水中清洗再以衛生紙擦拭，以免影響測量結果。
- (12) 開啓電腦內小畫家程式。
- (13) 取出茶包，用 A4 白紙當茶液背景。
- (14) 將實驗室內的燈打開保持實驗室每次測量時光線相同。



(15) 微調小畫家內編輯色彩內選項調出最接近茶液顏色之數值，並記錄之。

(16) 每日重複步驟10~15並記錄數據。

(17) 以A4白紙作背景拍照紀錄。

實驗三、空氣中與通入二氧化碳和氧氣的比較之數據

A. pH值：

黃牌紅茶

天數	空氣中	二氧化碳(發粉)	二氧化碳(大理石)	氧氣
第1天	5.4	5.1	5.6	5.4
第2天	5.2	4.5	5.2	5.1
第3天	5.2	4.7	4.8	6.1
第6天	5.6	4.7	5.4	6.3
第7天	5.8	5	3.6	6.3
第8天	5.5	4.3	3.1	5.3
第9天	5.9	4.5	3.8	5.6
第10天	5.3	4.7	4.8	5.7
第13天	5.5	4.8	4.5	5.8
第14天	5.5	4.8	3.9	6
第15天	5.6	5	4.4	6.5
第16天	5.8	4.9	4.1	6.4
第17天	6	4.3	3.5	6.6
第20天	6.5	4.9	3.7	6.7
第21天	6.9	5	3.6	6.6

烏龍茶

天數	空氣中	二氧化碳(發粉)	二氧化碳(大理石)	氧氣
第1天	5.4	5	5.6	5.3
第2天	5.3	4.4	5.3	5.2
第3天	5.4	4.6	5	6.1
第6天	5.3	4.7	5	6.5
第7天	6	4.7	5.4	6.3
第8天	5.9	4.3	3.5	5.1
第9天	6.4	4.6	3.9	5
第10天	5.3	4.7	5	5.3
第13天	5.6	4.7	4.4	5.3
第14天	5.9	4.8	3.1	5.4
第15天	6.1	4.9	4.5	5.5
第16天	6.7	4.7	4.5	5.1
第17天	5.7	4.3	3.4	5.9
第20天	5.6	5.2	3.7	5.7
第21天	6	5.2	3.8	5.6

西湖龍井茶

天數	空氣中	二氧化碳(發粉)	二氧化碳(大理石)	氧氣
第 1 天	4.9	4.8	5.9	5.8
第 2 天	5	4.4	5.6	5.6
第 3 天	5.9	4.7	5.5	6.1
第 6 天	5.7	4.7	4.6	6.1
第 7 天	6.1	5	3.6	6
第 8 天	5.8	4.7	3.7	5.4
第 9 天	7	5	4.2	5.6
第 10 天	5.2	4.7	4.6	5.8
第 13 天	5.5	4.8	4.1	4.2
第 14 天	5.8	5	4.1	6.1
第 15 天	6.7	5	4.4	6
第 16 天	6.7	5	4.7	6.1
第 17 天	6.4	5	5.5	6
第 20 天	5.7	5.5	3.5	6
第 21 天	6.2	5.6	3.5	6.1

B.顏色：

黃牌紅茶亮度變化

天數	空氣中	二氧化碳(大理石)	二氧化碳(發粉)	氧氣
第 1 天	27	54	135	30
第 2 天	26	51	111	30
第 3 天	26	43	110	29
第 6 天	26	43	103	29
第 7 天	23	37	90	27
第 8 天	23	38	103	27
第 9 天	23	38	82	24
第 10 天	23	38	90	24
第 13 天	23	48	90	24
第 14 天	23	48	99	24
第 15 天	23	48	86	24
第 16 天	23	48	83	24
第 17 天	23	48	100	24
第 20 天	23	48	95	24
第 21 天	23	48	86	24

烏龍茶亮度變化

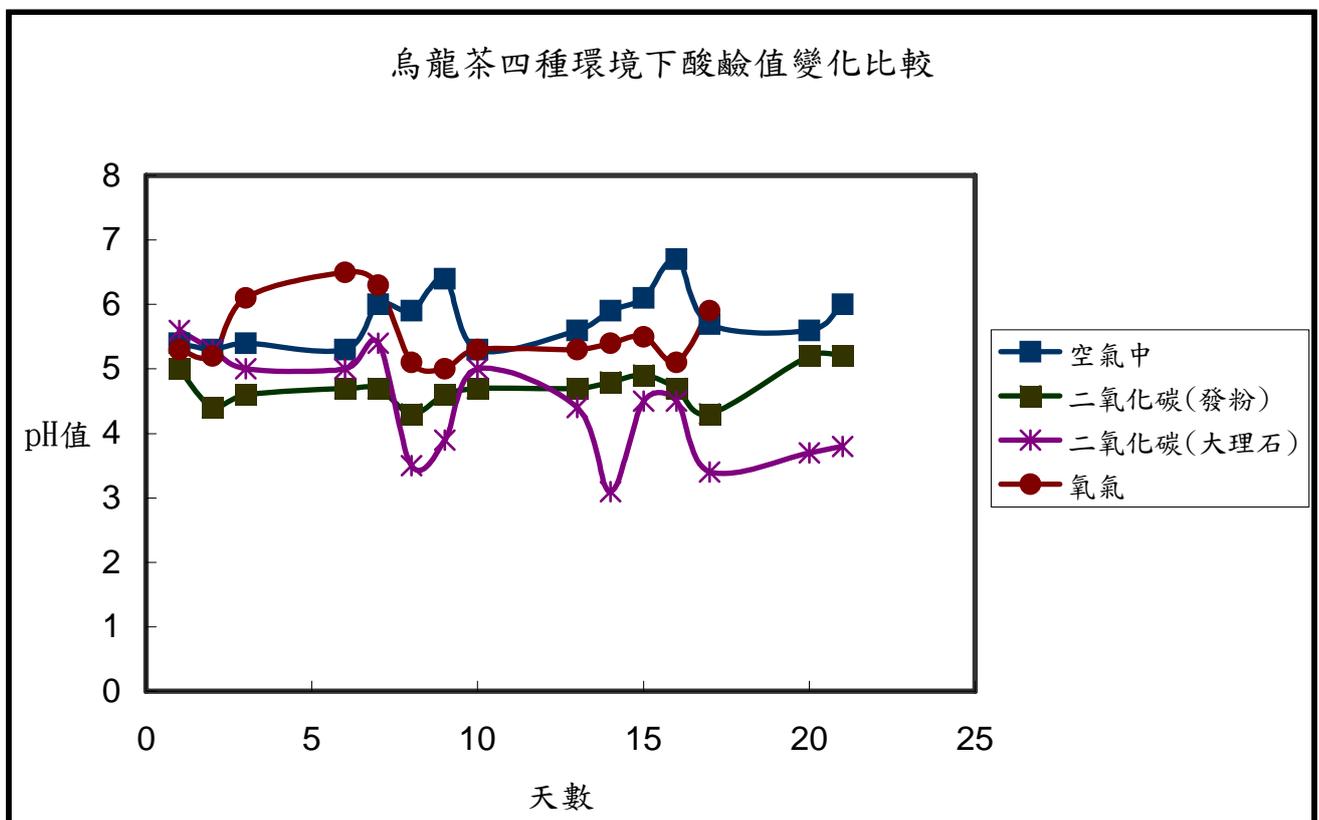
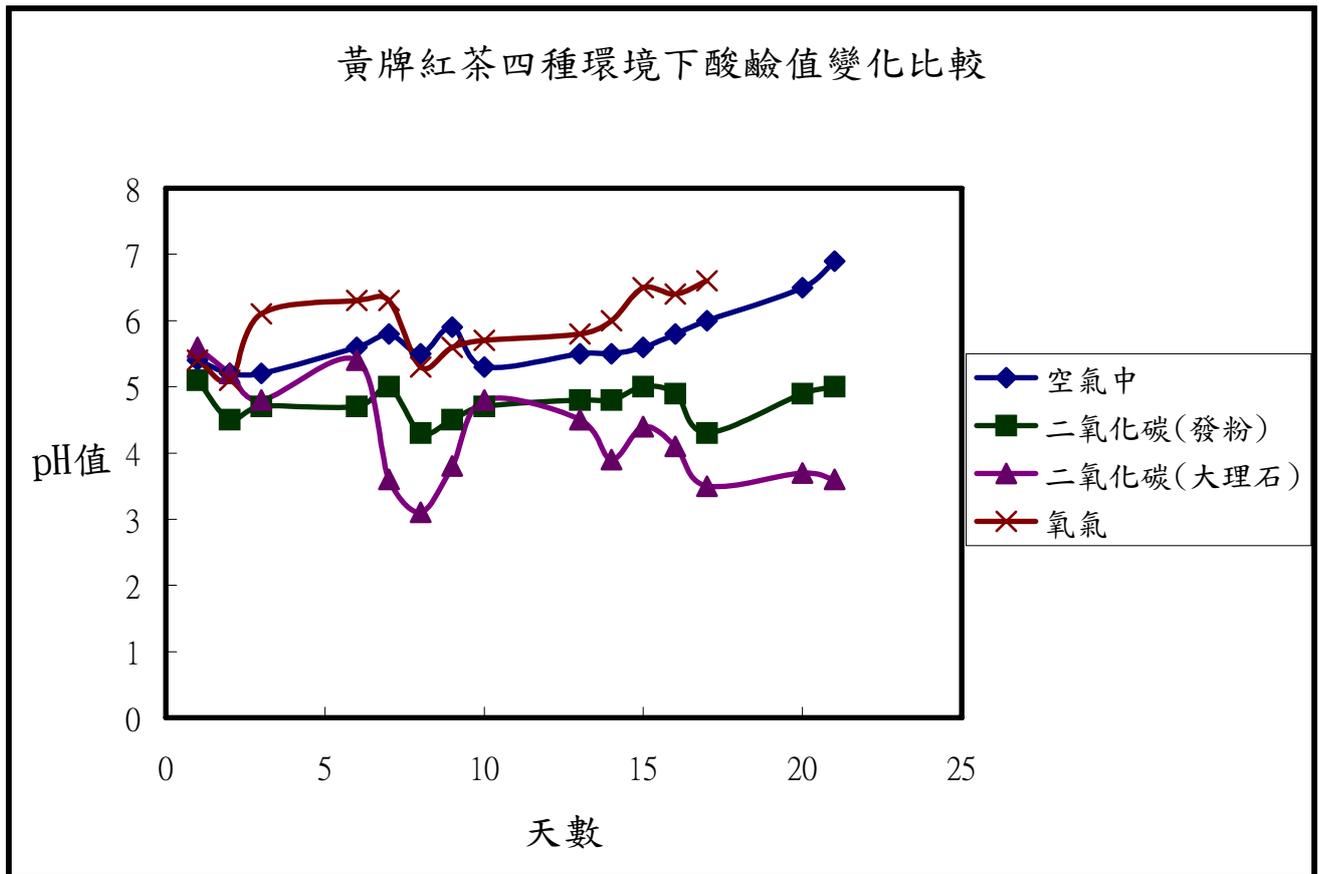
天數	空氣中	二氧化碳（大理石）	二氧化碳（發粉）	氧氣
第 1 天	125	145	162	114
第 2 天	110	139	151	114
第 3 天	107	111	110	110
第 6 天	107	111	104	96
第 7 天	104	103	104	82
第 8 天	99	109	103	78
第 9 天	95	107	99	78
第 10 天	89	107	99	71
第 13 天	88	104	107	58
第 14 天	95	107	100	54
第 15 天	83	103	109	54
第 16 天	83	97	100	52
第 17 天	83	97	64	50
第 20 天	95	97	64	40
第 21 天	86	88	59	40

西湖龍井茶亮度變化

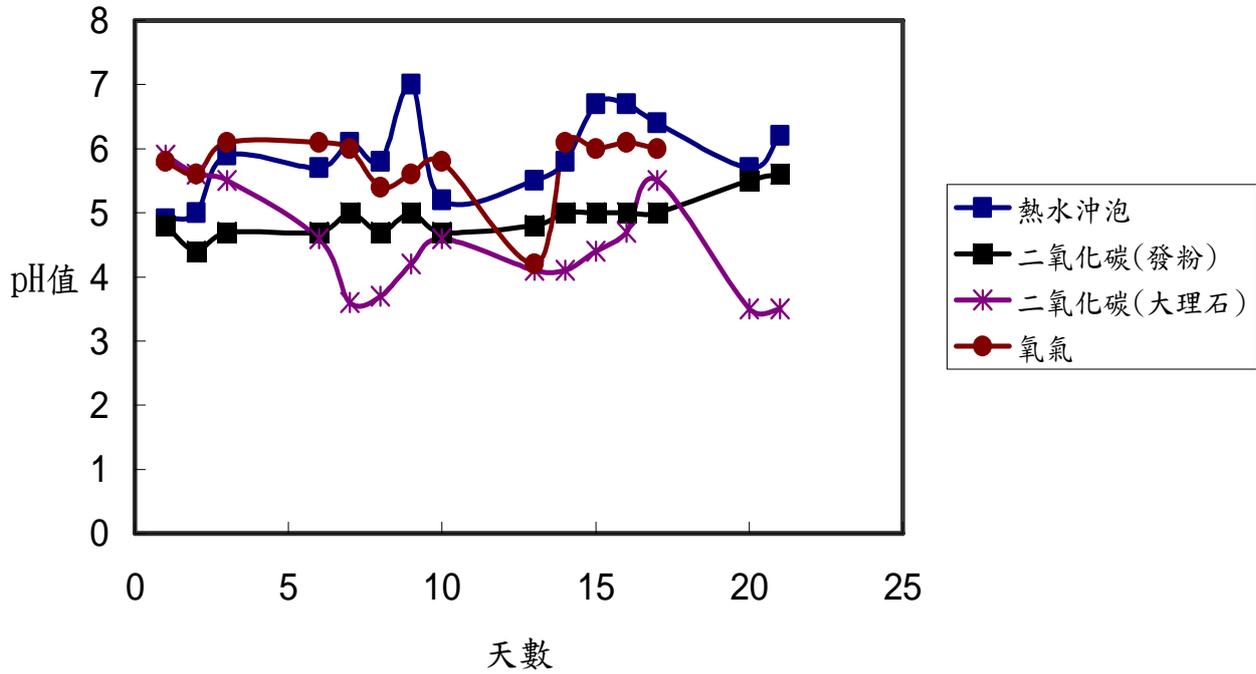
天數	空氣中	二氧化碳（大理石）	二氧化碳（發粉）	氧氣
第 1 天	142	134	162	145
第 2 天	142	134	162	146
第 3 天	135	130	146	131
第 6 天	135	123	104	121
第 7 天	128	120	124	110
第 8 天	121	113	124	82
第 9 天	104	113	124	59
第 10 天	96	113	120	44
第 13 天	80	113	135	30
第 14 天	56	121	135	34
第 15 天	44	102	111	33
第 16 天	33	102	121	33
第 17 天	31	102	93	33
第 20 天	30	102	95	33
第 21 天	30	102	93	33

實驗三、空氣中與通入二氧化碳和氧氣的比較之圖表

A. pH值：

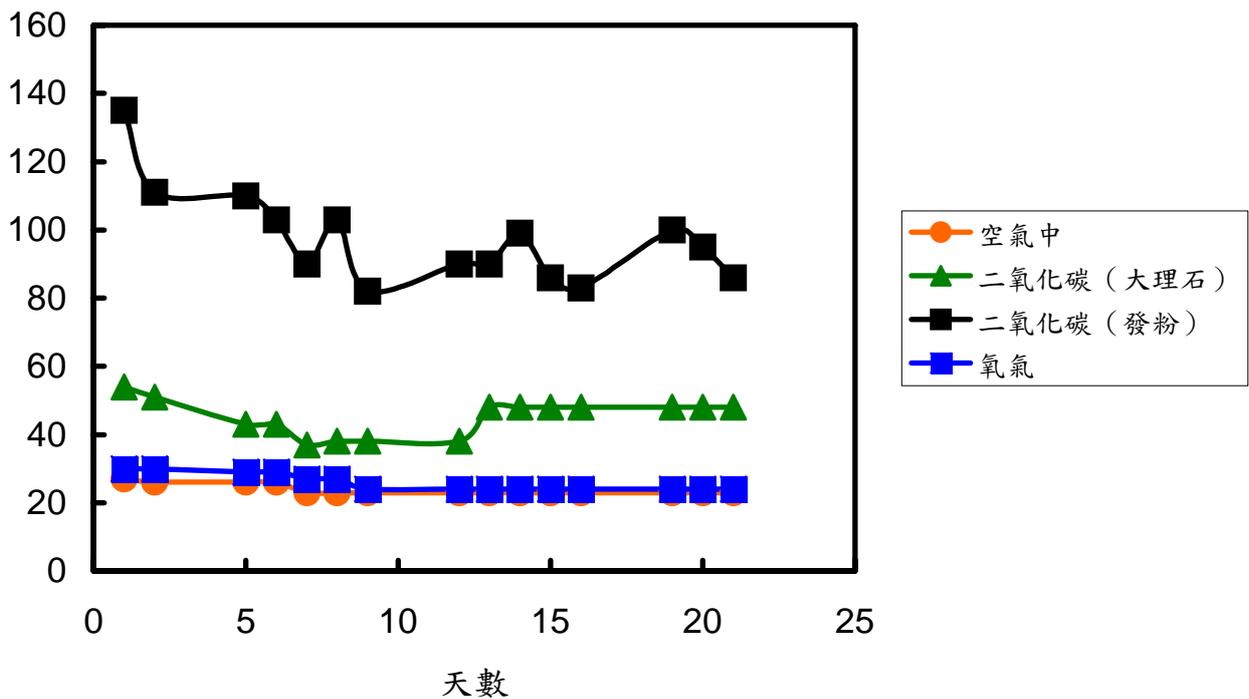


西湖龍井熱水15天pH圖

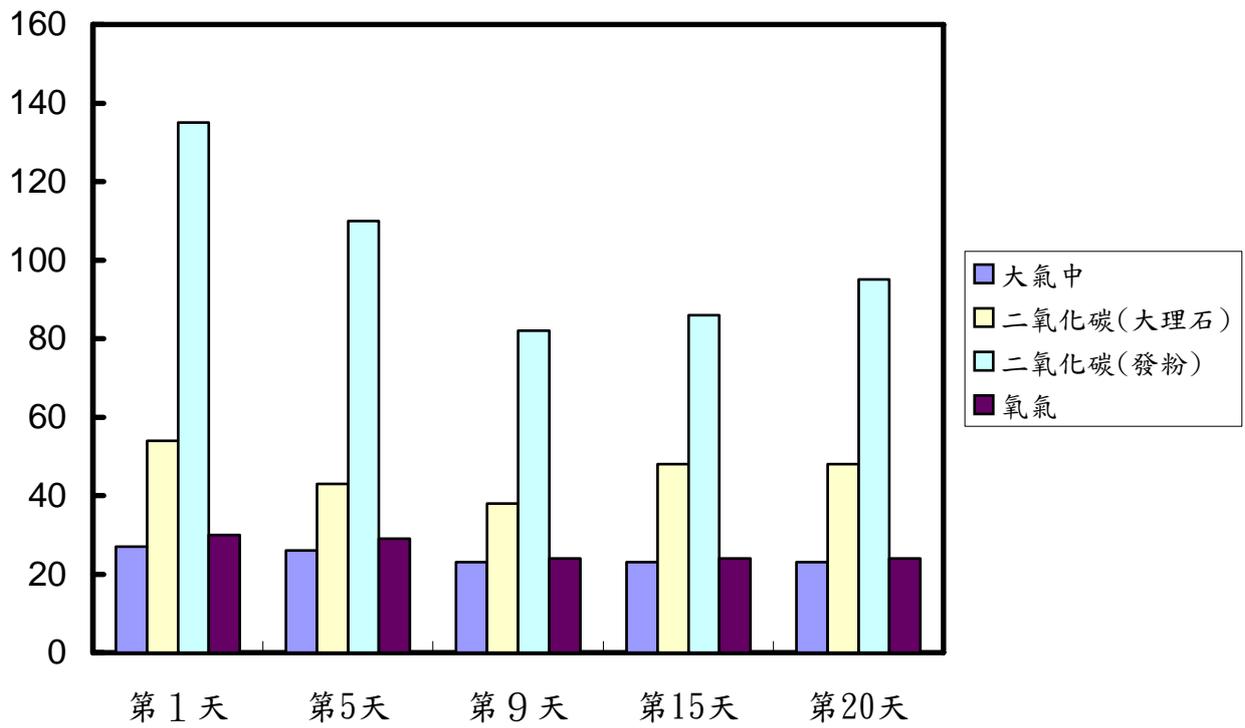


B.顏色：

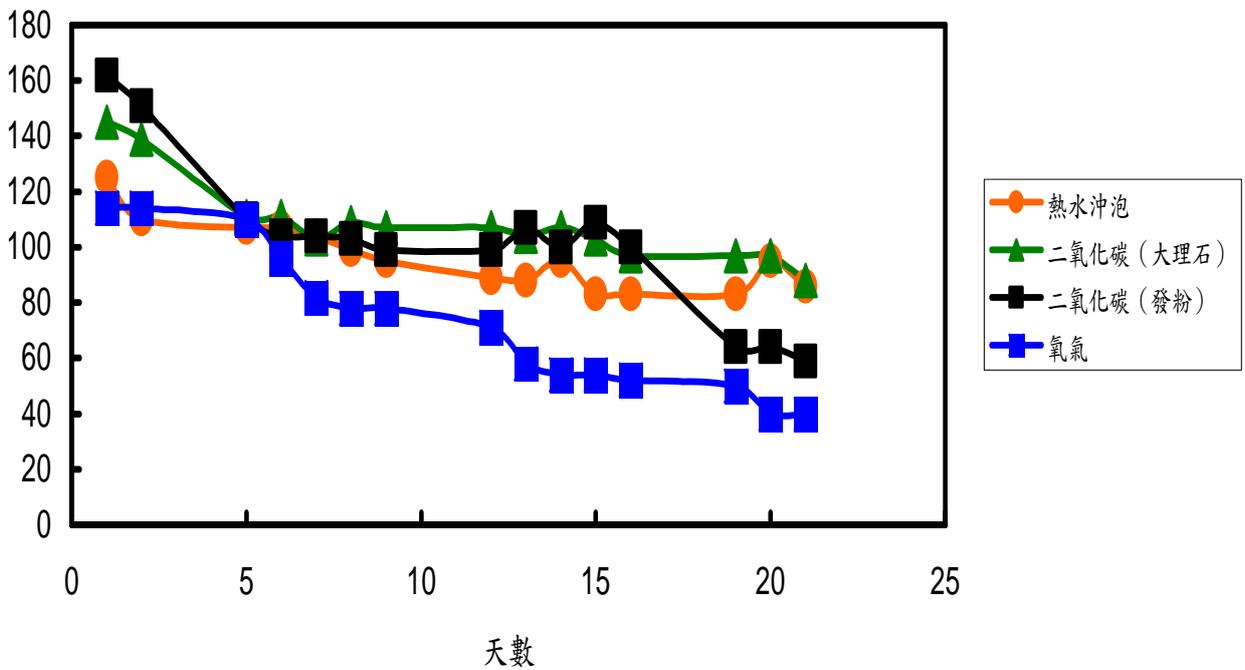
黃牌紅茶所有天數亮度變化比較



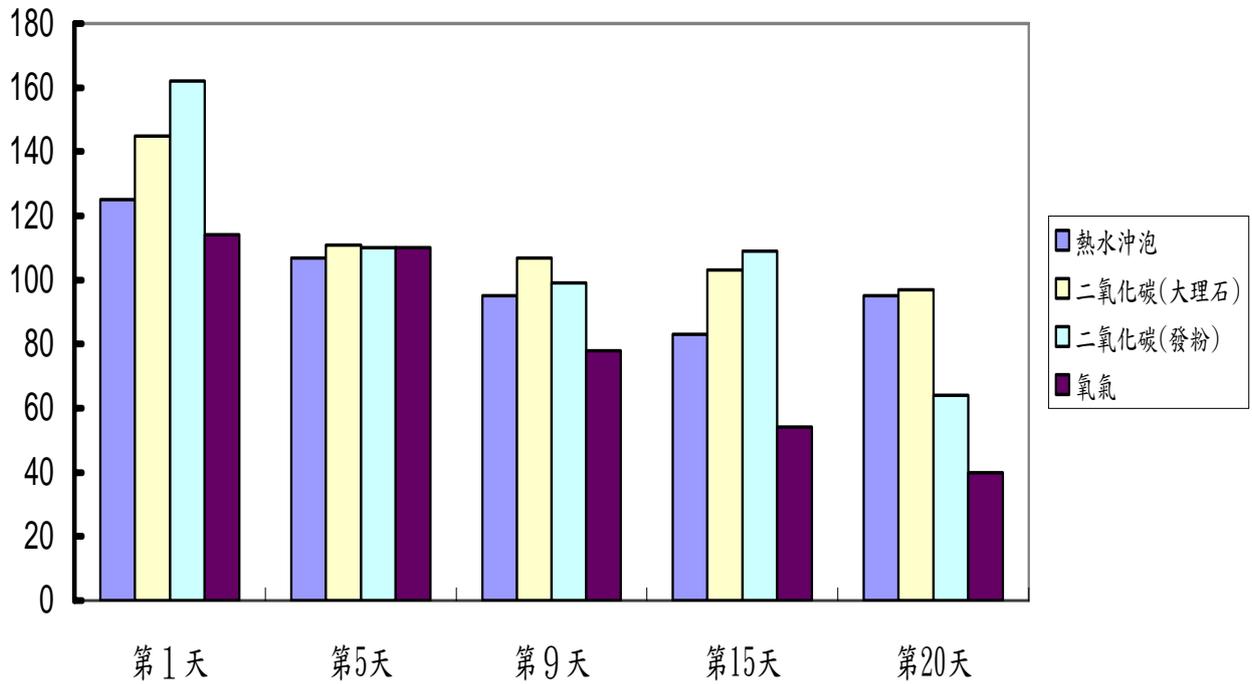
黃牌紅茶一、五、九、十五、二十日亮度變化



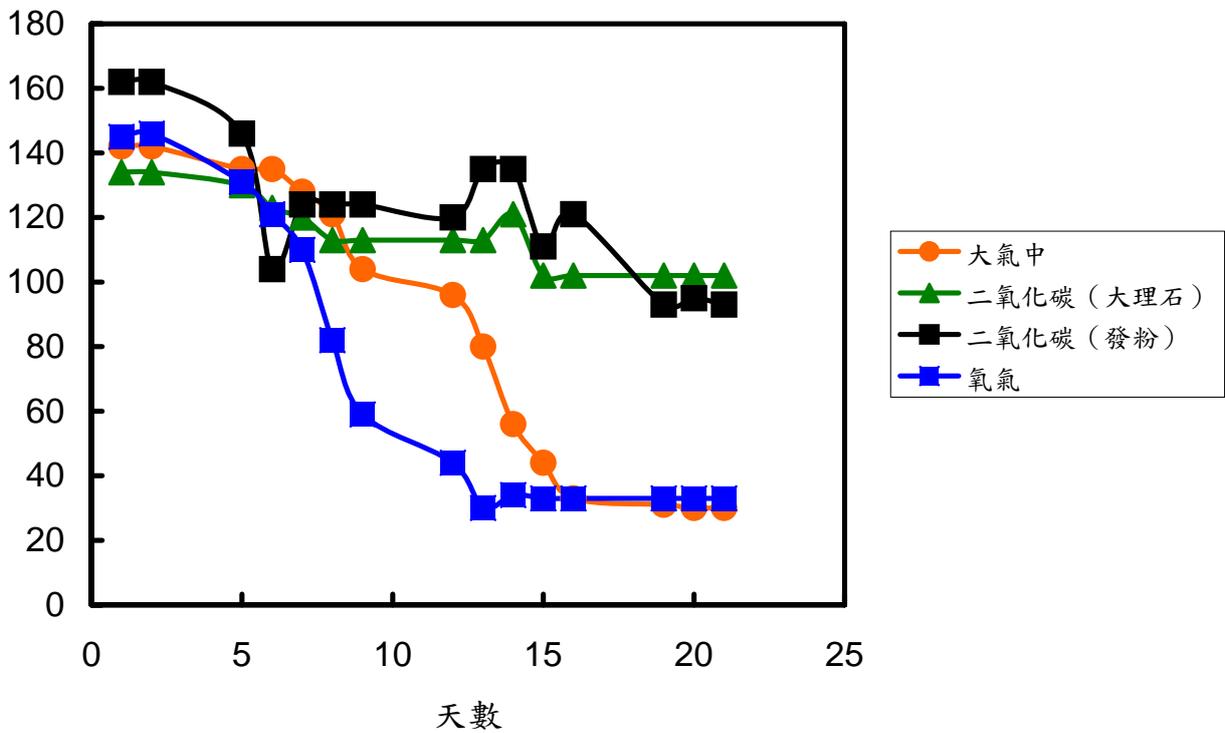
烏龍茶所有天數亮度比較



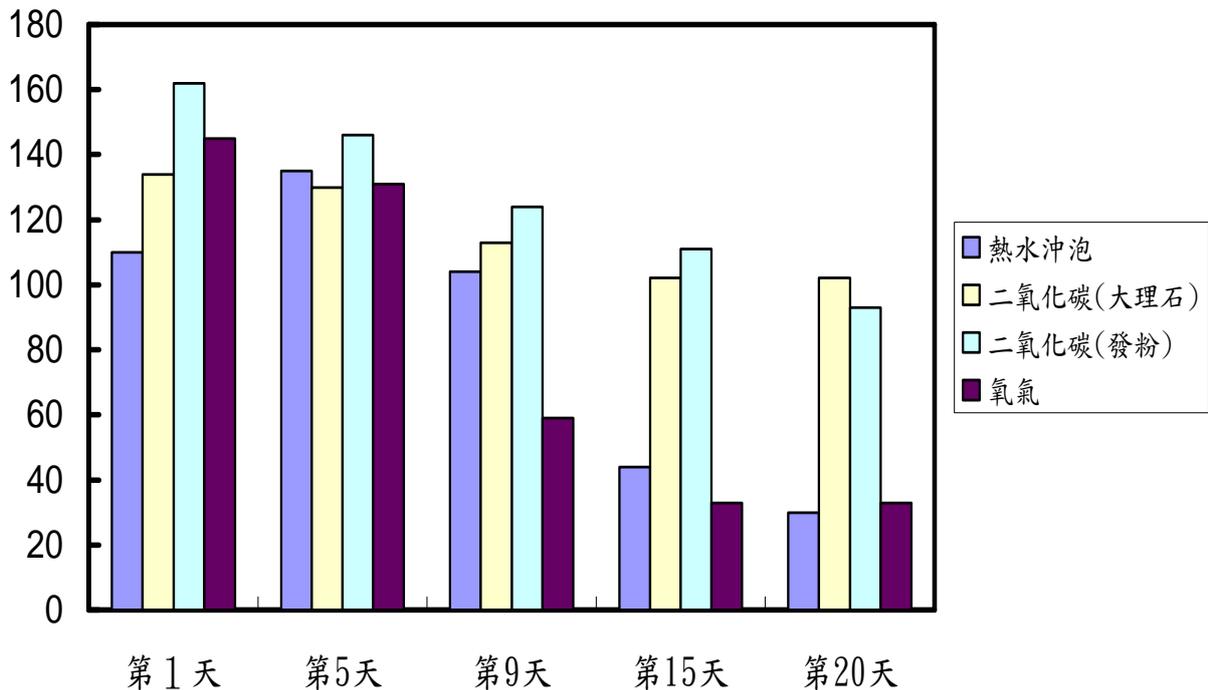
烏龍茶一、五、九、十五、二十日亮度變化



西湖龍井茶所有天數亮度變化



西湖龍井茶一、五、九、十五、二十日亮度變化



4.實驗過程說明：

- (1) 進行顏色比對之實驗的時間都是選擇中午 12:30 ~ 1:20 之間是為減少光線不同帶來的影響。
- (2) 上述實驗進行之前需將實驗室內的燈打開以減少光線不同所造成的誤差。

5.結果分析：

A.酸鹼值：

- (1) 數據顯示大氣中的酸鹼值最高，表示大氣中之數值較接近鹼性，發粉次之，而以大理石製備二氧化碳的樣品最低，表示較偏酸性。
- (2) 黃牌紅茶原本變化較小，通入二氧化碳後的變化較為劇烈。

B.顏色：

- (1) 本組發現使用發粉調製的溶液沖泡的茶液顏色明顯較淡，係因發粉顏色較淡的緣故。
- (2) 將以大氣中、通入以大理石製備之二氧化碳與通入氧氣四種茶液之亮度作比較，三種茶液總平均值，大氣下為 68.489、通入以大理石製備之二氧化碳為 89.486、通入氧氣的為 35.3，發現通入以大理石製備之二氧化碳的茶液亮度較高，而通入氧氣的茶液亮度較低，推測是因二氧化碳使茶液氧化程度減緩，而氧氣加速茶液氧化程度。
- (3) 本組發現通入二氧化碳的茶液亮度變化明顯較未通入的慢，亦即茶液較穩定。
- (4) 通入氧氣的茶液亮度變化明顯較未通入的快，亦即茶液變化較快。
- (5) 從上述幾點得知，當通入二氧化碳時，會減緩茶葉本身與空氣中的氧氣接觸進而變質的速度；當通入氧氣時，茶葉變質的速度會加快。

(四) 實驗四：茶液的顏色比較

1.目的：研究不同茶種之茶液，長時間下顏色的變化有何差異。

2.器材：A 4 白紙二張、電腦一台。

3.實驗步驟：

(1) 開啓電腦內小畫家程式。

(2) 取出茶包，用A 4 白紙當茶液背景。

(3) 將實驗室內的燈打開保持實驗室每次測量時光線相同。

(4) 微調小畫家內編輯色彩內選項調出最接近茶液顏色之數值，並記錄之。

(5) 觀察時需將茶包取出以免影響顏色判斷。

實驗四、茶液的顏色比較之數據：

熱水沖泡所有茶液的亮度變化

天數	香片綠茶	茉香綠茶	高山茶(一)	高山茶(二)	西湖龍井	烏龍茶	錫蘭紅茶	黃牌紅茶
第 1 天	145	139	138	121	142	125	132	27
第 2 天	134	130	114	114	142	110	114	26
第 3 天	128	123	114	114	135	107	111	26
第 6 天	128	116	114	114	135	107	107	26
第 7 天	120	111	107	110	128	104	99	23
第 8 天	106	110	103	110	121	99	83	23
第 9 天	103	96	103	106	104	95	78	23
第 10 天	95	90	103	106	96	89	76	23
第 13 天	93	86	99	106	80	88	73	23
第 14 天	88	79	103	109	56	95	71	23
第 15 天	83	76	96	103	44	83	51	23
第 16 天	78	66	83	100	33	83	48	23
第 17 天	78	86	65	111	31	83	45	23
第 20 天	78	86	65	109	30	95	45	23
第 21 天	78	73	52	103	30	86	40	23

冰水沖泡所有天數亮度變化

二氧化碳（大理石）所有天數亮度變化

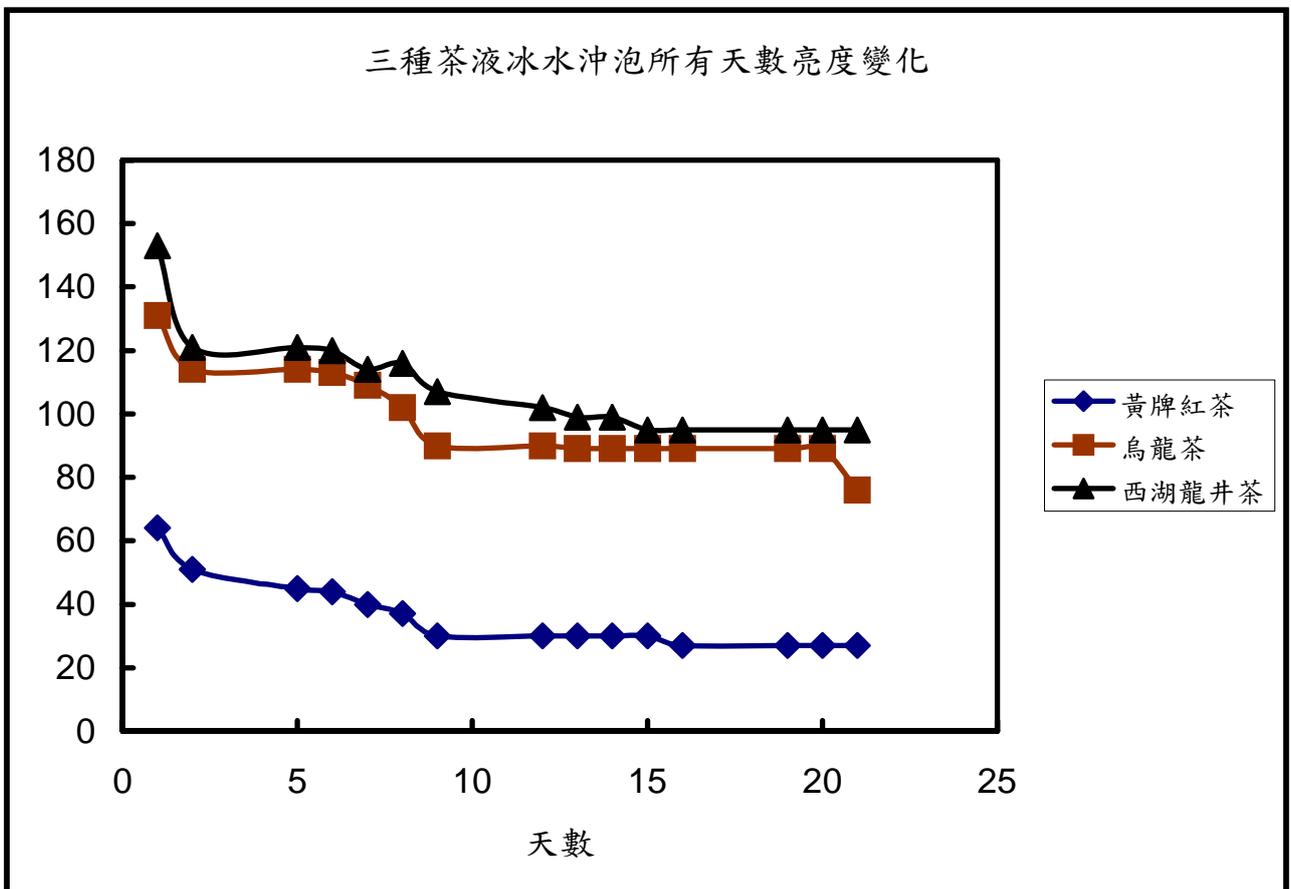
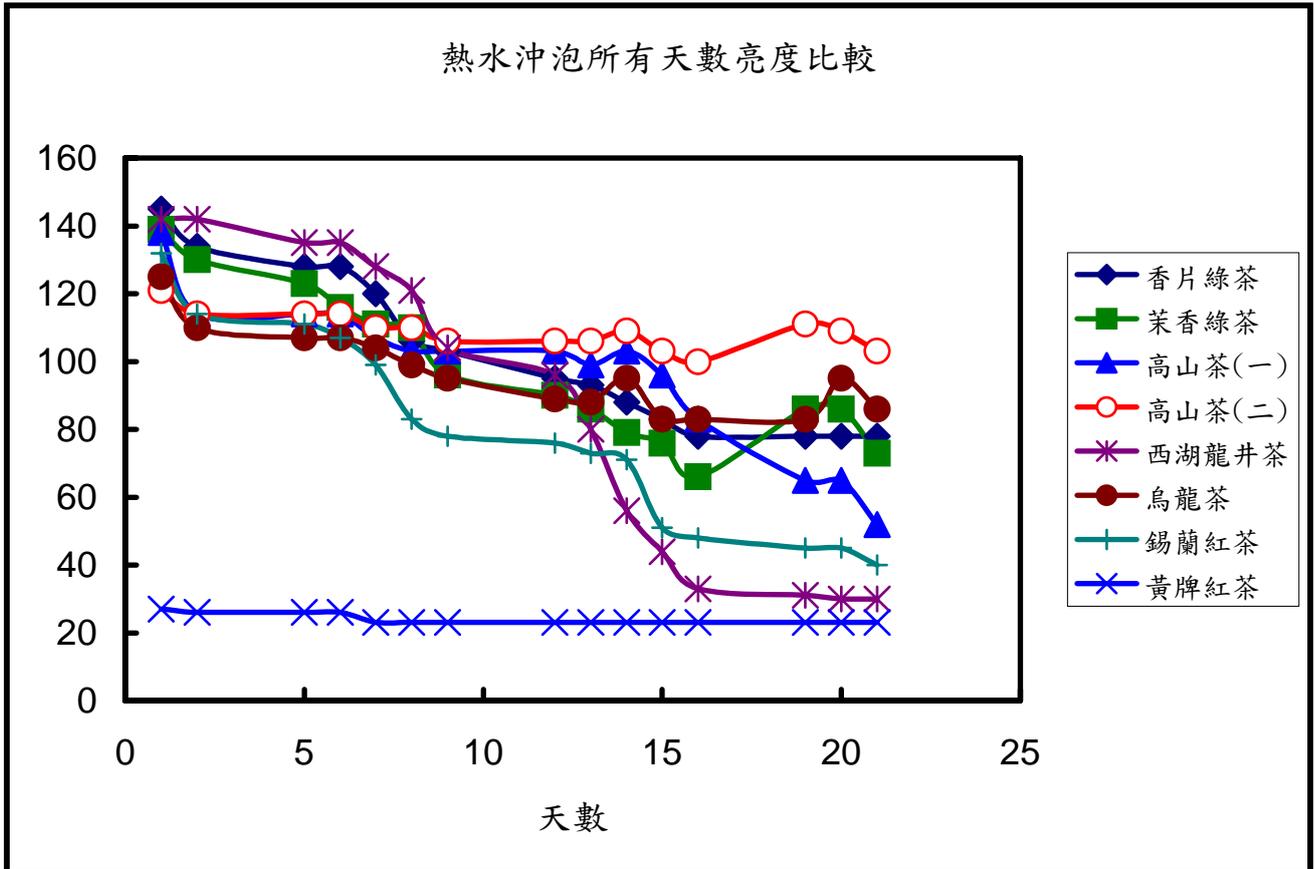
天數	黃牌紅茶	烏龍茶	西湖龍井	天數	黃牌紅茶	烏龍茶	西湖龍井
第 1 天	64	131	153	第 1 天	54	145	134
第 2 天	51	114	121	第 2 天	51	139	134
第 3 天	45	114	121	第 3 天	43	111	130
第 6 天	44	113	120	第 6 天	43	111	123
第 7 天	40	109	114	第 7 天	40	109	114
第 8 天	37	102	116	第 8 天	38	109	113
第 9 天	30	90	107	第 9 天	38	107	113
第 10 天	30	90	102	第 10 天	38	107	113
第 13 天	30	89	99	第 13 天	48	104	113
第 14 天	30	89	99	第 14 天	48	107	121
第 15 天	30	89	95	第 15 天	48	103	102
第 16 天	27	89	95	第 16 天	48	97	102
第 17 天	27	89	95	第 17 天	48	97	102
第 20 天	27	89	95	第 20 天	48	97	102
第 21 天	27	76	95	第 21 天	48	88	102

二氧化碳（發粉）所有天數亮度變化

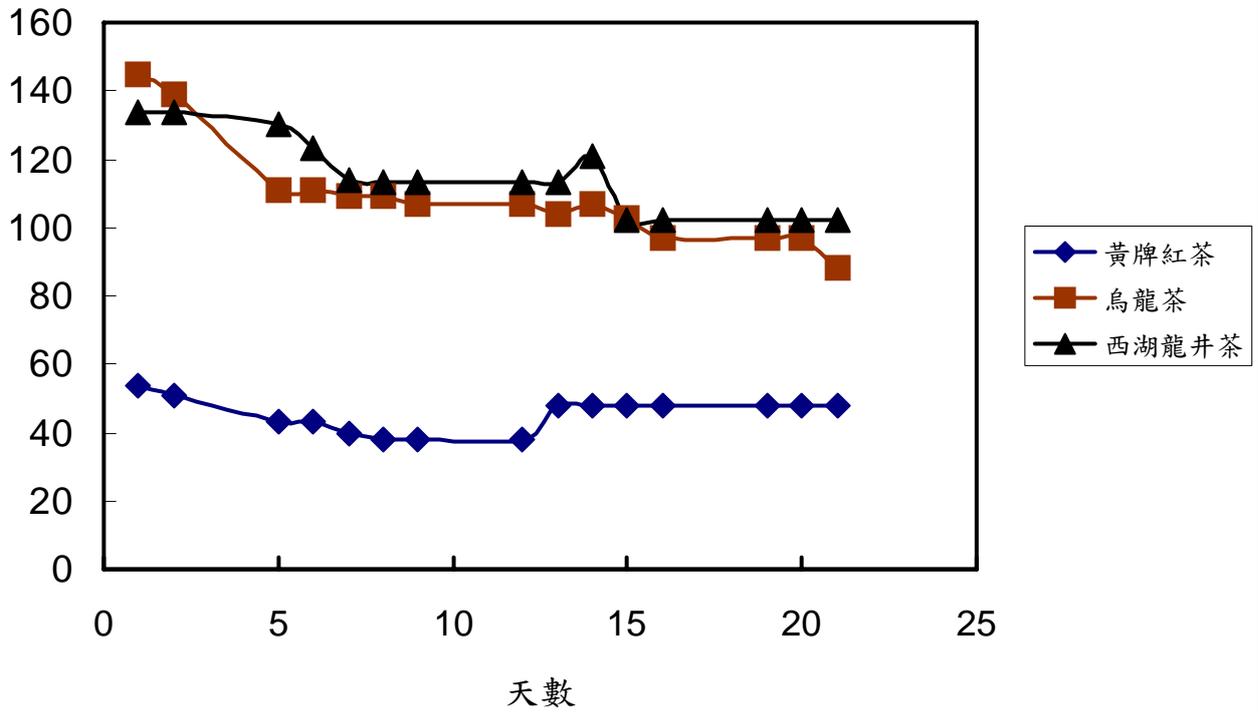
氧氣所有天數亮度變化

天數	黃牌紅茶	烏龍茶	西湖龍井	天數	黃牌紅茶	烏龍茶	西湖龍井
第 1 天	135	162	162	第 1 天	30	114	145
第 2 天	111	151	162	第 2 天	30	114	146
第 3 天	110	110	146	第 3 天	29	110	131
第 6 天	103	104	137	第 6 天	29	96	121
第 7 天	90	104	124	第 7 天	27	82	110
第 8 天	85	103	124	第 8 天	27	78	82
第 9 天	82	99	124	第 9 天	24	78	59
第 10 天	90	99	120	第 10 天	24	71	44
第 13 天	90	107	135	第 13 天	24	58	30
第 14 天	99	100	135	第 14 天	24	54	34
第 15 天	86	109	111	第 15 天	24	54	33
第 16 天	83	100	121	第 16 天	24	52	33
第 17 天	100	64	93	第 17 天	24	50	33
第 20 天	95	64	93	第 20 天	24	40	33
第 21 天	86	59	93	第 21 天	24	40	33

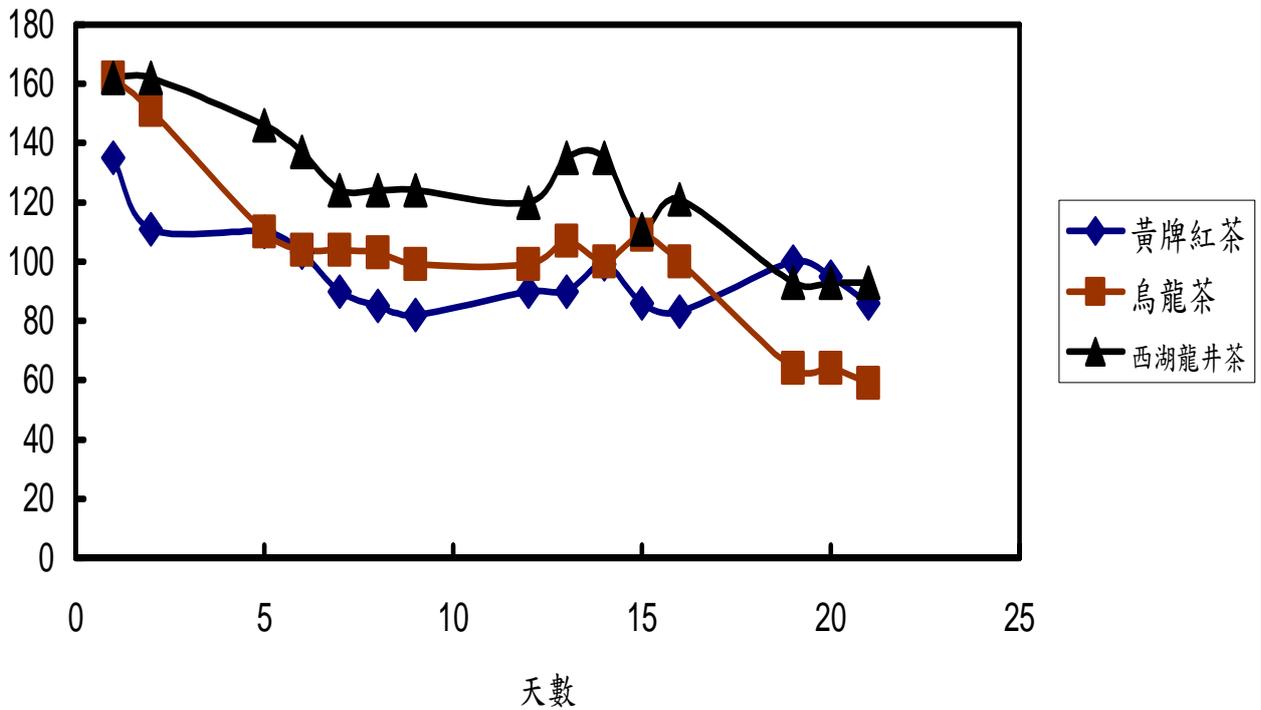
實驗四：茶液的顏色比較之圖表：



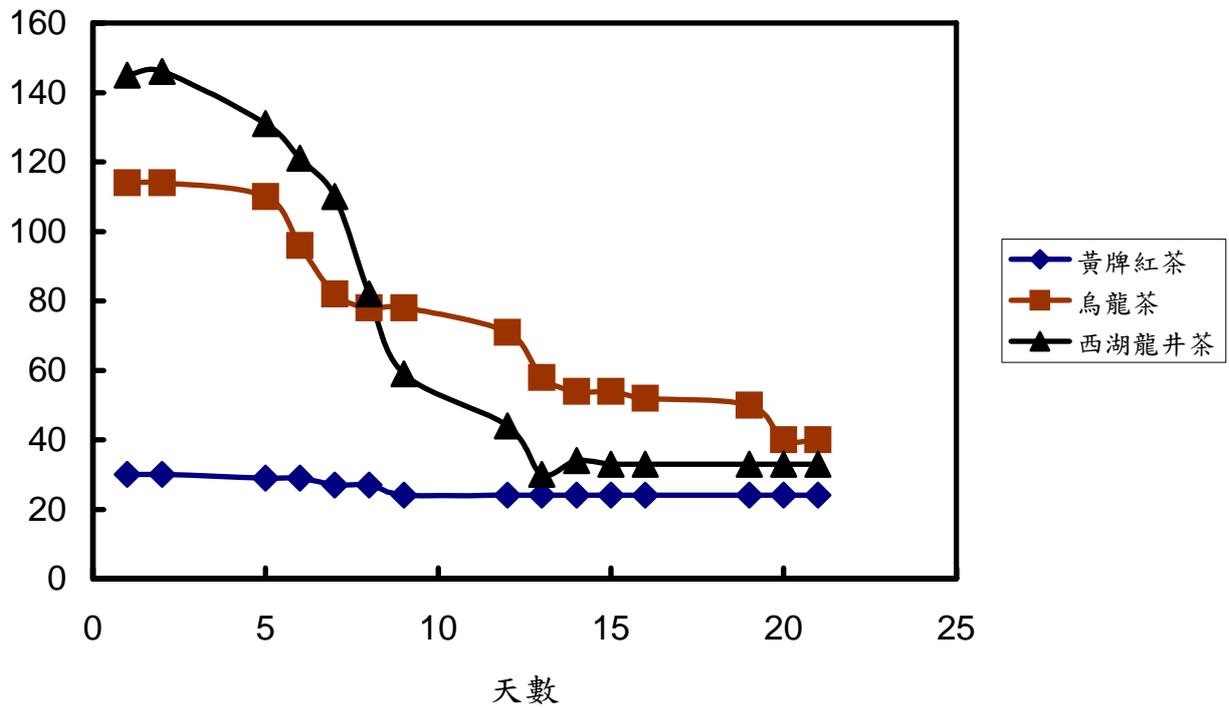
三種茶液二氧化碳(大理石)所有天數亮度比較



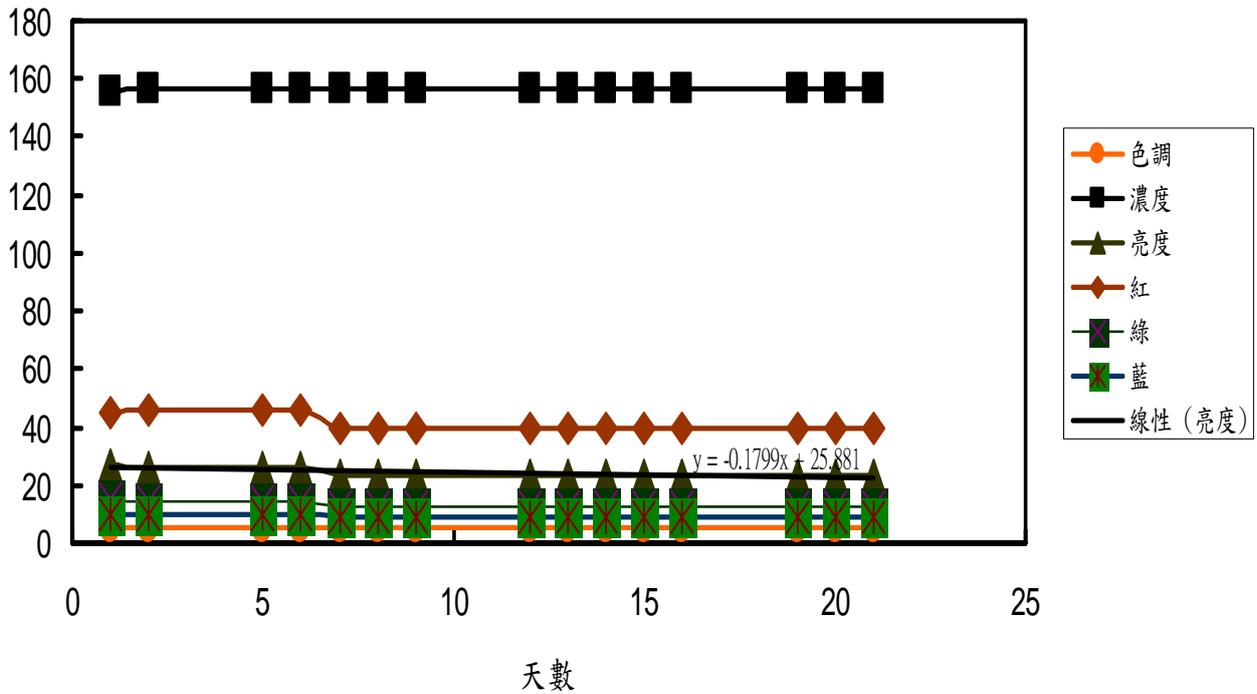
二氧化碳(發粉)所有天數亮度變化



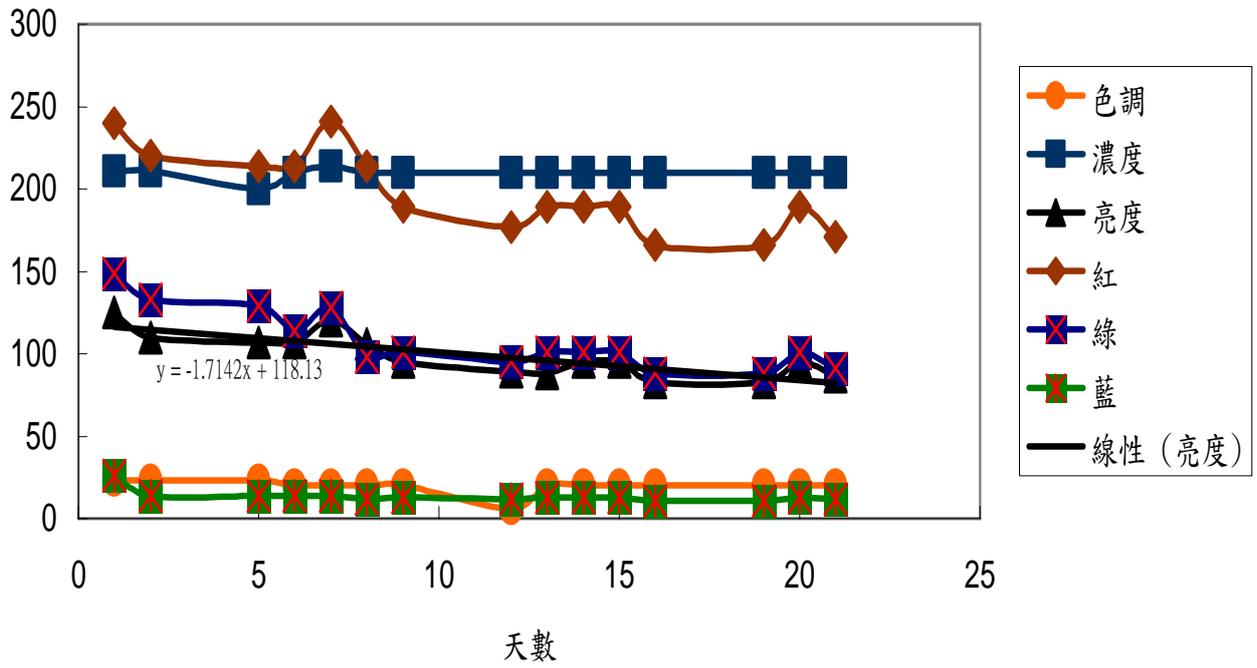
三種茶液氧氣所有天數亮度比較



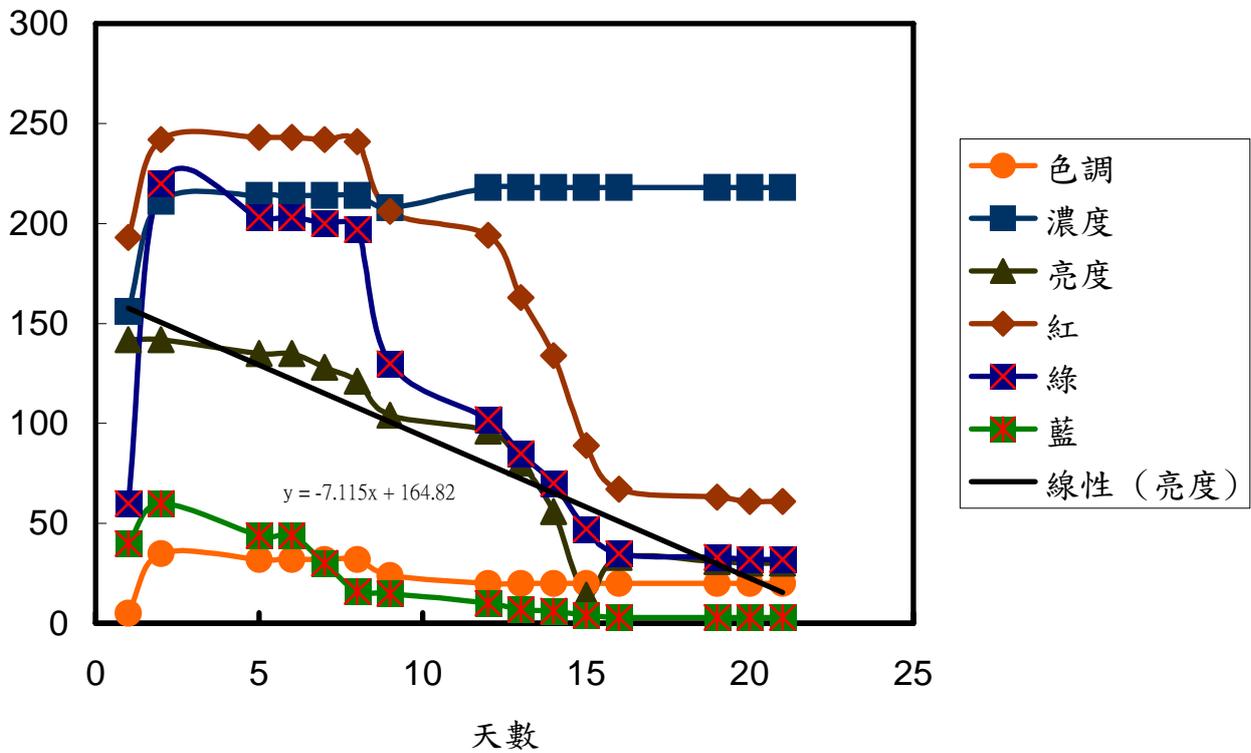
黃牌紅茶顏色變化



烏龍茶顏色變化



西湖龍井茶顏色變化



4.實驗過程說明：

- (1) 進行顏色比對之實驗的時間都是選擇中午 12:30 ~ 1:20 之間是為減少光線不同帶來的影響。
- (2) 上述實驗進行之前需將實驗室內的燈打開以減少光線不同所造成的誤差。

5.結果分析：

- (1) 由熱水沖泡各茶液所有天數亮度比較圖得知，所有茶液顏色都有隨著時間的演進而變深。
- (2) 由熱水沖泡各茶液所有天數亮度比較圖得知，本組發現黃牌紅茶的亮度最小，且變化最不明顯，亦即黃牌紅茶顏色最深，且由於實驗初始時，顏色即相當深沈，故變化不易觀測。
- (3) 由實驗發現，無論是大氣中、加入發粉、通入大理石製備之二氧化碳或通入雙氧水製備之氧氣，都可發現，經由多日的亮度比較，一般而言，分類於未發酵茶中的西湖龍井，顏色會比部分發酵茶中的烏龍茶淺，又會比完全發酵茶中的黃牌紅茶淺。

(五) 實驗五：鋼絲絨置於茶液中和清水中的比較

- 1.目的：研究黃牌紅茶、烏龍茶和西湖龍井三種茶液對鋼絲絨氧化情況的影響
- 2.器材：鋼絲絨 8 克、電子秤一台、pH 儀一台、小燒杯四個、茶包袋四個、濾紙四張、棉花一包。

3.步驟：

- (1) 取其中三種同樣以 5 克的份量各裝成 1 包，分別是黃牌紅茶、烏龍茶和西湖龍井。
- (2) 將上述茶包以 80 克的熱水沖泡，然後再裝一杯 80 克的熱水以為對照組。
- (3) 將電子秤歸零後，分別秤量鋼絲絨的重量，把鋼絲絨以 2 克裝成一等份。
- (4) 把鋼絲絨分裝到茶包內。
- (5) 把四包鋼絲絨分別放入四杯溶液中。
- (6) 使用 pH 儀測量上述茶液的 pH 值。
- (7) 每測量完一杯就放入清水中清洗再以衛生紙擦拭，以免影響測量結果。
- (8) 每日重複步驟 6 ~ 7 並記下數據。
- (9) 實驗進行到 25 天後，將鋼絲絨從茶包中取出。
- (10) 準備四張濾紙把棉花放上去，將取出的鋼絲絨球放在上面，靜置 2 天。
- (11) 測量四包鋼絲絨的重量。

實驗五、鋼絲絨置於茶液中和清水中的比較之數據

浸泡後鋼絲絨的重量：

黃牌紅茶	烏龍茶	西湖龍井茶	清水
2.6	2.6	2.3	3.1

4.實驗過程說明：

- (1) 由於鋼絲絨細緻易鬆散，為避免日後測量誤差，故將測量過質量的鋼絲絨置入茶包中以維持整體性。
- (2) 為避免鋼絲絨中水分重量影響測量結果，本組取出茶液中的鋼絲絨後，放置於棉花上，靜置 2 天，待水分流失後，再進行量測。

5. 結果分析：

- (1) 以肉眼觀察，放入茶液中的鋼絲絨生鏽範圍明顯較未放入的少。
- (2) 與對照組比對發現，放入茶液中的鋼絲絨重量雖有增加，但明顯少於放於清水中的，表示茶液的確對鋼絲絨有所抗氧化性。
- (3) 比對黃牌紅茶、烏龍茶和西湖龍井三種茶液中的鋼絲絨氧化後重量，發現西湖龍井的重量最輕，烏龍茶與黃牌紅茶重量相當，表示未發酵茶之抗氧化性最佳。

六、研究結果

實驗一、常溫下 pH 值的比較：

本組發現，編號 1、2、5 茶種的酸鹼值變化快慢與酸鹼值較編號 3、4、6 茶種大，更較編號 7、8 茶種大。

實驗二、西湖龍井、烏龍茶、黃牌紅茶在熱水沖泡室溫存放下與冰水沖泡低溫冷藏之酸鹼度與顏色變化比較：

A. 酸鹼值：

- (1) 經本組觀察發現，熱水沖泡室溫存放的茶液在沖泡首日時的酸鹼值都較冰水沖泡低溫冷藏的高。
- (2) 整體而言，熱水沖泡室溫存放酸鹼值變化較冰水沖泡低溫冷藏的大。
- (3) 數據顯示，黃牌紅茶的酸鹼值變化較烏龍茶慢，並較西湖龍井茶來的慢。

B. 顏色：

- (1) 經本組觀察所有茶液的亮度都呈現向下的走勢。
- (2) 冰水沖泡低溫冷藏的茶液亮度明顯高於熱水沖泡室溫存放的茶液。
- (3) 經本組觀察，冰水沖泡低溫冷藏的茶液較熱水沖泡室溫存放的顏色變化的快且明顯。

實驗三、大氣中與通入二氧化碳和氧氣的比較：

A. 酸鹼值：

- (1) 將大氣中、溶入以發粉製二氧化碳、通入以大理石製備之二氧化碳與通入氧氣之酸鹼數據進行比對，顯示大氣中的酸鹼值最高，表示大氣中之數值較接近鹼性，發粉次之，接著是氧氣，而以大理石製備二氧化碳的樣品最低，表示較偏酸性。
- (2) 黃牌紅茶原本變化較小，通入二氧化碳後的變化較為劇烈。

B. 顏色：

- (1) 將以大氣中、通入以大理石製備之二氧化碳與通入氧氣四種茶液之亮度作比較，發現通入以大理石製備之二氧化碳的茶液亮度較高，而通入氧氣的茶液亮度較低。
- (2) 將以大氣中、通入以大理石製備之二氧化碳與通入氧氣四種茶液之亮度作比較，發現二氧化碳的茶液亮度變化明顯較慢，通入氧氣的茶液亮度變化明顯較快。

實驗四、茶液的顏色比較：

- (1) 由熱水沖泡的八種茶液比較，發現所有茶液顏色都有隨著時間的演進而變深。
- (2) 由實驗發現，無論是大氣下、加入發粉、通入大理石製備之二氧化碳或通入雙氧水製

備之氧氣，都可發現，西湖龍井顏色會比烏龍茶淺，又會比黃牌紅茶淺。

實驗五、鋼絲絨置於茶液中和清水中的比較：

- (1) 無論是以肉眼觀察或經量測，發現放入茶液中的鋼絲絨氧化程度較小。
- (2) 比對黃牌紅茶、烏龍茶和西湖龍井三種茶液中的鋼絲絨氧化後重量，發現西湖龍井之重量最輕，烏龍茶與黃牌紅茶重量相當。

七、討論

實驗一、常溫下 pH 值的比較：

未發酵茶葉酸鹼值變化與酸鹼值較部分發酵茶大，更較完全發酵茶之酸鹼值變化與酸鹼值為大。

實驗二、西湖龍井、烏龍茶、黃牌紅茶在熱水沖泡室溫存放下與冰水沖泡低溫冷藏之酸鹼度與顏色變化比較：

a. 酸鹼值：

- (1) 經本組觀察發現，以熱水沖泡室溫存放之茶液偏鹼性。
- (2) 數據顯示，完全發酵茶的酸鹼值變化較部分發酵茶慢，更較未發酵茶來的慢，呼應實驗一之結論。

b. 顏色：

- (1) 經亮度數據指出，隨著時間演進，所有茶液的顏色逐漸變深。
- (2) 經亮度數據指出，以冰水沖泡低溫冷藏之茶液顏色較淺，熱水沖泡室溫存放之茶液顏色較深。
- (3) 經本組觀察，冰水沖泡低溫冷藏的茶液較熱水沖泡室溫存放的顏色變化的快且明顯，推測是因熱水沖泡者實驗一開始時即較易釋放出大部分色素。

實驗三、室溫下與通入二氧化碳和氧氣的比較：

A. 酸鹼值：

將大氣中、溶入以發粉製二氧化碳、通入以大理石製備之二氧化碳與通入氧氣之酸鹼數據進行比對，顯示大氣中之數值較接近鹼性，發粉次之，接著是氧氣，而以大理石製備二氧化碳的樣品最低，表示較偏酸性，推測加入發粉後茶液接近鹼性是因發粉本身趨於鹼性，加入氧氣會使茶液越快酸化，而通入以大理石製備之二氧化碳的茶液趨近二氧化碳溶於水中而成的碳酸。

B. 顏色：

- (1) 將以大氣中、通入以大理石製備之二氧化碳與通入氧氣四種茶液之亮度作比較，發現通入以大理石製備之二氧化碳的茶液亮度較高，而通入氧氣的茶液亮度較低，推測是因二氧化碳使茶液氧化程度減緩，而氧氣加速茶液氧化程度。
- (2) 將以大氣中、通入以大理石製備之二氧化碳與通入氧氣四種茶液之亮度作比較，本組發現通入二氧化碳的茶液亮度變化明顯較慢，亦即茶液較穩定，通入氧氣的茶液亮度變化明顯較快，亦即茶液氧化較快。

- (3) 從上述幾點得知，當通入二氧化碳時，會減緩茶葉本身與空氣中的氧氣接觸進而變質的速度；當通入氧氣時，茶葉變質的速度會加快，此結論與本組進行本實驗前的預期相同。

實驗四、茶液的顏色比較：

- (1) 本實驗發現，所有茶液顏色都有隨著時間的演進而變深，表示皆會隨時間演進而氧化。
(2) 由實驗發現，無論是大氣下、加入發粉、通入大理石製備之二氧化碳或通入雙氧水製備之氧氣，都可發現，未發酵茶顏色會比部分發酵茶淺，又會比完全發酵茶淺。

實驗五、鋼絲絨置於茶液中和清水中的比較：

- (1) 放入茶液中的鋼絲絨生鏽範圍明顯較一般清水中的少，表示茶液的確對鋼絲絨有所抗氧化性。
(2) 比對未發酵茶、部分發酵茶和西湖龍井三種茶液中的鋼絲絨氧化後重量，發現西湖龍井之重量最輕，烏龍茶與黃牌紅茶重量相當，表示未發酵茶之抗氧化性最佳。

八、結論

- 一、經由本研究得知，就未發酵茶、部分發酵茶、完全發酵茶而言，酸性程度為完全發酵茶 > 部分發酵茶 > 未發酵茶；顏色深淺亦為完全發酵茶 > 部分發酵茶 > 未發酵茶。
- 二、本研究指出，若比較以熱水沖泡室溫存放或以冷水沖泡低溫冷藏所得之茶液比較，發現熱水沖泡室溫存放之茶液較偏鹼性，且顏色較深，表示茶葉內含色素釋放較徹底。
- 三、由本研究結果得知，若比較大氣下、固定時間通入二氧化碳與固定時間通入氧氣三種環境下之茶液，發現在茶液中通入二氧化碳的茶液，會減緩氧化速度；通入氧氣的茶液，會加快茶液氧化速度。
- 四、根據研究顯示，茶液的確含有可抗氧化的物質，減緩鋼絲絨氧化速度，根據參考資料顯示，此抗氧化成分即為兒茶素。
- 五、由研究結果得知，未發酵茶之抗氧化力高於完全發酵茶，根據參考資料顯示，綠茶的抗氧化效果是紅茶的六倍。
- 六、本研究利用電腦之小畫家程式，提供研究顏色變化並可具體呈現數據之實驗方法。
- 七、本研究利用鋼絲絨氧化前後質量的量測，提供研究氧化程度並可具體呈現數據之實驗方法。

九、參考資料

- 1、陳偉民（民93年2月1日）。親愛的，我把綠茶變紅茶了。發現月刊，p.11。
- 2、張志玲（民93年7月）。喝茶防癌及減重的科學依據。科學發展，p.31~p.34。
- 3、吳亮宜、孫璐西（民93年12月）。茶與健康。科學發展，p.19~p.20。
- 4、www.online-shopping.com.tw 茶葉專賣網
- 5、www.wwart.com.tw/tea/ 茶顛話茶

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國中組 理化科

031623

茶言觀色-不同茶種之茶液在不同環境下的酸鹼性與顏色變化及氧化性研究

花蓮縣立化仁國民中學

評語：

1. 內容很豐富。
2. 參數的控制可以更加嚴謹，例如不同天溫度對PH之影響。