

屏東縣第 66 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活應用科學科(三)

組 別：國中組

作品名稱：

--探討泡茶時，不同種茶葉在不同溫度下**吸附水中重金屬離子**的能力大小與茶水的**抗氧化活性變化**的影響--

關 鍵 詞：紅茶、綠茶、吸附重金屬離子

編號：B8011

摘要

紅茶和綠茶確實能夠吸附金屬離子進而清除水中的金屬離子。浸泡時間越久吸附越多，清除得越乾淨，在我們的實驗中，綠茶的清除能力 22~23%略優於紅茶 20~21%。茶葉吸附金屬離子的溫度是在低溫下比較能夠吸附金屬離子進而清除水中的金屬離子。

關於抗氧化活性經過實驗結果顯示，重金屬離子在溫度較高的情況下，90 度 100 度的確會影響茶湯的抗氧化活性，但是影響並沒有想像的大，冷泡茶跟 80 度 70 度的綠茶有銅離子時抗氧化活性有增加。

壹、研究動機與相關文獻探討

喝茶是台灣人的日常。有人喜歡茶手搖飲，有人喜歡泡茶葉茶，更多人喜歡買一包包的茶包，閒來無事喝杯下午茶。喝茶的好處很多，可以防癌保健茶、可以控制血糖、可以抗衰老。關於喝茶的研究也很多，特別是茶類裡面的多酚具有抗氧化作用對人體是一層很好的保護，特別是綠茶的兒茶素、紅茶的茶紅素等等。我們曾經查過過去有人研究過，常見的茶品的抗氧化活性大小也看過有人把廢棄的茶渣拿來除臭。

我們比較好奇的是泡茶的時候，茶葉是否能夠把水中的雜質特別是重金屬吸附呢？若是遭受污染的水拿來泡茶是否會使茶水本身的抗氧化活性改變呢？這是引發我們想進一步探討的原因

貳、研究目的與問題

我們在上生物課的時候老師有說過，食物嚼碎可以增加接觸面積使酵素分解更多的養分，所以我們跟老師討論後我們決定直接用大賣場所賣的鋁箔包的小茶包是碎茶葉，所以我們用這種茶葉來做實驗。我們分別找來最常喝的低發酵茶就是綠茶和高度發酵的紅茶來做實驗以下是我們的實驗目的

一、茶包是否在泡茶的時候可以順便吸附水中的有害物質特別是重金屬，是否會受到沖泡溫度的影響茶葉吸附重金屬的能力？

二、污染的水拿來泡茶的時候，是否會影響茶水的抗氧化活性，這是我們這一次實驗的目的

參、研究設備與器材

本實驗使用設備如下：250 毫升的燒杯數個、100 毫升的燒杯數個、滴定管兩隻微量吸量管 5 毫升和 1 毫升、1000mL、500mL、250mL、50mL 的定量瓶各一個、溫度計數支、加熱攪拌器一台、酒精燈、三腳架、陶瓷纖維網各兩組、分光光度儀、筆電一台。

肆、實驗藥品

紅茶茶包、綠茶茶包、0.002M 碘液、澱粉指示劑、硫酸銅、氯化鈣、碳酸鈉



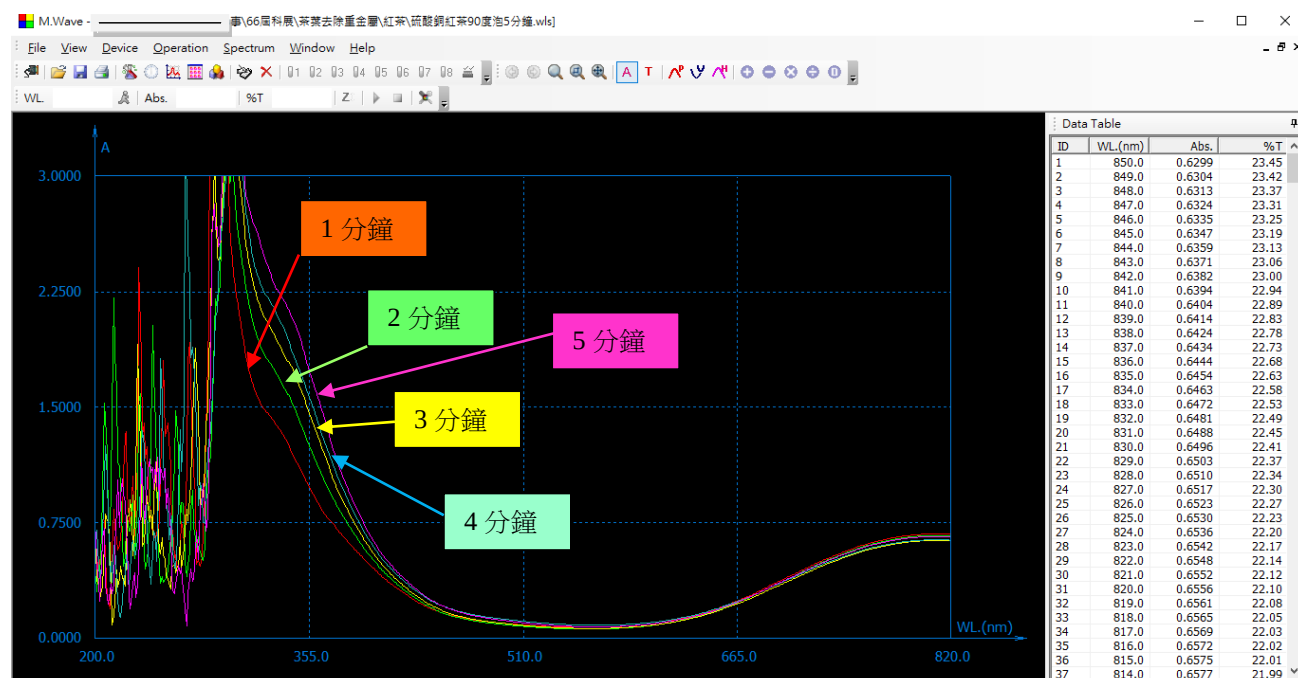
圖 1 實驗器材與藥品

伍、研究方法與設計

一、離子溶液與藥品的配製

(一)本實驗中選擇 0.1M 的硫酸銅溶液與 0.1M 的氯化鈣來做實驗。因為銅離子在 810 nm 的波長下有吸收值，所以我們選用分光儀 200~ 820nm 的全波段掃描。因為鈣離子為無色，所以不易在分光儀中被看見，所以我們直接把茶湯用 0.1M 碳酸鈉滴定，測定其碳酸鈣的沉澱來反推鈣離子的吸收量。

(二) 本實驗測定茶湯內的總體抗氧化活性以 0.002M 碘液滴定，並且以 280 nm 的波長觀察綠茶中兒茶素的變化。



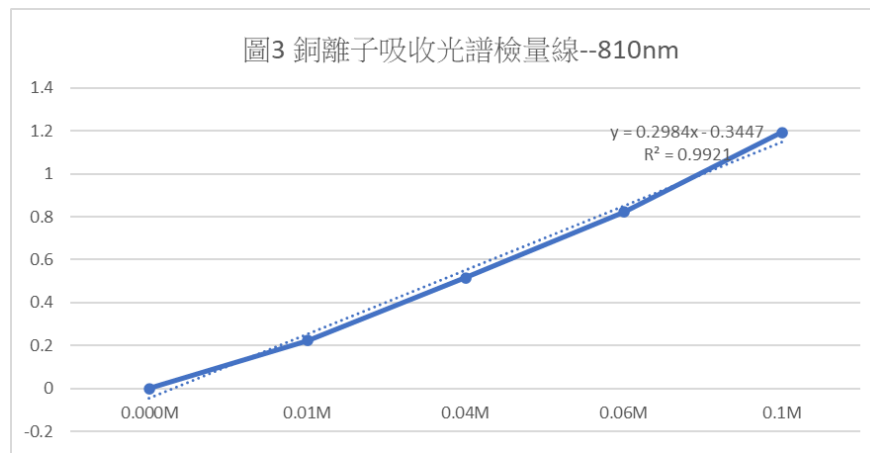


圖 2 分光儀檢測圖

(三)研究架構

陸、研究結果與討論

一、檢測紅茶綠茶清除銅離子的能力

我們利用分光光度儀檢測銅離子在茶湯裡的吸收值，來觀測茶葉吸收銅離子的變化與能力以下是我們的檢驗結果。

表一、硫酸銅紅茶茶湯分光儀檢測

810nm 吸收值	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘	茶湯殘 存硫酸 銅濃度 (M)	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
100℃	0.7629	0.7514	0.7446	0.7241	0.7012	100℃	0.0950	0.0936	0.0927	0.0902	0.0873
90℃	0.7929	0.7555	0.748	0.7427	0.7372	90℃	0.0988	0.0941	0.0932	0.0925	0.0918
80℃	0.6834	0.6863	0.6791	0.6421	0.6315	80℃	0.0851	0.0855	0.0846	0.0800	0.0787
70℃	0.6757	0.6581	0.6551	0.6376	0.6322	70℃	0.0842	0.0820	0.0816	0.0794	0.0787

圖4 紅茶茶湯 硫酸銅810nm吸收值表標題

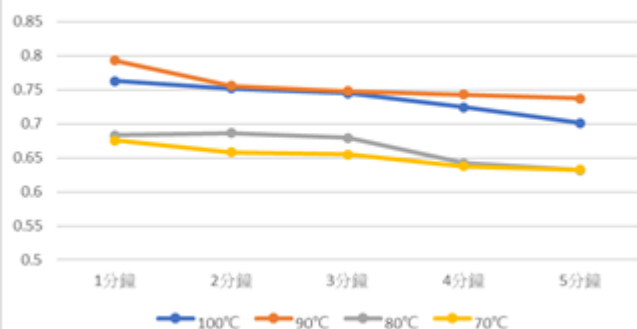
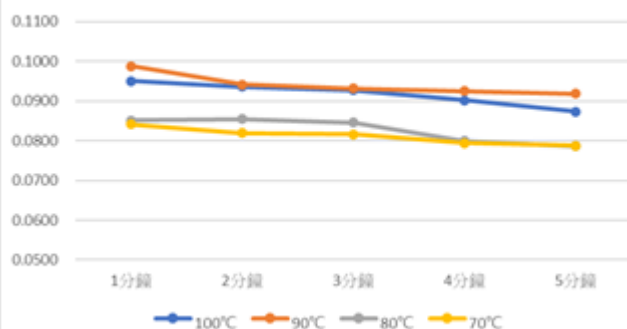


圖5 紅茶茶湯殘存硫酸銅濃度(M)

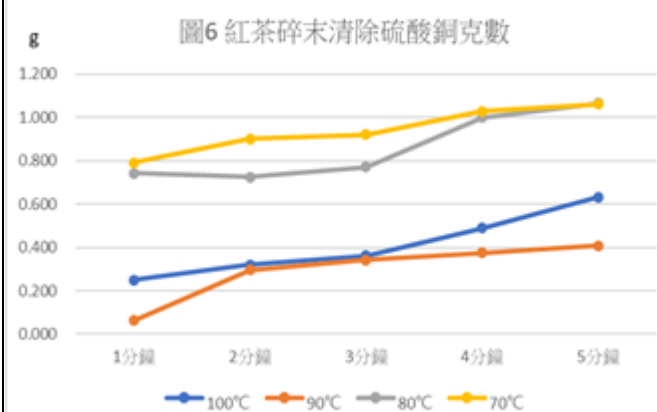
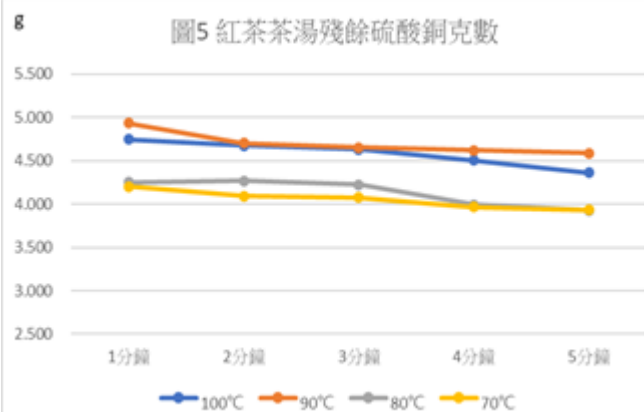


我們可以從分光光度儀 810nm 波長得知，70 ℃到 100 ℃的吸收值都隨著浸泡時間越久下降的越多，這表示紅茶茶葉吸附銅離子的量越多。但是不是溫度越高越好，70 ℃表現最好，再來是 80 ℃，90 ℃到 100 ℃的表現較差。

由吸收光譜知道茶湯的硫酸銅濃度也隨著浸泡時間增加而減少，其中 70 度和 80 度的殘存濃度較低。

表二、紅茶茶湯內硫酸銅的變化和殘存比例

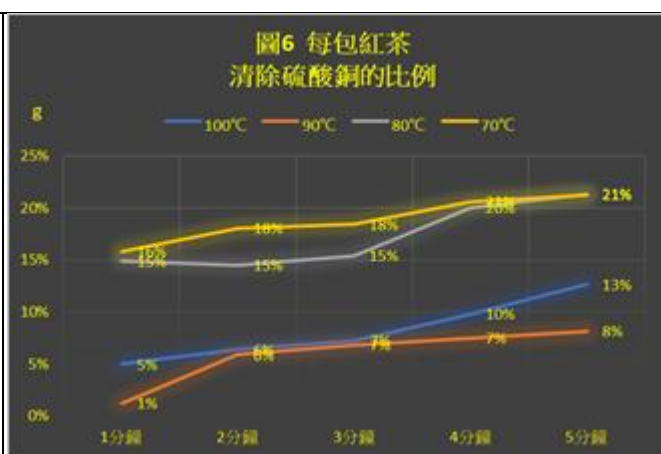
紅茶茶湯 殘餘硫酸 銅克數	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘	紅茶碎 末清除 硫酸銅 克數	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
100℃	4.745	4.674	4.631	4.504	4.361	100℃	0.249	0.320	0.362	0.490	0.632
90℃	4.932	4.699	4.653	4.620	4.585	90℃	0.062	0.295	0.341	0.374	0.408
80℃	4.251	4.269	4.224	3.994	3.928	80℃	0.743	0.725	0.770	1.000	1.066
70℃	4.203	4.093	4.075	3.966	3.932	70℃	0.791	0.900	0.919	1.028	1.062



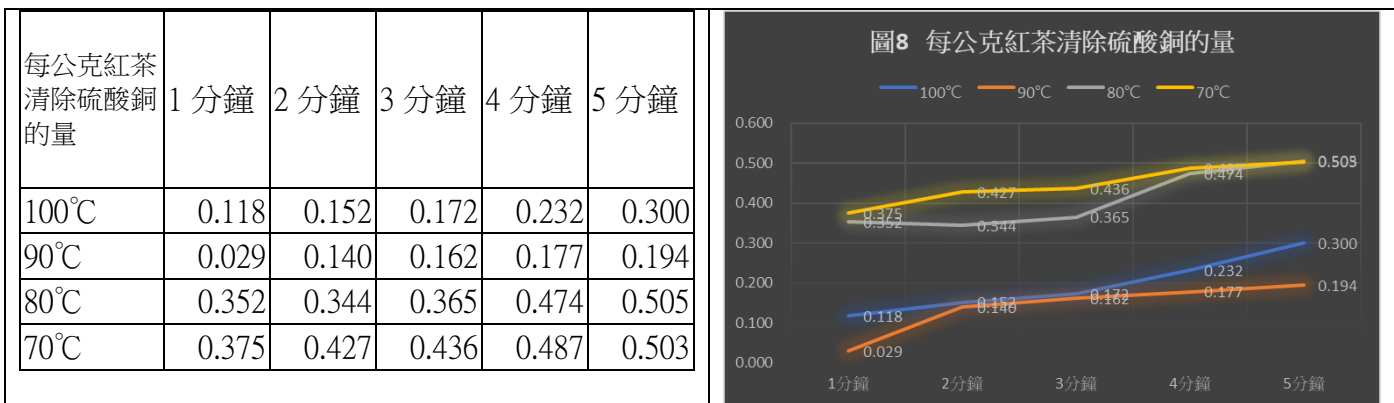
我們可以從上面的圖表發現紅茶茶湯參與的硫酸銅克數是隨浸泡時間而遞減的，也就是說紅茶紅茶茶葉清除硫酸銅的質量逐漸增加，如圖 6，其中表現最好的還是 70 ℃和 80℃，90 度和 100 度的表現較差。。

表三、每包紅茶能吸附銅離子、清除硫酸銅的比例和每公克紅茶能清除銅離子的量

每包紅茶 清除硫酸 銅的比例	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
100℃	5%	6%	7%	10%	13%
90℃	1%	6%	7%	7%	8%
80℃	15%	15%	15%	20%	21%
70℃	16%	18%	18%	21%	21%

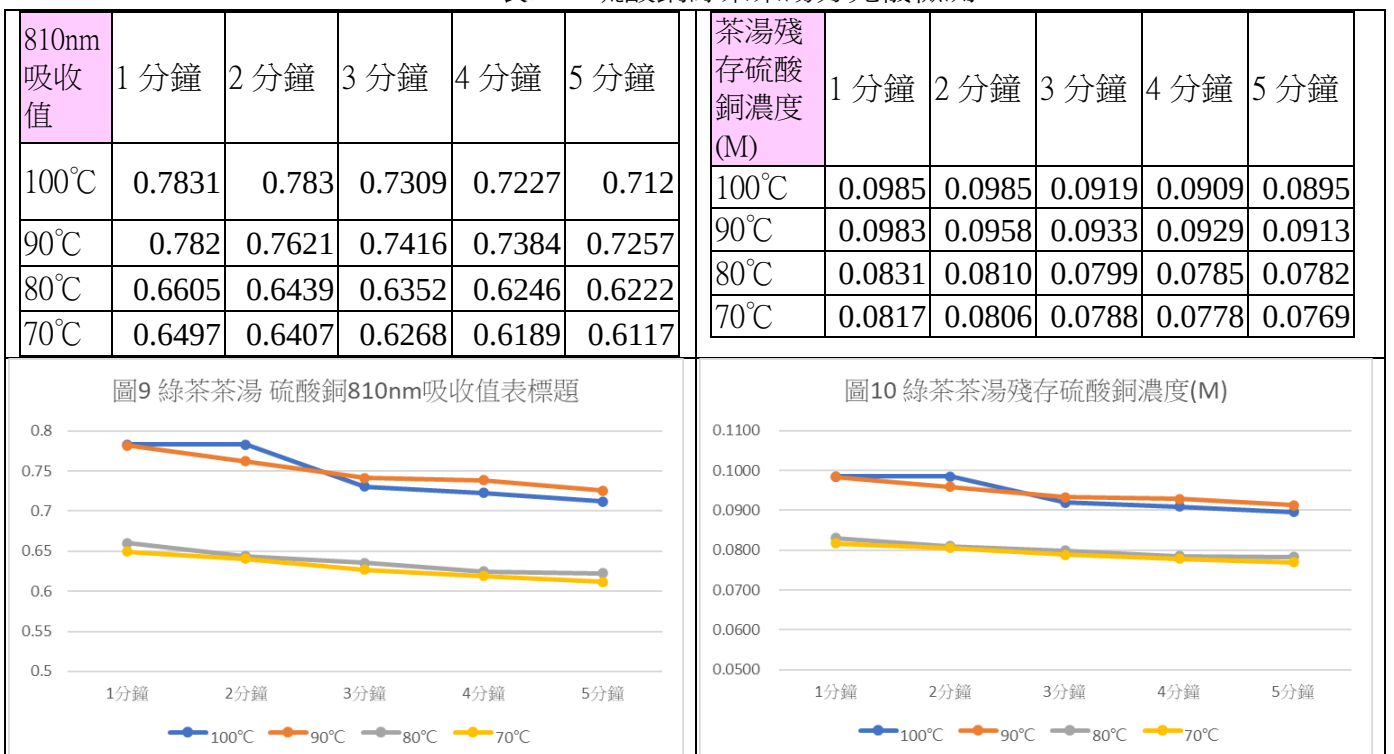


若以每包紅茶茶包清除硫酸銅的比例而言浸泡越久清除的比例越高，70 度和 80 度從一開始就表現很好，90 度和 100 度的表現較差。



我們若以紅茶每公克吸附硫酸銅的量來看浸泡時間越長吸附的效果越好，其中以 70 度和 80 度較好，90 度和 100 度的表現較差。

表四、硫酸銅綠茶茶湯分光儀檢測

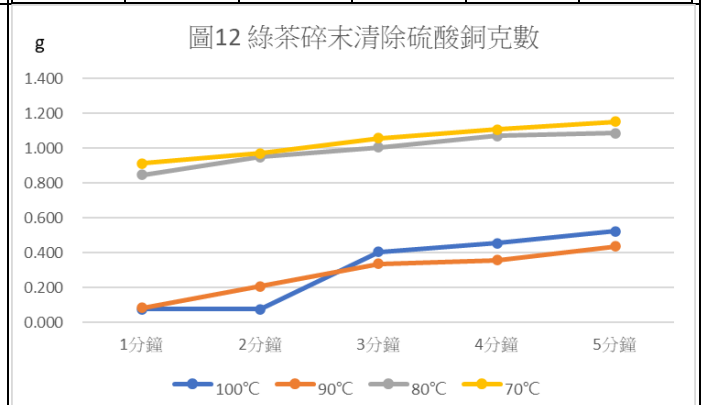
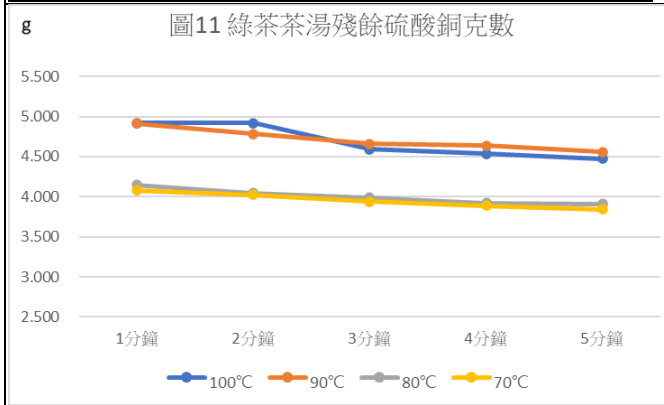


我們可以從分光光度儀 810nm 波長得知，70 ℃到 100 ℃的吸收值都隨著浸泡時間越久下降的越多，這表示綠茶茶葉吸附銅離子的量越多。但是不是溫度越高越好，70 ℃表現最好，再來是 80 ℃，90 ℃到 100 ℃的表現較差。

由吸收光譜知道茶湯的硫酸銅濃度也隨著浸泡時間增加而減少，其中 70 度和 80 度的殘存濃度較低。

表五、綠茶茶湯內硫酸銅的變化和殘存比例

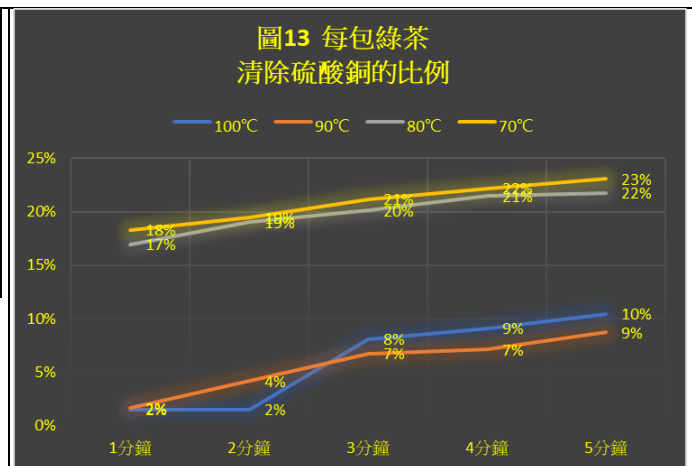
綠茶茶湯 殘餘硫酸 銅克數	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘	綠茶碎 末清除 硫酸銅 克數	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
100℃	4.918	4.917	4.590	4.539	4.471	100℃	0.076	0.077	0.404	0.455	0.522
90℃	4.911	4.786	4.657	4.637	4.557	90℃	0.083	0.208	0.337	0.357	0.436
80℃	4.148	4.044	3.989	3.922	3.907	80℃	0.846	0.950	1.005	1.071	1.086
70℃	4.080	4.024	3.936	3.887	3.841	70℃	0.914	0.970	1.058	1.107	1.152



我們可以從上面的圖表發現綠茶茶湯參與的硫酸銅克數是隨浸泡時間而遞減的，也就是說綠茶茶葉清除硫酸銅的質量逐漸增加，如圖 12，其中表現最好的還是 70 ℃ 再來 80℃，90 度和 100 度的表現較差。。

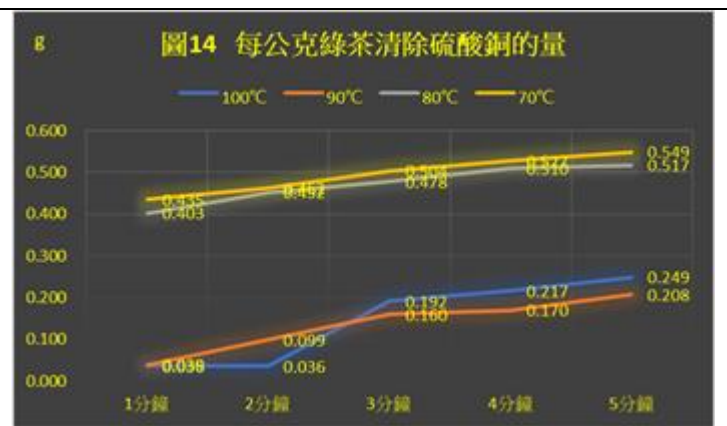
表六、綠茶茶湯內硫酸銅的變化和殘存比例

每包綠茶 清除硫酸 銅的比例	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
100℃	2%	2%	8%	9%	10%
90℃	2%	4%	7%	7%	9%
80℃	17%	19%	20%	21%	22%
70℃	18%	19%	21%	22%	23%



若以每包綠茶茶包清除硫酸銅的比例而言浸泡越久清除的比例越高，70 度和 80 度從一開始就表現很好，90 度和 100 度的表現較差。

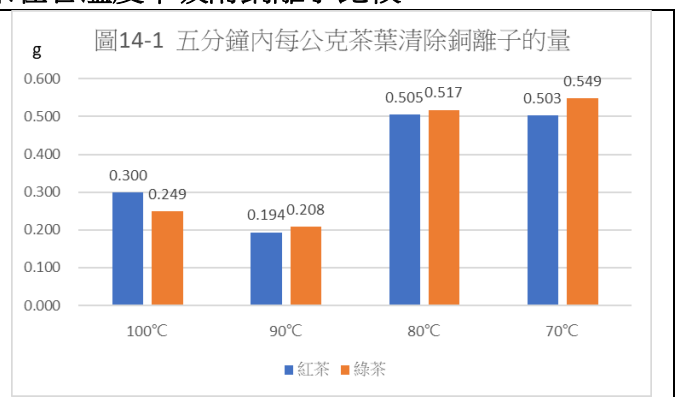
每公克綠茶 清除硫酸銅 的量	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
100℃	0.036	0.036	0.192	0.217	0.249
90℃	0.039	0.099	0.160	0.170	0.208
80℃	0.403	0.452	0.478	0.510	0.517
70℃	0.435	0.462	0.504	0.527	0.549



我們若以綠茶每公克吸附硫酸銅的量來看浸泡時間越長吸附的效果越好，其中以 70 度和 80 度較好

表七、在五分鐘內紅茶和綠茶在各溫度下吸附銅離子比較

5 分鐘內清除水中銅 離子的量	紅茶	綠茶
100℃	0.300	0.249
90℃	0.194	0.208
80℃	0.505	0.517
70℃	0.503	0.549



就表七而言，泡茶 5 分鐘內 70~80 度清除銅離子的能力比較好，而綠茶比紅茶清除能力略高些。

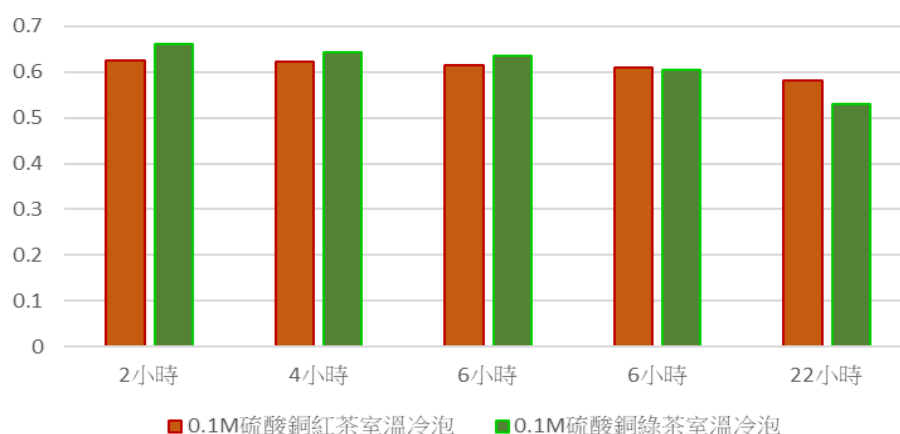
由以上紅茶與綠茶的分析，我們發現較低的溫度吸附銅離子的能力似乎看起來越好，那麼夏天大家愛喝的冷泡茶呢？是不是也有同樣的效果呢？只是冷泡茶茶葉需要較久的時間才能慢慢泡開，所以我們就分別以 2 小時、4 小時、6 小時、8 小時與隔夜後 22 小時來測量吸附銅離子的能力。

請看以下的分析

表八、冷泡硫酸銅紅茶和硫酸銅綠茶湯分析比較

茶葉室溫冷泡 0.1M 硫酸銅吸 810nm 吸收值	2 小時	4 小時	6 小時	6 小時	22 小時
0.1M 硫酸銅紅茶室溫冷泡	0.6238	0.622	0.6141	0.6095	0.5811
0.1M 硫酸銅綠茶室溫冷泡	0.6603	0.6437	0.6338	0.6039	0.5302

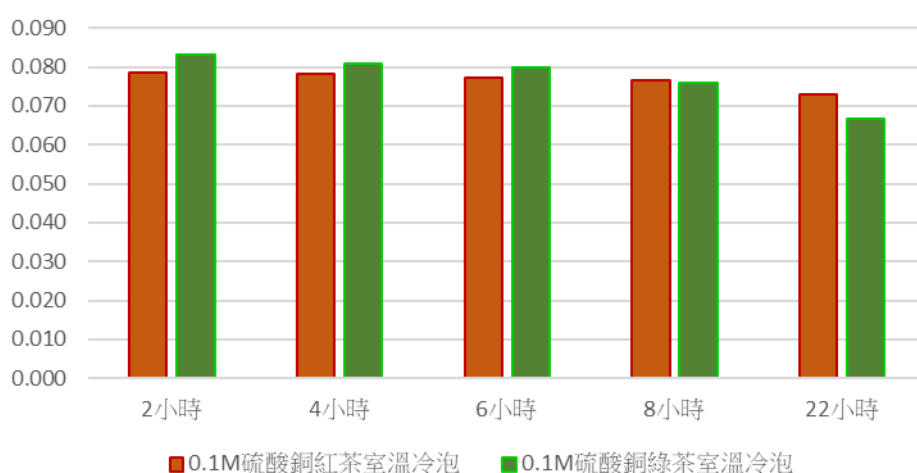
圖15 茶湯室溫冷泡硫酸銅吸810nm吸收值



在冷泡茶方面我們發現兩小時之內就有很好的吸收值，然後逐漸遞減，綠茶吸收值稍低於紅茶一點

茶湯硫酸銅殘餘濃度(M)	2 小時	4 小時	6 小時	8 小時	22 小時
0.1M 硫酸銅紅茶室溫冷泡	0.078	0.078	0.077	0.077	0.073
0.1M 硫酸銅綠茶室溫冷泡	0.083	0.081	0.080	0.076	0.067

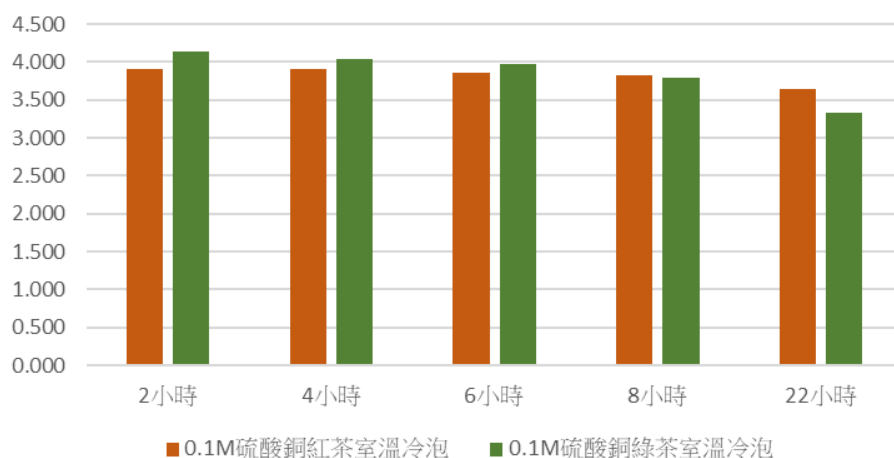
圖14 茶湯硫酸銅殘餘濃度(M)



若是把吸收值換算成莫耳濃度，起初紅茶吸附能力較佳，8 小時後綠茶的莫爾濃度略低於紅茶

冷泡茶湯硫酸銅殘餘克數	2 小時	4 小時	6 小時	8 小時	22 小時
0.1M 硫酸銅紅茶室溫冷泡	3.917	3.906	3.857	3.828	3.649
0.1M 硫酸銅綠茶室溫冷泡	4.147	4.042	3.980	3.792	3.330

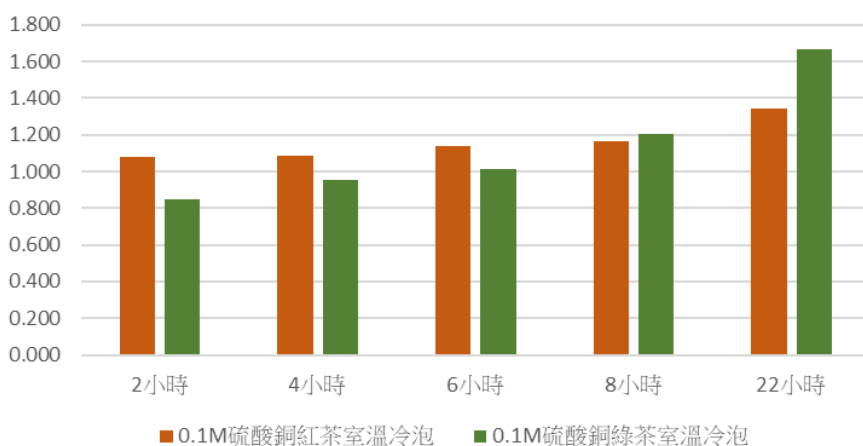
圖15 冷泡茶湯硫酸銅殘餘克數



若是換算成質量，起初紅茶殘餘質量較低，8 小時後綠茶的莫爾濃度略低於紅茶

冷泡茶硫酸銅清除克數	2 小時	4 小時	6 小時	8 小時	22 小時
0.1M 硫酸銅紅茶室溫冷泡	1.076	1.088	1.137	1.166	1.345
0.1M 硫酸銅綠茶室溫冷泡	0.847	0.951	1.014	1.201	1.664

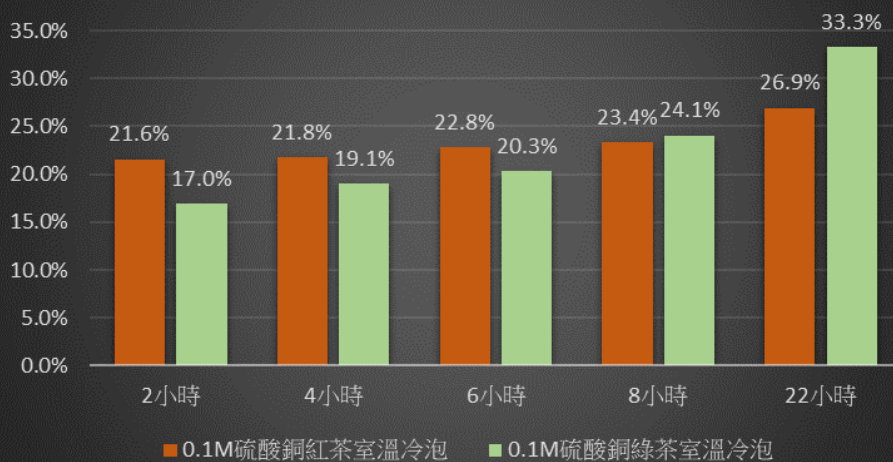
圖16 冷泡茶硫酸銅清除克數



冷泡茶清除硫酸銅克數，一開始紅茶表現較佳 8 小時後綠茶表現更好

每包茶葉清除硫酸銅的比例	2 小時	4 小時	6 小時	6 小時	22 小時
0.1M 硫酸銅紅茶室溫冷泡	21.6%	21.8%	22.8%	23.4%	26.9%
0.1M 硫酸銅綠茶室溫冷泡	17.0%	19.1%	20.3%	24.1%	33.3%

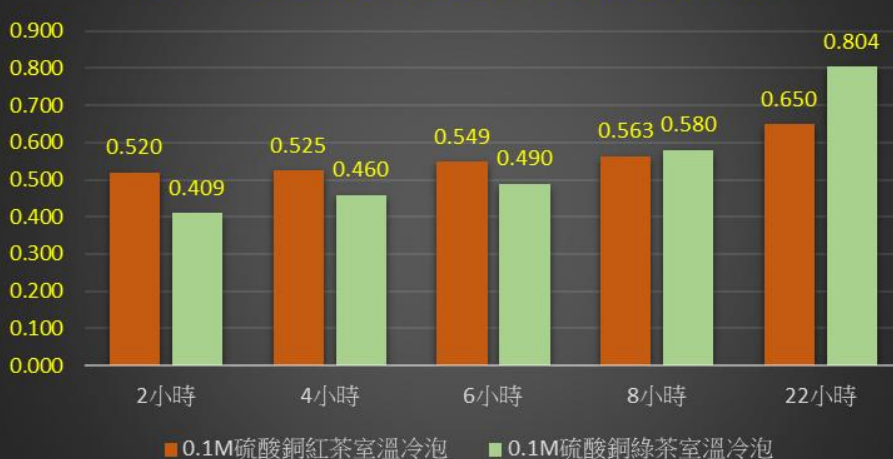
圖17 每包茶葉清除硫酸銅的比例



每包茶葉清除硫酸銅的百分比起初是紅茶較好，8 小時後綠茶表現較好

每公克茶葉清除硫酸銅的量	2 小時	4 小時	6 小時	8 小時	22 小時
0.1M 硫酸銅紅茶室溫冷泡	0.520	0.525	0.549	0.563	0.650
0.1M 硫酸銅綠茶室溫冷泡	0.409	0.460	0.490	0.580	0.804

圖18 每公克茶葉清除硫酸銅的量



至於每公克茶葉清除硫酸銅的量前面 6 小時紅茶表現較佳 8 小時後綠茶較紅茶優

分析到這裡，我們不禁思考用含有重金屬的水是否會影響茶類的抗氧化活性呢？於是我們使用碘液滴定法來測定茶湯裡的總體抗氧化活性，請看我們以下的分析。

二、受汙染的水泡茶是否影響茶湯的抗氧化活性

我們利用碘液滴定法來測定 70 °C 到 100 °C 泡 1 分鐘到 5 分鐘茶湯與泡 22 小時的茶湯抗氧化活性檢測

表九、紅茶茶湯的抗氧化活性檢測

紅茶 100°C	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
對照組 RO 水 0.002M 碘液 體積(mL)	3.1	2.42	2.36	2.8	2.4
實驗組 0.1M 硫酸銅 0.002M 碘液 體積(mL)	1.03	1.17	1.1	1.13	1.27
抗氧化活性損失	2.07	1.25	1.26	1.67	1.13
抗氧化活性殘餘百分比	33.2%	48.3%	46.6%	40.4%	52.9%

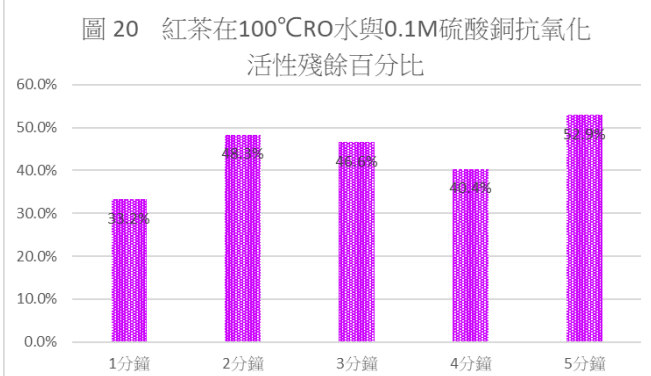
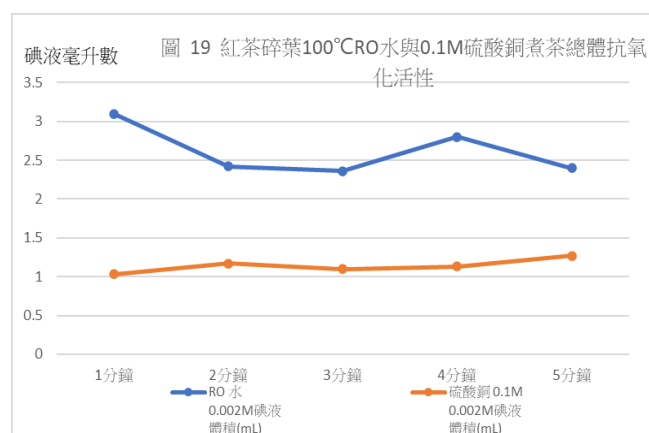
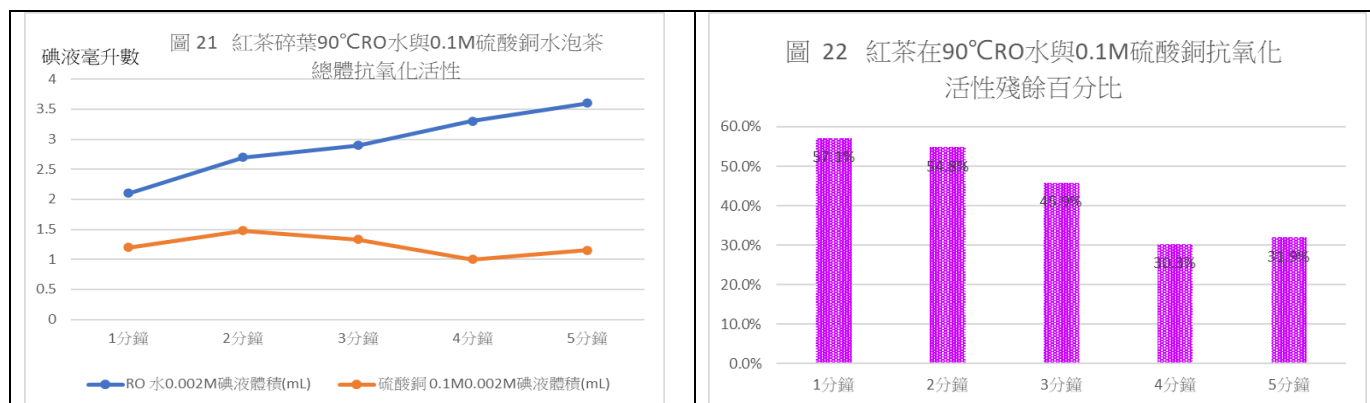


圖 19 我們可以發現在 100 °C 下紅茶泡在對照組 RO 水中其抗氧化活性較高，但是隨著浸泡時間增加抗氧化活性逐漸降低。實驗組泡硫酸銅溶液的頸微幅增加抗氧化活性，但是遠遠低於 RO 水泡的

圖 20 中發現實驗組的抗氧化活性僅時對照組的多半低於 50%，互有消長

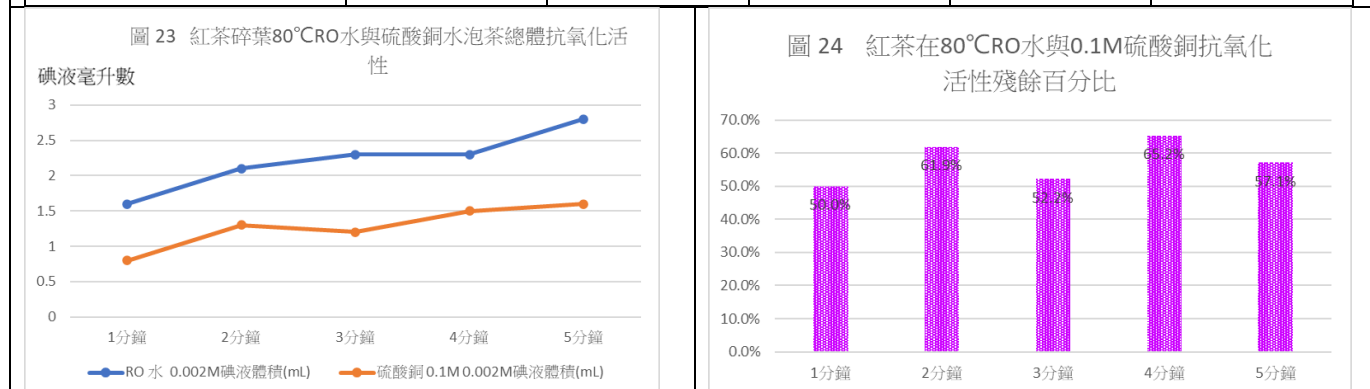
紅茶 90°C	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
對照組 RO 水 0.002M 碘液 體積(mL)	2.1	2.7	2.9	3.3	3.6
實驗組 0.1M 硫酸銅 0.002M 碘液 體積(mL)	1.2	1.48	1.33	1	1.15
抗氧化活性損失	0.9	1.22	1.57	2.3	2.45
抗氧化活性殘餘百分比	57.1%	54.8%	45.9%	30.3%	31.9%



在 90 °C 對照組中，紅茶的抗氧化活性隨著浸泡時間越久就逐漸增加，在實驗組中硫酸銅的存在讓紅茶茶湯的抗氧化活性逐漸遞減

90 °C 下的對照組和實驗組抗氧化或性的百分比都逐漸遞減，由此可見在 90 °C 以下同離子對抗氧化活性的危害是尤為明顯

紅茶 80°C	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
對照組 RO 水 0.002M 碘液 體積(mL)	1.6	2.1	2.3	2.3	2.8
實驗組 0.1M 硫酸銅 0.002M 碘液 體積(mL)	0.8	1.3	1.2	1.5	1.6
抗氧化活性損失	0.8	0.8	1.1	0.8	1.2
抗氧化活性殘餘百分比	50.0%	61.9%	52.2%	65.2%	57.1%



在 80 °C 對照組中，紅茶的抗氧化活性隨著浸泡時間越久就逐漸增加，在實驗組中硫酸銅的存在讓紅茶茶湯的抗氧化活性雖然下降，但是卻也隨著浸泡時間增加而微幅上揚

圖 24 中發現實驗組的抗氧化活性僅時對照組的多半於 50%~65%左右，互有消長，其比例似乎優於其他溫度

紅茶 70°C	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
對照組 RO 水 0.002M 碘液 體積(mL)	1.2	1.5	2.1	2.3	2.1
實驗組 0.1M 硫酸銅 0.002M 碘液 體積(mL)	0.6	0.9	1	1	1.2
抗氧化活性損失	0.6	0.6	1.1	1.3	0.9
抗氧化活性殘餘百分比	50.0%	60.0%	47.6%	43.5%	57.1%

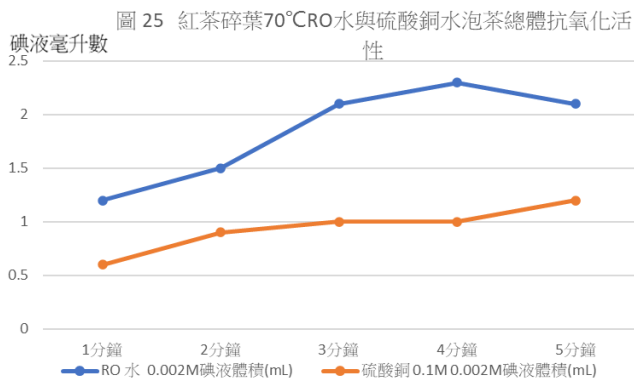
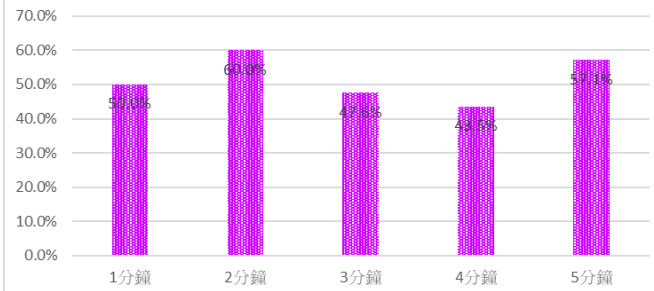


圖 26 紅茶在70°CRO水與0.1M硫酸銅抗氧化活性殘餘百分比



在 70 °C 對照組中，紅茶的抗氧化活性隨著浸泡時間越久就逐漸增加，在實驗組中硫酸銅的存在讓紅茶茶湯的抗氧化活性雖然下降，但是卻也隨著浸泡時間增加而微幅上揚

圖 26 中發現實驗組的抗氧化活性僅時對照組的多半於 40%~60%左右，互有消長

有表九中紅茶茶湯抗氧化活性檢測，我們發現在 90 度的時候抗氧化活性對照組比較好，實驗組會逐漸下降差異較大，我們覺得或許在 90 度的浸泡溫度較好。

而實驗組在任何一個溫度下都會造成抗氧化活性的損失。若是綠茶是否也有類似的表現呢？

表十、綠茶茶湯的抗氧化活性檢測

綠茶 100°C	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
對照組 RO 水 0.002M 碘液 體積(mL)	3.8	3.6	3.4	3.4	3.5
實驗組 0.1M 硫酸銅 0.002M 碘液 體積(mL)	2.6	3.8	4.4	4.3	4.4
抗氧化活性損失	1.15	-0.2	-1	-0.93	-0.9
抗氧化活性殘餘百分比	69.3%	105.6%	129.4%	127.6%	125.7%

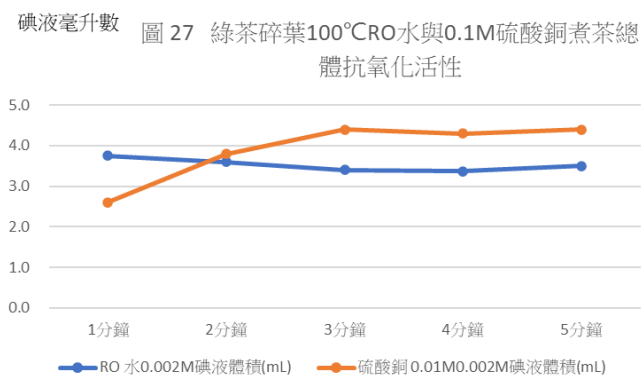
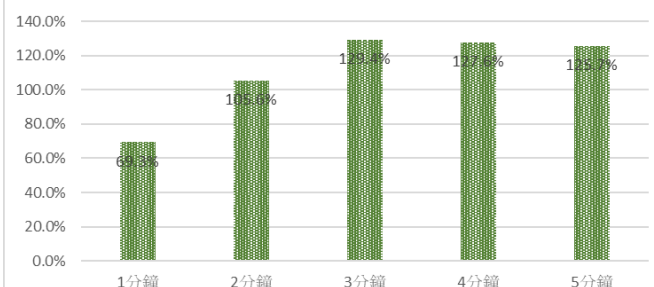


圖 28 綠茶在100°CRO水與0.1M硫酸銅抗氧化活性殘餘百分比



綠茶在 100 °C 實驗組在浸泡第 2 分鐘後其抗氧化活性竟然高過對照組，我們查過文獻，似乎跟兒茶素有關係

所以實驗組和對照組在第 2 分鐘之後其抗氧化活性超過 100%

綠茶 90℃	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
對照組 RO 水 0.002M 碘液 體積(mL)	5.03	5.1	5.7	5.35	5.45
實驗組 0.1M 硫酸銅 0.002M 碘液 體積(mL)	2.1	2.47	3.17	2.9	3.3
抗氧化活性損失	2.93	2.63	2.53	2.45	2.15
抗氧化活性殘餘百分比	41.7%	48.4%	55.6%	54.2%	60.6%

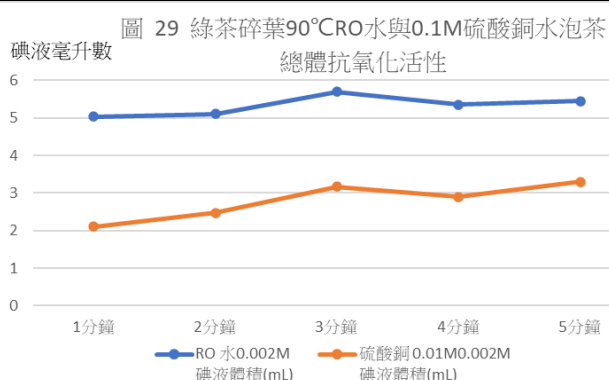
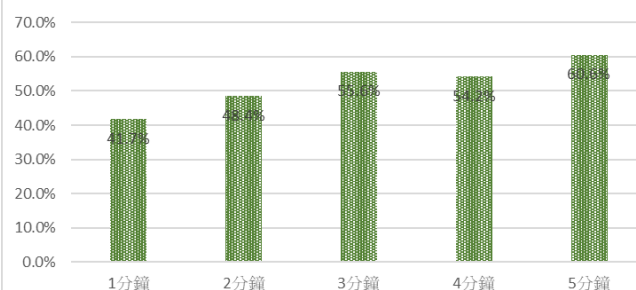


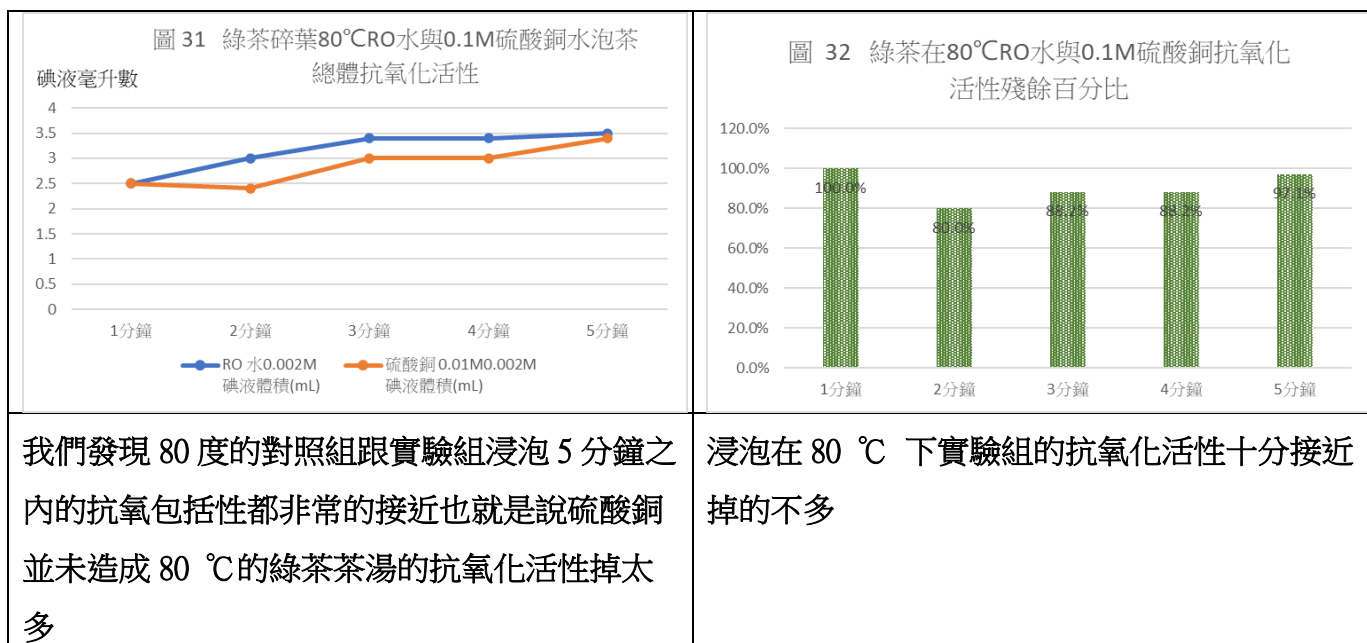
圖 30 綠茶在90℃RO水與0.1M硫酸銅抗氧化活性殘餘百分比



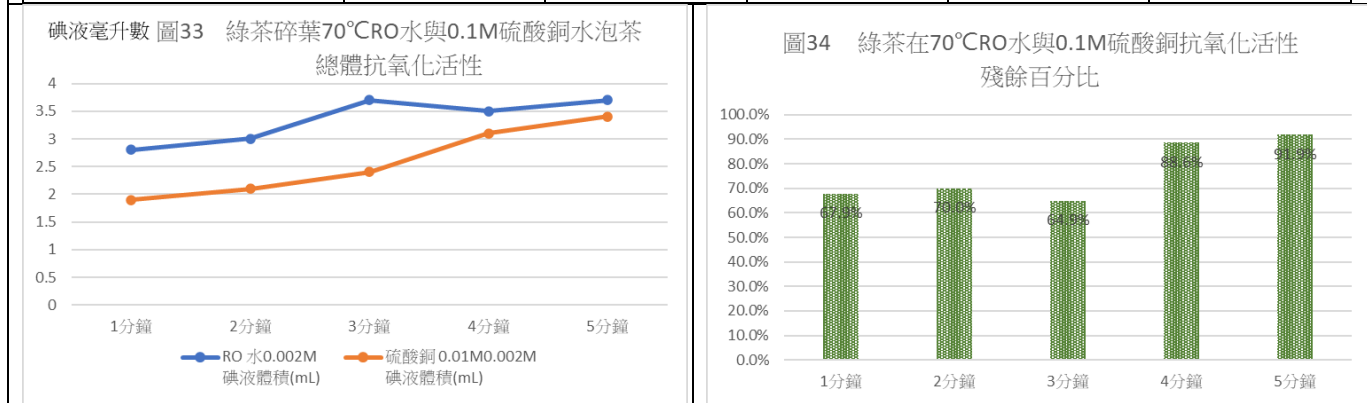
在 90 °C 對照組中，紅茶的抗氧化活性隨著浸泡時間越久就微幅增加，在實驗組中硫酸銅的存在讓紅茶茶湯的抗氧化活性雖然下降，但是卻也隨著浸泡時間增加而微幅上揚

圖 30 中發現實驗組的抗氧化活性僅時對照組的多半於 40%~60%左右，互有消長

綠茶 80℃	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
對照組 RO 水 0.002M 碘液 體積(mL)	2.5	3	3.4	3.4	3.5
實驗組 0.1M 硫酸銅 0.002M 碘液 體積(mL)	2.5	2.4	3	3	3.4
抗氧化活性損失	0	0.6	0.4	0.4	0.1
抗氧化活性殘餘百分比	100.0%	80.0%	88.2%	88.2%	97.1%



綠茶 70°C	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘
對照組 RO 水 0.002M 碘液 體積(mL)	2.8	3	3.7	3.5	3.7
實驗組 0.1M 硫酸銅 0.002M 碘液 體積(mL)	1.9	2.1	2.4	3.1	3.4
抗氧化活性損失	0.9	0.9	1.3	0.4	0.3
抗氧化活性殘餘百分比	67.9%	70.0%	64.9%	88.6%	91.9%

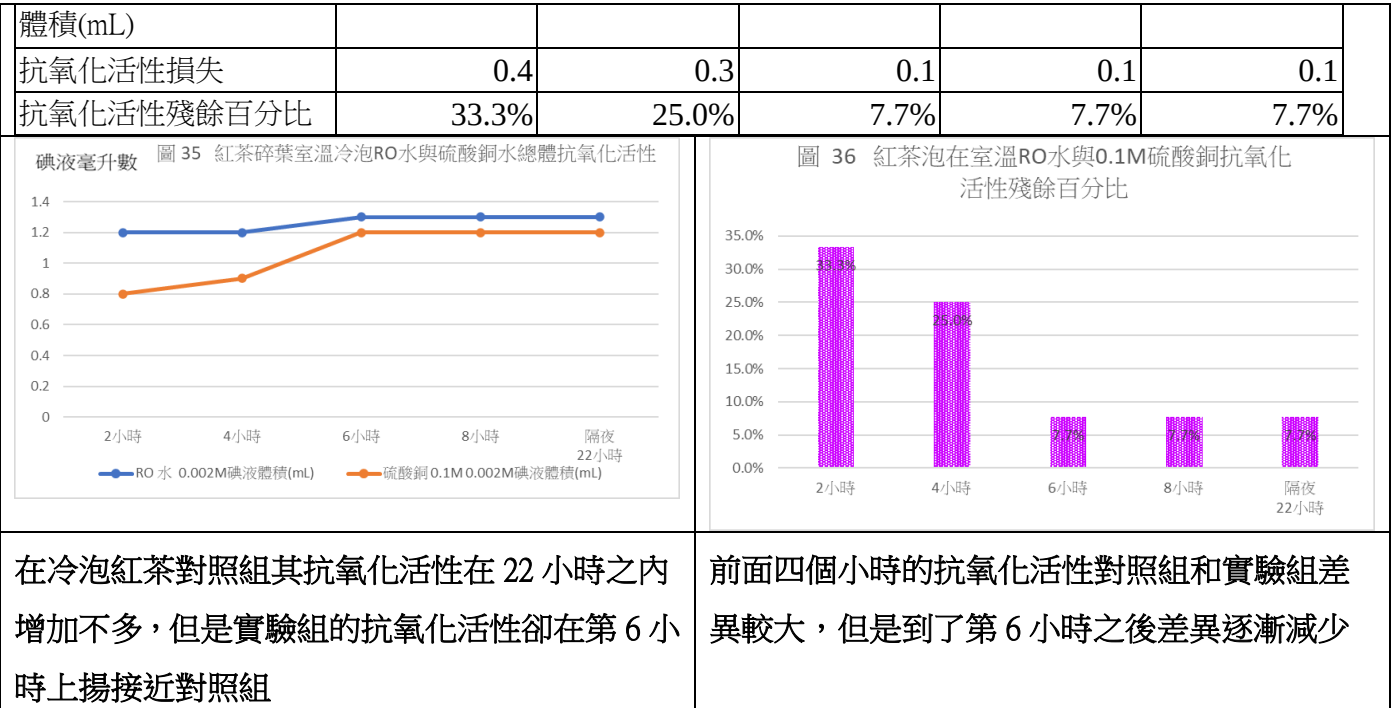


在 70 度的綠茶抗氧化活性對照組和實驗組隨著浸泡時間微幅上升浸泡時間接近 4 分鐘的時候逐漸微幅接近

浸泡在 70 °C 下實驗組的抗氧化活性浸泡時間增加損失較少，浸泡時間接近 4 分鐘的時候對照組和實驗組百分比較高

表十、冷泡茶湯的抗氧化活性檢測

紅茶	2 小時	4 小時	6 小時	8 小時	22 小時
對照組 RO 水 0.002M 碘液 體積(mL)	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
實驗組 0.1M 硫酸銅 0.002M 碘液	0.8	0.9	1.2	1.2	1.2



柒、結論

根據以上的實驗，結果我們可以得到以下的結論

一、關於紅茶和綠茶在含有金屬離子的水中浸泡時，確實能夠吸附金屬離子進而清除水中的金屬離子。

二、浸泡時間越久吸附越多，清除得越乾淨，在我們的實驗中，綠茶的清除能力 22~23%略優於紅茶 20~21%

三、茶葉吸附金屬離子的溫度並不是越高越好，反而是在低溫下比較能夠吸附金屬離子進而清除水中的金屬離子。

四、關於抗氧化活性經過實驗結果顯示，很多時候重金屬離子在溫度較高的情況下，比如說 90 度 100 度的確會影響茶湯的抗氧化活性，但是影響並沒有想像的大，特別是綠茶我們查到的文獻有說明兒茶素跟適量的銅離子有很好的螯合作用也會讓抗氧化活性增加，我們在冷泡茶跟 80 度 70 度的綠茶已經看出來了。

接下來我們要實驗的金屬離子是鈣離子，敬請期待。

捌、參考文獻

- 一、「茶」「毒」生靈－茶葉渣對重金屬的吸附嘉義市第 37 屆中小學科學展覽會
- 二、化學小偵探重金屬離子的奇幻之旅：利用果膠球與茶葉渣清除水中的重金屬離子」
- 三、農業廢棄物再利用-吸附重金屬離子之研究 53 屆國展化學科佳作
- 四、<https://edh.tw/articles/PIBgrZw>