

嘉義市第 37 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學科(2)(環保與民生)

組 別：國中

作品名稱：「奇」蒙子 Young— 探討奇亞籽之抗氧化力及其相關研究

關鍵詞：奇亞籽、抗氧化力、氧化還原



編 號：

摘要

奇亞籽有「奇蹟種子」的美譽，是天然的抗氧化劑，於是我們想來研究奇亞籽的抗氧化效果。本實驗以氧化還原電位計作為觀測工具，接著以浸泡時間、質量多寡、顆粒大小、浸泡溫度及浸泡溶液種類等來探討奇亞籽溶液的抗氧化力。研究結果顯示，奇亞籽浸泡於水中 24 個小時後可具抗氧化力；奇亞籽質量多寡並不直接影響抗氧化效果；研磨過的奇亞籽效果較佳；置於室溫的奇亞籽溶液較冰箱及恆溫箱的效果好；在浸泡溶液種類上，奇亞籽在綠茶及鹼性離子水中具有抗氧化力，且以浸泡於綠茶的效果最佳。

壹、研究動機

近年來，人們注重養生，而有些人是從食物著手。有天，我們恰巧看到一位同學在喝飲料，發現裡面有一顆顆像種子般的東西，我們便好奇地問：「你在喝什麼？」她回答：「我在喝奇亞籽啊。」頓時，我們心中充滿了好奇與疑惑：「什麼是奇亞籽呀？為什麼飲料裡頭要加入奇亞籽呢？」我們終究還是控制不住內心的求知欲，所以就上網查詢了相關資料，資料顯示奇亞籽有高抗氧化能力且富含膳食纖維，具高營養價值，因此有「奇蹟種子」之稱，於是我們就想研究這個「奇蹟種子」的迷人之處。

貳、實驗目的

- 一、探討奇亞籽浸泡時間對其抗氧化力的影響。
- 二、探討奇亞籽質量多寡對其抗氧化力的影響。
- 三、探討奇亞籽顆粒大小對其抗氧化力的影響。
- 四、探討奇亞籽浸泡溫度對其抗氧化力的影響。
- 五、探討奇亞籽浸泡溶液種類對其抗氧化力的影響。

參、研究設備及器材

- 一、實驗材料：奇亞籽(圖 1)、純水、紅茶(圖 2)、汽水(圖 3)、醋(圖 4)、糖(圖 5)、檸檬汁(圖 6)、鹽(圖 7)、綠茶(圖 8)、鹼性離子水(圖 9)、小蘇打粉(圖 10)、蜂蜜(圖 11)。
- 二、實驗器具：燒杯、滴管、刮勺、電子天平、保鮮膜、抹布、洗滌瓶、恆溫箱(圖 12)、研磨機(圖 13)。
- 三、觀測工具：pH 計(圖 14)、氧化還原電位計(圖 15)。



(圖 1 奇亞籽)



(圖 2 紅茶)



(圖 3 汽水)



(圖 4 醋)



(圖 5 糖)



(圖 6 檸檬汁)



(圖 7 鹽)



(圖 8 綠茶)



(圖 9 鹼性離子水)



(圖 10 小蘇打粉)



(圖 11 蜂蜜)



(圖 12 恆溫箱)



(圖 13 研磨機)



(圖 14 pH 計)



(圖 15 氧化還原電位計)

肆、研究過程或方法

一、奇亞籽及其來源簡介

(一) 奇亞籽

中文名稱	奇亞籽	英文名稱	Chia seed
來源	芡歐鼠尾草(種子)		
形態特徵	1.奇亞籽的直徑約為 1mm，呈橢圓形，表面光滑有光澤，顏色斑駁，帶有棕色、灰色、黑色和白色。 2.具親水性，浸泡時能夠吸收其重量 12 倍的液體。浸泡時，種子表面會形成黏液塗層，使奇亞籽飲料有一種獨特的凝膠質感。		
營養成分	奇亞籽含 31%的脂肪、26%的碳水化合物、18%的膳食纖維及 16%的無麩質蛋白，特別之處在於油脂中含有 68%的 Alpha-亞麻酸(Omega 3 的一種)，含量遠勝其它種子。除此之外，它也是多種維生素(硫胺素、核黃素、煙酸、葉酸、維生素 C 和維生素 A)及礦物質(鈣、磷、鉀和鎂等)的來源之一。		

(二) 芡歐鼠尾草

名稱	芡歐鼠尾草	學名	<i>Salvia hispanica</i>
科學分類	植物界-被子植物門-雙子葉植物綱-唇形目-唇形科-鼠尾草屬-芡歐鼠尾草種		
形態特徵	1.一年生草本植物，枝幹呈四邊形、有分枝，長有短小的白色絨毛。 2.葉片上覆蓋著非常短的白色絨毛，葉緣呈鋸齒狀。 3.花朵成簇生長在枝條末端或葉腋處的花穗上，由尖端長且鋒利的花苞保護。花萼很韌，呈管狀，表面有條狀花紋、白色細毛。花萼由三片萼芽組成。花冠呈管狀，顏色為藍色，有四個雄蕊，其中兩個體積較大且沒有繁殖能力。子房為平圓形，柱頭分成兩半。		

二、測量抗氧化力的方式

(一) 間接碘滴定法：將含有抗氧化力的物質，滴入碘液和澱粉指示劑的混合溶液內，碘分子和待測抗氧化物質會析出碘離子，當到了碘滴定終點時顏色會由藍色變透明，但此方法適用於弱酸性，並不符合我們的實驗。

(二) 直接碘滴定法：將含有抗氧化力的物質加入澱粉指示劑，再使用碘直接滴定，而待測物質與碘反應會讓碘還原回碘離子，顏色是透明無色，當待測物質與碘反應完成，剩餘的

碘分子無法還原回碘離子，此為點滴定終點，屆時滴入澱粉指示劑會與碘反應，顏色會變成藍色，此法常用來測定維生素 C 的含量，故也不適用於本實驗。

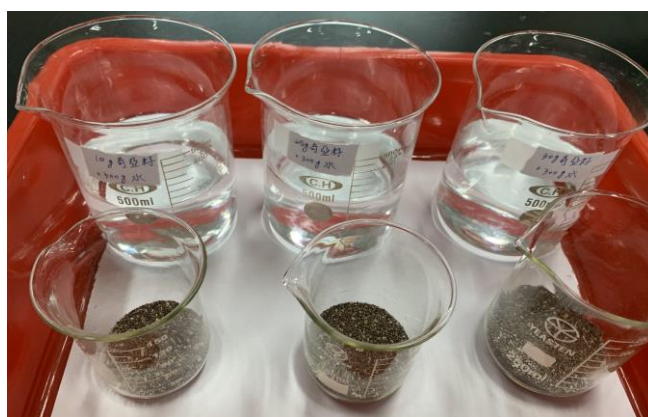
(三) 高錳酸鉀滴定法：高錳酸鉀在強酸溶液中氧化力最強，故此方法多用於強酸性溶液中，但仍不是本實驗需要的測量方法。

(四) TWINNO ORP30 氧化還原電位計：TWINNO ORP30 氧化還原電位計用來測量溶液的氧化還原電位(mV)，若數值為正，代表它具氧化力，反之若數值為負，則代表其有抗氧化力，且未特別限制酸鹼性環境下使用，正好符合我們的實驗所需，故選擇使用氧化還原電位計來測量本實驗數值。

三、奇亞籽溶液的各種變因製作方法

(一) 浸泡時間：將 10g 奇亞籽倒入 300g 的水中後，每隔一小時測量一次數值並加以記錄。

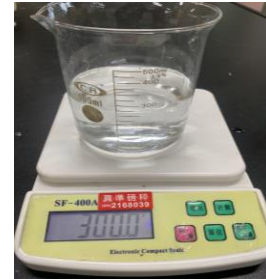
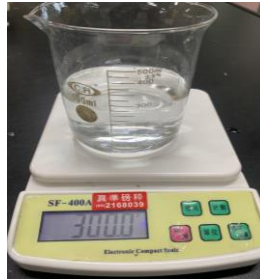
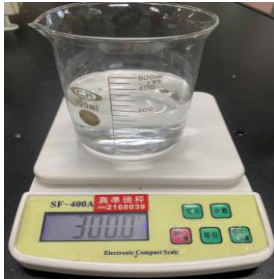
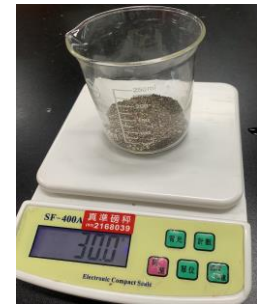
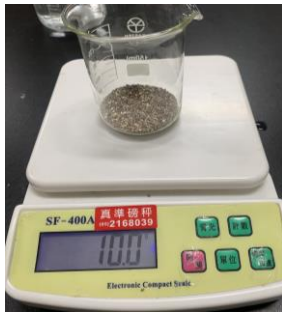
(二) 質量：將不同質量的奇亞籽與相同水量配製成奇亞籽溶液(圖 16)，配製數據如表 1，以電子秤量秤出預定質量的奇亞籽(圖 17 至圖 19)。將配製成的奇亞籽溶液，經過相同浸泡時間後，觀測奇亞籽溶液的氧化還原電位。



(圖 16 不同質量的奇亞籽與相同水量配製成奇亞籽溶液)

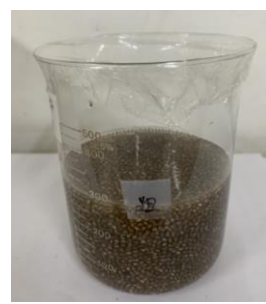
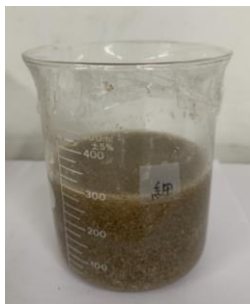
表 1 配製不同質量奇亞籽與相同水量的奇亞籽溶液

	溶液 1	溶液 2	溶液 3
奇亞籽質量(公克)	10	20	30
水的質量(公克)	300	300	300



(圖 17 10g 奇亞籽與 300g 水) (圖 18 20g 奇亞籽與 300g 水) (圖 19 30g 奇亞籽與 300g 水)

(三) 顆粒粗細：將奇亞籽秤好克數(30g)後，分別將其磨碎成細(標示為細)、略細(標示為中)、不磨碎奇亞籽(標示為粗)並配製成奇亞籽溶液，經過相同浸泡時間後，觀測奇亞籽溶液的氧化還原電位(如圖 20 至圖 22)。



(圖 20 顆粒細)

(圖 21 顆粒中)

(圖 22 顆粒粗)

(四) 溫度：按照以上方法，製作三杯皆為 30 克奇亞籽與 300 克水的奇亞籽溶液，置於 3 個不同溫度的環境，分別為：冰箱(約 4.0°C)、室溫(約 19.5~24.0°C)、恆溫箱(約 60.0°C)，放置相同時間後，測量在不同溫度下的奇亞籽溶液之氧化還原電位(圖 23 至圖 25)。

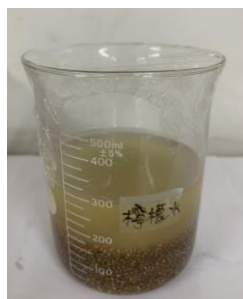


(圖 23 奇亞籽溶液在冰箱)

(圖 24 奇亞籽溶液在室溫下)

(圖 25 奇亞籽溶液在恆溫箱)

(五) 溶液種類：因日常生活中，一般人常將奇亞籽搭配各式飲料，於是我們將奇亞籽溶液中的水替換成其他溶液，分別為：檸檬水、蜂蜜水、糖水、汽水、醋、小蘇打水、綠茶、鹼性離子水、紅茶、食鹽水(如圖 26 至圖 35)。將 30g 奇亞籽浸泡於這十種溶液(300g 溶液)中，放置相同時間後，觀測奇亞籽溶液的氧化還原電位，藉以判斷其抗氧化效果。



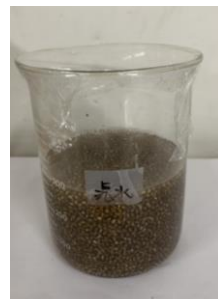
(圖 26 檸檬水)



(圖 27 蜂蜜水)



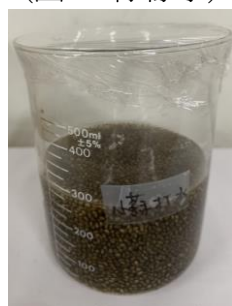
(圖 28 糖水)



(圖 29 汽水)



(圖 30 醋)



(圖 31 小蘇打水)



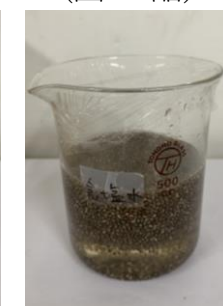
(圖 32 綠茶)



(圖 33 鹼性離子水)



(圖 34 紅茶)



(圖 35 食鹽水)



(圖 26 至圖 30 之綜合圖)



(圖 31 至圖 35 之綜合圖)

四、氧化還原電位計測量過程

將 TWINNO ORP30 氧化還原電位計的測量端放入奇亞籽溶液中，等待氧化還原數值顯示(圖 36)後，記錄於實驗記錄本的表格，再將奇亞籽溶液攪拌 (或拿離溶液水面)使數值跳離定值，再放入待測溶液中進行第二次數值測量，以此重複觀測步驟至第三次數值測量，並將此三次測量數值取平均值作為實驗數據，最後將 TWINNO ORP30 氧化還原電位計以清水清洗後(圖 37)，以相同流程繼續測量其他溶液的實驗數值。



(圖 36 氧化還原電位計之使用)



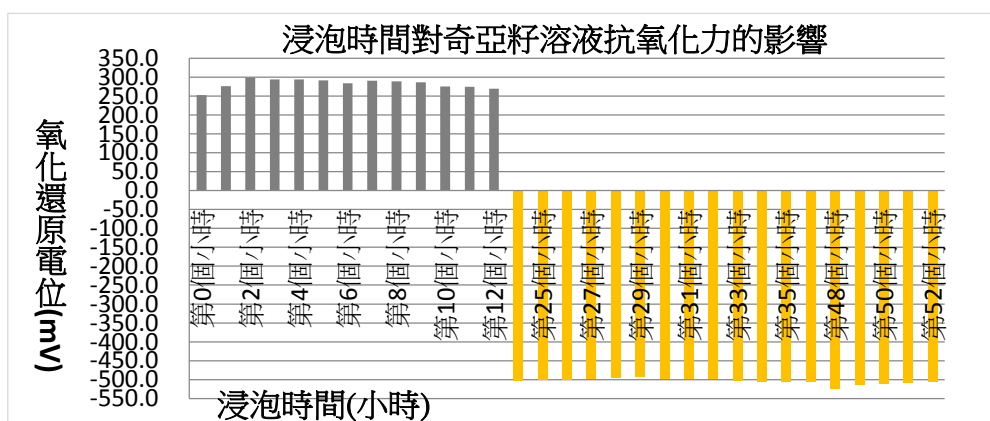
(圖 37 氧化還原電位計之清洗)

伍、實驗結果

一、浸泡時間對奇亞籽溶液抗氧化力的影響

控制變因	操縱變因	應變變因
◆盛裝奇亞籽的容器(500ml 燒杯) ◆奇亞籽的質量(10 公克) ◆浸泡奇亞籽的水量(300 公克) ◆奇亞籽溶液浸泡溫度(室溫) ◆奇亞籽浸泡的溶液種類(水) ◆奇亞籽的顆粒大小	◆奇亞籽的浸泡時間	◆奇亞籽溶液的 氧化還原電位數值

將配製的奇亞籽溶液(300 克水加入 10 克奇亞籽)浸泡 52 個小時，期間每一小時量測一次(其中第 12-24 小時的 12 個小時為離校時間，故未量測)。我們發現 10 克的奇亞籽在 300 公克的水中浸泡 24 個小時後，其氧化還原電位值為-502.7mV，氧化還原電位達負值(圖 38)，表示此時的奇亞籽溶液具有抗氧化力；而在浸泡 24 個小時至 52 個小時的氧化還原電位介於-524.7~-492.3mV 間變化(表 2)，這表示奇亞籽在水中浸泡 24 個小時以上已具抗氧化力，但在浸泡 24 個小時之後的抗氧化能力變化不大。

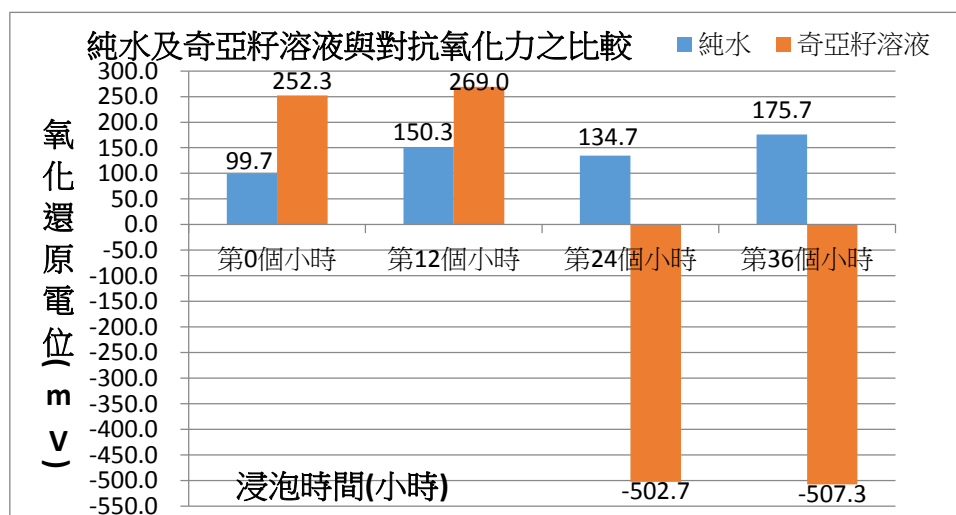


(圖 38 浸泡時間對奇亞籽溶液抗氧化力的影響)

表 2：浸泡時間長短對奇亞籽溶液之氧化還原電位結果

浸泡時間 (時間長短/時間)	氧化還原電位實驗數據(mV)			平均氧化還原電位(mV)
第 0 個小時(DAY 1-08)	257	251	249	252.3
第 1 個小時(09)	272	277	280	276.3
第 2 個小時(10)	290	302	305	299.0
第 3 個小時(11)	287	296	299	294.0
第 4 個小時(12)	284	298	300	294.0
第 5 個小時(13)	288	293	292	291.0
第 6 個小時(14)	279	283	290	284.0
第 7 個小時(15)	286	291	294	290.3
第 8 個小時(16)	284	289	293	288.7
第 9 個小時(17)	290	284	284	286.0
第 10 個小時(18)	276	276	275	275.7
第 11 個小時(19)	277	275	272	274.7
第 12 個小時(20)	272	270	265	269.0
第 24 個小時(DAY 2-08)	-503	-502	-503	-502.7
第 25 個小時(09)	-503	-498	-501	-500.7
第 26 個小時(10)	-501	-498	-501	-500.0
第 27 個小時(11)	-496	-497	-499	-497.3
第 28 個小時(12)	-498	-496	-494	-496.0
第 29 個小時(13)	-487	-497	-493	-492.3
第 30 個小時(14)	-498	-501	-499	-499.3
第 31 個小時(15)	-498	-498	-497	-497.7
第 32 個小時(16)	-497	-501	-500	-499.3
第 33 個小時(17)	-505	-505	-504	-504.7
第 34 個小時(18)	-504	-509	-507	-506.7
第 35 個小時(19)	-506	-509	-507	-507.3
第 36 個小時(20)	-507	-506	-509	-507.3
第 48 個小時(DAY 3-08)	-526	-524	-524	-524.7
第 49 個小時(09)	-514	-517	-516	-515.7
第 50 個小時(10)	-515	-512	-510	-512.3
第 51 個小時(11)	-508	-509	-509	-508.7
第 52 個小時(12)	-503	-508	-508	-506.3

另外我們做了純水及奇亞籽溶液(含 10 公克奇亞籽)與浸泡時間對抗氧化力之關係比較(圖 39)。根據實驗結果發現，10 克的奇亞籽在 300 克的水中浸泡 24 個小時後，其氧化還原電位達負值，表示奇亞籽溶液具有抗氧化力；但純水並未隨時間而具有負值的氧化還原電位，由此可知抗氧化力是奇亞籽浸泡其中所致。



(圖 39 純水及奇亞籽溶液與對抗氧化力之比較)

二、奇亞籽質量多寡對抗氧化力的影響

控制變因	操縱變因	應變變因
◆盛裝奇亞籽的容器(500ml 燒杯) ◆浸泡奇亞籽的水量(300 公克) ◆奇亞籽溶液浸泡溫度(室溫) ◆浸泡奇亞籽的溶液種類(水) ◆奇亞籽的顆粒大小	◆奇亞籽的質量	◆奇亞籽溶液的氧化還原電位數值

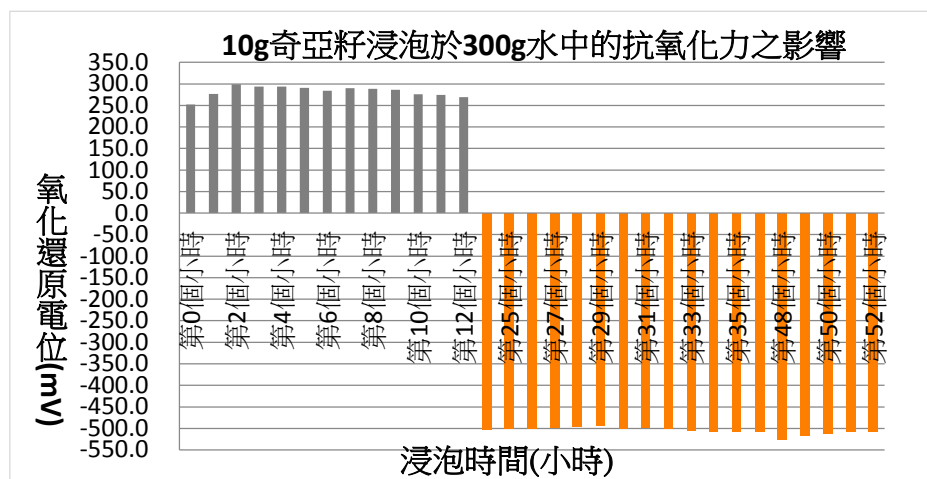
由實驗結果得知(表 3)，將 10 公克奇亞籽浸泡於 300 公克水中，其氧化還原電位在浸泡 12 個小時前維持在 252.3~299.0mV，在浸泡 24 個小時後氧化還原電位降至-502.7mV，達負值表示具抗氧化效果；浸泡 24 至 52 個小時的氧化還原電位在-549.7mV 至-492.3mV(圖 40)。

而 20 公克奇亞籽浸泡 300 公克水中時，發現奇亞籽溶液的氧化還原電位在 12 個小時前約在 252.0~328.0mV 左右，在浸泡 24 個小時後氧化還原電位降至-504.3mV，此時達負值表示具有抗氧化效果；在浸泡 24 至 52 個小時的氧化還原電位在-555.0mV 至-500.7mV (圖 41)。

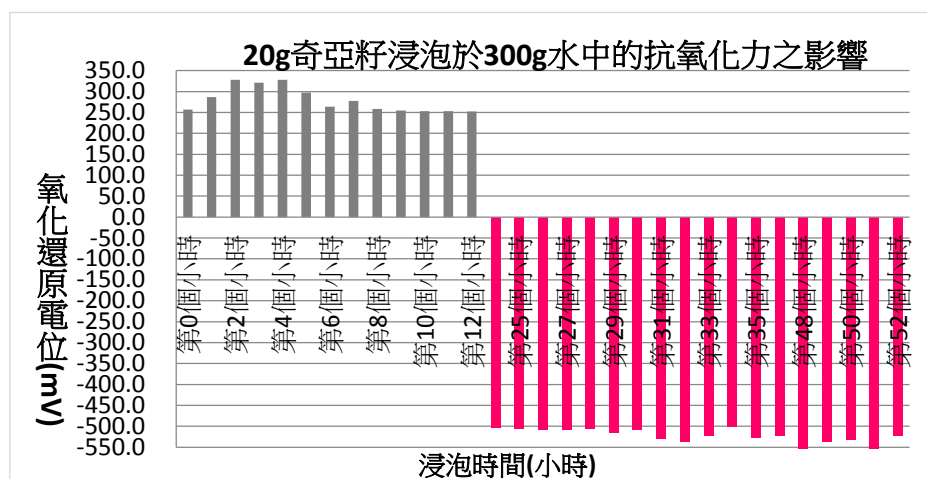
將 30 公克奇亞籽浸泡 300 公克水中，發現在奇亞籽溶液的氧化還原電位在 12 個小時前維持在 236.7~338.0mV，在浸泡 24 個小時後氧化還原電位降至-507.3mV，此時達負值表示具有抗氧化力；在浸泡 24 個小時至 52 個小時的氧化還原電位在-511.3~-464.3mV(圖 42)。

表 3：奇亞籽質量多寡對奇亞籽溶液之氧化還原電位結果

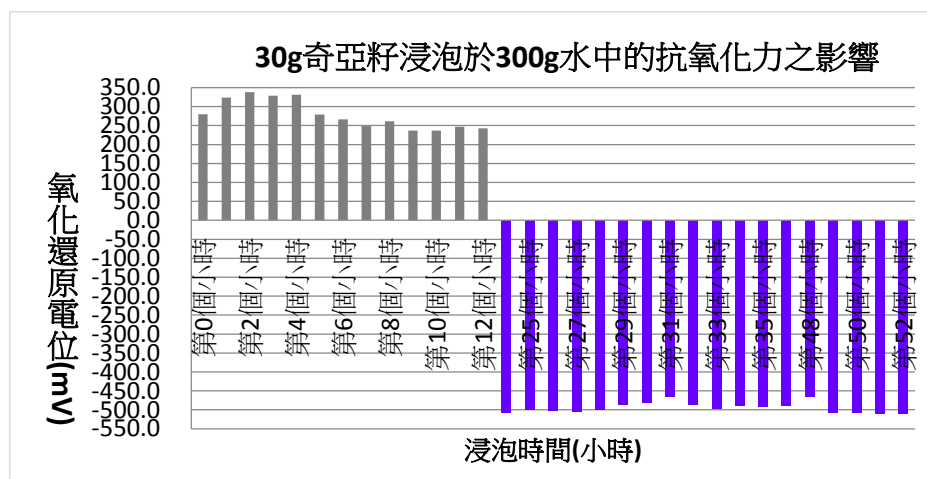
浸泡時間 (時間長短/時間)	10 公克奇亞籽				20 公克奇亞籽				30 公克奇亞籽			
	氧化還原電位 實驗數據(mV)			平均氧化還原 電位 (mV)	氧化還原電位 實驗數據(mV)			平均氧化還原 電位 (mV)	氧化還原電位 實驗數據(mV)			平均氧化還原 電位 (mV)
第 0 個小時(08)	257	251	249	252.3	249	260	262	257.0	279	277	283	279.7
第 1 個小時(09)	272	277	280	276.3	283	287	291	287.0	329	320	323	324.0
第 2 個小時(10)	290	302	305	299.0	326	327	331	328.0	339	339	336	338.0
第 3 個小時(11)	287	296	299	294.0	315	326	323	321.3	322	331	333	328.7
第 4 個小時(12)	284	298	300	294.0	327	330	327	328.0	334	330	330	331.3
第 5 個小時(13)	288	293	292	291.0	295	299	299	297.7	271	280	286	279.0
第 6 個小時(14)	279	283	290	284.0	266	266	260	264.0	264	269	265	266.0
第 7 個小時(15)	286	291	294	290.3	276	279	278	277.7	241	250	256	249.0
第 8 個小時(16)	284	289	293	288.7	253	263	260	258.7	265	260	259	261.3
第 9 個小時(17)	290	284	284	286.0	256	254	254	254.7	240	237	233	236.7
第 10 個小時(18)	276	276	275	275.7	256	252	252	253.3	239	235	236	236.7
第 11 個小時(19)	277	275	272	274.7	256	251	251	252.7	249	247	244	246.7
第 12 個小時(20)	272	270	265	269.0	254	249	253	252.0	247	241	241	243.0
第 24 個小時(08)	-503	-502	-503	-502.7	-508	-505	-500	-504.3	-511	-505	-506	-507.3
第 25 個小時(09)	-503	-498	-501	-500.7	-504	-507	-505	-505.3	-498	-502	-500	-500.0
第 26 個小時(10)	-501	-498	-501	-500.0	-507	-509	-510	-508.7	-502	-504	-503	-503.0
第 27 個小時(11)	-496	-497	-499	-497.3	-506	-512	-508	-508.7	-506	-505	-503	-504.7
第 28 個小時(12)	-498	-496	-494	-496.0	-508	-506	-501	-505.0	-504	-495	-501	-500.0
第 29 個小時(13)	-487	-497	-493	-492.3	-521	-513	-510	-514.7	-496	-493	-469	-486.0
第 30 個小時(14)	-498	-501	-499	-499.3	-512	-504	-508	-508.0	-484	-477	-484	-481.7
第 31 個小時(15)	-498	-498	-497	-497.7	-531	-534	-522	-529.0	-474	-450	-472	-465.3
第 32 個小時(16)	-497	-501	-500	-499.3	-536	-541	-535	-537.3	-485	-482	-493	-486.7
第 33 個小時(17)	-505	-505	-504	-504.7	-525	-522	-519	-522.0	-496	-498	-498	-497.3
第 34 個小時(18)	-504	-509	-507	-506.7	-500	-499	-503	-500.7	-497	-481	-493	-490.3
第 35 個小時(19)	-506	-509	-507	-507.3	-527	-532	-521	-526.7	-490	-493	-492	-491.7
第 36 個小時(20)	-507	-506	-509	-507.3	-520	-522	-522	-521.3	-490	-491	-491	-490.7
第 48 個小時(08)	-526	-524	-524	-524.7	-557	-554	-551	-554.0	-435	-477	-481	-464.3
第 49 個小時(09)	-514	-517	-516	-515.7	-539	-535	-537	-537.0	-506	-506	-508	-506.7
第 50 個小時(10)	-515	-512	-510	-512.3	-528	-525	-540	-531.0	-505	-508	-509	-507.3
第 51 個小時(11)	-508	-509	-509	-508.7	-555	-550	-560	-555.0	-511	-509	-512	-510.7
第 52 個小時(12)	-503	-508	-508	-506.3	-526	-514	-524	-521.3	-513	-510	-511	-511.3



(圖 40 奇亞籽 10g 浸泡於 300g 水中的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)



(圖 41 奇亞籽 20g 浸泡於 300g 水中的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)



(圖 42 奇亞籽 30g 浸泡於 300g 水中的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)

三、奇亞籽顆粒大小對抗氧化力的影響

控制變因	操縱變因	應變變因
◆盛裝奇亞籽的容器(500ml 燒杯) ◆奇亞籽的質量(30 公克) ◆浸泡奇亞籽的水量(300 公克) ◆奇亞籽溶液浸泡溫度(室溫) ◆奇亞籽浸泡的溶液種類(水)	◆奇亞籽的顆粒大小	◆奇亞籽溶液的 氧化還原電位數值

取兩杯 30 公克奇亞籽分別磨成細、中兩種顆粒大小，而未研磨的奇亞籽為顆粒粗，將此三杯 30 公克的奇亞籽分別放入 300 公克的水中浸泡，結果如表 4。我們發現三杯溶液在浸泡 36 個小時後其氧化還原電位達負值，表具抗氧化力，而在浸泡 40 個小時後顆粒細及顆粒中的氧化還原電位分別為-532.0mV 及-541.0mV，顆粒粗(未研磨)的氧化還原電位為-470.0mV。

表 4：奇亞籽顆粒大小對奇亞籽溶液之氧化還原電位結果

	顆粒細				顆粒中				顆粒粗			
浸泡時間 (時間長短/時間)	氧化還原電位 實驗數據(mV)			平均氧化還原 電位 (mV)	氧化還原電位 實驗數據(mV)			平均氧化還原 電位 (mV)	氧化還原電位 實驗數據(mV)			平均氧化還原 電位 (mV)
第 0 個小時(20)	221	218	218	219.0	218	218	216	217.3	202	211	211	208.0
第 12 個小時(08)	166	173	176	171.7	189	192	192	191.0	187	187	187	187.0
第 13 個小時(09)	188	191	194	191.0	188	192	192	190.7	171	171	175	172.3
第 14 個小時(10)	186	188	191	188.3	170	174	178	174.0	156	160	161	159.0
第 15 個小時(11)	171	174	177	174.0	153	156	163	157.3	157	173	177	169.0
第 16 個小時(12)	184	187	187	186.0	180	184	184	182.7	171	174	178	174.3
第 17 個小時(13)	173	174	172	173.0	192	190	190	190.7	178	174	177	176.3
第 18 個小時(14)	193	195	196	194.7	195	195	195	195.0	191	186	182	186.3
第 19 個小時(15)	186	189	190	188.3	186	189	189	188.0	163	167	170	166.7
第 20 個小時(16)	174	177	180	177.0	167	170	174	170.3	125	140	141	135.3
第 21 個小時(17)	201	201	201	201.0	190	187	184	187.0	196	198	201	198.3
第 22 個小時(18)	192	194	194	193.3	190	187	184	187.0	208	205	203	205.3
第 23 個小時(19)	196	193	193	194.0	192	189	186	189.0	203	203	200	202.0
第 24 個小時(20)	158	162	165	161.7	187	174	171	177.3	185	185	186	185.3
第 36 個小時(08)	-545	-545	-542	-544.0	-542	-546	-538	-542.0	-495	-497	-499	-497.0
第 40 個小時(12)	-550	-523	-523	-532.0	-545	-539	-539	-541.0	-476	-474	-460	-470.0

四、奇亞籽浸泡溫度對抗氧化力的影響

控制變因	操縱變因	應變變因
◆盛裝奇亞籽的容器(500ml 燒杯) ◆奇亞籽的質量(10 公克) ◆浸泡奇亞籽的水量(300 公克) ◆奇亞籽浸泡的溶液種類(水) ◆奇亞籽的顆粒大小	◆奇亞籽的浸泡溫度	◆奇亞籽溶液的氧化還原電位數值

將三杯奇亞籽溶液(10 公克奇亞籽加入 300 公克水中浸泡，圖 43)分別置於冰箱(約 4.0℃)、室溫(約 19.5~24.0℃)及恆溫箱(約 60.0℃)，實驗結果如表 5。我們發現置於冰箱的奇亞籽溶液在實驗時間的 52 個小時內氧化還原電位為 229.7mV 至 323.0mV，皆未達負值，表示未具有抗氧化力。而室溫下的奇亞籽溶液經過 24 個小時後氧化還原電位為-502.7mV，此時達負值，表示具有抗氧化力，浸泡 24 至 52 個小時的氧化還原電位在-524.7mV 至-492.3mV，但氧化還原電位變化不大。在恆溫箱內的奇亞籽溶液在第 25 個小時氧化還原電位為-69.0mV，達負值表示具有抗氧化力，而浸泡後第 25 至 33 個小時的氧化還原電位變化大且反覆不穩定，尤其是在第 32 個小時奇亞籽溶液氧化還原電位為 103.0mV；當浸泡時間到第 34 至 51 個小時其氧化還原電位在-372.0mV 至-221.0mV 間變化，在第 52 個小時奇亞籽溶液氧化還原電位為 41.7mV，又再次回復至正值，表示不具抗氧化力，並觀察此時奇亞籽溶液的顏色黃濁、有異味，推測這時恆溫箱裡的奇亞籽溶液已有變質現象(圖 44)。



(圖 43 奇亞籽溶液浸泡於不同溫度下量測)



(圖 44 恆溫箱內浸泡 52 個小時奇亞籽溶液)

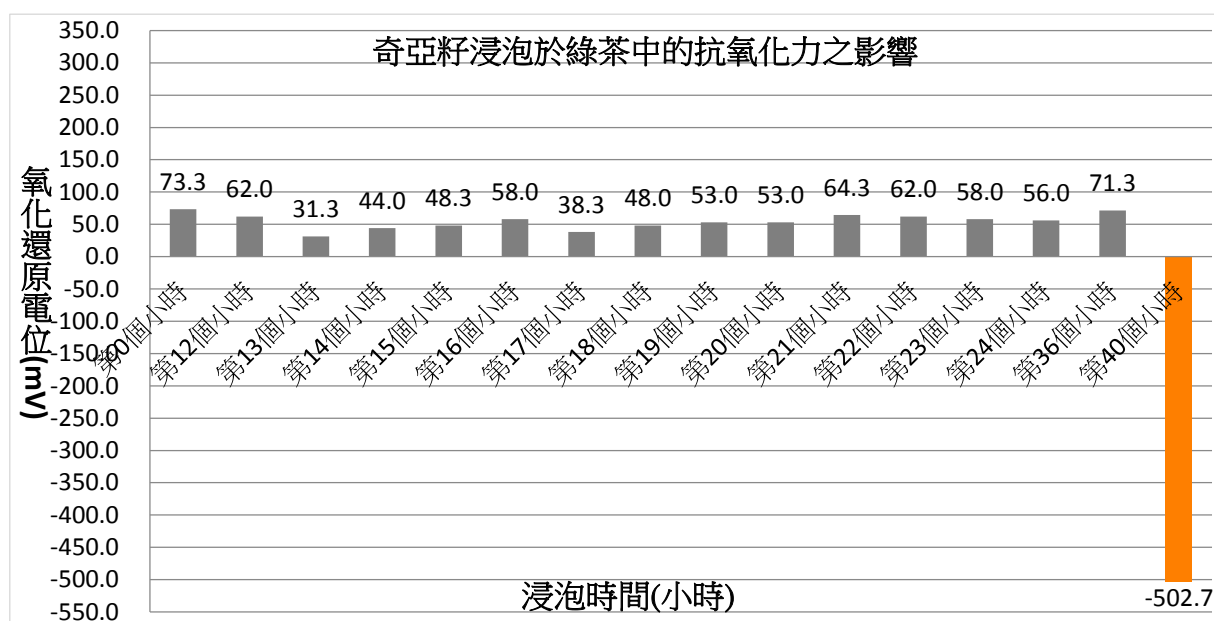
表 5：浸泡溫度對奇亞籽溶液之氧化還原電位結果

浸泡時間 (時間長短/時間)	冰箱				室溫				恆溫箱			
	氧化還原電位 實驗數據(mV)			平均氧化還原 電位 (mV)	氧化還原電位 實驗數據(mV)			平均氧化還原 電位 (mV)	氧化還原電位 實驗數據(mV)			平均氧化還原 電位 (mV)
第 0 個小時(08)	268	258	275	267.0	257	251	249	252.3	227	218	225	223.3
第 1 個小時(09)	278	281	282	280.3	272	277	280	276.3	271	273	274	272.7
第 2 個小時(10)	295	300	301	298.7	290	302	305	299.0	277	272	265	271.3
第 3 個小時(11)	284	295	292	290.3	287	296	299	294.0	256	254	249	253.0
第 4 個小時(12)	299	311	312	307.3	284	298	300	294.0	246	243	242	243.7
第 5 個小時(13)	292	298	302	297.3	288	293	292	291.0	217	212	210	213.0
第 6 個小時(14)	273	283	284	280.0	279	283	290	284.0	222	199	200	207.0
第 7 個小時(15)	291	297	300	296.0	286	291	294	290.3	209	186	184	193.0
第 8 個小時(16)	294	298	303	298.3	284	289	293	288.7	205	137	139	160.3
第 9 個小時(17)	304	307	308	306.3	290	284	284	286.0	174	160	156	163.3
第 10 個小時(18)	291	295	303	296.3	276	276	275	275.7	157	150	140	149.0
第 11 個小時(19)	247	302	302	283.7	277	275	272	274.7	151	140	140	143.7
第 12 個小時(20)	263	267	275	268.3	272	270	265	269.0	148	151	160	153.0
第 24 個小時(08)	294	296	298	296.0	-503	-502	-503	-502.7	50	43	33	42.0
第 25 個小時(09)	322	323	324	323.0	-503	-498	-501	-500.7	-36	-84	-87	-69.0
第 26 個小時(10)	250	261	265	258.7	-501	-498	-501	-500.0	-94	-129	-145	-122.7
第 27 個小時(11)	288	290	290	289.3	-496	-497	-499	-497.3	-141	-147	-145	-144.3
第 28 個小時(12)	278	289	287	284.7	-498	-496	-494	-496.0	-90	-165	-137	-130.7
第 29 個小時(13)	269	270	271	270.0	-487	-497	-493	-492.3	-59	-83	-38	-60.0
第 30 個小時(14)	276	274	273	274.3	-498	-501	-499	-499.3	-105	-113	-146	-121.3
第 31 個小時(15)	258	259	263	260.0	-498	-498	-497	-497.7	11	-22	-76	-29.0
第 32 個小時(16)	252	252	256	253.3	-497	-501	-500	-499.3	143	91	75	103.0
第 33 個小時(17)	267	270	273	270.0	-505	-505	-504	-504.7	-113	-210	-231	-184.7
第 34 個小時(18)	272	268	263	267.7	-504	-509	-507	-506.7	-218	-231	-234	-227.7
第 35 個小時(19)	242	249	252	247.7	-506	-509	-507	-507.3	-338	-315	-331	-328.0
第 36 個小時(20)	260	263	269	264.0	-507	-506	-509	-507.3	-213	-221	-229	-221.0
第 48 個小時(08)	250	254	257	253.7	-526	-524	-524	-524.7	-367	-377	-372	-372.0
第 49 個小時(09)	237	242	246	241.7	-514	-517	-516	-515.7	-258	-278	-297	-277.7
第 50 個小時(10)	275	277	280	277.3	-515	-512	-510	-512.3	-289	-295	-292	-292.0
第 51 個小時(11)	222	231	236	229.7	-508	-509	-509	-508.7	-250	-259	-264	-257.7
第 52 個小時(12)	288	291	287	288.7	-503	-508	-508	-506.3	52	49	24	41.7

五、奇亞籽浸泡溶液種類對抗氧化力的影響

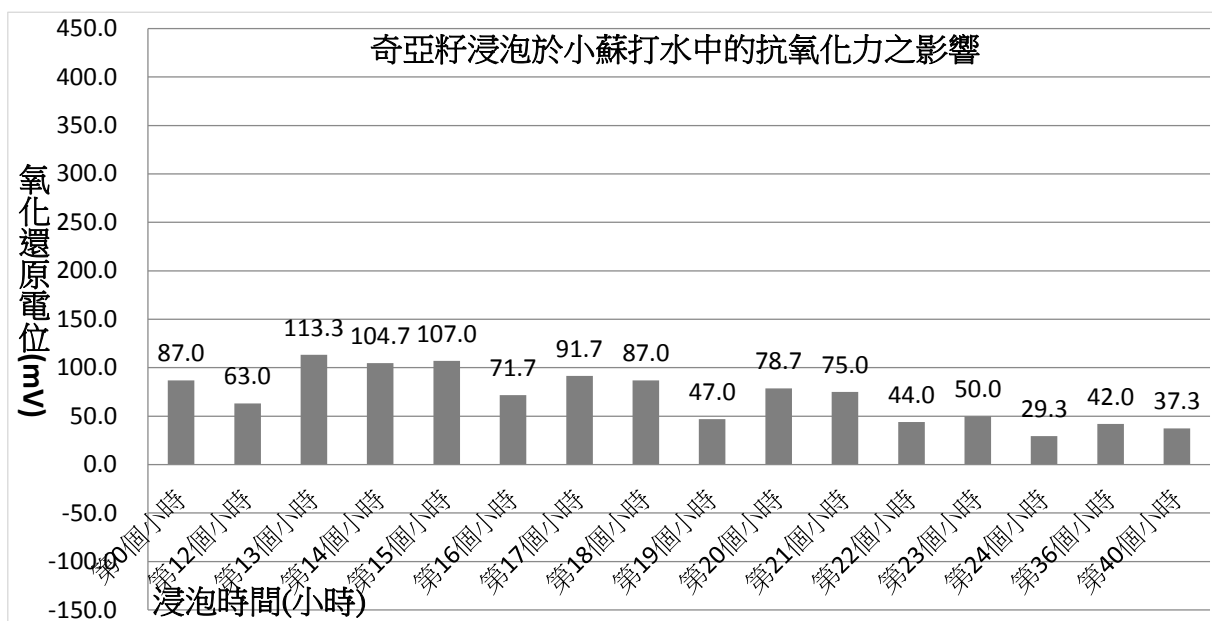
控制變因	操縱變因	應變變因
◆盛裝奇亞籽的容器(500ml 燒杯) ◆奇亞籽的質量(30 公克) ◆浸泡奇亞籽溶液質量(300 公克) ◆奇亞籽溶液浸泡溫度(室溫) ◆奇亞籽的顆粒大小	◆奇亞籽的浸泡溶液種類	◆奇亞籽溶液的 氧化還原電位數值

當 30 公克奇亞籽浸泡於 300 公克綠茶(pH 值為 6.7)時，在第 0 至 36 個小時的氧化還原電位在 31.3mV 至 73.3mV 之間，未達到抗氧化之效，在第 40 個小時奇亞籽溶液的氧化還原電位為-502.7mV，此時達負值故具有抗氧化力之效果(圖 45)。



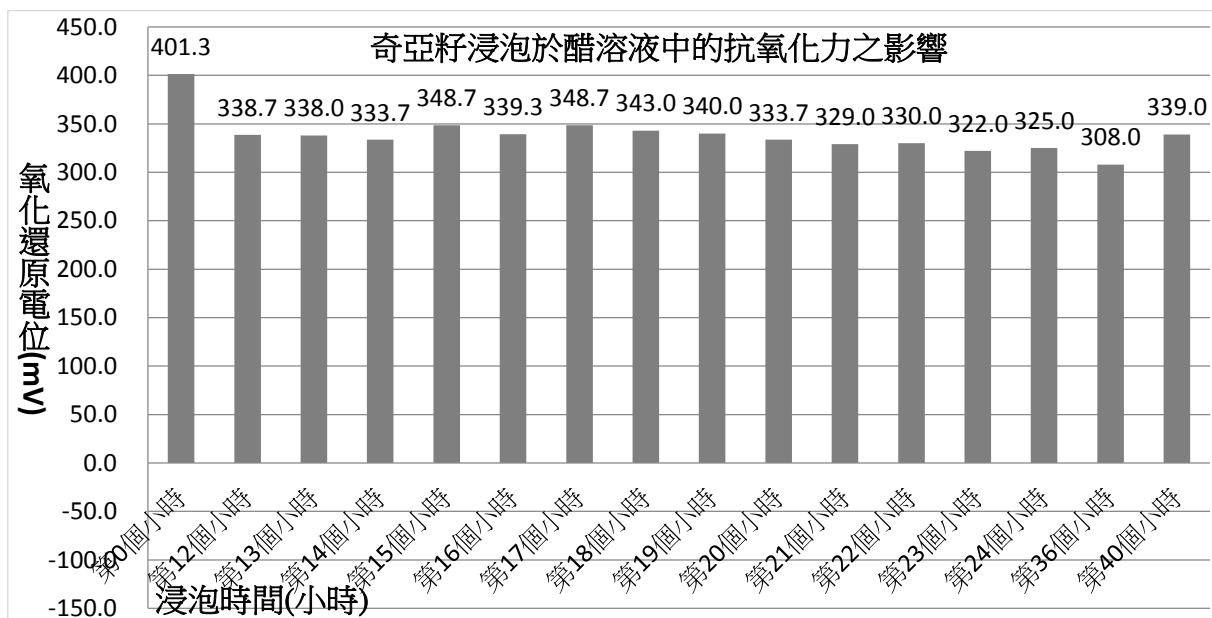
(圖 45 奇亞籽浸泡於綠茶的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)

當 30 公克奇亞籽浸泡於 300 公克小蘇打水(將 50 公克小蘇打粉加入 250 公克的水中，其 pH 值為 8.0)時，在實驗時的第 0 至 40 個小時的氧化還原電位在 29.3mV 至 113.3mV 之間上下起伏且皆為正值，表未具抗氧化力 (圖 46)。



(圖 46 奇亞籽浸泡於小蘇打水的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)

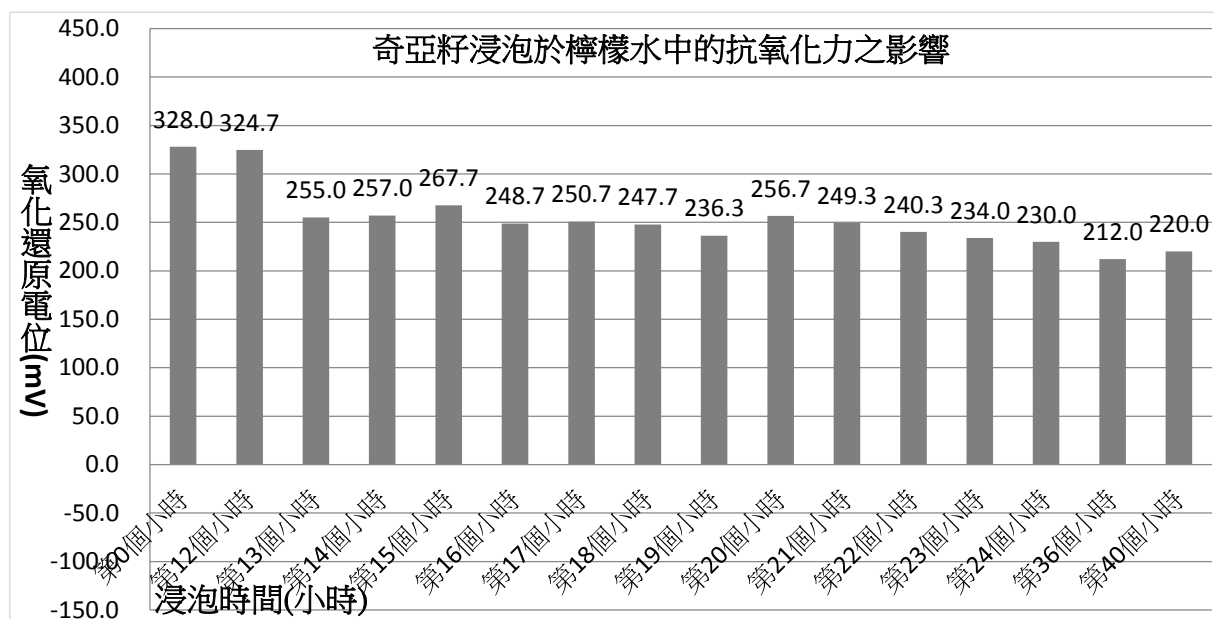
當 30 公克奇亞籽浸泡於 300 公克醋溶液(將 50 公克醋加入 250 公克的水中，pH 值為 3.3)中，在實驗時的第 0 至 40 個小時的氧化還原電位在 308.0mV 至 401.3mV 間變化，數值皆為正值，表未具抗氧化力 (圖 47)。



(圖 47 奇亞籽浸泡於醋溶液的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)

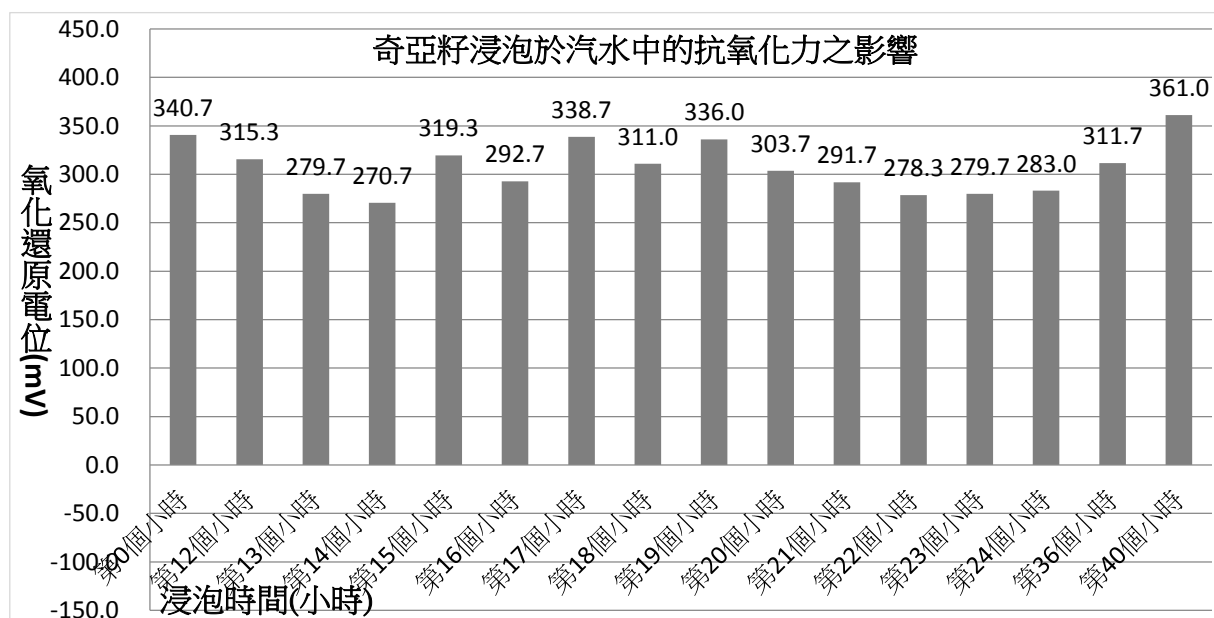
當 30 公克奇亞籽浸泡於 300 公克檸檬水(將 50 公克檸檬原汁加入 250 公克的水中，其 pH 值為 2.9)中，在實驗時的第 0 至 40 個小時的氧化還原電位在 212.0mV 至 328.0mV 之間變

化，其電位皆為正值，表未具抗氧化力(圖 48)。



(圖 48 奇亞籽浸泡於檸檬水的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)

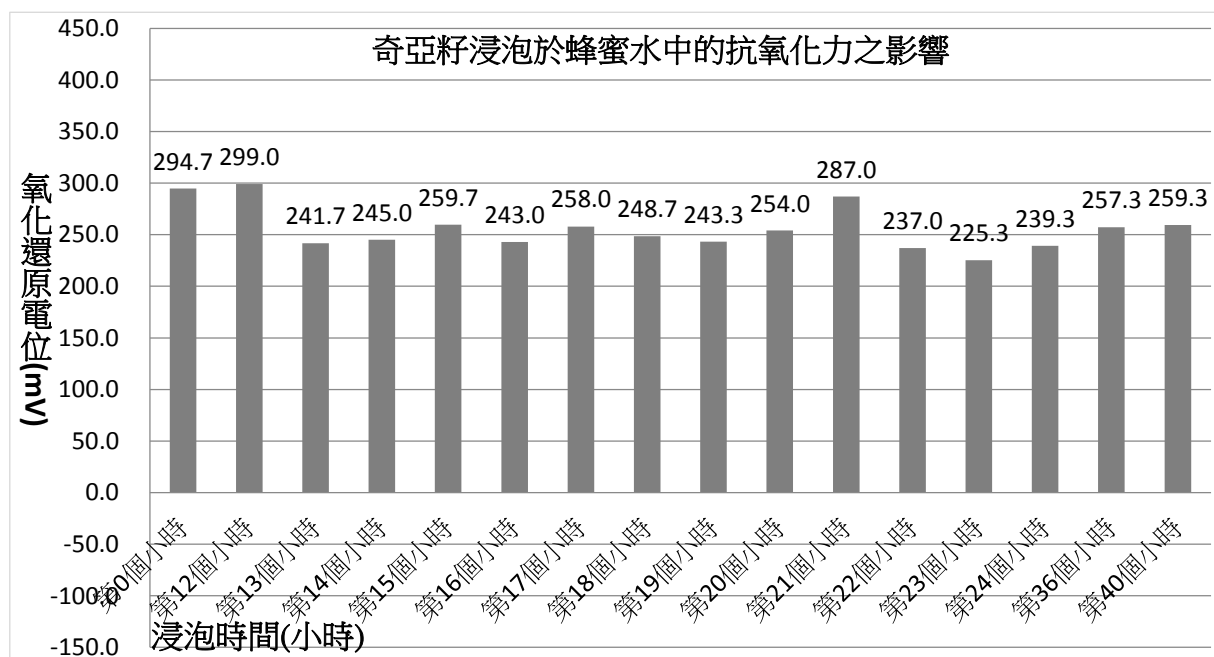
當 30 公克奇亞籽浸泡於 300 公克汽水(pH 值為 3.4)中，在實驗時的第 0 至 40 個小時的氧化還原電位在 270.7mV 至 361.0mV 間變化，數值皆為正值，表未具抗氧化力(圖 49)。



(圖 49 奇亞籽浸泡於汽水的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)

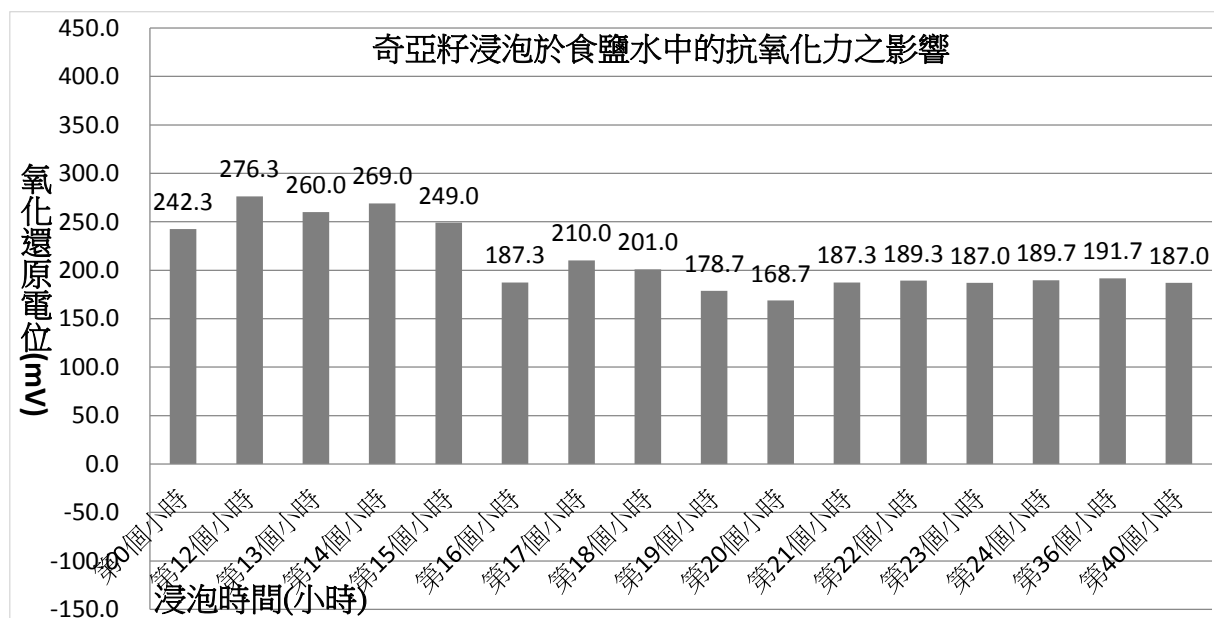
當 30 公克奇亞籽浸泡於 300 公克蜂蜜水(將 50 公克蜂蜜加入 250 公克的水中，其 pH 值為 4.3)中，在實驗時的第 0 至 40 個小時的氧化還原電位在 225.3mV 至 299.0mV 間變化，變

化不大但皆為正值，表未具抗氧化力 (圖 50)。



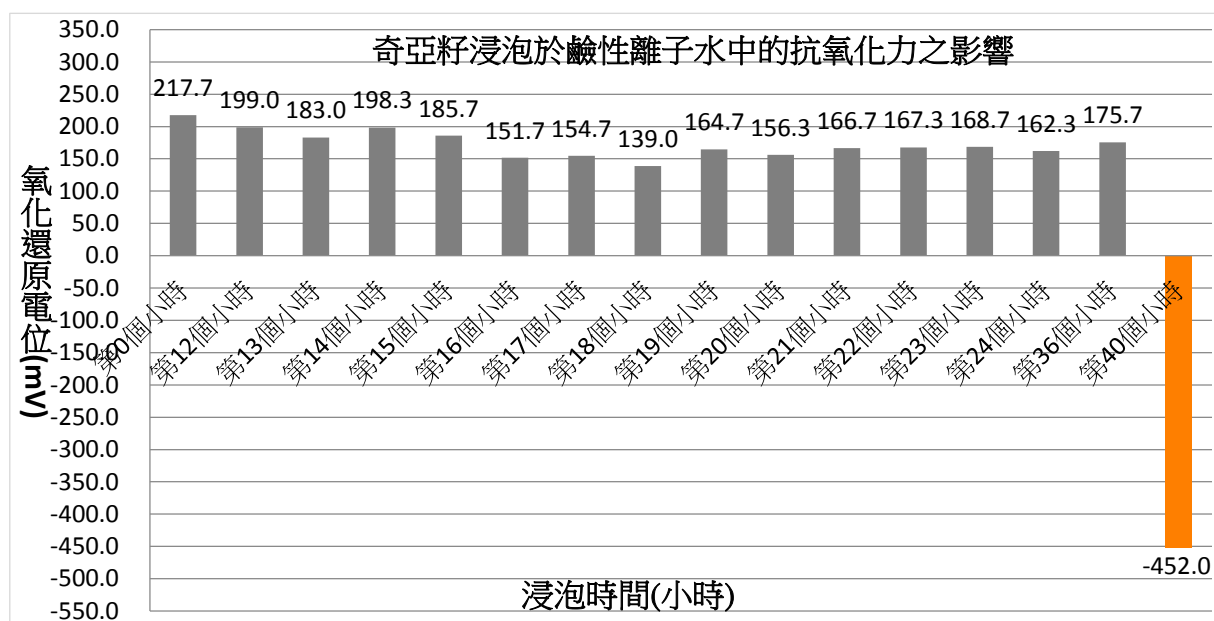
(圖 50 奇亞籽浸泡於蜂蜜水的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)

當 30 公克奇亞籽浸泡於 300 公克食鹽水(將 50 公克食鹽加入 250 公克的水中，其 pH 值為 6.7)中，在實驗時的第 0 至 40 個小時的氧化還原電位在 168.7mV 至 276.3mV 間變化，其數值皆為正值，表未具抗氧化力 (圖 51)。



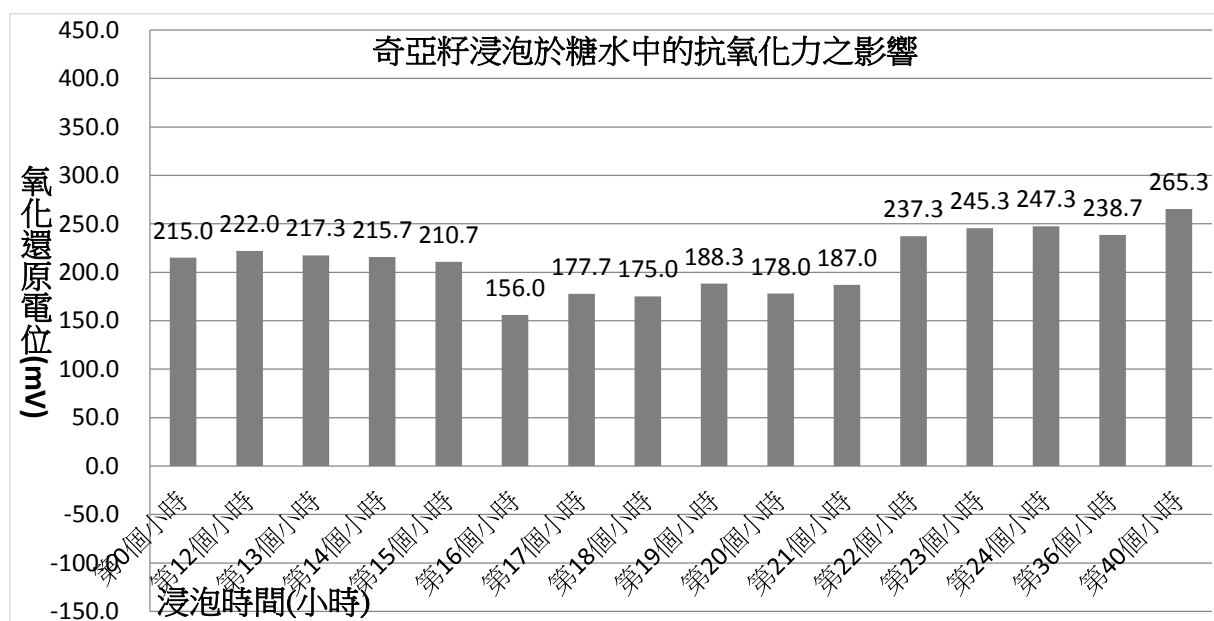
(圖 51 奇亞籽浸泡於食鹽水的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)

當 30 公克奇亞籽浸泡於 300 公克鹼性離子水(pH 值為 9.0)中，在第 0 至 36 個小時的氧化還原電位在 139.0mV 至 217.7mV 間，未達到抗氧化之效，但在第 40 個小時其氧化還原電位為-452.0mV，此時達負值，故具有抗氧化力之效果(圖 52)。



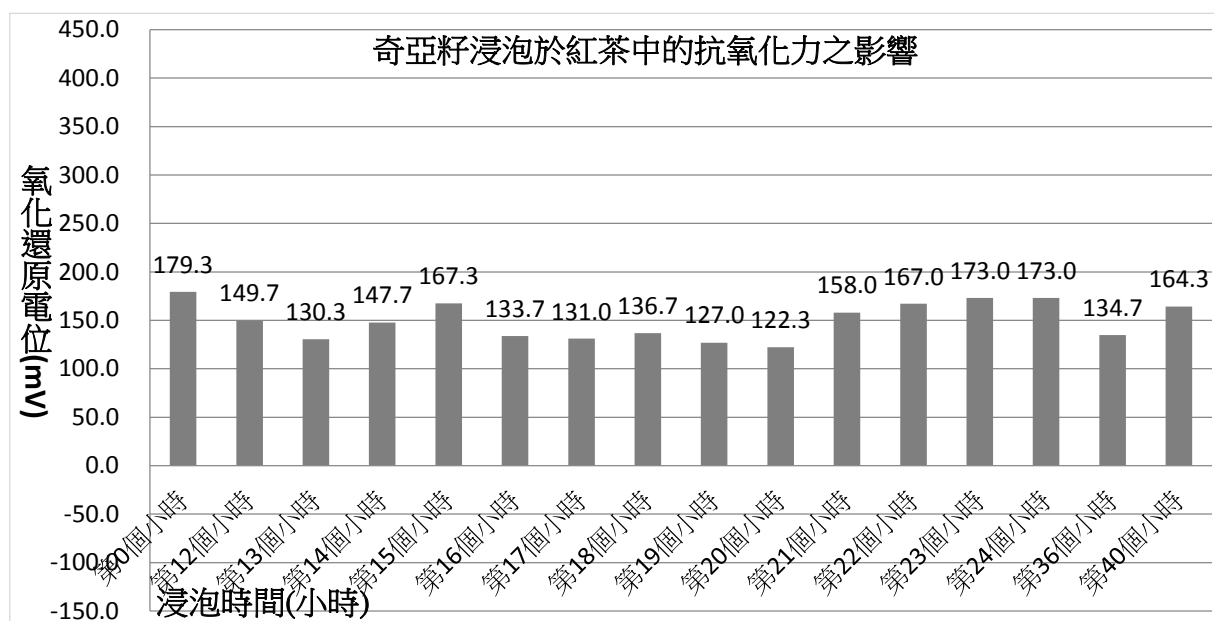
(圖 52 奇亞籽浸泡於鹼性離子水的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)

當 30 公克奇亞籽浸泡於 300 公克糖水(將 50 公克糖加入 250 公克的水中，pH 值為 7.6)中，在實驗時的第 0 至 40 個小時的氧化還原電位在 156.0mV 至 265.3mV 間變化，量測數據皆為正值，表未具抗氧化力 (圖 53)。



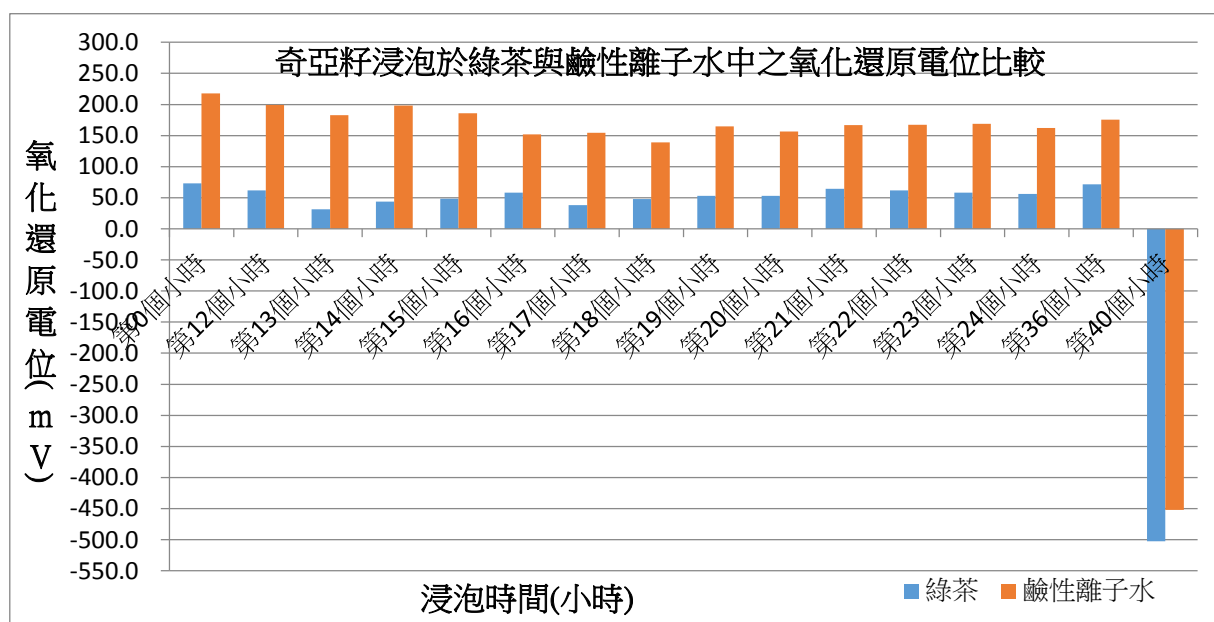
(圖 53 奇亞籽浸泡於糖水的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)

當 30 公克奇亞籽浸泡於 300 公克紅茶(pH 值為 5.9)中，在實驗時的第 0 至 40 個小時的氧化還原電位在 122.3mV 至 179.3mV 間變化，其數值皆為正值，表未具抗氧化力 (圖 54)。



(圖 54 奇亞籽浸泡於紅茶的氧化還原電位對浸泡時間之關係圖)

綜上所述可知，奇亞籽浸泡於綠茶及鹼性離子水時，其氧化還原電位於第 40 個小時分別為-502.7mV 及-452.0mV (圖 55)，皆達負值表示具抗氧化力，且綠茶的抗氧化力效果更佳。



(圖 55 奇亞籽浸泡於綠茶與鹼性離子水中之氧化還原電位比較)

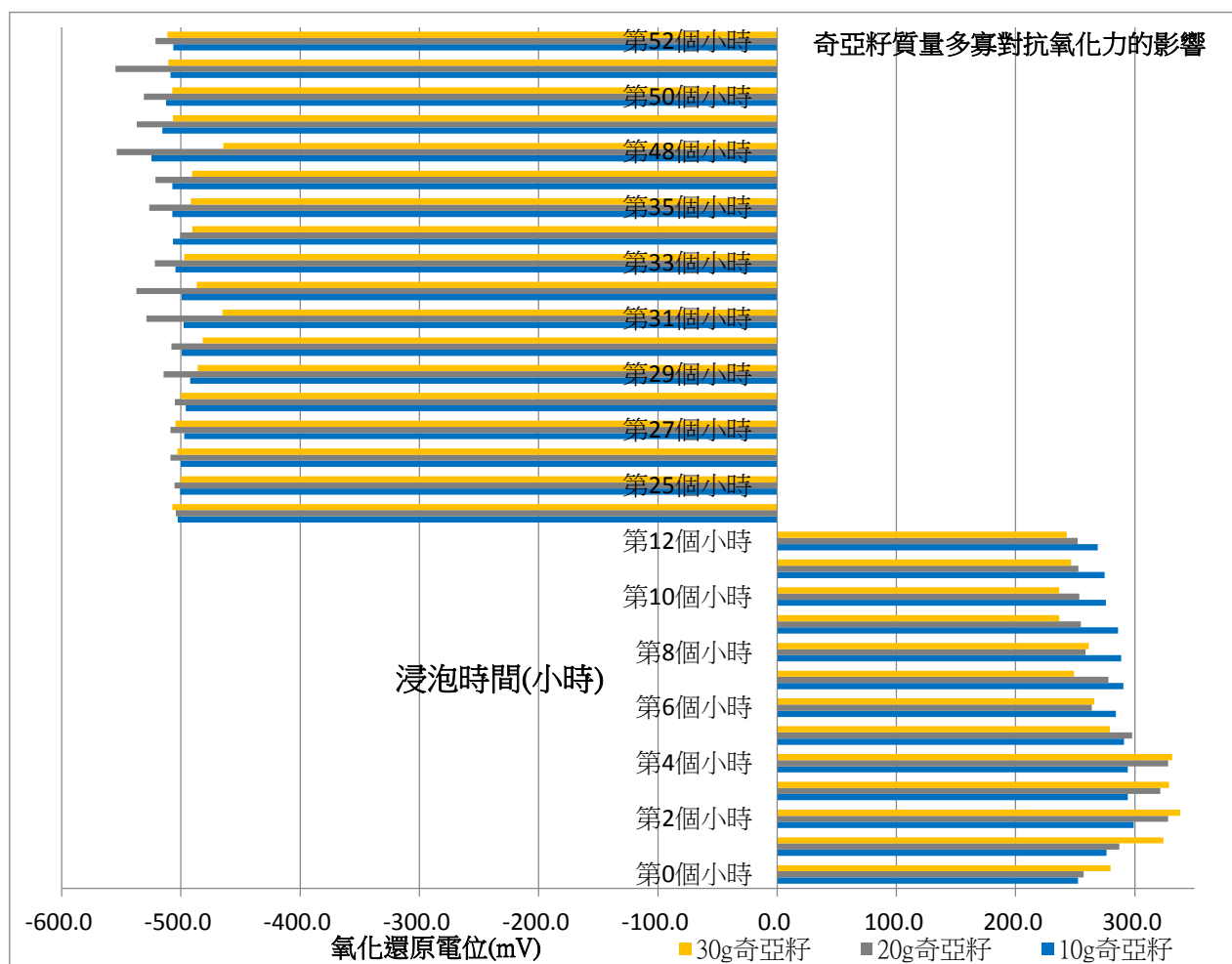
陸、討論

一、奇亞籽浸泡時間對抗氧化力的影響

經過實驗發現，10g 的奇亞籽在 300g 的水中浸泡 24 個小時以上，其氧化還原電位數值會呈現負值，而浸泡 24 個小時之後的氧化還原電位變化不大。這表示奇亞籽溶液短時間浸泡不具抗氧化力，在水中浸泡 24 個小時以上達負值表具有抗氧化力，而浸泡 24 個小時之後其氧化還原電位變化不大。

二、奇亞籽質量多寡對抗氧化力的影響

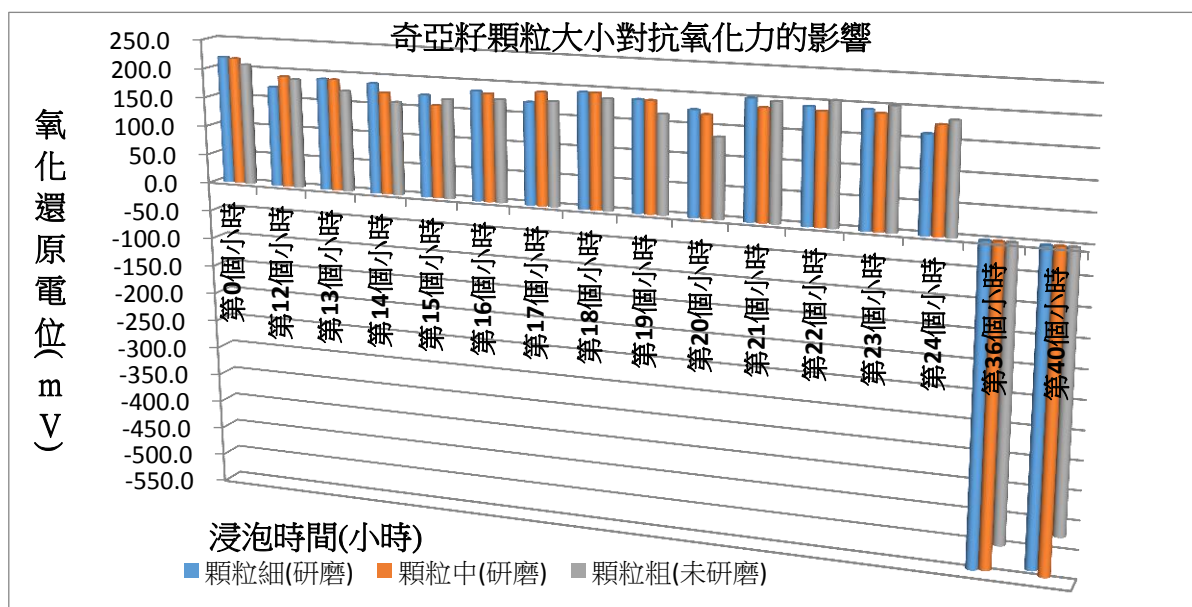
由實驗結果得知，10g、20g、30g 奇亞籽浸泡 300g 的水其氧化還原電位相差不大，其中以 20g 奇亞籽具氧化還原電位所達負值略微顯著；質量多寡不同的奇亞籽浸泡於 300g 水之氧化還原電位在第 24 個小時都降至負值，之後浸泡時間的電位數值變化相近，最終都能達到抗氧化之效(圖 56)。



(圖 56 奇亞籽質量多寡對氧化還原電位之比較)

三、奇亞籽顆粒大小對抗氧化力的影響

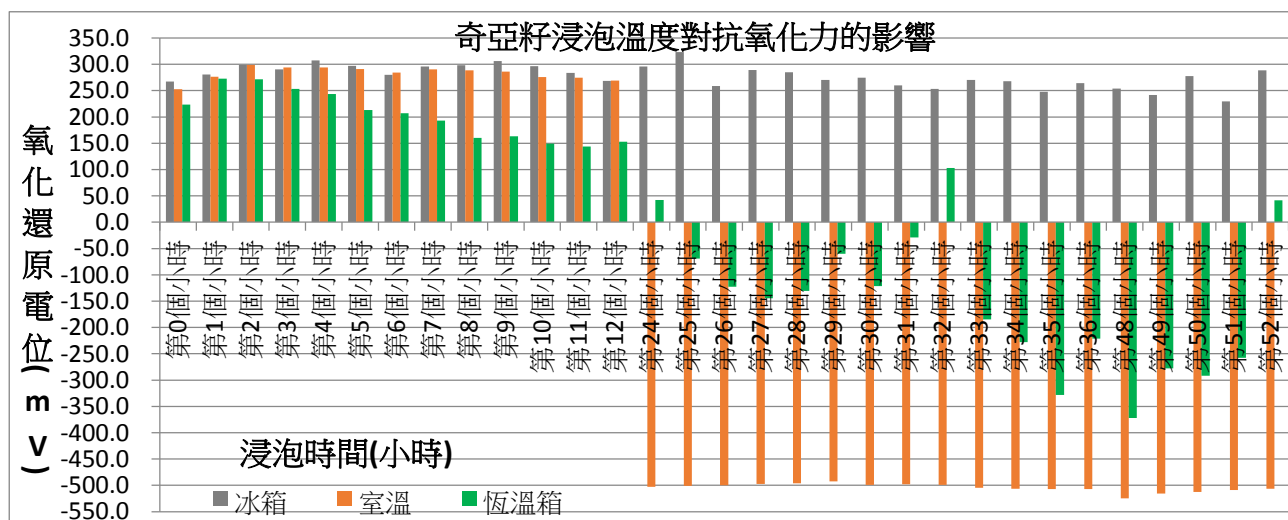
奇亞籽溶液在第 36 個小時後皆降至負值，表具有抗氧化力；浸泡 40 個小時後，顆粒細及顆粒中的氧化還原電位較低且數值相近，而顆粒粗(未研磨)的氧化還原電位較高，推論有研磨的奇亞籽比未研磨的奇亞籽其溶液更具抗氧化力，但與研磨粗細則關聯性不大(圖 57)。



(圖 57 奇亞籽顆粒大小對氧化還原電位之比較)

四、奇亞籽浸泡溫度對抗氧化力的影響

置於冰箱的奇亞籽溶液在實驗的 52 小時內皆不具抗氧力；置於室溫下奇亞籽溶液經過 24 個小時以上具抗氧化力；置於恆溫箱的奇亞籽溶液在第 25 個小時開始有抗氧化力，但其電位狀態不穩定，在第 52 個小時電位為正值且顏色黃濁有異味，推測此溶液已變質(圖 58)。



(圖 58 奇亞籽浸泡溫度對氧化還原電位之比較)

五、奇亞籽浸泡溶液種類對抗氧化力的影響

經實驗可知，奇亞籽只有浸泡於綠茶及鹼性離子水的氧化還原電位在第 40 個小時達負值，表具有抗氧化之效，其餘浸泡於小蘇打水、醋、檸檬水、汽水、蜂蜜水、食鹽水、糖水、紅茶的氧化還原電位並無隨時間產生太大變化，且皆為正值，表不具抗氧化的效果。

柒、結論

一、奇亞籽浸泡時間對抗氧化力的影響

奇亞籽在水中浸泡 24 個小時以上已具抗氧化力，但在浸泡 24 個小時之後的抗氧化力之能力變化不大，且抗氧化力是因奇亞籽浸泡於其中所致。

二、奇亞籽質量多寡對抗氧化力的影響

不同質量的奇亞籽於水中浸泡後的抗氧化效果相差不大；前 12 個小時氧化還原電位為正值不具抗氧化力，在浸泡 24 個小時以上氧化還原電位達負值表具抗氧化力，但浸泡 24 個小時之後的氧化還原電位變化不大。

三、奇亞籽顆粒大小對抗氧化力的影響

奇亞籽是否研磨與其抗氧化力有關，有研磨的奇亞籽比未研磨的奇亞籽其溶液更具抗氧化力，但研磨後顆粒大小不同的奇亞籽溶液其氧化還原電位則差異不大。

四、奇亞籽浸泡溫度對抗氧化力的影響

置於冰箱的奇亞籽溶液在 52 小時的實驗內不具抗氧力；置於室溫下的奇亞籽溶液經過 24 個小時後具抗氧化力；置於恆溫箱的奇亞籽溶液在第 25 小時開始有抗氧化之效果，但其氧化還原電位不穩定、變化較大，且顏色黃濁、有異味。

五、奇亞籽浸泡溶液種類對抗氧化力的影響

奇亞籽浸泡於綠茶和鹼性離子水具有抗氧化之效，其中以奇亞籽浸泡於綠茶的抗氧化效果最佳，浸泡於鹼性離子水次之，奇亞籽浸泡於其他溶液種類則無抗氧化之效。

捌、參考資料及其他

- 一、郭重吉等人（2019）。*翰林版國自然與生活科技第四冊*。臺南市：南一書局。
- 二、黃得時等人（2017）。*普通高級中學選修化學上冊*。新北市：龍騰文化事業股份有限公司。
- 三、許浚瑋、施雅馨、黃浚硯、蔡柏宏（2015）。「紫」色魔力，非「茄」莫屬～天然抗氧化劑紫色茄子之探討。中華民國第 55 屆中小學科展覽會。未出版。
- 四、林慧淳（2014）。奇亞籽減肥，我該跟嗎？。 *康健雜誌*，184，42-53。
- 五、維基百科，奇亞籽。檢自 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%A5%87%E4%BA%9E%E7%B1%BD>（20190315）
- 六、百度百科，芡欧鼠尾草。檢自 <https://baike.baidu.com/item/%E8%8A%A1%E6%AC%A7%E9%BC%A0%E5%B0%BE%E8%8D%89>（20190315）