

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 化學科

040212

食品中所含抗氧化劑的檢測

學校名稱：國立臺中第二高級中學

作者：	指導老師：
高二 廖先宇	邱鈺智
高二 謝秉修	李莉甄

關鍵詞：抗氧化劑 金奈米粒子 兒茶素

壹、摘要

在人體內經由呼吸作用，容易產生自由基，可能導致癌症、老化等問題，所以在食品中常可看到強調具有抗氧化的成分，可消去自由基減緩細胞氧化。所以本實驗主要以食品中所含的抗氧化劑，因具備有還原能力，將四氯金酸溶液還原成為金奈米粒子，以金奈米粒子的顏色和吸收光譜圖，來探討不同食品的還原能力。經由實驗結果顯示具抗氧化劑的食品確實對於四氯金酸溶液具有還原能力，所得金奈米粒子的粒徑相較於以檸檬酸鈉還原而得的粒子其粒徑較大，而在實驗的食品中，以綠茶溶液所得的金奈米粒子粒徑分佈最為均勻。在實驗中也探討以不同浸泡時間的綠茶溶液，對於還原製備金奈米粒子所產生的影響，可知當浸泡綠茶時間約在 4 到 6 分鐘時，金奈米粒子溶液有較大的吸收值。此外，也以不同濃度的維他命 C 溶液還原製備金奈米粒子，將維他命 C 溶液的濃度對金奈米粒子的吸收值作圖，可得到一良好的線性關係，可做為檢測未知濃度維他命 C 溶液的方法。

貳、研究動機

工商業日益發達的今日，人的生活步調加快，生活品質日漸下滑，許多的文明病也隨之而生，而癌症、老化等最常被關心的問題，主要是因為人體內呼吸氧化時所產的自由基所造成，而人體內本身可以產生具抗氧化酵素，有最基本的抗氧化機制，而在電視或平面媒體的報導下，常可以看到許多食品也強調具有抗氧化的成分，可以消除自由基，以減緩細胞氧化的速度。

奈米科技在近年來蓬勃發展，無論在醫學、環境、食品、材料、日常生活等各方面息息相關。在奈米粒子的研究方面，最早被應用的為金奈米粒子，具有製備簡易、無毒性、體積小、比表面積大、容易進行化學修飾與明顯的光學等特性，所以目前最被廣泛的應用。所以我們期望利用奈米粒子的特殊物理性質與化學性質，發展一套快速檢驗的不同食品中抗氧化劑還原能力的方法。因此我們利用不同具抗氧化劑的食品，用來還原四氯金酸水溶液形成金奈米粒子，觀測金奈米粒子顏色變化，並利用分光光度計測量奈米粒子溶液的吸收光譜圖。

參、研究目的

本實驗主要是利用抗氧化劑所具有的還原能力，進而將 $+3$ 價金離子還原成金奈米粒子，並探討不同的抗氧化劑是否具有做為金奈米粒子保護基的能力，可使金奈米粒子均勻的分散於水溶液中。因此本實驗希望建立一套快速且簡易的方法，來測定食品中所含抗氧化劑的還原能力，並且希望能進一步的得知食品中，所含抗氧化劑的含量。

肆、研究藥品及器材

一、實驗藥品及材料：

項目	數量	項目	數量
四氫金酸粉末	1 克	綠茶包	50 包
維他命C片	10 片	烏龍茶	10 包
檸檬	1 顆	洋蔥	1 粒
柳丁	1 顆	地瓜葉	數克
葡萄柚	1 顆	萵苣	數克
橘子	1 顆	空心菜	數克
蘋果	1 顆	苜蓿芽	數克
紅茶包	10 包	檸檬酸鈉	數克

二、實驗器材：

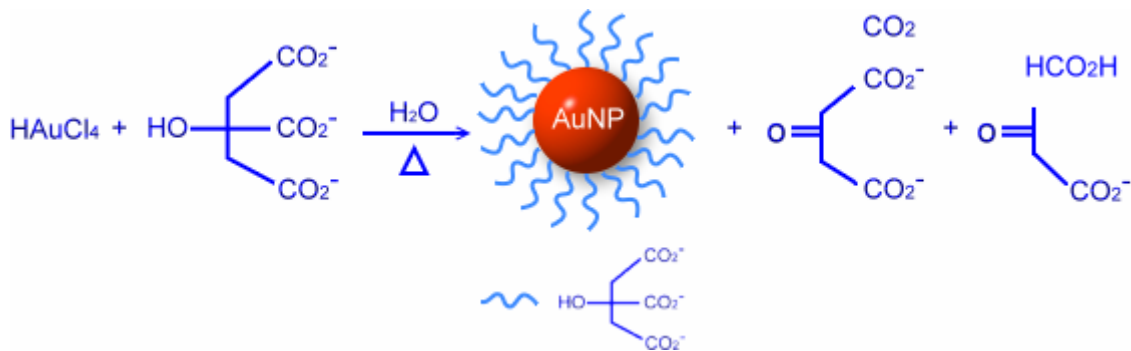
項目	數量	項目	數量
加熱攪拌器	1 台	玻璃滴管	數支
分度吸量管 (1 mL、5 mL)	數支	玻璃漏斗	數個
容量瓶 (100 mL)	2 個	濾紙 (90 mm)	一盒
紫外-可見光譜儀	1 台	燒杯 (250 mL)	數個
磁石 (1 cm)	5 顆	研鉢與杵	1 組
塑膠比色槽	數個	玻璃樣品瓶	數個

伍、研究原理及步驟

一、研究原理

所謂的奈米材料指的是，當任何一種材料其大小介於 1 到 100 奈米的範圍之間，則可以廣泛的定義為奈米材料。一般而言，奈米粒子大約由數十個至數百萬個原子組成，隨著其粒子尺寸的縮小，使得奈米粒子的物理性質與化學性質有別於一般的塊狀材料，如熔點、沸點、光學性質、導電性、磁性、比熱及擴散性等方面。

在金奈米粒子的製備方面，主要是利用 "bottom-up" 的方式，以具還原性的金屬鹽類或酸（如檸檬酸鈉、硼氫化鈉、抗壞血酸等），將金離子的水溶液還原成為金奈米粒子，最常見的方法是將檸檬酸鈉加入沸騰的四氯金酸水溶液，將金離子還原成為金奈米粒子，並且以檸檬酸鈉做為保護基，使金奈米粒子能均勻的分散於溶液中避免聚集（反應過程如圖一）。



圖一、合成金奈米粒子之流程圖

在金奈米粒子的顏色方面，因金奈米粒子為金屬粒子，而當金屬粒子表面的自由電子受光照射後，會吸收特定波長光子的能量，進而產生瞬間誘導偶極的變化，並用此特定的頻率進行偶極的震盪，此為表面電漿共振 (surface plasma resonance ; SPR) 現象，此種現象關係著金奈米粒子的光學變化。由於金奈米粒子的粒徑遠小於可見光波長 400 nm ~ 700 nm，因此當可見光照射到金奈米粒子時，此時導電帶的電子受到激發，金奈米粒子表面的自由電子被極化，隨著光波頻率震盪而有強烈的共振效應，所以金奈米粒子的吸收特性會產生明顯的增強現象，就粒徑 16 nm 大小的金奈米粒子而言，在 520 nm 附近有較高的吸光係數，此時金奈米粒子吸收較多的藍光和綠光，在水溶液中所呈現的顏色即為互補色-紅色，而伴隨著奈米粒子的粒徑越大，其傳導帶和價帶之間的差距會逐漸縮小，因此會吸收波長較長的光，所以金奈米粒子呈現的顏色即為藍紫色。

二、研究步驟

(一) 配製四氯金酸水溶液：

取 1 克的四氯金酸固體粉末，以 5 mL 的分度吸量管吸取蒸餾水，配製濃度為 20000 ppm 的四氯金酸水溶液母液。取 20000 ppm 的四氯金酸水溶液 1 mL，以 200 mL 容量瓶，將溶液濃度稀釋至 100 ppm。

(二) 以不同的食品萃取液還原製備金奈米粒子溶液

1. 以橘子汁、洋蔥汁萃取液進行還原：

- (1) 取果肉約 5 克，以研鉢將果肉搗碎，以滴管取其溶液，並用濾紙將溶液過濾以除去雜質，避免產生干擾，造成金奈米粒子於合成時聚集。
- (2) 取 100 ppm 的四氯金酸水溶液 15 mL 置於 50 mL 的樣品瓶中，於加熱板上加熱至沸騰後，再將 1 mL 之萃取液快速加入劇烈攪拌中的四氯金酸溶液，等至溶液顏色不再變化後，將樣品瓶從加熱板上取下，測量並紀錄其吸收光值。

2. 以維他命 C 片水溶液進行還原：

(1) 取維他命 C 片約 1 克，加入 50 mL 的蒸餾水將維他命 C 片溶解，最後以濾紙將溶液過濾，以除去溶液中少量未溶解的部分。

(2) 其餘步驟與 1-(2)相同。

3. 分別以檸檬、柳丁、葡萄柚、蘋果萃取液還原：

(1) 取新鮮水果將其剖半，以擠壓的方式取出果汁，以濾紙將溶液過濾，以除去溶液中的雜質。

(2) 其餘步驟與 1-(2)相同。

4. 以綠茶、烏龍茶、紅茶萃取液還原：

(1) 取 50 mL 的蒸餾水加熱至沸騰後，取茶葉 1 克加入沸騰的水溶液中，浸泡時間為 2 分鐘，最後以濾紙將溶液過濾除去雜質。

(2) 其餘步驟與 1-(2)相同。

5. 以地瓜葉、萵苣、空心菜萃取液還原：

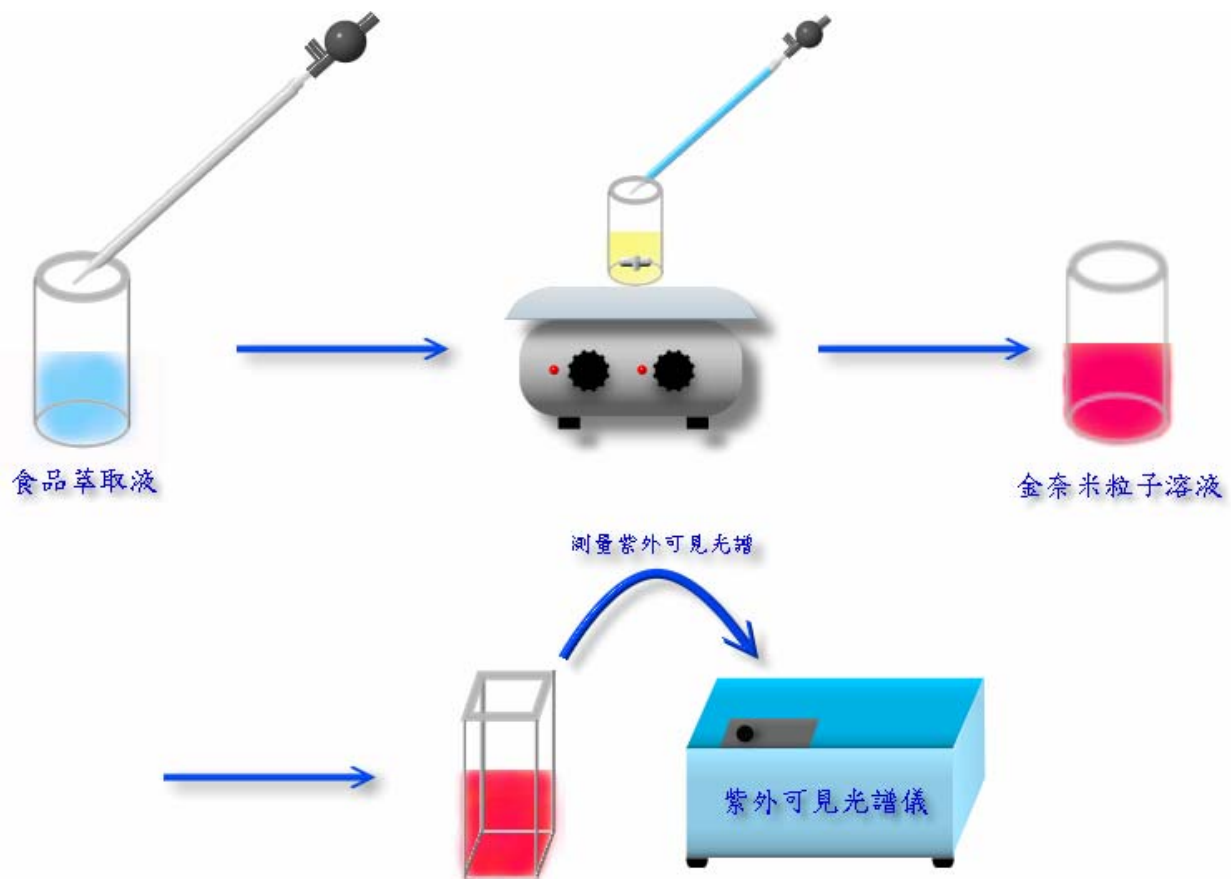
(1) 取 7.5 克的蔬菜與 1 mL 的蒸餾水混合置於研鉢中進行研磨，最後以濾紙將溶液過濾除去雜質取得蔬菜汁。

(2) 其餘步驟與 1-(2)相同。

6. 以苜蓿芽萃取液還原：

(1) 取 7.5 克的苜蓿芽置於研鉢中進行研磨，最後以濾紙將溶液過濾除去雜質取得苜蓿芽汁。

(2) 其餘步驟與 1-(2)相同。



圖二、以食品萃取液還原四氯金酸溶液流程圖

(三) 比較綠茶在不同的浸泡時間還原製備金奈米粒子

1. 取 50 mL 的蒸餾水加熱至沸騰後，取茶葉 1 克加入沸騰的水溶液中，浸泡時間分別為 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15 分鐘，最後以濾紙將溶液過濾除去雜質。
2. 其餘步驟與 1-(2)相同，但測量並紀錄的吸收光值在波長 534 nm。

(四) 比較不同濃度維他命 C 還原製備金奈米粒子

1. 取維他命 C 片約 2 克，加入 30 mL 的蒸餾水將維他命 C 片溶解，最後以濾紙將溶液過濾，以除去溶液中少量未溶解的部分，接著進行序列稀釋，使維他命 C 溶液濃度分別為 66667 ppm、33334 ppm、16667 ppm、8333 ppm、4167 ppm。
2. 其餘步驟與 1-(2)相同，但測量並紀錄的吸收光值在波長 524 nm。

陸、研究結果與討論

本實驗以不同食品中所含有的抗氧化劑來還原 Au^{3+} 離子，製備出金奈米粒子溶液，觀測溶液顏色的變化情形，並測其吸收光譜圖，用以檢測不同食品中，所含抗氧化劑的還原能力，並且瞭解此抗氧化劑做為金奈米粒子保護基的效果。

一、以檸檬酸鈉還原四氯金酸溶液

圖二為以檸檬酸鈉製備而得的金奈米粒子溶液，由圖中可看出溶液呈現澄清的紅色，表示金奈米粒子均勻的分散於溶液中。由文獻中報導指出，以此方式製備的金奈米粒子其粒徑大小約為 16 nm，而其最大吸收波長約為 516 nm。

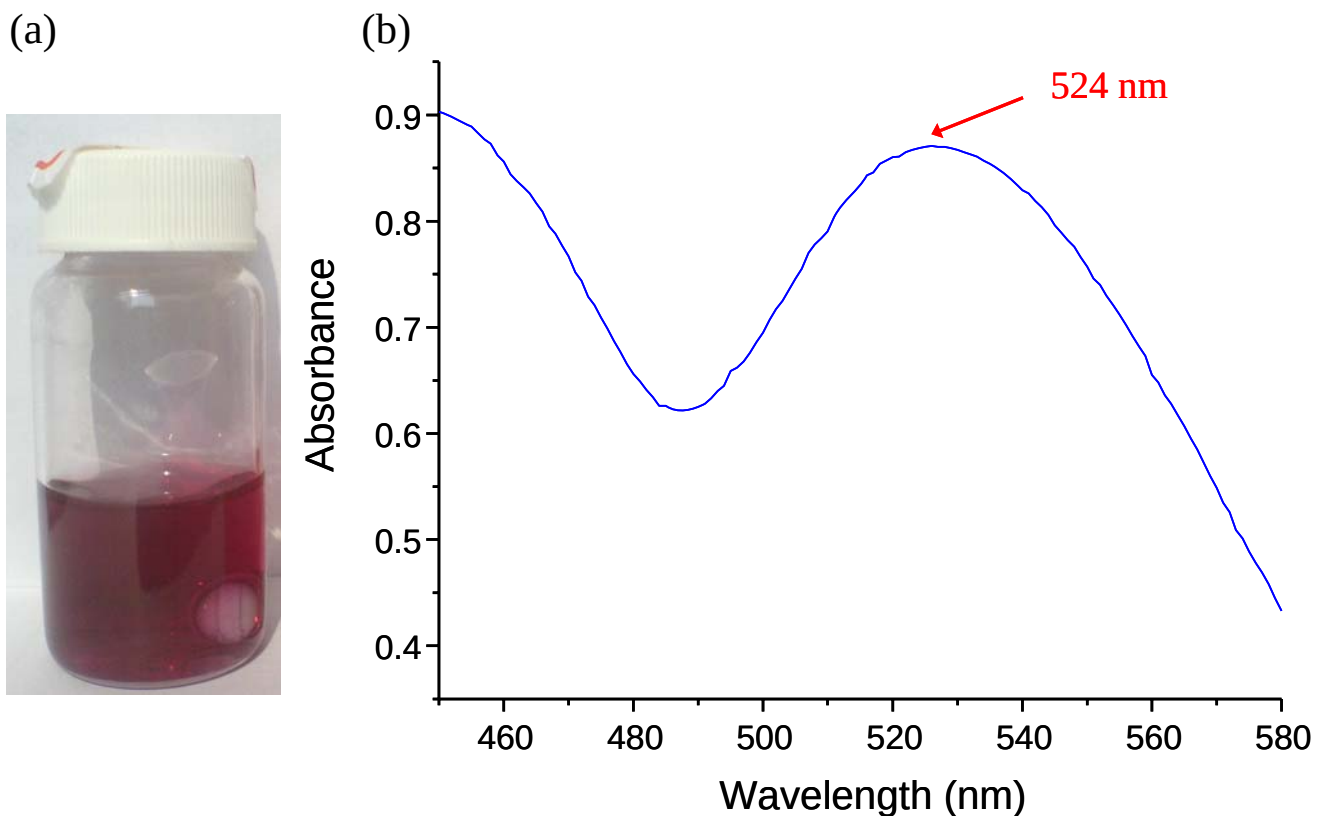


圖二、以檸檬酸鈉還原四氯金酸溶液，所製備而得的金奈米粒子溶液

二、以不同的食品溶液還原四氯金酸溶液

(一) 以維他命 C 片水溶液進行還原

由於維他命 C 為良好的抗氧化劑，因此本實驗選用市售的維他命 C 片進行探討。由圖三 (a) 可知，與 16 nm 的金奈米粒子溶液顏色相較起來，呈現較深的紅色。由圖三 (b) 的吸收光譜圖可知，溶液最大吸收波長為 524 nm，相較於以檸檬酸鈉所還原製備的金奈米粒子比較起來，最大吸收波長往長波長位移 8 nm。由此可知，以此方式製備的金奈米粒子有較大的粒徑。



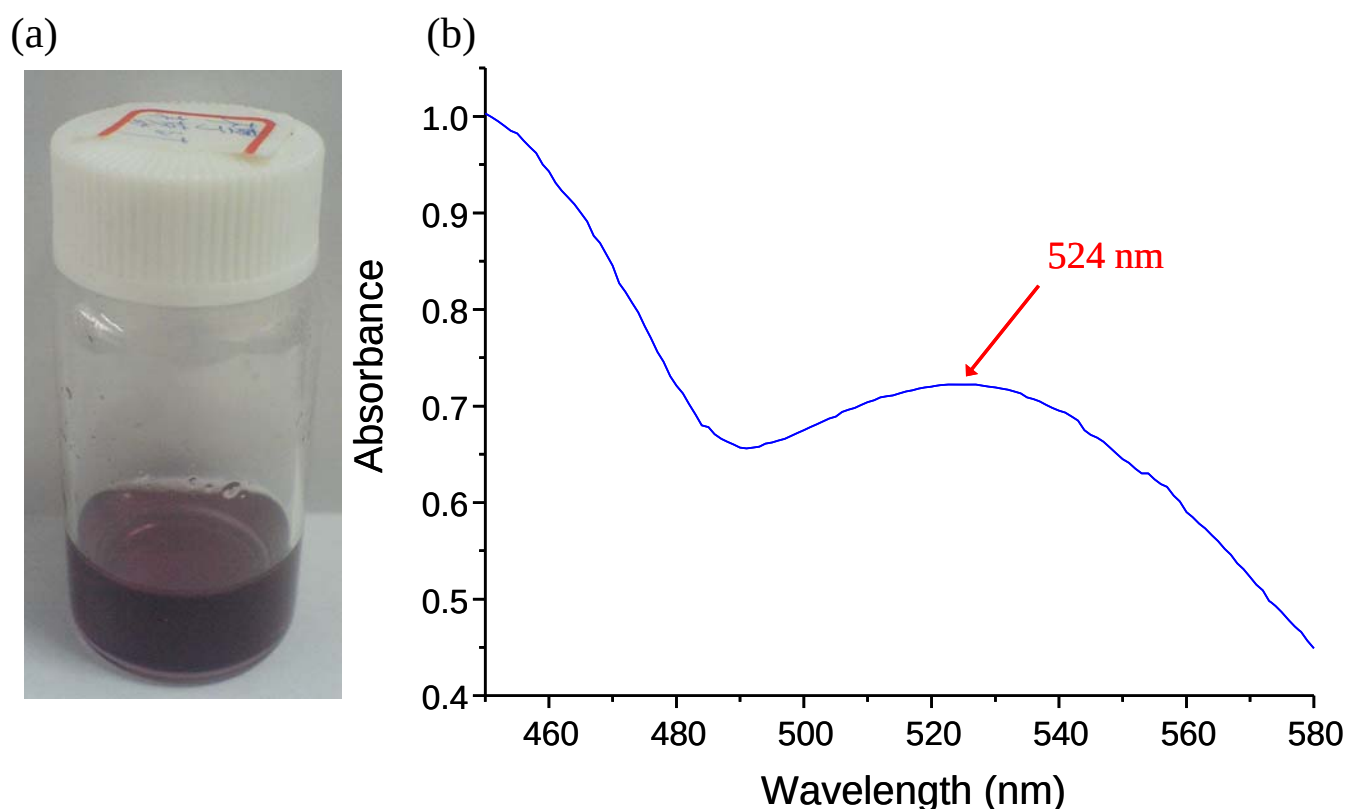
圖三、以維他命 C 做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

(二) 以檸檬汁溶液進行還原

在檸檬的成分含量中，約有百分之五到六的檸檬酸及大量的維生素 C，所以本實驗將與檸檬酸鈉及維他命 C 片進行比較。由圖四 (a) 可看出其溶液顏色呈現較深的暗紅色。在反應時間變化方面，在 24 秒時顏色變為混濁，在 44 秒時反應完成。圖四 (b) 溶液最大吸收波長為 524 nm，往長波長位移約 8 nm，與維他命 C 水溶液比較起來，具有相同的最大吸收波長，但溶液的光譜吸收峰卻較不明顯，推測其原因可能是因粒子的粒徑分佈不均勻。故以檸檬汁做為還原劑與以維他命 C 水溶液還原的效果相近，但可能因又具有高濃度的檸檬酸造成競爭，導致粒徑分散不均的情形。



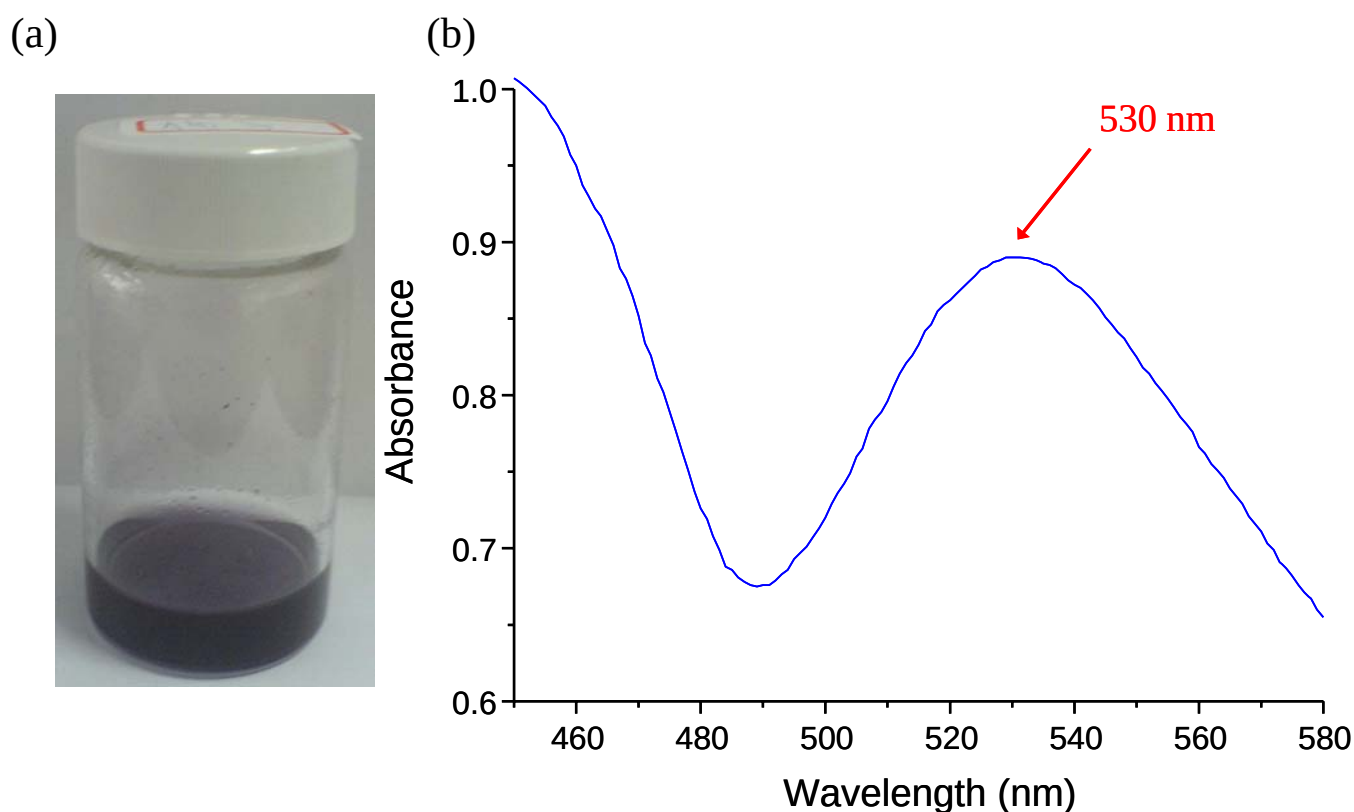
圖四、以檸檬汁做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(a) 紫外-可見光吸收光譜圖

(三) 以橘子汁溶液進行還原

在橘子的成分含量中，相同的也富含大量維生素 C、B1、B2 等。圖五 (a) 可明顯看出其溶液顏色呈現紫色，圖五 (b) 溶液最大吸收波長約為 530 nm，往長波長位移約 14 nm，由文獻資料可得知，此時金奈米粒子的粒徑約為 40 nm 左右。而在光譜吸收峰方面，可看出有一明顯的吸收，因此奈米粒子的粒徑分佈應較為均勻。由此可推測，以橘子汁還原應該主要是以所含的維生素 C 做為還原劑，所以可得到較均勻的奈米粒子，但由於橘子汁的顏色呈現橘色，可能會干擾溶液所呈現的顏色，故最後溶液顏色呈現紫色。



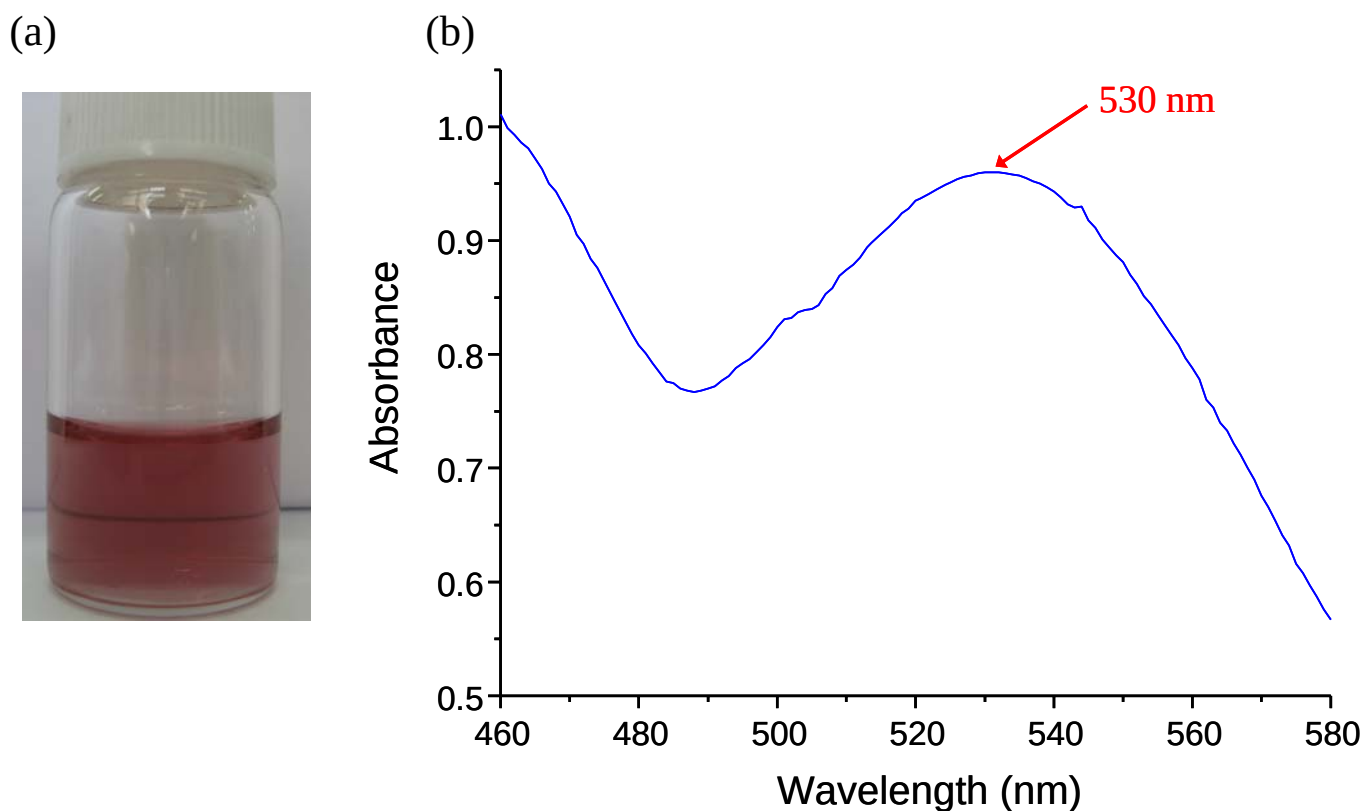
圖五、以橘子汁做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

(四) 以柳丁汁溶液進行還原

柳丁的成分含量中醣類、膳食纖維、維他命 A、B、C、磷、蘋果酸等。圖六 (a) 其溶液顏色呈現紅色，圖六 (b) 為溶液的吸收光譜圖，其最大吸收波長約為 530 nm，往長波長位移約 14 nm，與橘子汁的結果相似。



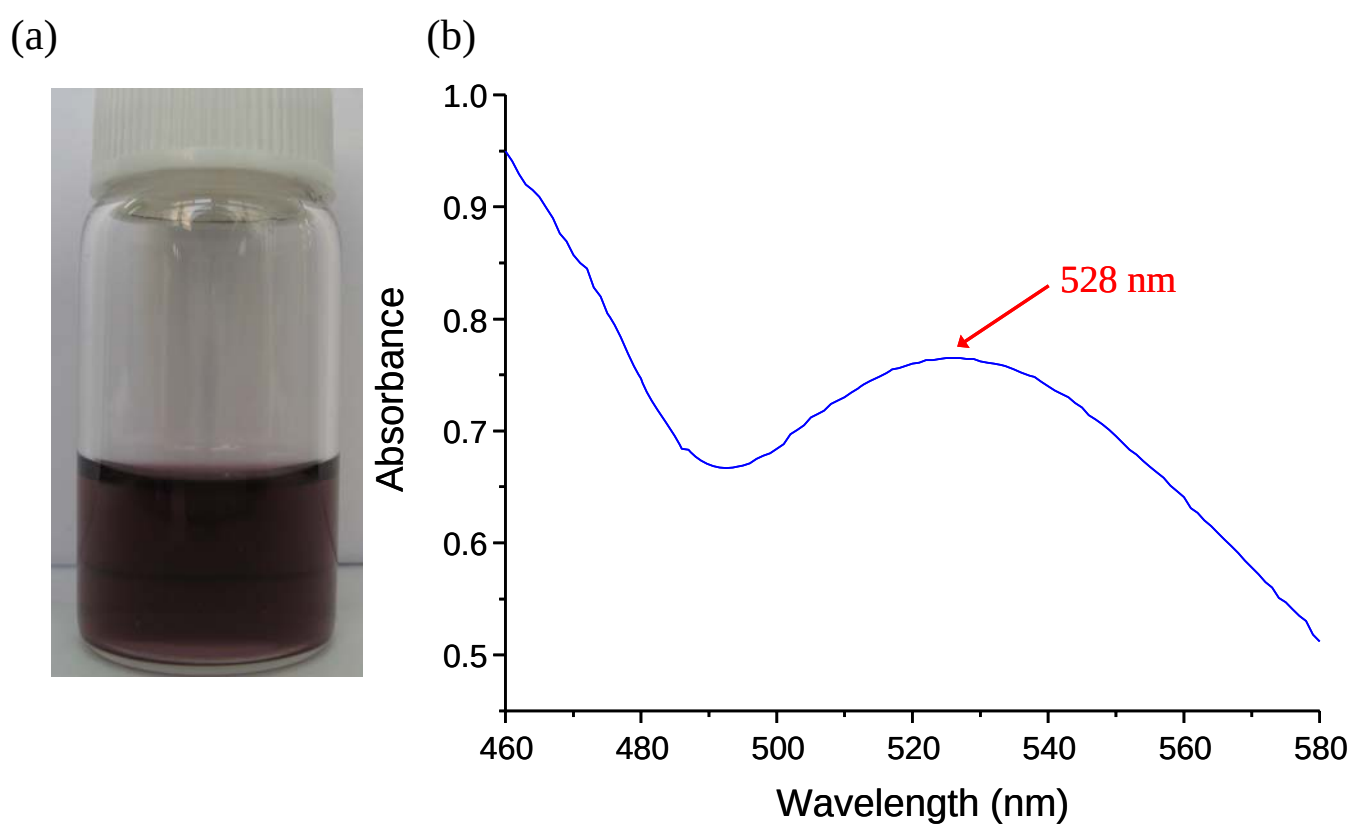
圖六、以柳丁汁做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

(五) 以葡萄柚汁進行還原

葡萄柚裡含有豐富的維他命B₁、B₂和C，也含有非常豐富的檸檬酸、鈉、鉀和鈣。圖七 (a) 溶液顏色呈現暗紅色，圖七 (b) 可知最大吸收波長約為 528 nm，往長波長位移約 12 nm，但吸收譜峰不明顯，推測可能是同時有太多還原劑參與反應，因此還原的速度相當快速，但彼此之間競爭效果，所以會有金奈米粒子的粒徑分佈不均勻的情形。



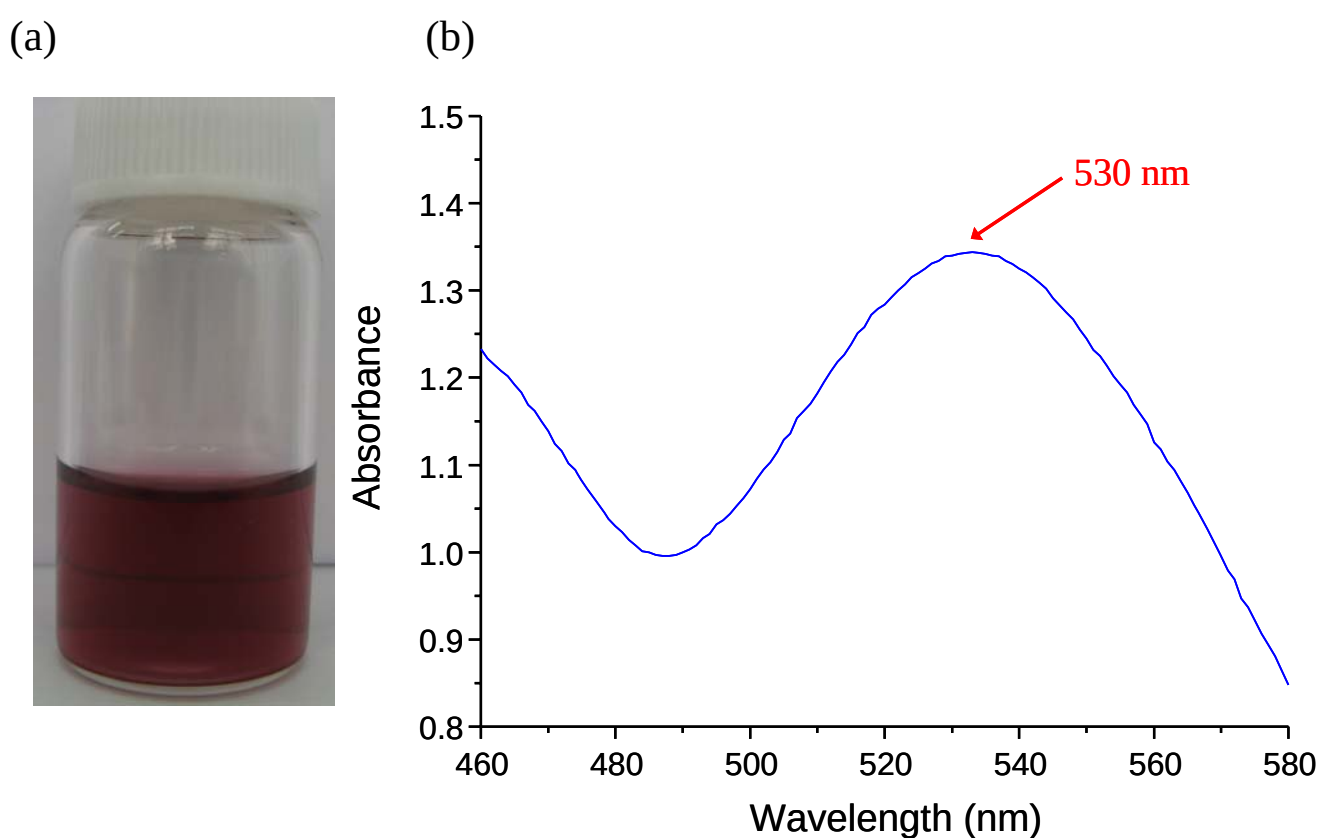
圖七、以葡萄柚汁做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

(六) 以蘋果汁溶液進行還原

在蘋果的成分含量中，富含大量維生素C、B₁、E和胡蘿蔔素等，是被公認為相當好的水果。圖八 (a) 可知溶液顏色呈現暗紅色，圖八 (b) 為溶液的吸收光譜圖，其最大吸收波長約為 530 nm，往長波長位移約 14 nm，故粒子具有較大的粒徑。且由光譜可看出吸收譜峰明顯，表示粒徑分佈均勻，因蘋果內維他命C含量約 13 % 左右，故推測是以維他命C進行還原。



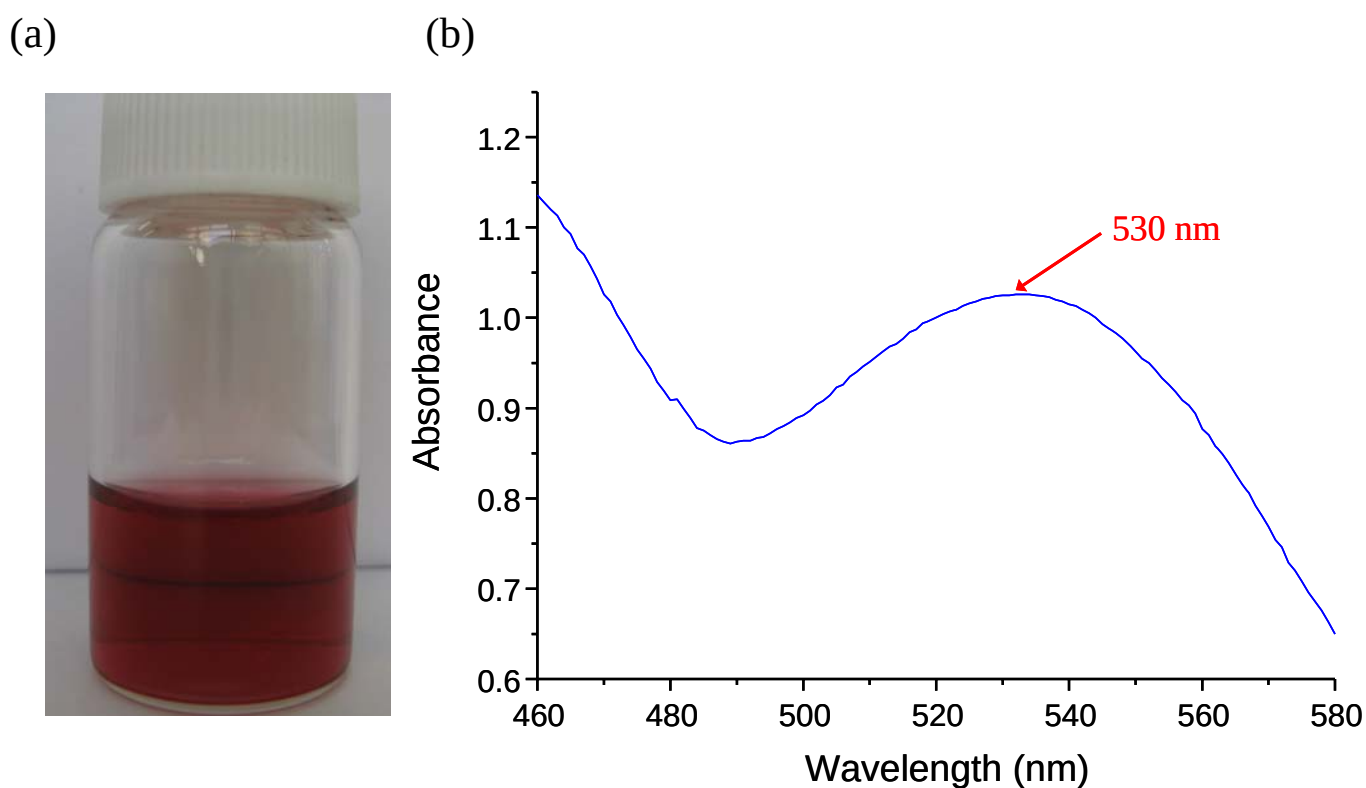
圖八、以蘋果汁做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

(七) 以地瓜葉汁溶液進行還原

地瓜葉的養分在蔬菜裡居冠，其營養成分有維他命 A、C、E 及鐵，且含有大量的多酚類，具有抗氧化及抗癌性。圖九 (a) 溶液顏色呈現暗紅色，且於合成過程中有殘渣產生。圖九 (b) 可知最大吸收波長約為 530 nm，往長波長位移約 14 nm，其吸收譜峰較不明顯，推測是因裡面所含的抗氧化劑種類太多且含量都相當豐富，因此在多種抗氧化劑互相競爭下，導致還原的奈米粒子粒徑分佈不均。



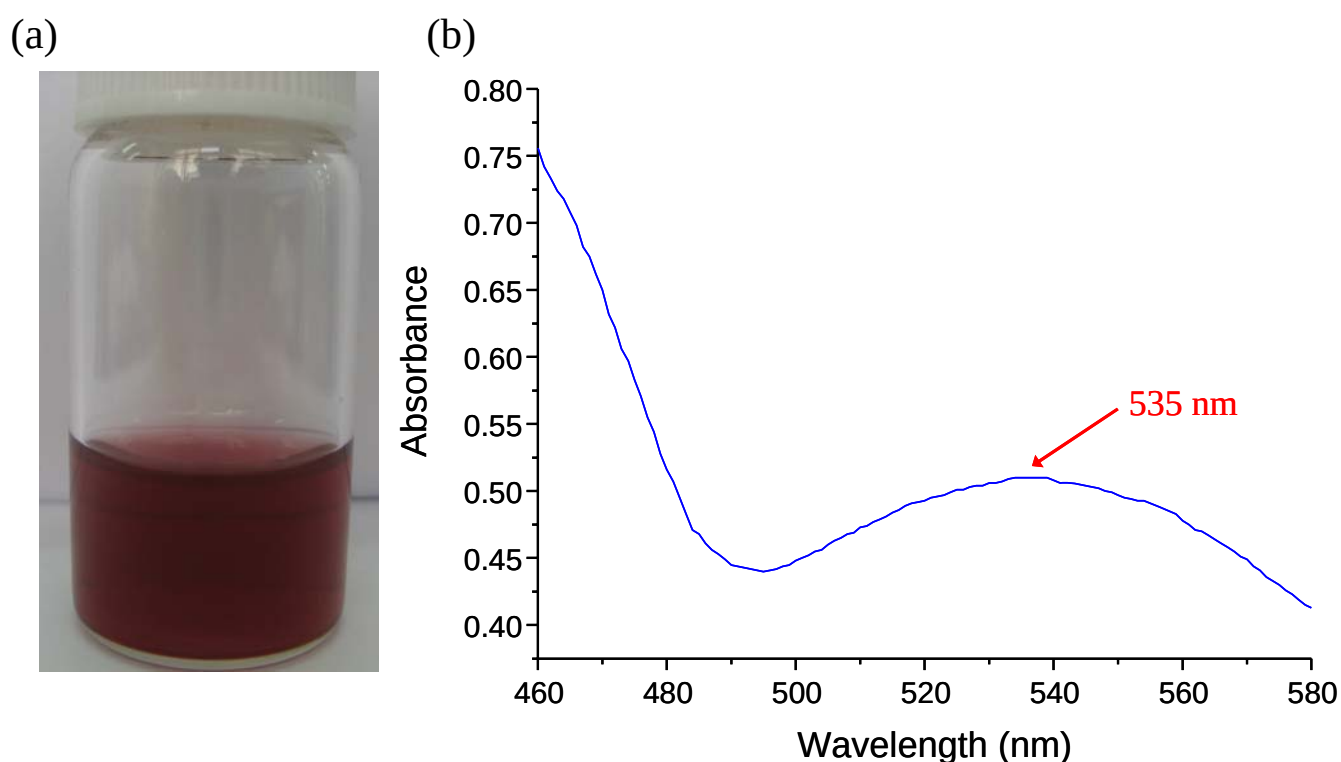
圖九、以地瓜葉汁做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

(八) 以苜蓿芽汁溶液進行還原

在苜蓿芽裡含有豐富的蛋白質、維他命 (A、B、C、D、E、K)、及礦物質 (鈣、鐵、鉀、磷)，近年來在生機飲食方面，常被做為食用的蔬菜。圖十 (a) 溶液顏色呈現暗紅色，圖十 (b) 可知最大吸收波長約為 535 nm，往長波長位移約 19 nm，吸收譜峰不明顯，吸收值也較低，推測其原因可能也是因溶液中抗氧化劑成分太多，導致多種物質互相競爭情形明顯。



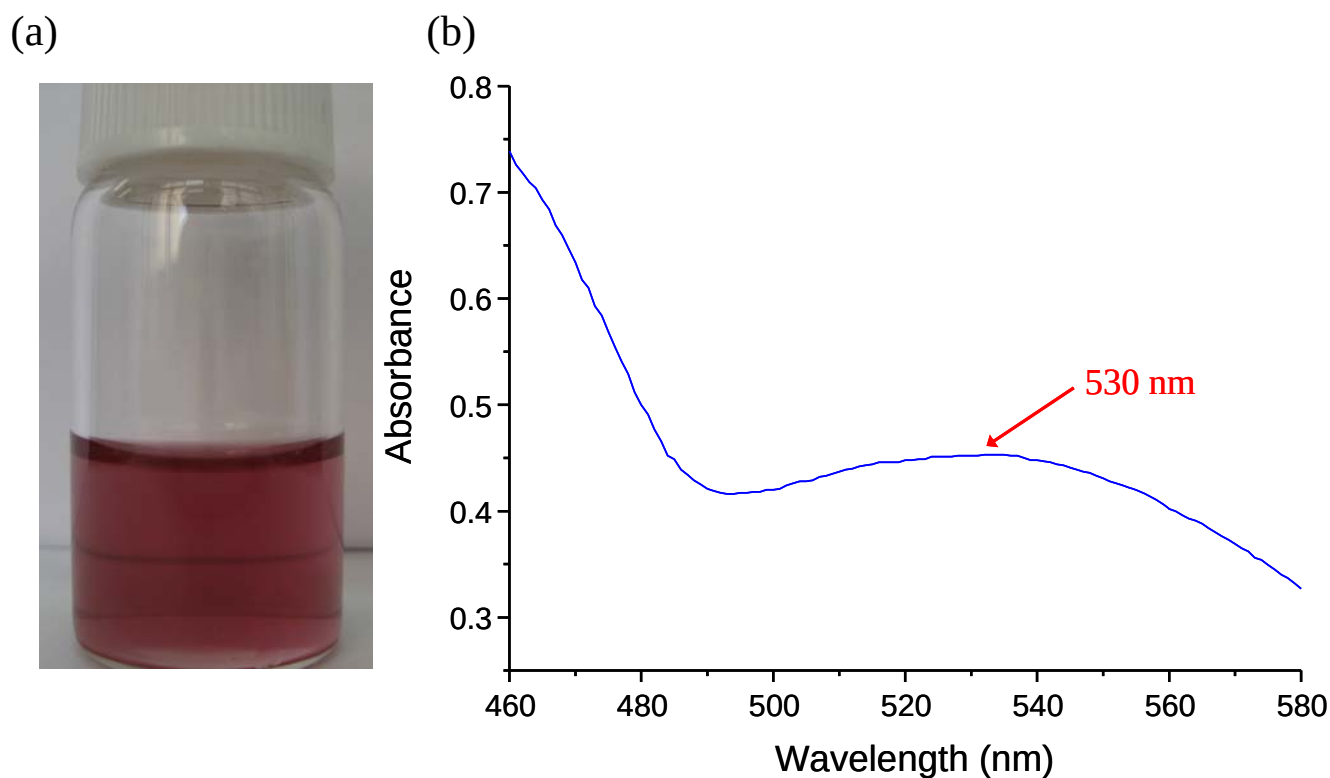
圖十、以苜蓿芽汁做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

(九) 以空心菜汁溶液進行還原

在空心菜的營養成分中，主要是含有大量的粗纖維素，還有維他命 C、B1 及多種礦物質等，但其含量較少於地瓜葉及苜蓿芽。圖十一 (a) 是以空心菜汁還原後的金奈米粒子溶液，其溶液顏色呈現深紅色，且於合成的過程中會有殘渣的產生，可能是金奈米粒子聚集的結果。圖十一 (b) 可知最大吸收波長約為 530 nm，往長波長位移約 14 nm。吸收譜峰不明顯，且吸收值低，推測其原因可能是因溶液中抗氧化劑的含量較少，導致還原的效果較差，或是有部分的金奈米粒子聚集，所以溶液中的金奈米粒子溶液濃度降低。



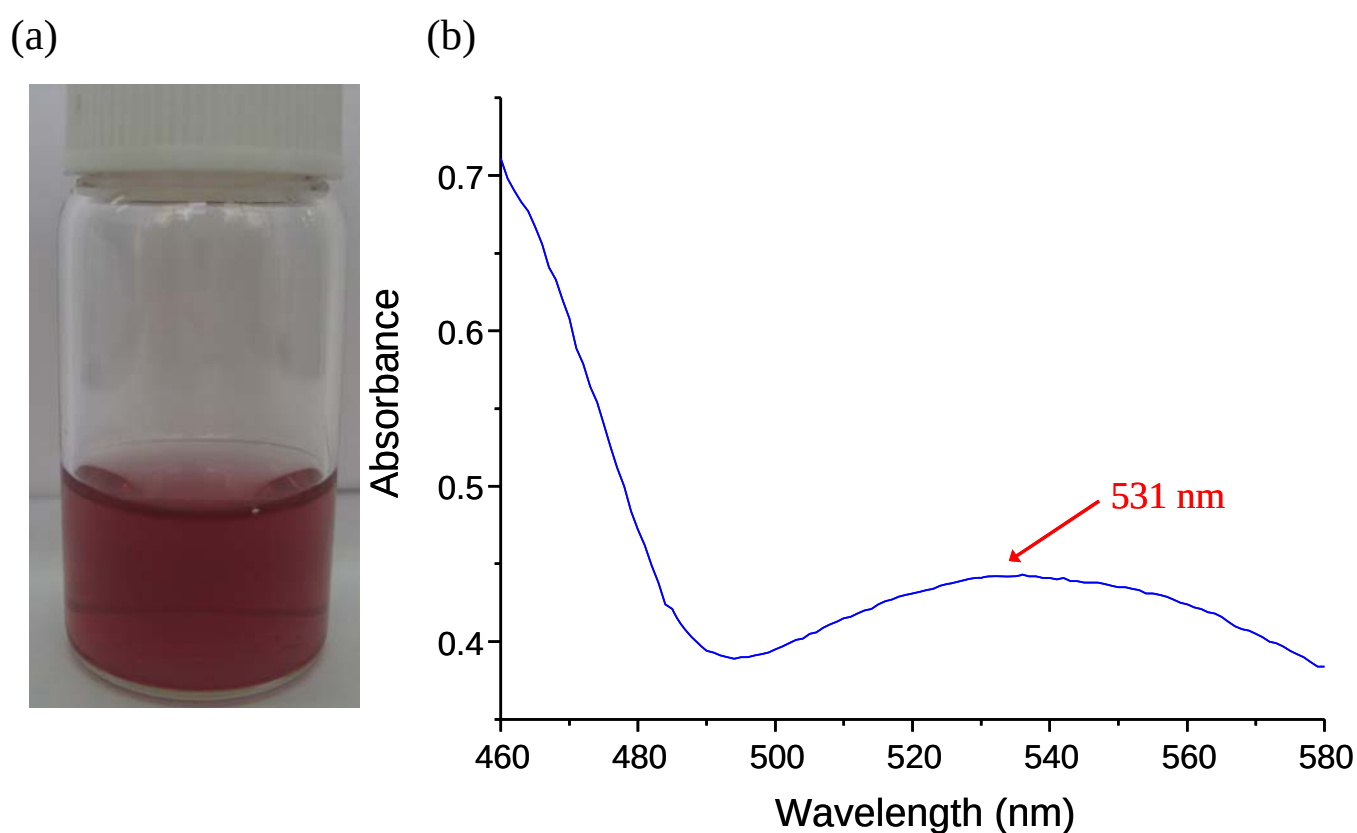
圖十一、以空心菜汁做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

(十) 以萵苣汁溶液進行還原

在萵苣的成分含量中，主要是富含有大量的礦物質鈣、磷、鐵，還有胡蘿蔔素和維生素 C。圖十二 (a) 溶液顏色呈現深紅色，在合成的過程中也會產生殘渣。圖十二 (b) 其最大吸收波長約為 531 nm，往長波長位移約 15 nm。光譜的吸收譜峰也不明顯、吸收值低，推測其原因也是因溶液中抗氧化劑的含量較少，所以還原的效果較差。



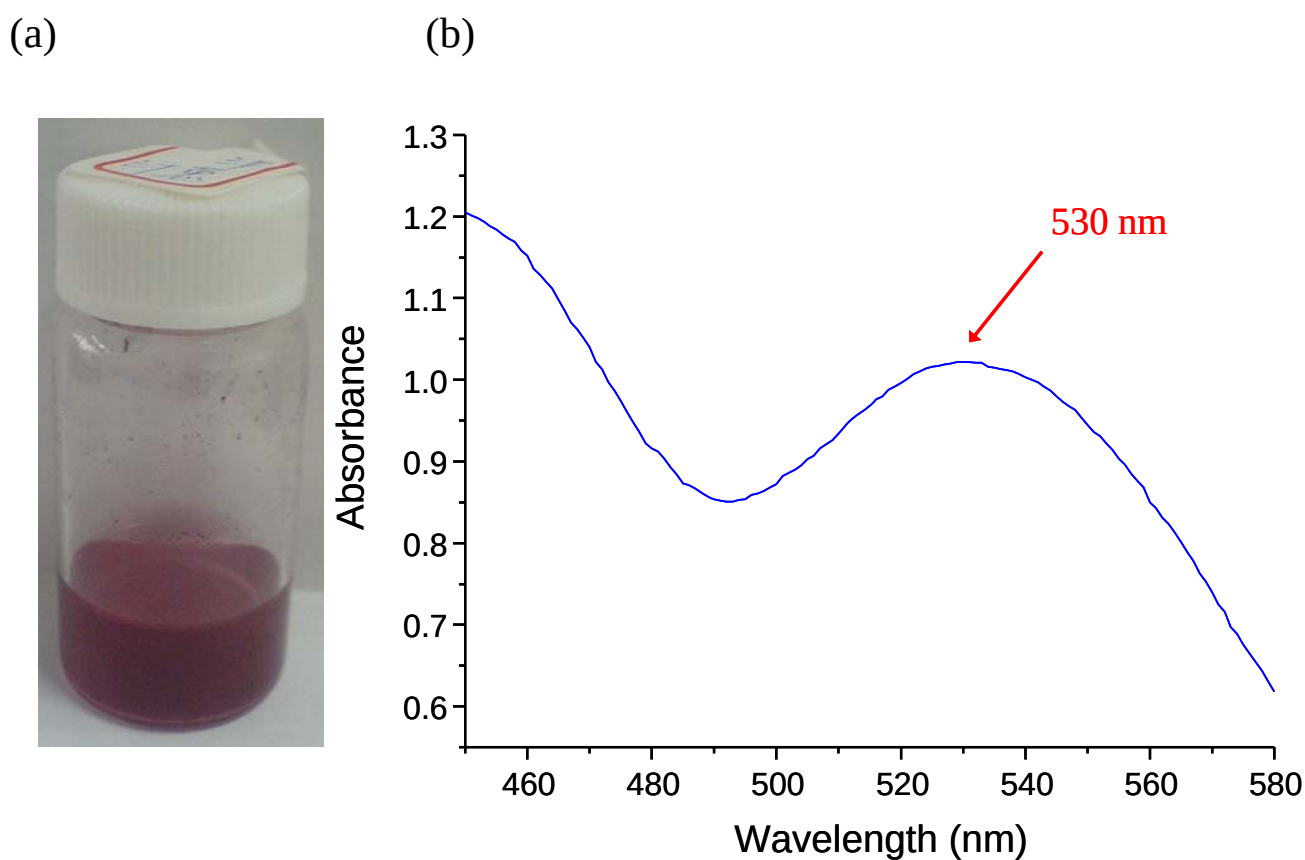
圖十二、以萵苣汁做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

(十一) 以洋蔥汁溶液進行還原

在洋蔥的成分含量中，含豐富的維生素 C 及鈣、磷，少量的鐵、鋅質、維生素 B 群，所以應可做為還原劑。圖十三 (a) 可明顯看出其溶液顏色呈現深紅色，圖十三 (b) 溶液的最大吸收波長約為 530 nm，往長波長位移約 14 nm，所以此時金奈米粒子的粒徑約為 40 nm 左右。而在光譜吸收峰方面，與前者實驗相似。



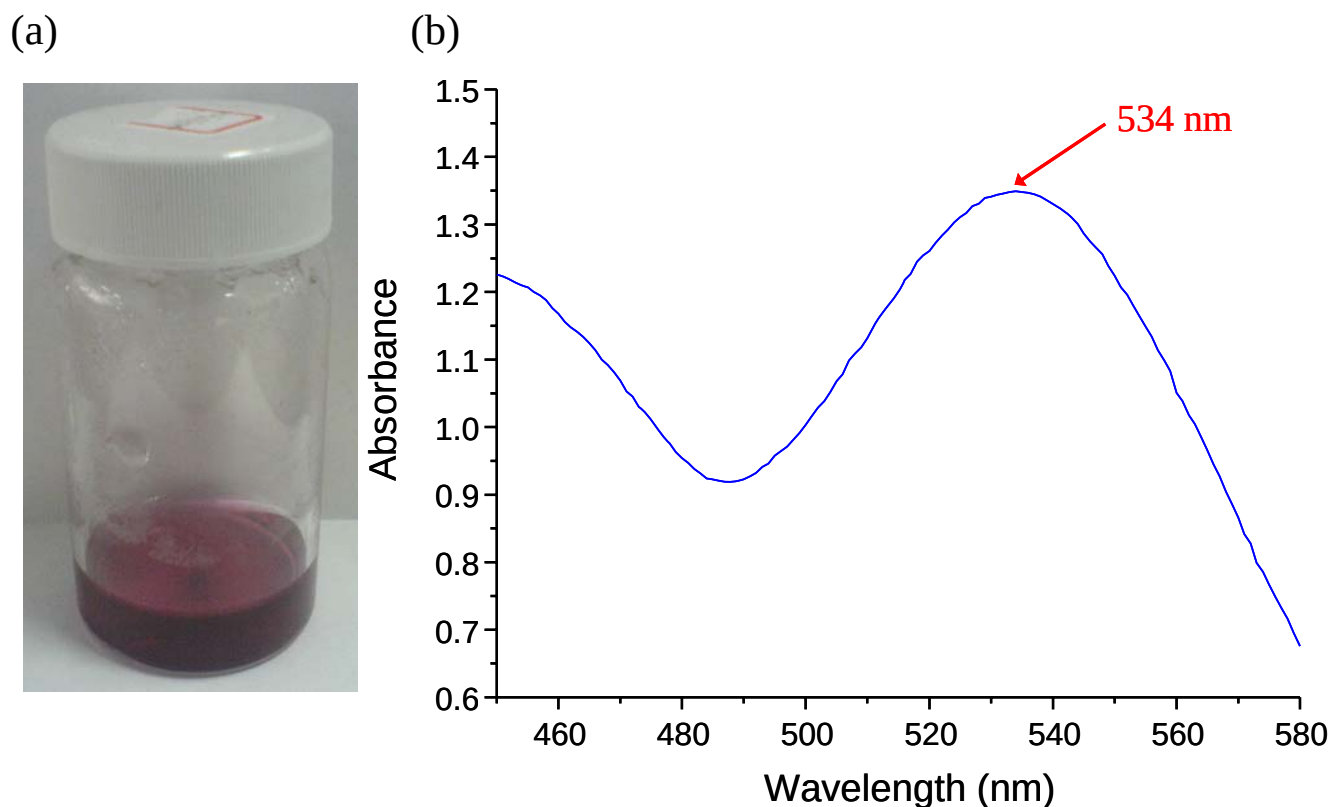
圖十三、以洋蔥汁做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

(十二) 以綠茶溶液進行還原

在先前的新聞報導中，大量報導喝綠茶對於人體的益處，綠茶中的成份含量主要為兒茶素類（單寧酸），具有抗氧化、對癌抑制、抗腫瘤、抗老化等功能，所以此實驗將綠茶溶液還原四氯金酸溶液。圖十四 (a) 可知溶液顏色呈現暗紅色，圖十四 (b) 溶液的最大吸收波長約為 534 nm，往長波長位移約 18 nm。在光譜吸收峰方面，與前述的各項實驗比較起來具有較大的吸收值，且其吸收譜峰明顯，由此可知溶液中的金奈米粒子有較高的濃度，且粒徑分佈均勻。



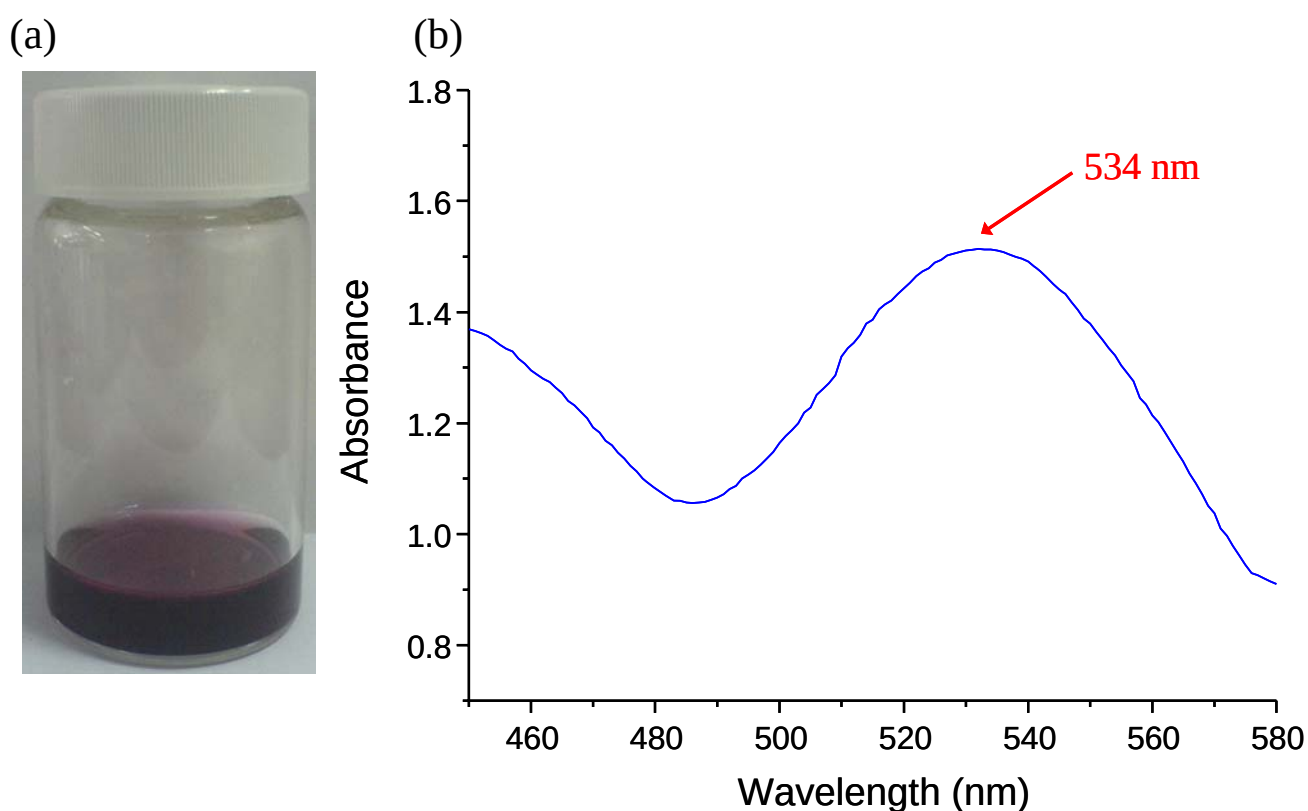
圖十四、以綠茶溶液做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

(十三) 以烏龍茶溶液進行還原

由於烏龍茶在製備的過程中與綠茶不同，經過了發酵的步驟，因此烏龍茶的氧化程度約為百分之十二到百分之二十，所以本實驗將比較與綠茶做為還原劑的效果有何不同。圖十五 (a) 可看出溶液顏色也是呈現出暗紅色，表示經由發酵氧化步驟的烏龍茶，仍具有還原能力，圖十五 (b) 溶液的最大吸收波長也約為 534 nm，往長波長位移約 18 nm。而在光譜吸收峰方面，與前述實驗比較起來，其吸收譜峰較不明顯，推測可能烏龍茶中的兒茶素含量較少。經由實驗結果可看出，雖然其中的兒茶素有部分遭到破壞，但烏龍茶中的依然含有大量的兒茶素。



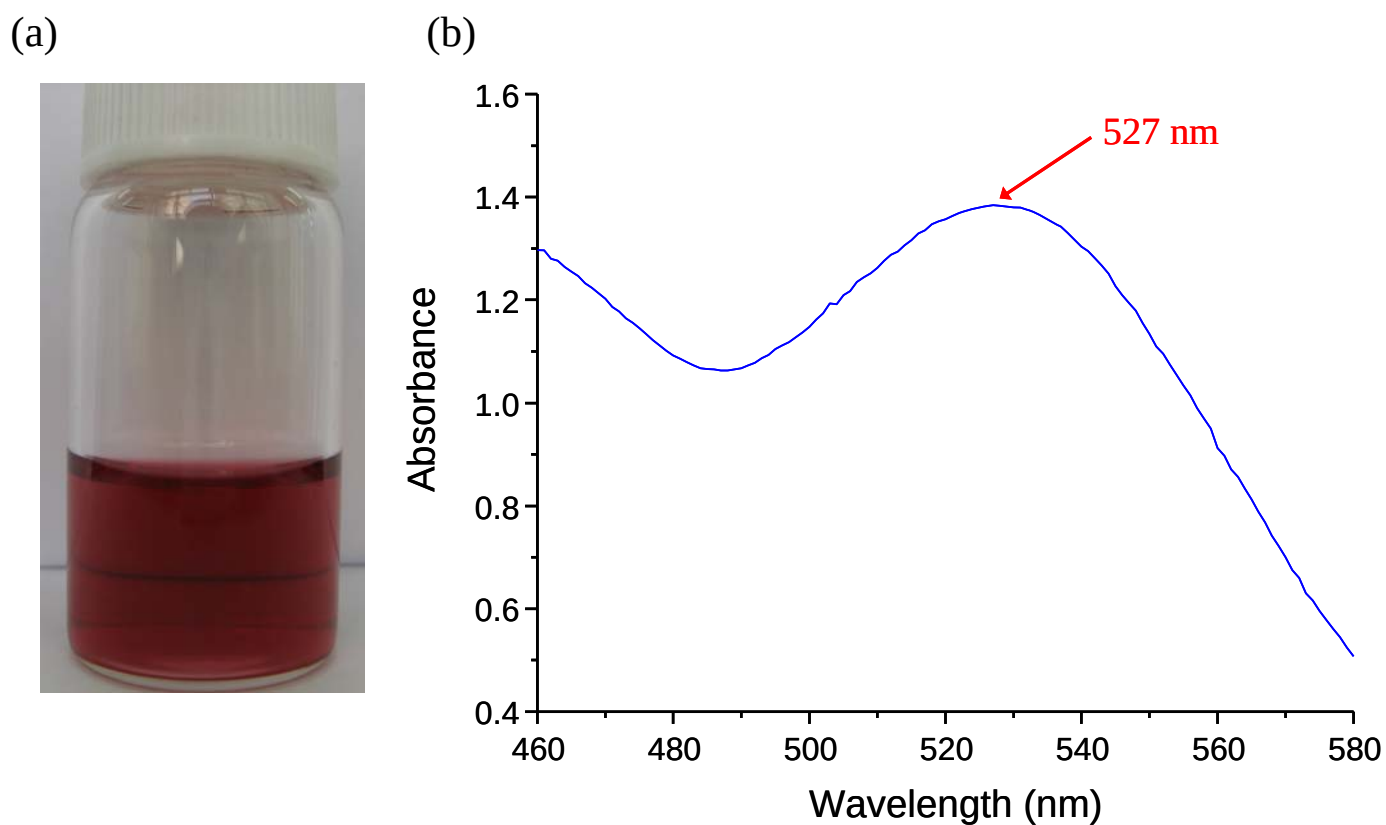
圖十五、以烏龍茶溶液做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

(十四) 以紅茶溶液進行還原

紅茶屬於發酵茶，所以本實驗比較以綠茶和烏龍茶做為還原劑的效果有何不同。圖十六 (a) 可看出溶液顏色呈現出深紅色，但與綠茶和烏龍茶溶液還原而得的金奈米粒子溶液有些許差異，圖十六 (b) 溶液的最大吸收波長為 527 nm，往長波長位移約 11 nm。而在光譜吸收峰方面，與前述兩者的實驗比較起來，其吸收譜峰較不明顯。



圖十六、以紅茶溶液做為還原劑而得的金奈米粒子溶液

(a) 金奈米粒子溶液照片

(b) 紫外-可見光吸收光譜圖

由上述的實驗結果可得知（見表一），以蔬菜做為還原劑所還原的金奈米粒子溶液，其最大吸收波長大約都落在 530 nm 左右，其最大吸收值較果汁與茶葉低。而以果汁做為還原劑，溶液的最大吸收值，平均而言介於蔬菜與茶葉之間，而以茶葉做為還原劑，所得金奈米粒子溶液有最大的吸收值。

反應溶液	反應時間 (s)	金奈米粒子溶液	
		最大吸收波長 (nm)	最大吸收值
維他命 C	110	524	0.870
檸檬汁	44	524	0.722
橘子汁	40	530	0.890
柳丁汁	25	525	0.960
葡萄柚汁	9	528	0.764
蘋果汁	16	530	1.340
地瓜葉汁	37	530	1.025
苜蓿芽	131	524	0.510
萵苣	71	531	0.432
空心菜	52	530	0.452
洋蔥汁	72	530	1.022
綠茶	14	534	1.349
烏龍茶	16	534	1.513
紅茶	11	527	1.384

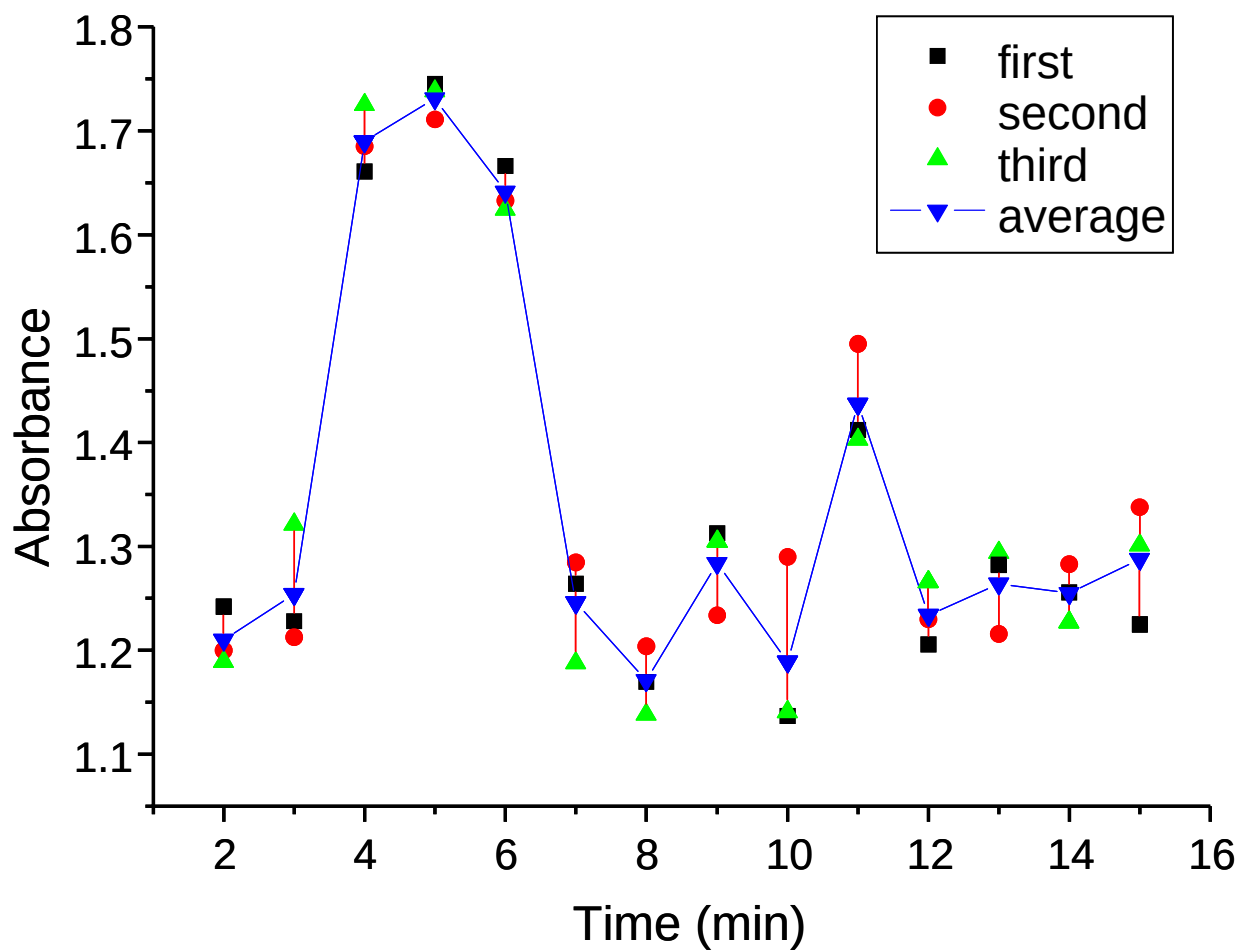
表一、以各種不同的反應溶液還原，所得的金奈米粒子溶液最大吸收波長與最大吸收值

三、比較不同浸泡的綠茶時間還原四氯金酸溶液

在研究報告中指出，茶葉需要浸泡 5 分鐘以上，其兒茶素所釋放出的量會最多，所以本實驗比較綠茶在不同時間的浸泡下，對於還原製備的金奈米粒子有何種影響。圖十七為綠茶在不同的時間浸泡下，還原所得的金奈米粒子溶液，以波長 534 nm 做為測定的吸收值。由圖可看出，在茶葉浸泡 4 分鐘到 6 分鐘時，所得金奈米粒子溶液可以得到最大的吸收值，當浸泡時間較短時，還原的金奈米粒子溶液吸收值較低，可能是浸泡時間短時，綠茶經由熱水釋放出的物質較少，所以綠茶溶液中的抗氧化劑的含量少。但當浸泡時間長時，金奈米粒子溶液的吸收值低，可能是浸泡時間長時，釋放出的物質較多，所以導致產生干擾的現象。

綠茶沖泡時間 (min)	UV 吸收值			
	第一次實驗	第二次實驗	第三次實驗	平均
2	1.242	1.200	1.189	1.210
3	1.228	1.213	1.321	1.254
4	1.661	1.685	1.725	1.690
5	1.745	1.711	1.738	1.731
6	1.666	1.633	1.624	1.641
7	1.264	1.285	1.188	1.246
8	1.170	1.204	1.138	1.171
9	1.313	1.234	1.305	1.284
10	1.137	1.290	1.141	1.189
11	1.412	1.495	1.403	1.437
12	1.206	1.230	1.266	1.234
13	1.282	1.216	1.294	1.264
14	1.256	1.283	1.227	1.255
15	1.225	1.338	1.301	1.288

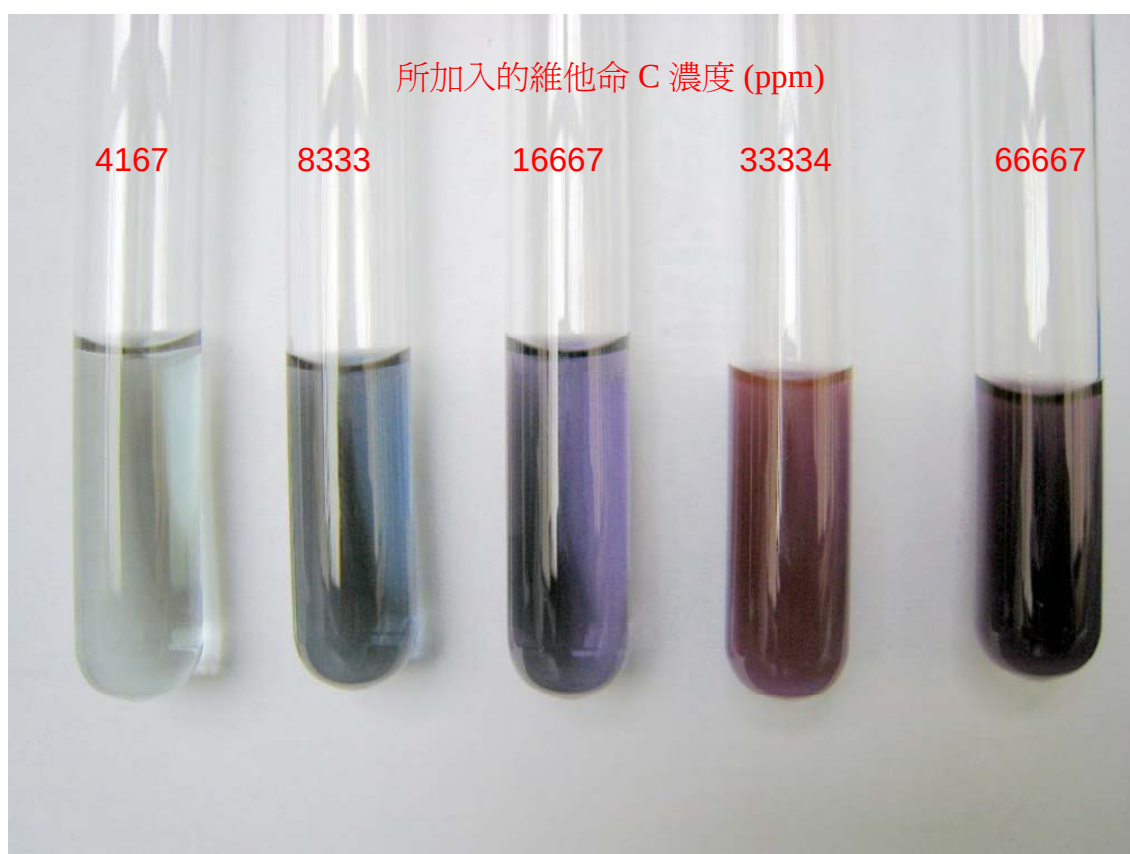
表二、比較不同浸泡綠茶的時間，還原所得的金奈米粒子溶液在波長 534 nm 溶液的吸收值



圖十七、比較不同浸泡茶葉的時間，以綠茶溶液還原四氯金酸溶液

四、比較不同濃度維他命 C 溶液還原製備金奈米粒子

本實驗主要是探討以不同濃度的維他命 C 溶液，在相同的反應時間下，還原製備金奈米粒子，測量波長在 524 nm 的吸收值，進而求得檢量線，期望發展一套做為檢測未知維他命 C 濃度的方法。由圖十八可看出，當維他命 C 溶液濃度較低時，所還原製備而得的金奈米粒子溶液顏色為藍紫色，但當維他命 C 濃度變高時，則溶液顏色呈現紅色。由數據可得知，當維他命 C 溶液濃度越大時，金奈米粒子溶液在 524 nm 的吸收值越大。

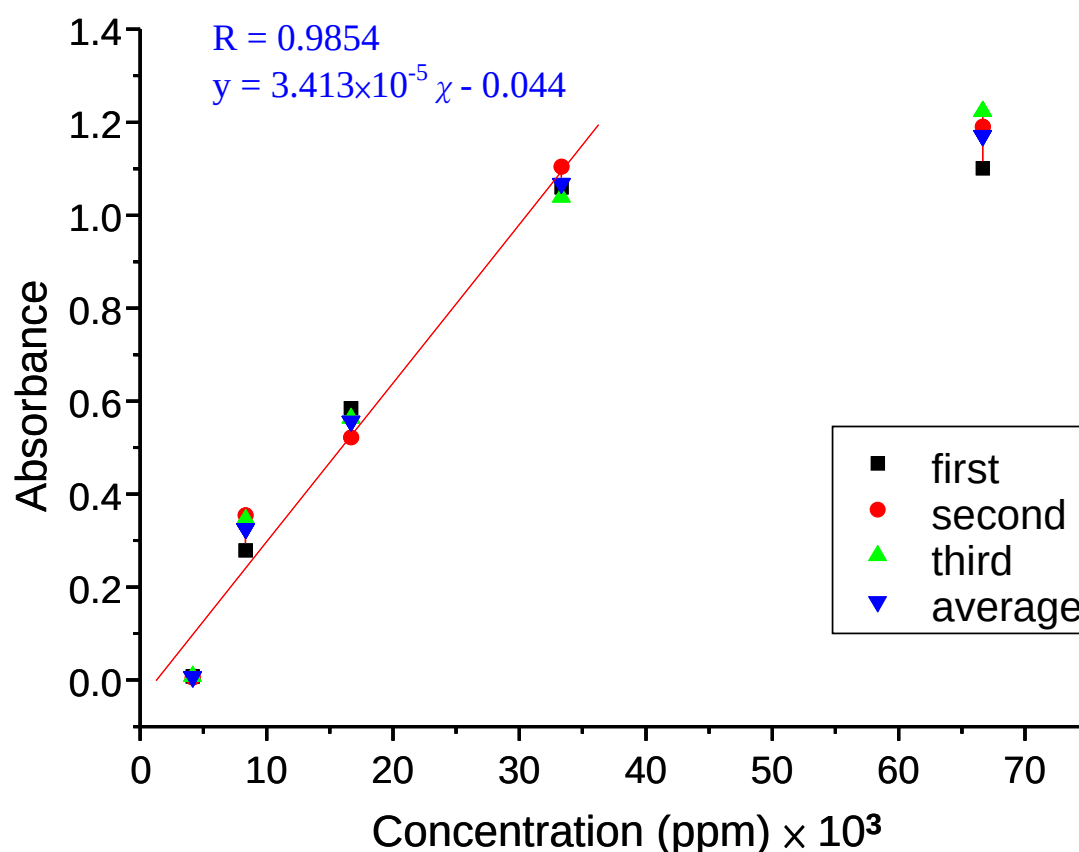


圖十八、以不同濃度的維他命 C 溶液還原製備而得的金奈米粒子溶液

維他命 C 濃度 (ppm)	UV 吸收值			
	第一次實驗	第二次實驗	第三次實驗	平均
4167	0.008	0.005	0.008	0.007
8333	0.279	0.354	0.346	0.326
16667	0.585	0.522	0.563	0.557
33334	1.060	1.104	1.039	1.068
66667	1.101	1.190	1.223	1.171

表三、不同濃度的維他命 C 溶液還原而得的金奈米粒子溶液在波長 524 nm 的吸收值

由圖十九可得知當維他命 C 溶液濃度介於 4167 ppm ~ 33334 ppm 時，其線性回歸值為 0.9854，具有良好的線性關係，所以在未來可以用此方式，求得未知濃度的維他命 C 溶液。但當維他命 C 濃度過高時，則金奈米粒子溶液吸收值會趨於一最大值。



圖十九、不同濃度的維他命 C 溶液對金奈米粒子溶液的吸收值作圖

柒、結論

由實驗可以得知，當食品中含有抗氧化劑時，皆可對於四氯金酸溶液進行還原，但當溶液中含有兩種以上的抗氧化劑時，可能會產生相互競爭還原，容易導致還原的金奈米粒子有粒徑分佈不均的情形。而以蔬菜做為還原劑，所製備而得的金奈米粒子溶液，最大吸收波長大約都落在 530 nm 左右，而最大吸收值較果汁與茶葉低。當以果汁做為還原劑時，金奈米粒子溶液的最大吸收值，平均而言介於蔬菜與茶葉之間，而以茶葉做為還原劑，所得金奈米粒子溶液相較於蔬菜和果汁而言，具有最大的吸收值，表示有最高濃度的金奈米粒子，且以光譜圖的吸收譜峰可知，以茶葉還原製備而得的金奈米粒子，其吸收譜峰明顯，表示粒徑分佈較均勻。而在比較不同浸泡綠茶時間的實驗中，可知當綠茶約浸泡 4 分鐘到 6 分鐘時，還原製備而得到的金奈米粒子溶液有較大的吸收值，而當浸泡時間短時，還原製備的金奈米粒子溶液吸收值較低，推測其原因可能是因綠茶浸泡時間短時，綠茶釋放出的物質較少，所以溶液中所含的抗氧化劑量少，但當浸泡時間長時，其金奈米粒子溶液的吸收值也呈現較低的情況，推測可能的原因是當浸泡時間長時，所釋放出的物質含量與種類較多，導致還原四氯金酸溶液時，會產生相互競爭干擾的現象。在食品中抗氧化劑的定量方面，實驗中以維他命 C 溶液做為還原劑，測量在不同濃度的維他命 C 溶液下，還原製備金奈米粒子溶液在波長 524 nm 的吸收值，並且將維他命 C 的濃度對吸收值作圖，可得到良好的線性關係，在未來可做為檢測未知濃度的維他命 C 溶液的方法。本實驗成功的以食品中的抗氧化劑還原四氯金酸溶液，進而製備得到金奈米粒子，並且比較不同食品製備所得的金奈米粒子溶液，其吸收光譜的差異，在未來期望能對各種不同食品中的抗氧化劑進行定量分析。

捌、參考資料

- 1.張安華，實用奈米技術，新文京開發出版股份有限公司，台北，民國九十四年。
- 2.徐國財，張立德，奈米複合材料，五南圖書出版股份有限公司，台北，民國九十二年。
3. Scampicchio, M.; Wang, J.; Blasco, A. J.; Sanchez Arribas, A.; Mannino, S.; Escarpa, A. Nanoparticle-Based Assays of Antioxidant Activity. *Anal. Chem.* **2006**, 78, 2060-2063.
4. Blasco, A. J.; Rogerio, M. C.; Gonzalez, M. C.; Escarpa, A. *Anal. Chim. Acta.* **2005**, 539, 237.
5. Apak, R.; Guclu, K.; Ozyurek, M.; Karademir, S. E. *J. Agric. Food Chem.* **2004**, 52, 7970.

【評 語】 040212 食品中所含抗氧化劑的檢測

利用金奈米形成的濃度檢測食品中含抗氧化劑成份多寡的概念新穎。但是對於萃取含抗氧化劑的方法未加控制，不易定量，並且使用之含金試劑成本高，不像 H_2O_2 等之氧化劑成本低，且與生物體產生自由基的產量相關，可應用於人體內自由基含量之檢測。