

花蓮縣第 63 屆國民中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學科

組 別：國中組

作品名稱：來自縱谷的黃金-三位一體更好吸收

關 鍵 詞：薑黃奈米粒子、抗藍光與綠光、抗菌與抗白粉病

編 號：

摘要



花東縱谷農夫種了許多薑黃植物，由於這裡的土壤很肥沃與好的空氣和水源，生產的薑黃成為花蓮珍貴的保健產品之一。我們將這些薑黃植物的地下莖經由切片、乾燥、研磨並以不同溶劑萃取來最佳化分離薑黃中的色素，實驗結果顯示這些薑黃植物中含有很多薑黃素與很強的抗氧化能力。進一步，在薑黃素中加入鈣和鐵的金屬離子，並在氫氧化鈉下會產生沉澱反應，可以得到鈣鐵薑黃奈米粒子。這種結合鈣鐵的薑黃奈米粒子可以用來抗氧化、抗藍光與綠光的護眼功效、光殺菌、去除白粉病與有毒染料的光分解作用。另外，鈣鐵薑黃奈米也可以促進腸道益生菌(LP33)的生長與植物養分吸收和繁殖。未來，它可以發展成為一種保健食品、抗菌劑、生物農藥、解毒劑、護眼產品與植物和益生菌生長促進劑，並實現補鐵、補鈣兼具薑黃保健功效，發揮三位一體便利性且更好吸收作用。

壹、研究動機



奈米鈣牛奶

奈米鐵牛奶

奈米牛奶說明

花蓮種植的秋薑黃

現代的人由於營養不均衡時常需要補東補西與吃一堆保健食品，鈣是動物骨頭主要成份，而鐵是血液用來攜帶氧氣的元素。為了增加身體對鈣和鐵的吸收，超商賣的統一牛奶有添加鐵和鈣的奈米粒子來促進腸道的吸收作用。薑黃是一種很好的保健植物，過去很多報導提到吃薑黃可以抗氧化與抗發炎並用來預防與改善多種慢性病，很多人每天也都會吃薑黃來保健身體。但是，薑黃素不太溶解在水裡，所以不容易被身體吸收。另外，網路上也有報導：吃太多的鐵在身體內可能會引起氧化傷害並造成鐵離子中毒。為了解決須要同時吃鈣、吃鐵與吃薑黃等保健食品所帶來的不方便，並利用薑黃素的抗氧化作用來降低鐵離子的毒性，我們在老師的鼓勵下，經由上網查資料、共同討論與做文獻的探討，發現了用奈米化可以用來增加身體對物質的吸收，並可以達到三位一體的方便性。網路上有許多有趣的化學反應，利用金屬離子滴加沉澱劑可以產生各種沉澱物，控制金屬離子的濃度可以在氫氧化鈉溶液中和薑黃素產生小顆粒的沉澱物，最佳化沉澱條件可得到鈣、鐵氧化物並包裹薑黃素的奈米粒子。我們想要了解這種奈米粒子是否有更好的吸收能力和抗氧化作用，並開發它們可能的應用，我們便開始一連串的實驗設計與探討過程。

貳、研究目的

- 一、花蓮種植的薑黃中薑黃素與類薑黃素的分離條件與含量測定。
- 二、花蓮種植的薑黃中薑黃素與類薑黃素的抗氧化活性。
- 三、利用沉澱反應製作鈣鐵薑黃三位一體的奈米粒子。
- 四、鈣鐵薑黃奈米粒子的抗氧化、抗菌、對抗植物白粉病與抗藍光與綠光的能力。

五、鈣鐵薑黃奈米粒子對環境污染物的漂白與減毒能力。

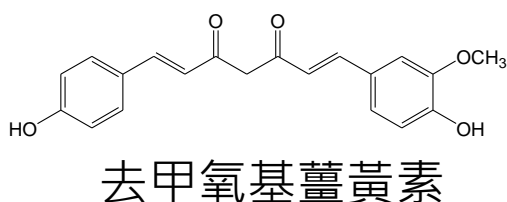
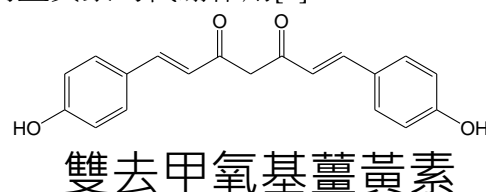
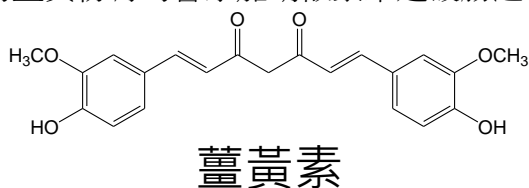
六、鈣鐵薑黃奈米粒子促進植物與腸道益生菌(LP33)生長、吸收與繁殖能力。

參、文獻探討及名詞解釋

一、依據理論及原理

(一) 薑黃

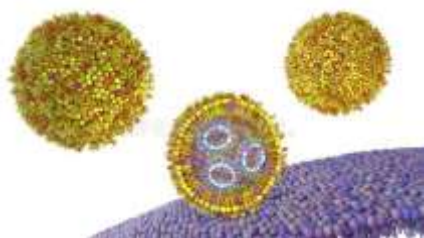
薑黃又叫做寶鼎香，印度人常將這種植物的地下莖用來作為香料或製作咖哩的主要成份，薑黃中主要含有薑黃素與兩種類薑黃素，相關報告說:薑黃可以保肝、降血脂、抗氧化、抗腫瘤、抗發炎、抗微生物、保護心肌損傷與預防老年癡呆[1]。其中，薑黃素為水不容易溶解物，吃到身體中在腸胃道吸收很不好，吃的時候只能拌著油一起吃會好一點，保健食品公司賣的薑黃粉有的會添加胡椒素來延緩腸道中對薑黃素的代謝作用[2]。



圖一、薑黃地下莖含有三種色素: 薑黃素、去甲氧基薑黃素與雙去甲氧基薑黃素[2]

(二) 奈米

奈米是一種尺度單位，1奈米為 10^{-9} 米，大約為針頭大小的一百萬分之一，一個病毒的大小大約為100奈米，細菌大小約為1000奈米。在生活上有許多東西應用到奈米科技，例如:奈米化妝品可以增加皮膚的吸收，奈米光觸媒可以用來殺菌，奈米馬桶可以抗汗除臭，新冠肺炎所用的BNT與莫德納疫苗也是利用奈米科技來攜帶mRNA[3]。



圖二、新冠疫苗利用奈米來攜帶 mRNA 並送到細胞中來產生免疫反應[4]。

(三) 沉澱反應

沉澱作用是在溶液中析出固體物質的化學反應，這種作用可以用來分離多種物質。金屬離子在水溶液中可以加入沉澱劑來形成固體沉澱物，例如: 硝酸銀溶液加入氯化鈉可以形成氯化銀的白色沉澱物。溶液中存在兩種金屬離子也可以加入沉澱劑來形成它們的共沉澱物，在沉澱反應中可以控制金屬離子的濃度來調整形成的沉澱物顆粒大小。在我們的實驗利用鈣和鐵兩種金屬離子，並經由加入薑黃素與氫氧化鈉來進行共沉澱反應[5]。

(四)、抗氧化

自然界中物質與氧氣反應產生氧化作用，房子會變舊、汽車會生鏽、人會逐漸變老，這些都是氧氣所造成的氧化作用。氧化反應使電子轉移到到氧化劑，在過程中可能會形成自由基

並產生連鎖反應，自由基會攻擊生物體並造成嚴重的破壞。抗氧化劑具有還原能力，使自由基獲得額外電子，並終止自由基的反應。日常生活常見的抗氧化劑為：維生素C、維生素E和薑黃素等，報導指出：適當的抗氧化劑可以預防心血管疾病與癌症，並降低體內發炎反應[6]。

(五) 抗菌作用

抗菌與殺菌作用的方式很多，例如：燒開水煮沸殺菌、紫外燈殺菌、抗生素殺菌等。天然的抗菌劑包含有：茶樹精油、大蒜、蜂膠和奈米銀等，大部份的抗菌劑可以破壞細菌細胞壁，並造成細菌細胞內外的滲透壓改變來殺死細菌。薑黃素是一種有黃色的色素且會產生螢光的物質，在紫外燈的照射下可以在黑暗中觀察到薑黃素的螢光，這說明了薑黃有很好的光反應，這次實驗使用奈米薑黃在LED燈的照射下來觀察對色素的漂白與殺菌作用[7]。

二、名詞解釋

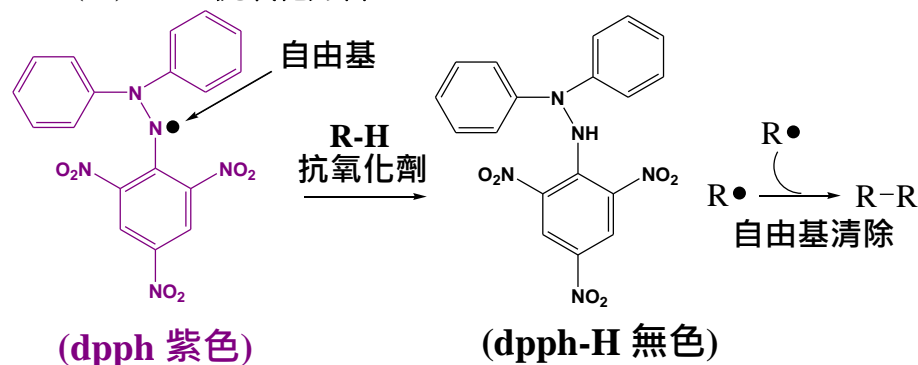
(一) 自由基



圖三、自由基可以比喻為舞會中的單身漢，沒有帶舞伴的他會去搶別人的舞伴，造成秩序大亂。

物質中的電子以成雙成對較為穩定，當出現有不成對的電子時，體內需要有足夠的抗氧化劑來進行清除，避免它跑去攻擊身體的細胞，造成疾病的產生。自由基可比喻為舞會中的單身漢，他會去搶奪別人的舞伴，被搶的人因此變成自由基，並再進一步的去搶奪別人的舞伴，最後造成嚴重的秩序破壞[8]。

(二) DPPH 抗氧化分析



圖四、Dpph 是一種帶有紫色的自由基，加入抗氧化劑可以使自由基消除並變為無色物。

身體無時無刻都可能會產生自由基，過多的自由基會攻擊人體並導致身體的疾病。有時候，我們會去補充抗氧化劑，例如：維他命C，可以與自由基反應並進行清除。Dpph是一種帶有紫色的自由基，維他命C與Dpph反應時會轉移氫給Dpph自由基，這時Dpph會由紫色轉變為無色。我們可以利用Dpph來模擬身體中所產生的自由基，並測試哪一種物質可以將自由基清除掉，使得顏色消失[9]。

(三) 層析分離

層析法是一種分離混合物的方法，利用流動相液體攜帶要分離的混和物在固定相(二氧化矽)上產生不同快與慢的移動速度來達到混合物的分離。固定相(親水性二氧化矽)可以塗抹在鋁箔板上(稱為薄層層析)，也可以將它們填充在管柱中(稱為管柱層析)，當要分離的物質較為水溶

性時會在二氧化矽上產生停留，也因此會較慢被液體沖洗出來；流動相液體為有機溶劑，可以攜帶油性物質(如薑黃素)會最快被沖洗出來。

(四)革蘭氏染色

是一種用來鑑別細菌種類的染色方法，細菌由於細胞壁的種類不同可以將細菌分成兩類:革蘭氏陽性菌（可以被革蘭氏染劑染上）與革蘭氏陰性菌（無法被革蘭氏染劑染上）。被革蘭氏染劑染色的細菌成為紫色，沒有被染上革蘭氏染劑的細菌，則可以進一步用哈克氏染劑染成淡紅色，這種菌叫做革蘭氏陰性菌[10]。

①加入結晶紫 ②加入碘液 ③加酒精脫色 ④加哈克氏染液



圖五、利用革蘭氏染劑可以區別出細菌的種類，革蘭氏陽性菌呈現紫色而革蘭氏陰性菌呈現淡紅色。

三、全國科展參賽作品參考文獻

在過去的參賽作品中，我們利用抗氧化、薑黃和抗菌等關鍵字進行查詢，我們找到了一些有趣的作品，我們一起討論了其中幾篇重要的作品，以下進行幾篇內容重點介紹。

(一) 中華民國第54屆中小學科學展覽會：茶花萃取液之抗氧化能力及其生活上之應用研究[11]

本研究主要探討茶花萃取之抗氧化能力，利用Dpph抗氧化分析來了解萃取物之抗氧化能力。研究結果說明，茶花萃取液有良好的抗氧化能力並可以應用在製造手工皂、乾洗手液等諸多用途，值得多多推廣利用。

(二) 中華民國第55屆中小學科學展覽會：青春抗老的祕方—薑黃抗氧化力之探討[12]

作者比較了不同蔬果汁和薑黃的抗氧化能力，並說明了薑黃在加熱過程中抗氧化能力無明顯下降，但對於加入鹽類後抗氧化力下降許多。薑黃可以做成手工皂及護手霜，以過濾過的薑黃來製成手工皂較不會有色素殘留，並帶有薑黃些微的清香味。

(三) 中華民國第59屆中小學科學展覽會：Eye生活-論薑黃素之護眼功效[13]

本研究主要探討薑黃的濾藍光能力和抗氧化作用，實驗結果顯示薑黃可以有效降低藍光穿透率，且與凝膠厚度與濃度成正相關。將薑黃製作成藍光薄膜濾片，可以應用在日常螢幕與燈具，減少藍光對眼睛的損耗。






























(四) 中華民國第50屆中小學科學展覽會：薑抗氧化能力之相關探討[14]

本研究以薑做為題材並探討薑的抗氧化能力與環境因素的關係，實驗結果顯示老薑的抗氧化能力優於嫩薑且對於薑抗氧化能力的影響依序為：紫外線>溫度>酸鹼>鎳與鋅離子。研究中顯示薑黃萃取液具有阻絕紫外線照射與抑制微生物生長的能力。

(五) 中華民國第55屆中小學科學展覽會：『薑』湖傳說薑黃素光降解特性之研究？[15]

作者研究了薑黃素的光降解作用，並顯示在鹼性環境下光降解效果比酸性下為佳。另外，在充足氧氣環境與提升光照強度亦有較高的光降解效果。薑黃素也可以與金屬進行螯合作用，並達到水質淨化的目的。實驗中測試了殺菌、金屬吸附與水質淨化等課題，希望可以提供一種較安全、無毒的方式來取代光觸媒。

肆、研究材料及器材

					
安全眼鏡:做實驗保護眼睛	玻璃量筒:測量液體的體積	燒杯:調配藥品與化學反應用	三角瓶:培養基調配用	玻璃瓶:奈米粒子製造用	漏斗濾紙:過濾薑黃萃取物用
					
玻璃試管:收離分離萃取液	離心管:樣品離心使用	研鉢:樣品研磨使用	玻璃滴管:液體溶液添加用	秤紙湯匙:物品秤重使用	毛細管:點萃取液樣品用
					
薄層層析片:分離薑黃萃取液用	展開槽:跑薄層層析片使用	二氧化矽:填充分離管柱用	分離管柱:分離薑黃素用	玻璃棒:攪拌反應與分散奈米顆粒	染劑:細菌染色用
					
培養瓶:植物培養用	不鏽鋼盤:分離植物盛裝與秤重用	多孔盤:顏色比對用	培養管:細菌培養用	洋菜膠盤:細菌培養用	薑黃地下莖:萃取薑黃色素用
					相關化學藥品購自化工行；實驗器皿購自雅虎商城德記儀器；LED與UV燈管購自蝦皮購物網；秋薑黃由當地王姓農民種植於木瓜溪橋旁的農地；奈米顆粒確定由東華大學理工學院協助。
電子天平:物品秤重用	加熱板:反應加熱使用	LED燈:照光反應使用	光學顯微鏡:細菌觀察用	離心機:沉降奈米粒子用	

伍、研究過程或方法

一、研究架構:



圖六、研究架構說明了由基礎探討到實際應用，在每一分項中說明了我們所進行的實驗項目。

二、研究過程:



圖七、這次的研究歷程中我們經過發現問題到查找資料並與老師討論來進行實驗規劃與實驗進

行，最後找到實驗最佳的條件來進行各種應用。

人們生活上一天要吃上好幾種保健食品真的很不方便，每次看到家裡有很多罐保健食品沒吃卻都已經過期了就覺得很浪費，最主要原因還是大家常常生活太忙碌就忘記吃它們了。為了解決這樣的問題，我們想要發展一種三位一體的奈米保健產品，它不但可以提高物質的身體吸收效率，並同時可以達到補鈣、補鐵、抗氧化且降低鐵毒性等問題。每天只要吃一次就可以同時滿足多種功效，這可以提升生活的方便性，讓多種保健食品不再因為買了又忘記吃而感到非常可惜。

這裡，我們製造了一種鈣鐵薑黃奈米粒子，並規劃設計了幾個實驗來證明它的優點：

- (一)、薑黃色素萃取效能最佳化與抗氧化能力探討。
- (二)、鈣鐵薑黃奈米粒子的製造條件探討。
- (三)、鈣鐵奈米薑黃的抗氧化、抗菌、抗白粉病與抗藍光和抗綠光能力探討。
- (四)、鈣鐵奈米薑黃對環境有毒染料的光降解能力探討。
- (五)、鈣鐵奈米薑黃對促進植物與腸道益生菌生長的能力探討。

在經過一系列的實驗操作我們得到了部分結果，我們知道鈣鐵奈米薑黃比起單純薑黃素有極高的抗光漂白與抗氧化能力，在護眼上它比起單純的薑黃可以吸收藍光外亦可以吸收綠光來達到視力保健效果。另外，鈣鐵奈米薑黃具有光化學活性，在光的照射下可以產生殺菌作用、對抗植物病害與有毒染料漂白能力，且其本身的薑黃素極為穩定，在長久時間的紫外光照射下也不會造成薑黃素的分解，這種現象主要來自於鈣鐵奈米顆粒對薑黃素的保護能力。另一方面，由於鈣鐵薑黃具有奈米的顆粒大小，它很容易被生物體所吸收而利用，並可以提供鈣和鐵的養分需求，而奈米薑黃則可以維持很好的抗氧化能力。因此，這種設計可以幫助植物的生長與腸道益生菌(LP33)的繁殖。

陸、結果與討論

實驗一 薑黃莖中薑黃色素的最佳萃取條件探討

薑黃莖萃取最佳化條件探討

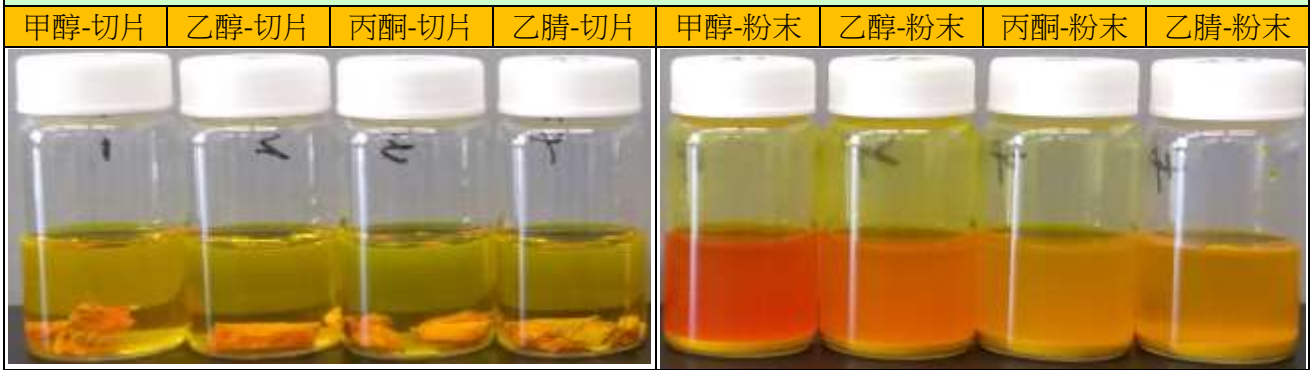
實驗目的:我們想要了解花蓮農民種植的薑黃能夠在哪一種溶劑下會有最高的薑黃色素萃取量，並測試利用切片或研磨成細粉對薑黃色素萃取量是不是有增加。

實驗步驟：

- 1、拿1公克的薑黃片或薑黃粉分別加入10毫升不同種類的溶劑。
- 2、將瓶蓋關緊後持續搖晃瓶子10分鐘，並靜置兩天後再搖晃10分鐘。
- 3、經過濾紙過濾掉殘渣後便可以獲得過濾液體。
- 4、將收集的液體進行乾燥來移除液體，以天平秤重後扣掉原始瓶子的重量便可以得到萃取物的重量。



探討切片、粉末與不同溶劑的萃取效果



濾紙過濾



戶外太陽乾燥



天平秤重

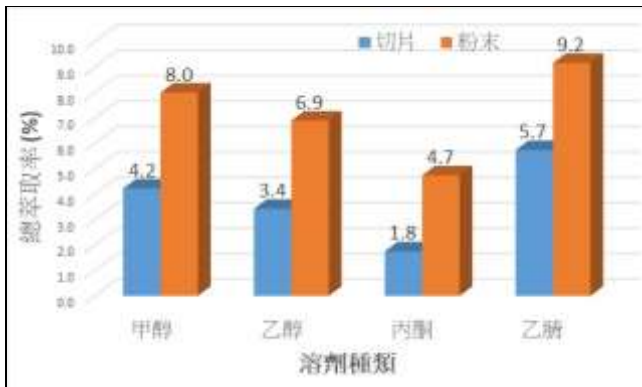
濾紙過濾後除去殘渣的液體



乾燥後的樣品扣除原本瓶重可得到萃取物重量



溶劑	甲醇	乙醇	丙酮	乙腈
每1克萃取量-切片	42.2 mg	34.2 mg	17.5 mg	57.3 mg
每1克萃取量-粉末	79.9 mg	68.9 mg	47.4 mg	91.6 mg



實驗討論：

1. 總萃取率(%)=(萃取液的乾燥重量/用於萃取的薑黃重)x100
2. 薑黃莖中的薑黃色素萃取量以粉末會高於切片。由於粉末比切片的薑黃有較高的表面積，也因此萃取率有明顯提升。
3. 薑黃的萃取效率以乙腈最高，其次為甲醇與乙醇。但乙醇較不具毒性，我們之後實驗便採用乙醇來萃取薑黃色素。

實驗二 以薄層層析法來分離萃取液中的三種色素

實驗目的：薑黃萃取液中的薑黃色素依水溶解性高至低可以分為:雙去甲氧基薑黃素、去甲氧基薑黃素與薑黃素，我們可以利用毛細管將萃取液點在薄層層析板上來進行三種色素的分離。薄層層析板上塗有親水性二氧化矽，也因此親水性的雙去甲氧基薑黃素較容易停留在二氧化矽平板上，其相對移動速度較慢。另一方面，薑黃素為油溶性物質，它不易停留在二氧化矽板上，較容易被流動液體帶著跑，它的移動速度在三者中為最快。我們利用這三種薑黃色素的水溶性大小不同，以薄層層析法來使這些物質因為移動速度快慢的差別可以達到分離效果，並進一步以網路上軟體分析每個分離點的顏色深淺強度，來得到不同萃取溶劑對薑黃素與類薑黃素的萃取比率探討。

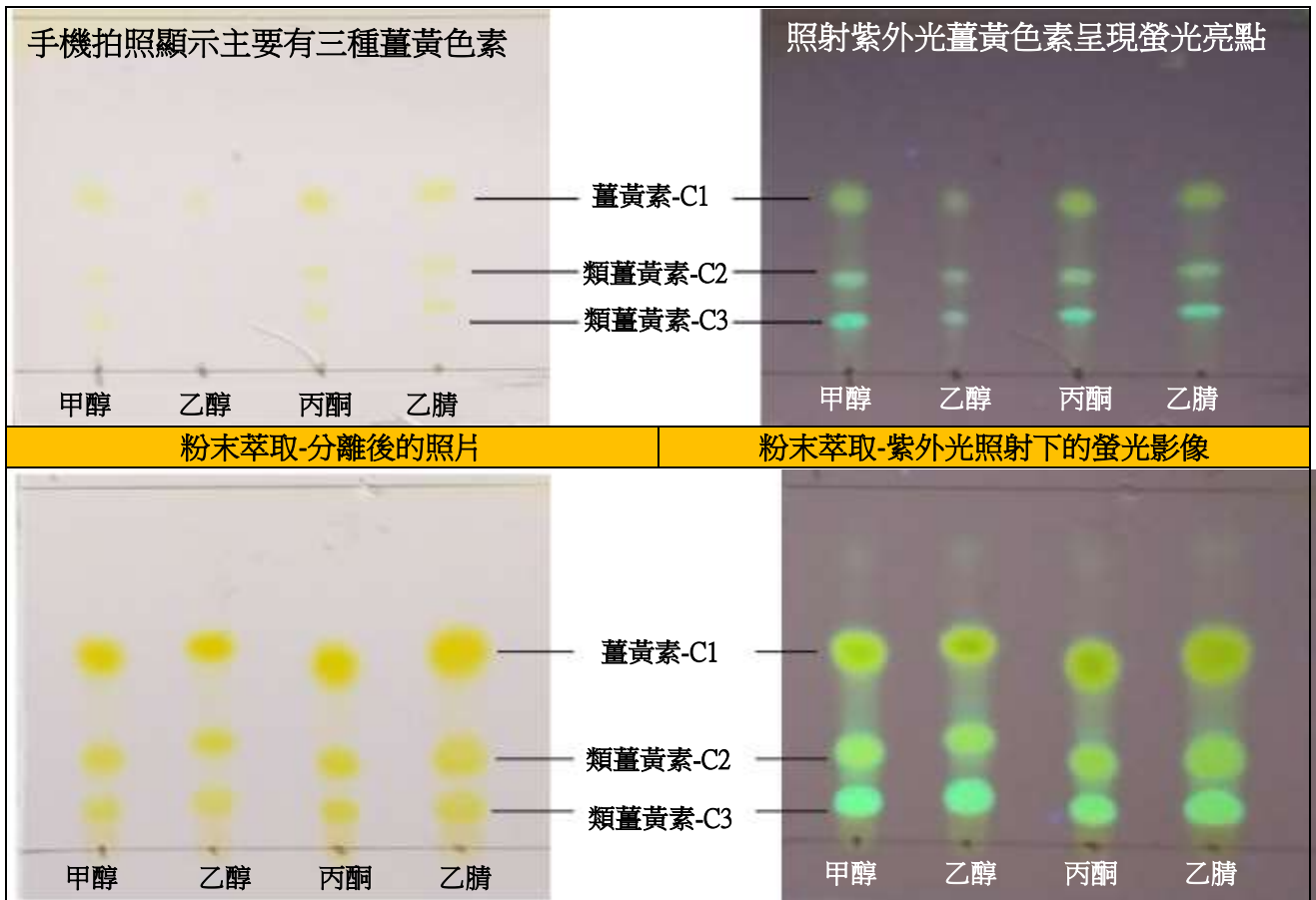
實驗步驟：

1. 將薄層層析片以尺和美工刀裁剪為每片長和寬約為8公分大小，並在每片的上、下方各約1公分處劃出一條起始線與終點線。
2. 將來自不同溶劑萃取的薑黃萃取液以毛細管吸取樣品，快速的點在薄層層析板上的起跑點，等待溶劑揮發後再重複在該點點兩次來增加樣品的濃度。
3. 將點好的片子以夾子夾入展開槽中，並在溶液中進行移動(流動相:二氯甲烷與甲醇體積比為98:2)。
4. 等待液體跑到終止線時迅速夾出片子，並以手機拍照後在網路上下載免費的ImageJ軟體進行強度分析。
5. 利用ImageJ的圈選工具個別圈選出每個點的範圍，並按下Ctrl+M鍵來進行結果報告，強度的計算主要利用面積(Area)乘以強度平均值(Mean)值來進行呈現。

實驗結果：

薄層層析法分離薑黃素與兩種類薑黃素

毛細管點片	展開槽中移動	以ImageJ軟體獲得強度
切片萃取-分離後的照片		切片萃取-紫外光照射下的螢光影像



	甲醇			乙醇			丙酮			乙腈		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
切片色素強度值	1,358,281	583,877	455,185	1,085,066	517,382	320,035	793,122	606,816	94,894	1,362,667	645,720	480,691
切片色素強度總和	2,397,343			1,922,483			1,494,832			2,489,078		
粉末色素強度值	14,751,244	6,487,044	5,265,148	12,320,827	5,460,679	4,317,746	9,353,317	4,246,233	3,328,741	16,589,080	7,397,699	6,074,750
粉末色素強度總和	26,503,436			22,099,252			16,928,291			30,061,529		



實驗討論：

1. 在層析片上可以明顯看到粉末萃取每一點強度比切片萃取的來的強許多，表示研磨成粉末後再進行萃取會有較好的效果。
2. 比較切片與粉末萃取的色素強度總和比，我們發現在粉末中利用乙腈萃取有最高的薑黃色素總萃取倍率，其為切片丙酮萃取量的20.1倍。
3. 在三種色素萃取百分比圖表中說明，以甲醇當萃取溶劑有最高的薑黃素萃取百分比(56.7%)，利用切

片與丙酮當溶劑則有最高類薑黃素-C2的萃取百分比(40.6%)。

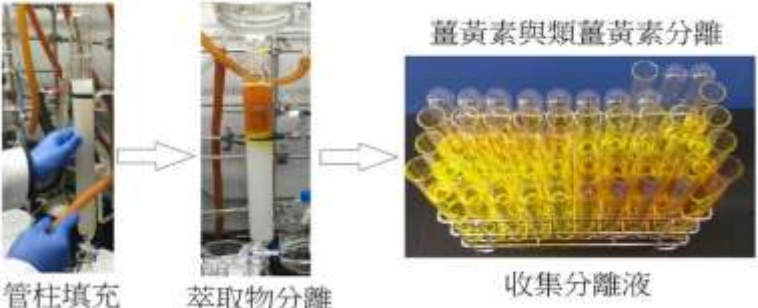
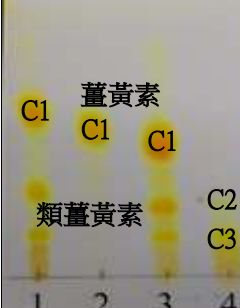
實驗三 薑黃素與類薑黃素的分離與抗氧化能力測試

以管柱層析法分離出薑黃素與類薑黃素

實驗目的:我們想要了解薑黃萃取液中的三種色素，究竟是哪一種有較高的抗氧化能力。利用管柱層析法可以用來大量分離薑黃萃取液中的色素分子，我們在管柱中主要填充親水性二氧化矽，並利用溶劑帶動萃取混合物的移動來達到分離目的。其中，薑黃素為水不溶解的物質，它容易被有機溶劑的沖洗下快速的離開管柱，而兩種類薑黃素有較高的水溶性，他們較容易停留在二氧化矽管柱上，並且最慢被分離出來。我們將分離出的薑黃素與類薑黃素與紫色的Dpph自由基進行反應，如果薑黃色素可以清除掉自由基，則紫色的自由基會轉變為無色非自由基物質，實驗以多孔盤進行顏色對照。

實驗步驟:

1. 取二氧化矽粉200毫升放置在500毫升的燒杯中，並加入二氯甲烷溶劑攪拌均勻。
2. 將二氧化矽溶液倒入玻璃管柱，並以塑膠管輕輕敲打，使二氧化矽填充較為緊實。
3. 將要分離的混合物溶解在少量的二氯甲烷溶劑中，並以玻璃滴管小心加入管柱中。
4. 等待萃取液已經完全吸入二氧化矽中則可以添加二氯甲烷溶劑進行分離。
5. 觀察黃色色素跑到管柱末端後便可以以玻璃試管進行收集。
6. 以薄層層析法確認每一管的主要成分，將相同成分進一步收集，並測量抗氧化活性。
7. 抗氧化實驗: 薑黃素與類薑黃素以每毫升2毫克的量，以酒精當溶劑進行1:2的序列稀釋，並在0.5毫升的溶液中分別加入0.1毫升的Dpph溶液且在黑暗中反應30分鐘後進行拍照與顏色比對。

		實驗討論: <ol style="list-style-type: none">1. 薄層層析測試每一管主成分，證明我們已成功分離薑黃素(2-C1)與類薑黃素(4-C2和C3)。2. 在2號分析說明了分離的薑黃素純度非常高。
---	--	--

薑黃素與類薑黃素的分離與抗氧化能力分析

			實驗討論: <ol style="list-style-type: none">1. 薑黃素與類薑黃素相比其中薑黃素的抗自由基能力最強，約為類薑黃素的4倍。2. 以市售的維他命C相比，薑黃素與維他命C的抗氧化能力相當，然而薑黃素卻比維他命C有更多的疾病預防與治療功效。
---	---	--	--

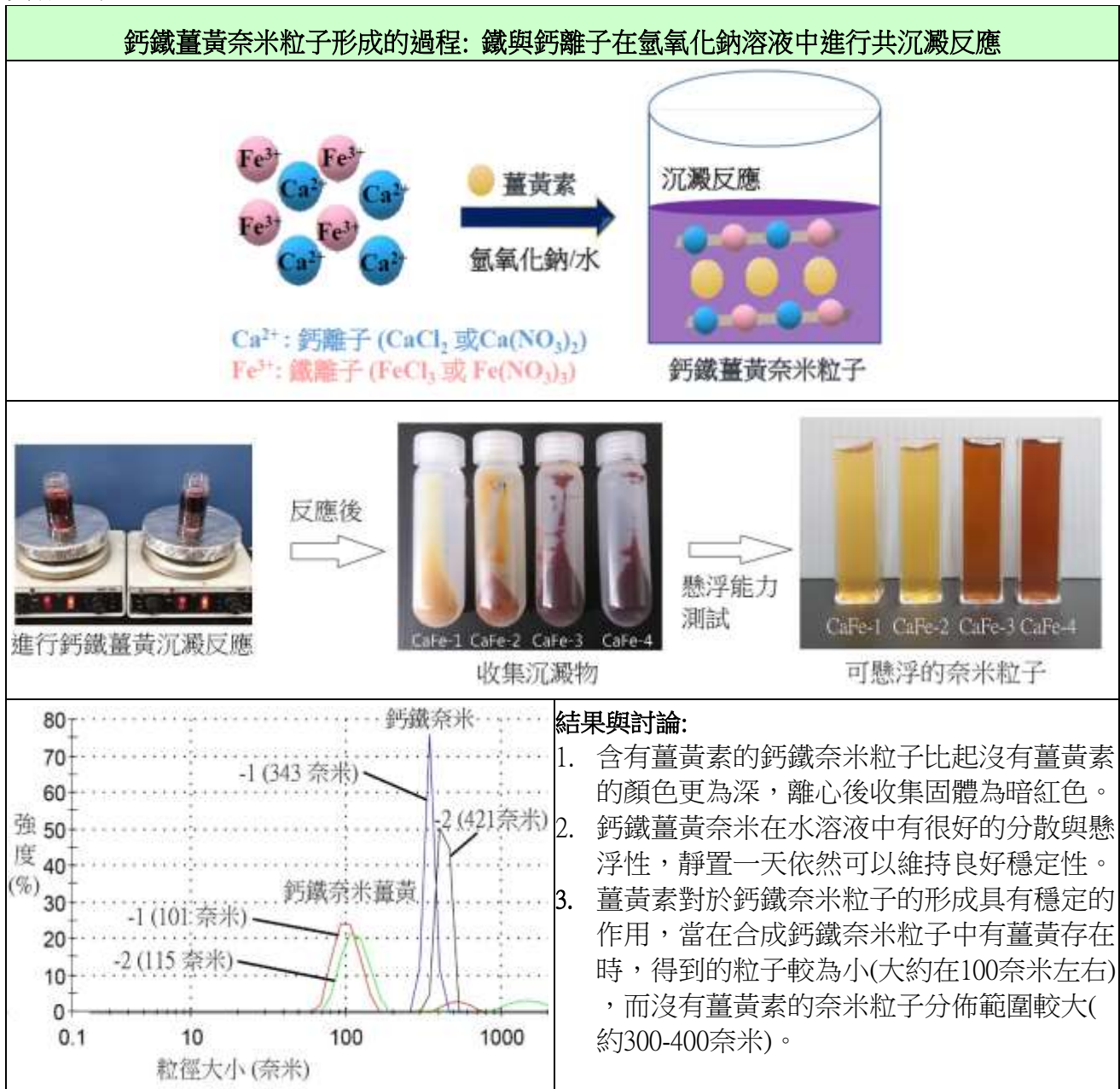
實驗四 薑黃奈米粒子的製作與抗氧化活性探討

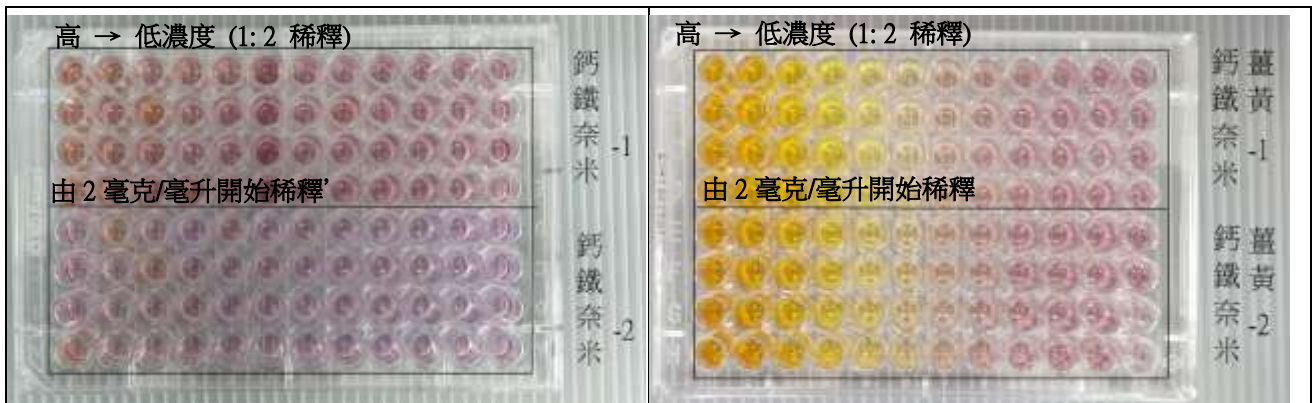
實驗目的:市面上販售的薑黃粉雖然具有很好的保健功效，但是由於它較不水溶也因此腸胃道中的吸收效果較差。在此，我們將利用沉澱作用將薑黃素與鈣和鐵離子進行共沉澱反應，這個方法可以一步驟將薑黃素包裹在鈣鐵氧化物的沉澱物裡，進一步經由控制反應物濃度便可以製作出一種分散性極佳的鈣鐵薑黃奈米粒子。利用這種三位一體的奈米粒子可以促進生物體對薑黃的吸收利用，並可以發揮同時補鈣、補鐵又兼具抗氧化的功效。

實驗步驟:

1. 首先配製氫氧化鈉溶液: 將3克的氫氧化鈉溶解在500毫升的水中。
2. **鈣鐵奈米-1製作:** 秤取0.27克的氯化鐵與0.33克的的氯化鈣並溶解於10毫升的水中; **鈣鐵奈米-2製作:** 秤取0.41克的硝酸鐵與0.71克的的硝酸鈣並溶解於10毫升的水中。
3. 將0.1克分離所得到的薑黃素加入40毫升的氫氧化鈉溶液中並攪拌至完全溶解。
4. 將步驟2的鈣、鐵金屬離子溶液快速倒入以上的氫氧化鈉溶液中, 並不停的劇烈攪拌混和10分鐘來得到鈣鐵包裹薑黃的共沉澱物。
5. 所形成的共沉澱物以離心方式進行收集, 進一步以水洗滌一次最後保存在30毫升的水中。

實驗結果:





結果與討論:

1. 鈣鐵奈米-1與-2並沒有清除Dpph自由基的能力(左圖)，可以觀察到無論是高或低濃度的奈米粒子，Dpph自由基的紫色強度並沒有隨著加入奈米粒子越多而變得更淡。
2. 兩種合成的鈣鐵薑黃奈米皆表現出良好的抗自由基能力，在奈米粒子2至0.0625毫克之間紫色的Dpph自由基皆可以完全被清除。

實驗五 薑黃素與鈣鐵薑黃奈米粒子對抗紫外光分解能力

薑黃素與鈣鐵薑黃奈米粒子被紫外光光分解探討

實驗目的: 過去的相關研究報導說明了薑黃素具有許多的光學特性，它可以在光照射下激發穩定螢光，或進行各種光化學反應。然而，薑黃素容易在強光的照射下產生光分解反應，也因此色素會逐漸的被強光漂白。在這裡我們想要了解，是否薑黃素被包裹在鈣鐵奈米粒子內部會對光漂白有額外的加強保護效果，可以降低薑黃素的分解，達到長時間可以在戶外持續使用的目的。

實驗步驟:

1. 取1毫克薑黃素或鈣鐵薑黃奈米粒子放在樣品管中，加入1毫升的氫氧化鈉水溶液使其分散均勻。
2. 將樣品浸泡在冰水中，以避免照光時產生熱效應影響實驗結果。
3. 以紫外光照射樣品，並在每間隔兩分鐘停止照射並進行拍照，以ImageJ軟體進行顏色強度分析。
4. 分解百分比(%) = [(照光前顏色強度 - 照光後顏色強度) / 照光前顏色強度] x 100

薑黃素與鈣鐵薑黃奈米在強力的光照射		薑黃素的光分解作用									
		萃取薑黃素									
		鈣鐵奈米-1									
		鈣鐵奈米-2									

結果與討論:

1. 萃取的薑黃素在溶液中快速的被光所降解，在14分鐘的光照射下已經有70%的薑黃素被光漂白掉。
2. 鈣鐵薑黃奈米-2比鈣鐵薑黃奈米-1有較高的穩定性，即使在經過20分鐘強光的照射下仍舊只有10%的色素被漂白掉。
3. 兩種鈣鐵薑黃奈米皆表現出很好的對抗光漂白作用，未來可以發展成為相關護眼設備提供戶外活動對強光的保護裝置。



實驗六 薑黃素、類薑黃素與鈣鐵薑黃奈米粒子對抗藍光與綠光能力探討

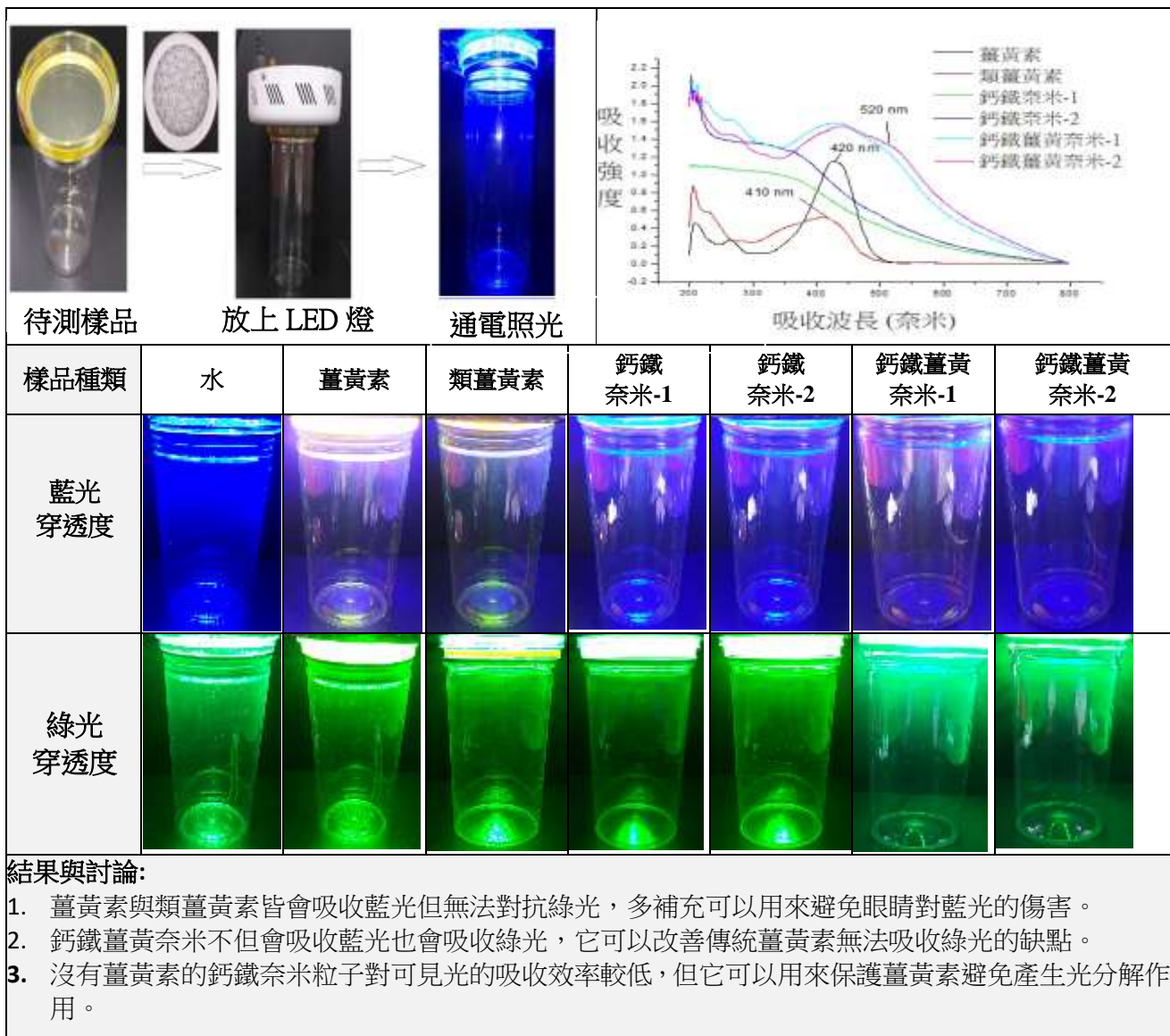
薑黃萃取物與鈣鐵薑黃奈米的光學特性	
薑黃萃取液與鈣鐵薑黃奈米粒子在照紫外光前後的變化	
結果討論	薑黃萃取液在照射紫外光下會看到很強烈的螢光產生(右圖前兩列)，但薑黃奈米粒子並不會產生螢光(右圖最後列)，這現象說明了鈣鐵薑黃奈米可以用來吸收廣泛波長的光線，並產生熱能或能量轉移與避免光漂白作用。

薑黃素、類薑黃素與鈣鐵薑黃奈米粒子的抗藍光與抗綠光效率

實驗目的:據說吃薑黃素可以保護眼睛，它主要可以吸收藍色光(薑黃素最大吸收波長為420奈米)，進一步達成抗藍光的護眼功效。這次我們開發了這種鈣鐵薑黃奈米粒子，它的吸收波長同時覆蓋了藍光(420奈米)與綠光(520奈米)的範圍，它除了可以用來對抗藍光亦可以用來對抗綠光，未來可以開發成薄膜濾光片，可以應用在日常生活中護目鏡與燈具，減少藍光與綠光對眼睛的傷害。

實驗步驟:

1. 將薑黃素、類薑黃素與鈣鐵薑黃奈米分別倒入透明培養皿中至半滿狀態。
2. 將裝有薑黃的培養皿放在圓柱形的透明塑膠罐上，並在培養皿上方分別放置藍色與綠色LED燈。
3. 燈源插上插頭並放置暗處觀察下方光源透光率，當透光率較高時會在瓶底產生光散色作用。



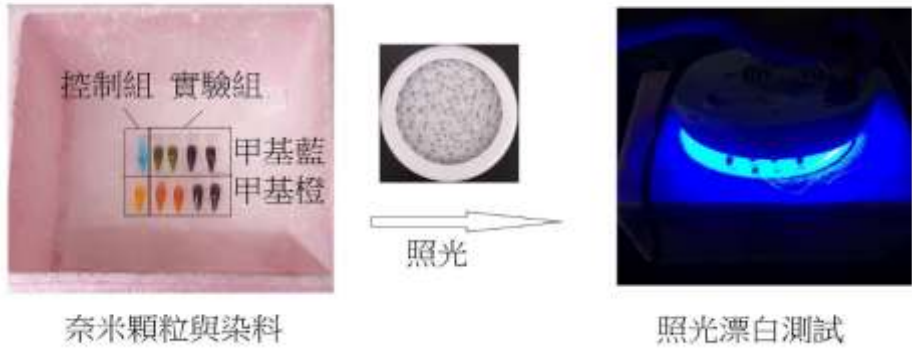




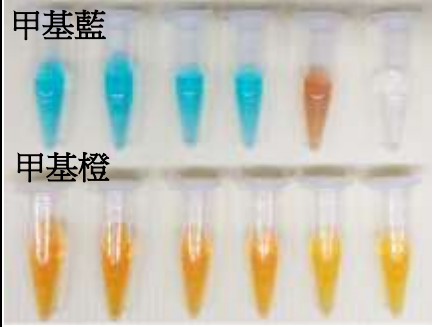
實驗七 薑黃奈米粒子對甲基藍與甲基橙的漂白作用

實驗目的: 甲基藍與甲基橙為常見的工業染料，它主要用於成衣染色與工業染料等相關用途。然而，這些含有染料的工業廢水對植物來說卻是一種有毒的物質，會嚴重影響植物的生長。這個實驗中，我們利用鈣鐵薑黃奈米來當作光色素分子並模仿植物光合作用，在照射可見光下可以激活薑黃素產生電子或是能量的轉移，這些過程可能會產生電子或激發自由基，並進一步去分解有毒染料。

實驗步驟:

1. 取不同的奈米粒子樣品各1毫克，加入1毫升甲基藍或甲基橙色溶液(0.1毫克/每毫升)混和均勻，最後將樣品排列在鋪有冰的保麗龍盒中，來避免照光時產生熱效應。
2. 在冰盒上分別放置藍光與綠光LED燈，並持續照射20分鐘。
3. 控制組實驗分別有沒有照光的染劑組別與單獨只有染劑照光的組別來進行對照組實驗。
4. 照光後奈米粒子以離心機進行離心，並取出上清液，以軟體分析照光前後顏色強度變化。
5. 光分解百分比(%) = [(沒照光染料的吸收值 - 照光後染料的吸收值) / 沒照光染料的吸收值] x 100

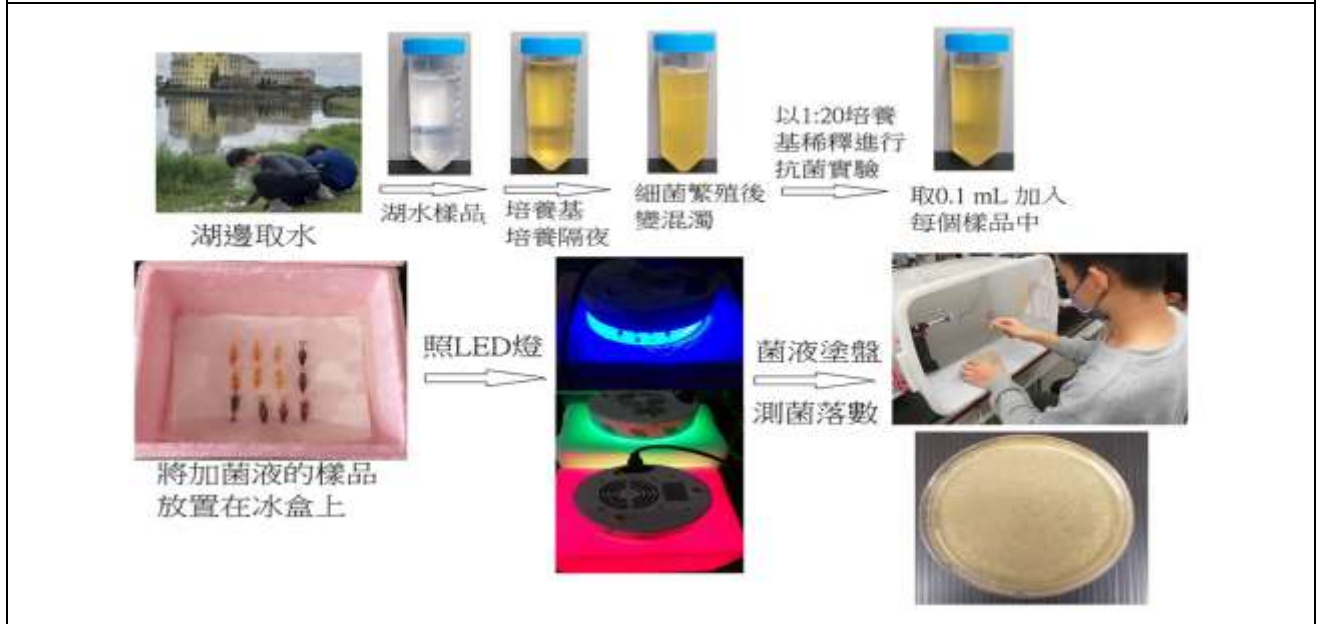
實驗結果:

實驗項目		甲基藍與甲基橙的光漂白實驗																						
甲基藍與甲基橙溶液中分別加入1毫克的奈米粒子並照光20分鐘後觀察顏色變化		 <p>控制組 實驗組 甲基藍 甲基橙 奈米顆粒與染料 照光 照光漂白測試</p>																						
樣品	控制組	鈣鐵奈米-1	鈣鐵奈米-2	鈣鐵薑黃奈米-1	鈣鐵薑黃奈米-1	鈣鐵薑黃奈米粒子顯示可以吸收藍光與綠光，我們分別測試這兩種光源對甲基藍與甲基橙的漂白作用。																		
不照光						甲基藍照光下分解百分比  <table border="1"> <caption>甲基藍照光下分解百分比</caption> <thead> <tr> <th>樣品名稱</th> <th>藍光 (%)</th> <th>綠光 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>只照光</td> <td>9.4</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>鈣鐵奈米-1</td> <td>19.7</td> <td>17.9</td> </tr> <tr> <td>鈣鐵奈米-2</td> <td>18.3</td> <td>14.0</td> </tr> <tr> <td>鈣鐵薑黃奈米-1</td> <td>87.0</td> <td>66.9</td> </tr> <tr> <td>鈣鐵薑黃奈米-2</td> <td>91.5</td> <td>90.2</td> </tr> </tbody> </table>	樣品名稱	藍光 (%)	綠光 (%)	只照光	9.4	3.6	鈣鐵奈米-1	19.7	17.9	鈣鐵奈米-2	18.3	14.0	鈣鐵薑黃奈米-1	87.0	66.9	鈣鐵薑黃奈米-2	91.5	90.2
	樣品名稱	藍光 (%)	綠光 (%)																					
只照光	9.4	3.6																						
鈣鐵奈米-1	19.7	17.9																						
鈣鐵奈米-2	18.3	14.0																						
鈣鐵薑黃奈米-1	87.0	66.9																						
鈣鐵薑黃奈米-2	91.5	90.2																						
照射藍光						甲基橙照光下分解百分比  <table border="1"> <caption>甲基橙照光下分解百分比</caption> <thead> <tr> <th>樣品名稱</th> <th>藍光 (%)</th> <th>綠光 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>甲基橙只照光</td> <td>3.5</td> <td>3.9</td> </tr> <tr> <td>鈣鐵奈米-1</td> <td>8.9</td> <td>6.3</td> </tr> <tr> <td>鈣鐵奈米-2</td> <td>7.8</td> <td>4.7</td> </tr> <tr> <td>鈣鐵薑黃奈米-1</td> <td>44.8</td> <td>50.1</td> </tr> <tr> <td>鈣鐵薑黃奈米-2</td> <td>31.1</td> <td>39.5</td> </tr> </tbody> </table>	樣品名稱	藍光 (%)	綠光 (%)	甲基橙只照光	3.5	3.9	鈣鐵奈米-1	8.9	6.3	鈣鐵奈米-2	7.8	4.7	鈣鐵薑黃奈米-1	44.8	50.1	鈣鐵薑黃奈米-2	31.1	39.5
	樣品名稱	藍光 (%)	綠光 (%)																					
甲基橙只照光	3.5	3.9																						
鈣鐵奈米-1	8.9	6.3																						
鈣鐵奈米-2	7.8	4.7																						
鈣鐵薑黃奈米-1	44.8	50.1																						
鈣鐵薑黃奈米-2	31.1	39.5																						
照射綠光						結果與討論: <ol style="list-style-type: none"> 鈣鐵薑黃奈米在照射藍光與綠光下對甲基藍與甲基橙皆有漂白效果，尤其對甲基藍的漂白能力最好，可能是照光後引發電子轉移，並還原甲基藍變成無色。 鈣鐵薑黃奈米-1對甲基橙有最佳漂白能力，在綠光照射下有50.1%的染料被分解。 甲基藍與甲基橙在沒有薑黃素存在的奈米粒子下進行照光並沒有明顯的漂白作用，其分解比率僅與照光對照組相當，表示薑黃素對染料分解扮演重要角色。 																		

實驗目的：水中過度的優養化常會造成了生態系平衡的破壞，過多的細菌開始大量的生長，並消耗掉水中的氧氣與促進藻類的繁殖，最終整個河水可能會形成腐化區。過去為了進行河川淨化常需要投入大量的人力與經費，有時候為了改善腐化的汙水還需要噴灑淨化藥劑，這些藥劑對水中的生物造成更多的毒害。這個實驗我們想要了解，對於鈣鐵薑黃奈米粒子是否可以有效對抗湖水中微生物的生長，並進一步達到淨化水質的目的。假日，我們在老師的帶領下來到東華大學的東湖邊取湖水，經過大量培養後可以得到湖水中的微生物，利用細菌塗盤、染色實驗與顯微鏡的觀察，我們想了解這些奈米粒子與湖水中微生物的作用。

實驗步驟：

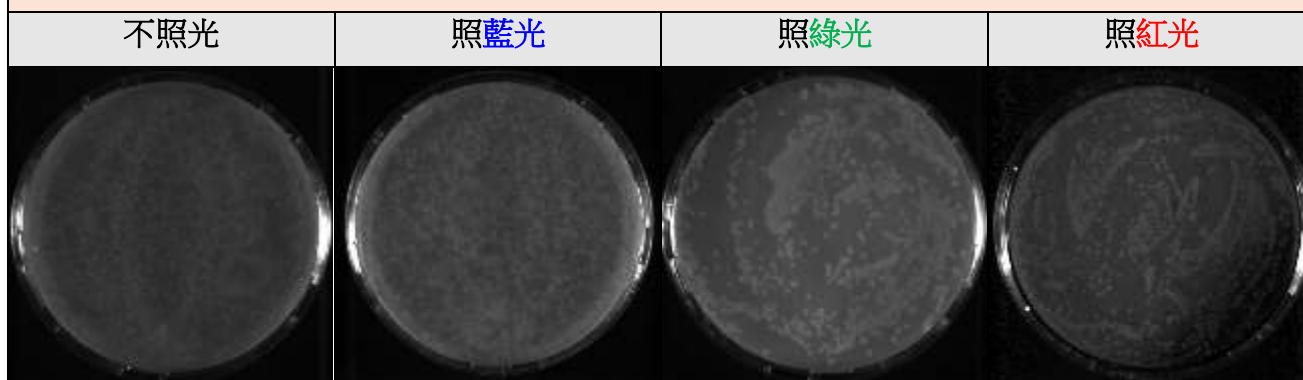
1. 培養液配製：取5克的培養粉放入容器中，加入200毫升的水以攪拌棒攪拌至溶解，並在高溫下煮沸便可使用。固態培養基製作：秤取5克的培養粉放入容器中，加入3克的洋菜膠與200毫升的水以攪拌棒攪拌至均勻，煮沸後趁溫熱時倒入培養盤中(每盤約六分滿)並等待降溫凝固。
2. 微生物培養：取一毫升的湖水或是少量的LP33益生菌粉末，並加到30毫升的培養液中，在37度下培養隔夜，可觀察到培養液變混濁，表示有大量微生物增長。
3. 殺菌實驗：將培養隔夜的菌液進行20倍稀釋，並取1毫升的稀釋菌液加入1毫克不同種類的奈米粒子中並混和均勻。
4. 將奈米粒子與菌液混合液放在底部鋪有碎冰的保麗龍盒中，上方架設光源並照射20分鐘後，放在37度下繼續培養。
5. 在培養4小時後，吸取0.1毫升的液體在培養盤上以三角玻棒進行細菌塗盤，進一步放在37度培養一天來觀察菌落的生成數。
6. 另一方面，取步驟4培養12小時的混合液進行細菌革蘭氏染色觀察。



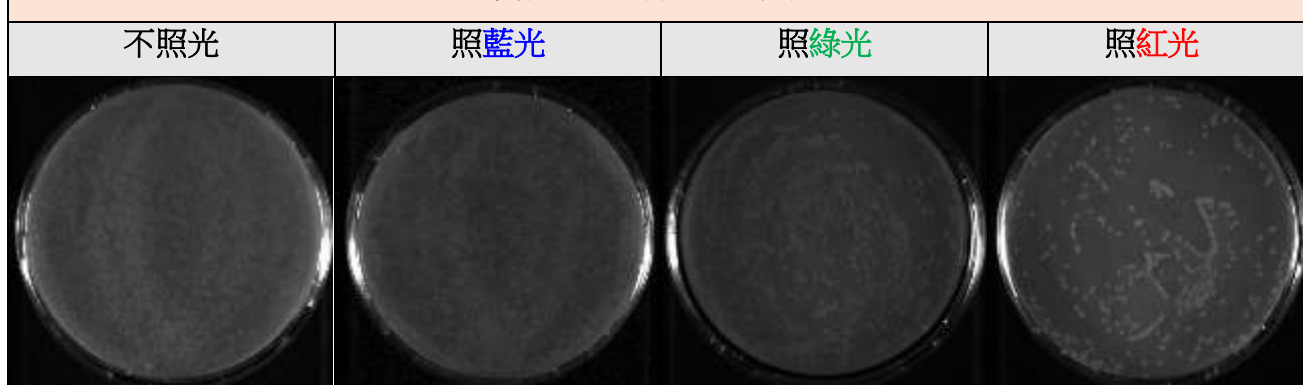
利用塗盤法來確認微生物是否有被殺死			
控制組實驗：不添加奈米粒子			
不照光	照藍光	照綠光	照紅光

結果與討論：細菌在照射藍光、綠光與紅光下依然可以形成大量的菌落，這幾種可見光在照射20分鐘下並沒有造成細菌的傷害。

實驗組一：添加鈣鐵奈米-1

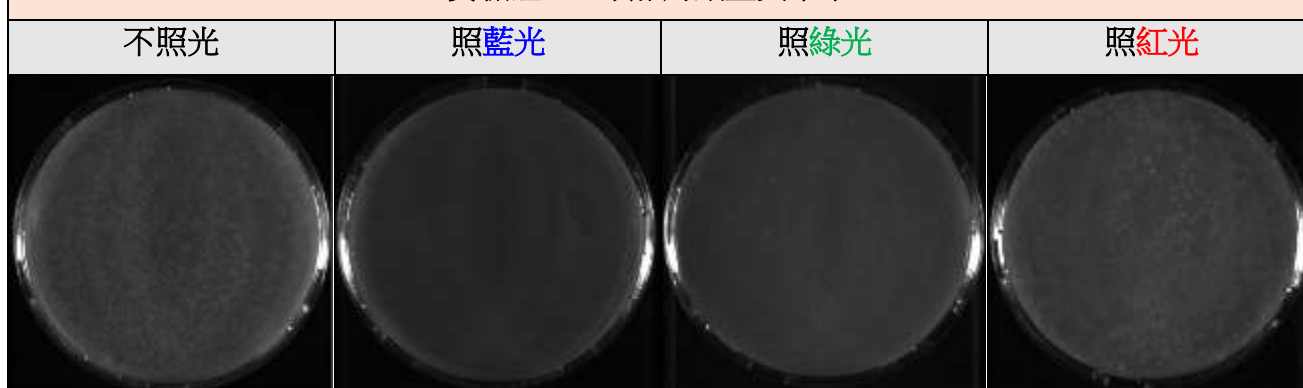


實驗組二：添加鈣鐵奈米-2

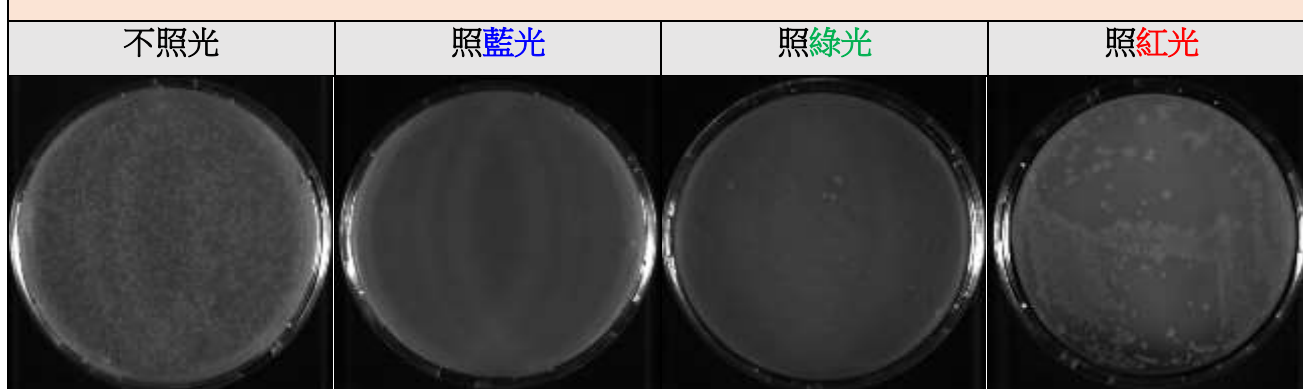


結果與討論：鈣鐵奈米粒子與細菌作用在照光下亦無顯著的細菌菌落數減少，說明了鈣鐵奈米粒子本身對微生物並不具毒性。

實驗組三：添加鈣鐵薑黃奈米-1



實驗組四：添加鈣鐵薑黃奈米-2



結果與討論:

1. 鈣鐵薑黃奈米粒子在照射藍光和綠光下有很明顯的抗菌效果，培養盤上無菌落生長，表示此兩種奈米粒子會引發光化學反應進行殺菌作用。
2. 鈣鐵薑黃奈米粒子在紅色光的照射下並沒有顯現出明顯的抗菌的效果，主要因為它們無法吸收紅光產生光化學反應。

利用革蘭氏染色法來觀察奈米粒子對細菌的影響

實驗原理:

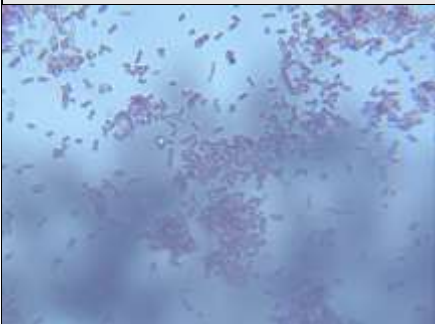
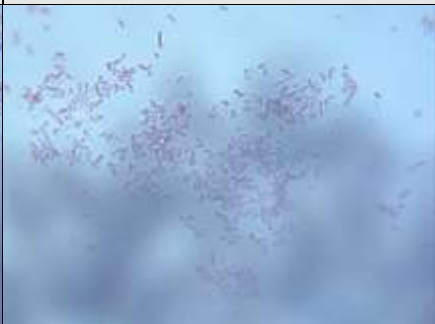
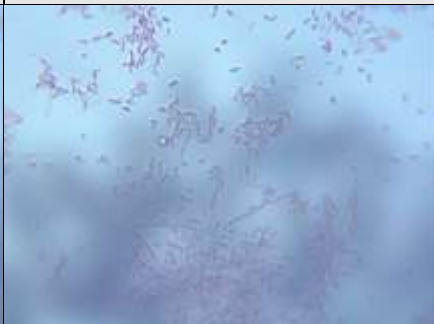
革蘭氏染色法可以針對不同種類細菌的細胞壁來進行染色，經由細菌的染色可以讓我們在顯微鏡下觀察細菌的外觀。會被革蘭氏染劑染成紫色的細菌稱作革蘭氏陽性菌，而革蘭氏陰性菌最後則被複染成淡紅色，這種染色法讓我們清楚看到不同總類的細菌數目多寡。

實驗步驟:




實驗步驟[10]:

1. 以吸量管吸取菌液，滴兩滴在載玻片上並塗抹均勻。
2. 利用加熱板進行水份蒸發並將細菌固定，須注意不要過度加熱玻片。
3. 將固定好的細菌玻片滴上革蘭氏染劑，並使染劑可以完全覆蓋細菌表面，等待30秒。
4. 拿清水洗去革蘭氏染劑，並將玻片垂直利用衛生紙將吸乾水份。
5. 接著滴上革蘭氏碘液並且覆蓋玻片上的細菌，接著靜置一分鐘。
6. 利用清水來洗去革蘭氏碘液，並以95%的酒精輕輕沖洗進行脫色，並觀察沒有紫色液體流出為止。
7. 利用清水洗去剩餘的酒精再滴上哈克氏染劑複染30秒。
8. 最後蓋上蓋玻片，以衛生紙擦乾玻片周圍水份，再以膠帶將蓋玻片兩側貼緊，利用光學顯微鏡進行觀察。

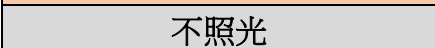
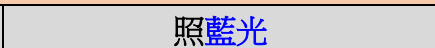
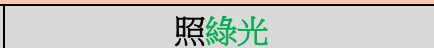
控制組實驗: 不添加奈米粒子

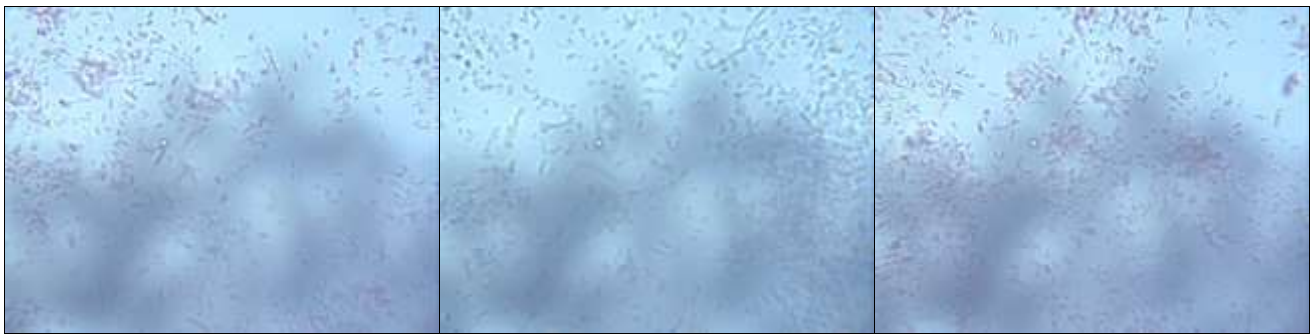
不照光	照藍光	照綠光
		

實驗組一: 添加鈣鐵奈米-1

不照光	照藍光	照綠光
		

實驗組二: 添加鈣鐵奈米-2

不照光	照藍光	照綠光
		

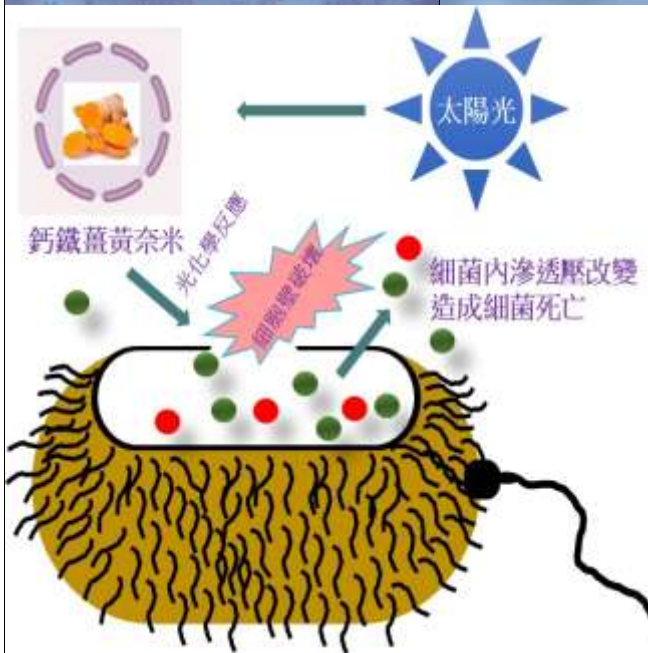


實驗組三: 添加鈣鐵薑黃奈米-1

不照光	照藍光	照綠光

實驗組四: 添加鈣鐵薑黃奈米-2

不照光	照藍光	照綠光



結果與討論:

1. 單純細菌在照射藍光與綠光後與不照光對照組比較細菌數目並沒有顯著的差異，主要我們在實驗過程中細菌有放在碎冰上降溫，因此照光產生的熱對細菌較無影響。
2. 鈣鐵奈米與鈣鐵薑黃奈米粒子在沒有照光下對細菌並沒有產生殺傷力，這也說明了這種鈣鐵奈米薑黃素是較安全不具毒性的物質。
3. 實驗組三與實驗組四中分別使用了鈣鐵薑黃奈米-1與-2樣品來處理細菌，可以觀察到當照射藍光或綠光後，細菌生長能力明顯減弱，說明了照光後鈣鐵薑黃奈米可以會引發光化學反應，並使大量細菌產生死亡。
4. 鈣鐵薑黃奈米在照光後引發光化學反應，造成細胞壁的破壞，在照光組背景中我們可以觀察到許多細菌破碎的碎屑。進一步，藉由改變細菌細胞內外的滲透壓造成細菌死亡，來達到抗菌目的。

鈣鐵薑黃奈米粒子對腸道益生菌的影響



實驗目的: 我們利用鈣鐵奈米與鈣鐵薑黃奈米粒子和LP33益生菌進行共同培養，模擬當奈米粒子被吃到肚子裡後，對我們腸道益生菌是否會有影響。過去許多的報導提到吃蒜吃薑會殺菌，且也有人說薑黃也會抗菌，如此一來腸道中好的菌不就被殺光光了。在上個實驗中，我們已經證實了鈣鐵薑黃奈米在不照光下是不會殺細菌的，但照光下卻可以用來殺湖水中的細菌。戶外有陽光的照射，我們發明的這種奈米粒子很適合用在戶外來抑制湖水中微生物的繁殖。在這個實驗設計中我們想要進一步了解，這種結合了鈣鐵與薑黃的奈米粒子對腸道益生菌的生長是否有產生變化。

		控制組 (無加奈米粒子)	鈣鐵奈米-1	鈣鐵奈米-2
鈣鐵奈米薑黃與腸道益生菌影響				
		鈣鐵薑黃奈米-1	鈣鐵薑黃奈米-2	結果與討論:
				<ol style="list-style-type: none"> 1. 比較控制組(無奈米粒子)與鈣鐵奈米-1和鈣鐵奈米-2來處理益生菌，結果顯示鈣鐵奈米-2對益生菌菌落生長有明顯增加效應。 2. 含有薑黃素的鈣鐵薑黃奈米粒子特別對益生菌的繁殖有相當大的幫助，這些益生菌在培養盤上除了有大量菌落形成外，這些益生菌在繁殖後已形成完整的生物膜。

利用革蘭氏染色法觀察奈米粒子對LP33益生菌的變化


		控制組 (無加奈米粒子)	鈣鐵奈米-1	鈣鐵奈米-2
鈣鐵薑黃奈米對腸道菌				
		鈣鐵薑黃奈米-1	鈣鐵薑黃奈米-2	結果與討論

生長的 作用		<ol style="list-style-type: none"> 1. 與控制組比較後，添加鈣鐵奈米或鈣鐵薑黃奈米粒子並沒有影響益生菌的生長，益生菌數目仍然眾多。 2. 在鈣鐵薑黃奈米-2組別益生菌有大量的薑黃染色，這說明了益生菌與薑黃奈米粒子有強烈的作用，並進一步促進益生菌繁殖。
-----------	--	---

實驗九 鈣鐵奈米薑黃促進植物的生長與抗菌力

實驗目的:

鈣與鐵是植物生長重要的營養素，由於土壤中的礦物質顆粒較為大顆，對植物來說吸收效果很不好。我們利用沉澱法合成鈣鐵薑黃奈米粒子，這種較小的顆粒可以快速通過植物根部進行吸收並促進植物的生長。我們在製作鈣鐵奈米粒子過程中加入了薑黃素，利用薑黃素可以提高培養基的抗菌能力，避免無菌毛氈苔苗的微生物汙染，可以作為瓶中觀賞植物的長久保存與營養補給，進一步可以藉由薑黃素來提高植物的抗病能力。

實驗項目	實驗步驟	實驗過程
加入鈣鐵薑黃奈米粒子來調配植物洋菜培養基，可用來繁殖瓶中觀賞植物	<p>培養基的配製:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 每個玻璃瓶中分別加入1.1克的培養粉、7.5克的蔗糖與1.7克的洋菜膠，並加入200毫升的水來進行溶解。 2. 在實驗組的瓶子中分別加入10毫克與20毫克奈米粒子並利用玻璃棒攪拌均勻來分散奈米粒子。 3. 將玻璃瓶蓋上瓶蓋，以鋁箔紙覆蓋瓶口放在熱水中煮沸30分鐘，取出並放在室溫下等待洋菜膠凝固。 4. 種植物: 打開毛氈苔植物瓶，以夾子取出毛氈苔苗並將聚集植物分開，每瓶種植植株約四株左右。 5. 將植物根部插入洋菜膠中，再將瓶蓋塞緊打開鋁箔紙，在室溫下每天光照12小時持續繁殖兩個月。 6. 最後將植物取出，以清水沖洗掉培養基後將植物進行秤重。 	

結果與討論:

1. 利用洋菜膠做成的植物培養基可以種植瓶中植物，並方便植物吸收養分。
2. 我們以鈣鐵薑黃奈米來做成瓶中植物的培養基，這種方式可以提供穩定的色澤、對抗微生物增長與植物所需的營養元素，作為觀賞植物實用並兼具美觀與便利性。

毛氈苔組織培養植物的生長狀況							
正常培養基		正常培養基		鈣鐵薑黃奈米-1 (0.05 毫克/毫升)		鈣鐵薑黃奈米-1 (0.1 毫克/毫升)	
剛種好	2個月後	1個月後	2個月後	剛種好	2個月後	剛種好	2個月後



當培養瓶去除覆蓋瓶口的鋁箔紙在外在環境下進行培養，沒有添加鈣鐵薑黃奈米的組別對微生的抵抗力較差，在經過培養1個月後，部分瓶中發現有白色黴菌產生，部分的植物在兩個月後有枯萎與發霉現象，說明了沒有添加奈米粒子的組別植物缺少足夠的營養吸收並降低對抗外在微生物的能力。

加入**低濃度鈣鐵薑黃奈米-1**組別的植物可以促進生長，我們發現毛氈苔的苗頂變高，向外繁殖的能力也很好，兩個月的培養已長滿整個玻璃瓶。

加入**高濃度鈣鐵薑黃奈米-1**組別可以觀察到毛氈苔向外繁殖能力更強，苗頂部分變高，且沒有發現有培養瓶中的植物產生枯萎或發霉的現象。

鈣鐵薑黃奈米-2 (0.05毫克/毫升)		鈣鐵薑黃奈米-2 (0.1毫克/毫升)		毛氈苔生長能力統計 (全部植物總重量)
剛種好	2個月後	剛種好	2個月後	

加入**低濃度鈣鐵薑黃奈米-2**組別所培養的毛氈苔在2個月後植株亦快速向外繁殖且部份苗頂長高，且沒有發現有植物枯萎與發霉的現象。

加入**高濃度鈣鐵薑黃奈米-2**組別在兩個月後苗頂生長旺盛，植株最快速的向外繁殖，且沒有發現有植物有枯萎與發霉的現象。

結果與討論：鈣鐵薑黃奈米-2組別的植物，其奈米粒子合成主要使用金屬硝酸鹽，其硝酸離子可以額外提供植物氮肥來源，它比起鈣鐵薑黃奈米-1組別使用氯化鹽金屬離子的生長速度來的快，且加入的濃度越高其繁殖速度也越快，經過兩個月培養，培養基中的奈米粒子顏色變淡，說明奈米粒子有被植物所吸收。

實驗十 鈣鐵薑黃奈米粒子也來幫忙植物治療白粉病

鈣鐵奈米與鈣鐵薑黃奈米用來治療七里香的白粉病

實驗目的：七里香在溫暖濕熱較不通風的環境下容易得到白粉病，我們可以看到葉片上面黏著一層白色且無法去除的粉末，這會進一步感染其它植株並且影響植物的光合作用。傳統對白粉病的治療方式主要將枝條剪除，並需要給予植物噴灑繡寧水或腈菌唑水等藥劑來進行防治[16]。本實驗想藉由我們所發明的鈣鐵薑黃奈米來作為一種天然無毒的生物農藥，在經過噴灑奈米薑黃後並在太陽的照射下可以激活薑黃素對抗微生物的能力，減少農業對農藥的過度依賴與增強植物的抗病能力。



樣品	鈣鐵奈米-1	鈣鐵奈米-2	鈣鐵薑黃奈米-1	鈣鐵薑黃奈米-2
噴灑之前				
噴灑一週之後				

結果與討論:

1. 噴灑鈣鐵薑黃奈米-1與-2的溶液(濃度為0.004克/每毫升水)於有白粉病的七里香葉片上可以觀察到一週後白色粉末明顯被去除。
2. 然而，在兩種不含薑黃素的鈣鐵奈米粒子在噴灑有白粉病的七里香葉片並沒有觀察到白色粉末明顯消失，所以去除白粉病確實需要薑黃素的參與。

柒、結論

- 一、薑黃地下莖研磨成粉末後可以提高薑黃色素總萃取量，選用甲醇可萃取出最多薑黃素而丙酮則萃取出較多的類薑黃素。
- 二、在薑黃中主要存在薑黃素與類薑黃素，其中以薑黃素的抗氧化能力最佳。
- 三、薑黃素存在下可以形成較小的鈣鐵薑黃奈米粒子，且以金屬氯化物來合成的條件最佳。
- 四、鈣鐵薑黃奈米粒子可以吸收藍光與綠光，在強烈的紫外光照射下薑黃素不會被漂白且不會像一般的薑黃素般會產生綠色螢光，這可用來做成薄膜護眼裝置來保護眼睛。
- 五、鈣鐵薑黃奈米粒子在可見光照射下可以用來分解有毒染料，並達到去除植物白粉病與殺菌效果。
- 六、鈣鐵奈米粒子可以促進吸收並提供生物養份，達成抗氧化的能力，來提高腸道益生菌(LP33)的生長，並促進植物的生長繁殖。

捌、參考文獻資料

1. 香港浸會大學 中醫藥學院 藥用植物圖像數據庫· 取自
https://libproject.hkbu.edu.hk/was40/detail?lang=ch&channelid=1288&searchword=herb_id=D00511
2. 薑黃有沒有效 吸收率是關鍵· 取自
<http://www.pilotgen.com/healthyContent.php?act=page&typeId=197&topType=187>
3. 國衛院研發奈米藥物載體 生物安全性佳、提高藥物傳輸效率 · 取自
<https://tw.news.yahoo.com/>
4. *Lipid nanoparticle mRNA vaccine* · 取自

<https://www.dreamstime.com/lipid-nanoparticle-mrna-vaccine-d-illustration-lipid-nanoparticle-mrna-vaccine-type-vaccine-used-against-covid-influenza-image252576496>

5. 共沉澱法 百科

<https://baike.baidu.com/item/%E5%85%B1%E6%B2%89%E6%BE%B1%E6%B3%95/5489210>

6. 抗氧化劑·維基百科 自由的百科全書·取自

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%8A%97%E6%B0%A7%E5%8C%96%E5%89%82>

7. 超級細菌時代 哪些天然食物具有抗生素效果？ 大紀元時報·取自

<https://www.epochtimes.com/b5/22/1/27/n13533638.htm>

8. 林天送 (1999)·*你的生命活力-從自由基談起*·健康世界出版社。

9. 抗氧化劑及常見之抗氧化活性評估方法·藥學雜誌電子報·取自

<https://www.taiwan-pharma.org.tw/magazine/103/132-137.pdf>

10. 劉麗雲 (2013)·*食品分析實驗 操作指引*·秀威科技出版社。

11. 蕭志浩、楊謹鴻、林籐旺·*茶花萃取液之抗氧化能力及其生活上之應用研究*·中華民國第54屆中小學科學展覽會。

12. 周理偉、張庭維、施淙綸、楊峻一、顏庭佑、童暉琇、李麗華·*青春抗老的祕方—薑黃抗氧化力之探討*·中華民國第55屆中小學科學展覽會。

13. 陳祐鈞、吳瑜蓁、張楨葵、谷桂梅、李雅婷·*Eye生活-論薑黃素之護眼功效*·中華民國第59屆中小學科學展覽會。

14. 黃馨儀、蔡有泰、陳炯弘、高松澤、蔡啟堂、蘇智勇·*薑黃抗氧化能力之相關探討*·中華民國第50屆中小學科學展覽會。

15. 廖方盈、賴家翎、王靖瑄、陳建志·*『薑』湖傳說薑黃素光降解特性之研究*·中華民國第55屆中小學科學展覽會。

16. 花卉蟲害·*朵朵花卉網*·取自

<https://www.ddhhw.com/>