

壹、前言

目前有許多種類的螢光奈米材料已經被合成，如半導體量子點的硫化鎘（CdS）或硒化鎘（CdSe），以及非金屬的有機物奈米球或碳奈米粒子（CNP）等，而不同的材料有著其獨特的功能與特色。由於量子點的螢光穩定且有高的量子產率（quantum yield, QY，符號為 ϕ ），在生物標記技術上應用廣泛；但是含金屬的量子點中的鎘或其他重金屬，有某種程度的細胞毒性，同時使用後也會對環境造成危害，這大大侷限了它們實際應用的層面。發光碳奈米點的球形結構已經成為一種新穎的材料，具有容易製備、低成本、低細胞毒性、光穩定性和量子尺寸效應等優點，甚至近期亦有文獻指出，日常飲用的三合一咖啡粉末中即有碳奈米點的存在（Jiang et al., 2014）。至今，許多合成碳奈米粒子的方法已被開發出來，包含：電弧放電法、雷射剝蝕法、電化學、化學氧化法、熱分解、超音波和微波法（Wang et al., 2011）等。其中，水熱法合成碳奈米粒子是簡便、快速又有效率的方法（Liang, Ma, Shi, Li, & Yang, 2013）。此方法能合出含氧（如羥基、羧基）或胺基官能化碳點，具有良好的穩定性和生物相容性，而且表面修飾使碳點能夠更容易控制大小、形狀、物理和光學性質。

摻雜氮的碳奈米材料（如：奈米碳管、石墨烯、中空球等）具有獨特的性質，可以注入電子到碳基材中，從而改變電子和傳輸特性，而且在電催化、太陽能電池、生物感測器、超導體、奈米發電機、鋰離子電池等都有廣泛的應用，已成為研究趨勢。2011年，Xuping Sun 團隊首次利用鍛燒四氯甲烷和乙二胺製備螢光氮化碳點。但是當鍛燒四氯甲烷時，會產生揮發性的有毒氣體，於是便開始尋找替代材料且提高量子產率的方法。例如，使用不同的方法製備摻雜氮 CNPs，包含回流、微波、熱液法加熱等，並以不同材料合成摻雜氮 CNPs，如燃燒有機化合物，如利用乙二胺四乙酸（EDTA）、葡萄糖胺、胺基酸等等；或使用天然材料為碳源製備摻雜氮 CNPs，如：豆漿（Zhu, Zhai, & Dong, 2012）、蠶絲（Wu et al., 2013）、草（Liu et al., 2012）等。

由碳所製造的螢光碳奈米粒子，因為比起傳統以鎘為基礎的量子點有更低的化學毒性和穩定的化學惰性，因此，在生物標記、生物成像、光電器件等方面具有極大的應用潛力（He et al., 2011; Wang et al., 2010）。近幾年碳奈米粒子已經引起愈來愈多的學者投入研究，毒性較低的碳奈米粒子可作為一種新型的量子點，不過許多研究製造過程繁雜，且碳奈米粒子量子產率沒有相對提高，因此，研究利用水熱法製造碳奈米粒子，希望能更快速且有效率地製造出碳奈米粒子，並希望未來不僅能應用在生物感測器、生物醫學成像、藥物及生物奈米科技上。

2012 年，國立臺灣大學的研究團隊利用咖啡渣，藉由鍛燒的方式合成出碳奈米點 (Hsu, Shih, Lee, & Chang, 2012)，所合成出的碳奈米點平均粒徑約為 5 nm，並成功應用於生物成像上。不同於以往需要複雜的處理過程，開發出簡便、快速的合成方法。後續，此團隊改以不同的有機化合物合成碳奈米點 (Hsu & Chang, 2012)，平均粒徑約在 2.6 ~ 7.9 nm 之間，並帶有大量羧基和胺基，證明量子產率隨官能基的多寡而有所改變。2013 年，Bai Yang 團隊利用檸檬酸加乙二醇合成碳奈米點 (Yin et al., 2013)，量子產率高達 60.2%，給了研究學者們添加氮源的概念。

臺東地區土地肥沃、水源豐沛，再加上日夜溫差大、適合栽種水稻，因此，盛產稻米。從收割稻米經晒乾、去穀、碾成白米，這中間有稻穀、胚芽、米糠等副產品，均屬未利用資材。因此，本研究擬用廢棄物米糠為碳源，並添加乙二醇為氮源合成碳奈米粒子，並開發其應用。

貳、材料與儀器

一、藥品與試劑

本實驗所使用的米糠，取自臺東某家碾米廠。乙二醇，購自美國 J. T. Baker 公司。氯化鋇、氯化鋁、氯化鋰、氯化汞、氯化鎂、氯化鉀、氯化鈣、氯化鋅、氯化鐵、氯化鈷、氯化亞鐵、硝酸銀、硝酸鉛、硫酸銅購自美國 Sigma-Aldrich 公司。次氯酸鈉，購自日本昭和化學株式會社。

二、儀器

- 紫外光——可見光光譜儀 (Lambda EZ210)，購自美國 Perkin Elmer 公司。
- 螢光光譜儀 (F-4500)，購自日本 Hitachi 公司。
- 傅立葉轉換紅外線光譜儀 (FTIR-8400S)，購自日本 Shimadzu 公司。
- 特規程控高溫爐 (YS-3P1)，購自臺灣詠欣有限公司。
- 超純水機 (Purity-Sp)，購自臺灣華夏科學有限公司。
- 紫外燈 (Compact UV Lamps)，購自美國 UVP 公司。
- 化學分析影像能譜儀 (ESCALAB 250)，購自英國 VG Scientific 公司。
- 表面電位儀 (Nano-90S)，購自英國 Malvern Instruments Ltd. 公司。