



國立中山大學

新興污染物研究中心

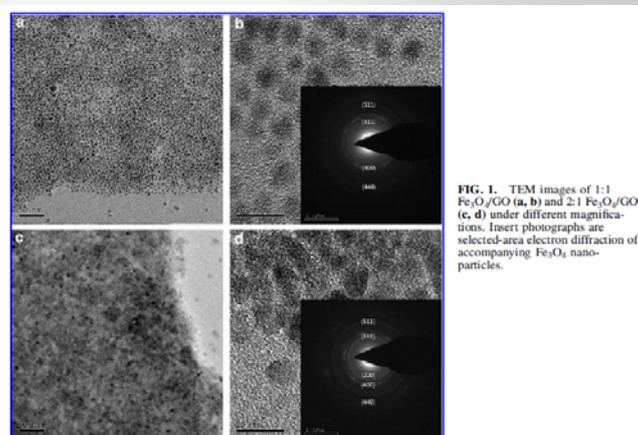
Center for Emerging Contaminants Research, NSYSU

Newsletter

April 2015  
Volume 5, Issue 4

♣ 17b-雌二醇 ( $E_2$ ) 係一種雌性激素，經常被發現在廢水和污水的廢水處理廠之放流水，許多研究利用離子交換、化學沉澱、光降解、吸附、氧化及螯合方法嘗試去除此種污染物。氧化石墨烯 (GO) 是一種新型多功能碳奈米材料，它有較強的機械強度、優異的導熱係數和極高的比表面積。除了具有高的吸附容量和化學穩定性外，氧化石墨烯表面豐富的羧基、羰基、羥基及環氧基之官能化作用可提昇其吸附效能。然而，由於其粒徑小，氧化石墨烯很難藉由離心、沉澱或過濾方式加以收集，磁性分離技術的引入，使得氧化石墨烯作為水環境中的吸附劑變得有希望，磁性分離技術也使得氧化石墨烯回收再利用成為事實，因而可降低吸附劑之成本。許多研究者也已經進行研究，嘗試優化氧化石墨烯之吸附性能，例如：利用共價鍵結合  $Fe_3O_4$  顆粒及氧化石墨烯，其對亞甲基藍之吸附容量可達  $190.14 \text{ mg/g}$ 。本研究則利用  $Fe_3O_4$ /氧化石墨烯奈米複合物進行 17b-雌二醇 ( $E_2$ ) 吸附 ( $100 \text{ mg/L}$  儲備溶液)，再利用磁鐵分離此奈米複合物。 $E_2$  濃度則利用高效能液相層析儀 (HPLC; Agilent LC1200) 加以檢測，流動相係採用 70% 甲醇水溶液，流速  $1.0 \text{ mL/min}$ ，UV 偵測器則操作在  $200 \text{ nm}$ 。氧化石墨烯上面的四氧化三鐵奈米顆粒的形貌則利用穿透式電子顯微鏡在不同的放大倍率下加以觀測。如圖 1a 和 1c 所示，四氧化三鐵奈米顆粒均勻分散在氧化石墨烯上面，根據圖 1b 和 1d，1:1  $Fe_3O_4$ /GO 和 2:1  $Fe_3O_4$ /GO 的四氧化三鐵奈米顆粒的直徑分別為  $3.98$  和  $6.11$  奈米。在此研究中， $0.1\text{-}1.0 \text{ g/L}$  劑量的 1:1  $Fe_3O_4$ /GO 和 2:1  $Fe_3O_4$ /GO 針對  $E_2$  的吸附容量分別為  $8.08\text{-}19.48 \text{ mg/g}$  和  $7.57\text{-}16.05 \text{ mg/g}$ ，表明 1:1  $Fe_3O_4$ /GO 奈米複合材料的吸附容量相對略優於 2:1  $Fe_3O_4$ /GO，當  $Fe_3O_4$ /GO 的劑量增加時，此優勢仍維持不變。在本研究中，擬二階反應模式較適合描述其吸附動力學，此與他人之研究發現相符。此外，Langmuir 吸附等溫線與 Freundlich 吸附等溫線的相關係數皆很高 ( $0.9777$  vs.  $0.9939$ )，但是，Freundlich 吸附等溫線有較好的擬合，進一步計算  $1/n$  參數，亦顯示較符合 Freundlich 吸附等溫模式。相較於其他吸附劑， $Fe_3O_4$ /GO 奈米複合材料對於  $E_2$  有較大的吸附容量 ( $Q_{\max} = 86.96 \text{ mg/g}$ )，此乃因 GO 表面可提供  $\pi\text{-}\pi$  相互作用和較高的負電荷。進一步探討  $Fe_3O_4$ /GO 表面之  $Fe_3O_4$  顆粒其效應，研究發現，針對  $E_2$  的吸附容量依序為  $1:1 \text{ Fe}_3\text{O}_4/\text{GO} > 2:1 \text{ Fe}_3\text{O}_4/\text{GO} > \text{GO}$ ，顯然， $Fe_3O_4$ /GO 表面之  $Fe_3O_4$  顆粒對於 GO 的  $\pi\text{-}\pi$  共軛結合  $E_2$  並沒有影響，相較於單純的 GO， $Fe_3O_4$ /GO 對於  $E_2$  的吸附容量稍大，此可能與  $Fe_3O_4$  增大了比表面積有關。

(本文摘譯自 Bai *et al.*, Environmental Engineering Science, 32 (2015) 370-378)



Publisher: Gordon C. C. Yang (楊金鐘)  
Phone: +886 7 5252000 ext. 4407  
Email: [gordon@mail.nsysu.edu.tw](mailto:gordon@mail.nsysu.edu.tw)