

# 替代性利用稻殼廢棄物製備有序中孔碳以及應用在單寧酸吸附之研究

劉宗宏，陳柔憶\*

明志科技大學化學工程系，liouth2011@hotmail.com

稻殼具有很高的熱值，使其成為一種有吸引力的可再生能源，稻殼灰 (RHA) 在稻殼燃燒產生熱能後形成，RHA 的回收和再利用是循環經濟中的可持續戰略。本研究以 RHA 為原料製備中孔二氧化矽 SBA-15。使用 SBA-15 作為模板，透過注入蔗糖合成有序中孔碳 (CMK-3)。根據透射電子顯微鏡 (TEM) 圖像，SBA-15 和 CMK-3 均由高階和六角形中孔陣列組成。SBA-15 和 CMK-3 分別包含 1.260 和 1.185 cm<sup>3</sup>/g 的大孔體積、820 和 1005 m<sup>2</sup>/g 的高表面積以及 6.41 和 3.44 nm 的均勻孔徑。CMK-3 顯示對單寧酸(TA)的高吸附活性。探討吸附條件的影響包括：溶液溫度、吸附劑用量、溶液 pH 值和初始單寧酸濃度。所有樣品的吸附率最初都很高，但隨後開始下降。這表明在吸附過程開始時可以獲得許多空位點。當活性位點被 TA 分子佔據時，吸附量接近飽和。RH-CMK-3 的吸附容量都隨著初始 TA 濃度的增加而增強，因為 TA 濃度可以增加吸附劑表面的可用吸附質。AN-RH-SBA-15 (123.2 mg/g) 的吸附容量是純 RH-SBA-15 (11.9 mg/g) 的 11 倍。這是因為純 RH-SBA-15 的表面沒有提供足夠強的官能團來與 TA 分子相互作用。此外，RH-CMK-3 (256.4 mg/g) 的吸附容量是 AN-RH-SBA-15 (123.2 mg/g) 的兩倍。RH-CMK-3 較高的吸附能力可以用碳表面的含氧官能團來解釋。這些官能團與 TA 分子的相互作用增強了 RH-CMK-3 的吸附能力。為了進一步比較，使用商業 SBA-15 和 CMK-3 作為參考樣品。結果發現 AN-RH-SBA-15 (123.2 mg/g) 和 RH-CMK-3 (256.4 mg/g) 樣品表現出比商業 SBA-15 (102.3 mg/g) 和 CMK-3 更高的吸附容量 (213.5 毫克/克) 樣品。氨基修飾的 SBA-15 和 CMK-3 的最大吸附容量分別為 278.9 和 488.9 mg/g。熱力學參數分析結果顯示單寧酸的吸附是一個放熱過程。動力學行為和吸附平衡較符合擬二階和藍格米奧等溫線模式。總而言之，回收的 RHA 可用於製備中孔吸附劑，用於從液體廢物中去除含有單寧酸的化學物質。

關鍵字: 稻殼灰、SBA-15、CMK-3、單寧酸、回收再利用