

การสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอนจากขานอ้อยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัด สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในน้ำเสีย

โดย นางสาวกมลชนก ปรางมาศ
 นางสาวพรนภา ผกาศรี

บทคัดย่อ

ปัจจุบันสารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) เป็นสารมลพิษที่ก่อมะเร็งและมีความรุนแรง เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ เช่น กระบวนการอุตสาหกรรมและการผลิตอาหาร สาร PAHs ปนเปื้อนในดิน น้ำ และอากาศ โดยการปนเปื้อนในน้ำส่งผลกระทบเป็นวงกว้างมากที่สุด เนื่องจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตอาจถูกปล่อยสู่แหล่งน้ำโดยไม่มีการกำจัด และสามารถสะสมอยู่ได้นาน ดังนั้นสาร PAHs ในน้ำเสียจึงต้องมีการกำจัดเป็นขั้นตอนแรก โดยมีกระบวนการกำจัดได้หลายวิธีที่นิยมใช้ในการบำบัดน้ำเสีย โดยเลือกใช้วิธีการกรอง (Filtration) ซึ่งใช้เยื่อบางแยกของเสียที่เป็นอนุภาคของแข็งออกจากของไหล โดยอาศัยตัวกลางดูดซับอนุภาคไว้ที่พื้นผิวหรือรูพรุนของตัวกลาง ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกรอง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้น (MWCNTs) ที่มีราคาถูก และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยในงานวิจัยนี้สนใจที่จะนำวัสดุชีวมวลคือ ขานอ้อย (Bagasse) ซึ่งเป็นวัสดุชีวมวลที่เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำตาล ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมพร้อมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าและลดของเสียจากกระบวนการอุตสาหกรรม มาสังเคราะห์เป็นท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้น (MWCNTs) ด้วยวิธีการตกตะกอนไอทางเคมี (Chemical vapor deposition, CVD) โดยนำผงท่อนาโนคาร์บอนที่ได้มาละลายในสารละลายแล้วกรองด้วยวิธีสุญญากาศบนกระดาษกรองเยื่อบาง ทำให้ได้แผ่น MWCNT-Bucky paper membrane ที่ช่วยเพิ่มความสะดวกในการใช้งานในการกำจัดสาร PAHs ในน้ำเสียจากอุตสาหกรรมอาหาร ก่อนจะเข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียในกระบวนการถัดไป

ในการศึกษางานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การเตรียมถ่านชีวมวลจากขานอ้อย (biochar) ด้วยกระบวนการคาร์บอไนเซชัน การสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอนด้วยวิธีการตกตะกอนไอทางเคมี โดยทำการสังเคราะห์ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ใช้เฟอร์โรซีนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการบูรเป็นแหล่งคาร์บอน ซึ่งทำภายใต้สภาวะแก๊สไนโตรเจน และศึกษาเวลาที่แตกต่างกันในการสังเคราะห์ ได้แก่ 30, 45 และ 60 นาที เพื่อศึกษาผลของเวลาในการตกตะกอนต่อการเกิดท่อนาโนคาร์บอนและลักษณะโครงสร้างที่ได้ การประติรูปกระดาษคาร์บอนด้วยวิธีการแบบสุญญากาศ

(vacuum filtration) และการทดสอบความสามารถในการดูดซับสารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนด้วยเทคนิค Vortexc และเทคนิค Ultrasonic ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ด้วย FESEM, EDS, Raman, FT-IR, XRD และ TEM แสดงให้เห็นว่าเวลาการสังเคราะห์มีผลโดยตรงต่อโครงสร้างและคุณสมบัติของท่อนาโนคาร์บอน โดยที่ 45 นาที ให้โครงสร้างเส้นใยหนาแน่น กระจายตัวดี มีปริมาณคาร์บอนสูงสุด (91.43 Wt.%) โครงสร้างเป็น sp^2 และมีความต่อเนื่องเหมาะสมต่อการผลิตกระดาศคาร์บอน ขณะที่ 30 นาที การเจริญเติบโตยังไม่สมบูรณ์ และ 60 นาที แม้มีความเป็นผลึกสูงขึ้น แต่เส้นใยรวมตัวมากเกินไป ส่งผลต่อความเหมาะสมในการขึ้นรูปเป็นแผ่นกระดาศคาร์บอน การทดสอบการดูดซับ PAHs ในน้ำเสียพบว่ากระดาศคาร์บอนที่สังเคราะห์เวลา 45 นาที ให้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะวิธี Ultrasonic ที่ให้ค่าการสกัดกลับคืนสูงสุด 73% สรุปได้ว่าเวลาสังเคราะห์และปริมาณคาร์บอนเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดประสิทธิภาพการดูดซับของกระดาศคาร์บอนอย่างชัดเจน

Synthesis of carbon nanotubes from bagasse for the removal of polycyclic aromatic hydrocarbons in wastewater.

By Miss. Kamolchanok Prangmat
Miss. Phornnapa Pagasri

Abstract

Currently, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are recognized as highly toxic and carcinogenic pollutants generated from incomplete combustion processes, such as industrial operations and food production activities. PAHs contaminate soil, water, and air; however, contamination in water poses the most widespread impact, as wastewater from production processes may be discharged into natural water bodies without adequate treatment and can persist for extended periods. Therefore, the removal of PAHs from wastewater is a critical initial step in water treatment systems.

Among various wastewater treatment techniques, filtration is commonly employed. This method utilizes a membrane to separate solid particles from fluids by adsorbing contaminants onto the surface or within the pores of the filtering medium. To enhance filtration efficiency, this research aims to synthesize low-cost and environmentally friendly multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs). In this study, sugarcane bagasse, an agricultural by-product from the sugar industry, was selected as a sustainable biomass precursor to add value and reduce industrial waste. MWCNTs were synthesized from bagasse-derived biochar using the chemical vapor deposition (CVD) technique. The obtained carbon nanotube powder was dispersed in a solvent and fabricated into an MWCNT buckypaper membrane via vacuum filtration, producing a flexible carbon membrane that facilitates

practical application in PAHs removal from food industry wastewater prior to subsequent treatment processes. The research was divided into three main stages: (1) preparation of biochar from sugarcane bagasse through carbonization; (2) synthesis of carbon nanotubes by CVD at 800°C using ferrocene as a catalyst and camphor as a carbon source under a nitrogen atmosphere, with synthesis times of 30, 45, and 60 minutes to investigate the effect of deposition time on CNT growth and structural characteristics; and (3) fabrication of carbon paper via vacuum filtration followed by evaluation of PAHs adsorption performance using vortex and ultrasonic techniques.

Characterization results from FESEM, EDS, Raman spectroscopy, FT-IR, XRD, and TEM analyses demonstrated that synthesis time directly influenced the structure and properties of the carbon nanotubes. The 45-minute synthesis produced densely packed, well-dispersed fibrous structures with the highest carbon content (91.43 wt.%), predominantly sp^2 bonding, and structural continuity suitable for buckypaper fabrication. At 30 minutes, CNT growth was incomplete, whereas at 60 minutes, although crystalline increased, excessive fiber agglomeration reduced suitability for membrane formation. Adsorption experiments indicated that the carbon paper synthesized at 45 minutes exhibited the highest PAHs removal efficiency. In particular, the ultrasonic-assisted method achieved the maximum recovery efficiency of 73%. In conclusion, synthesis time and carbon content are key parameters governing the adsorption performance of the fabricated carbon membrane for PAHs removal.