



การศึกษาการตอบสนองเชิงโฟโตลูมิเนสเซนซ์ของคาร์บอนดอทจากกากถั่วเหลืองภายใต้การ รบกวนของไอออนโลหะหนักเพื่อประยุกต์เป็นเซนเซอร์กระดาษเรืองแสง

ตรีรัตน์ กัลยาวัฒนพงศ์¹, ณัฐธิดา ศิริโกพัฒน์¹, ช่อรัก วงศ์สุวรรณ^{1*}, จิรศักดิ์ สุกันธา², วรณศย์ ทองพล²

¹ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี, ตำบลบ่อเงิน, อำเภอลาดหลุมแก้ว, จังหวัดปทุมธานี 12140, ประเทศไทย

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, อำเภอธัญบุรี, จังหวัดปทุมธานี, ประเทศไทย

*E-mail: threerat.kan@pcshspt.ac.th

บทคัดย่อ

มลพิษจากไอออนโลหะหนักในแหล่งน้ำเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ เนื่องจากมีความคงตัวสูง และสามารถสะสมในห่วงโซ่อาหาร การตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคมาตรฐาน เช่น Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) และ Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry (ICP-MS) มีความแม่นยำสูงแต่มีต้นทุนสูงและไม่เหมาะกับการใช้งานภาคสนาม งานวิจัยนี้จึงสังเคราะห์คาร์บอนดอท (Carbon dots) จากกากถั่วเหลือง ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำเต้าหู้และนมถั่วเหลือง ด้วยวิธีไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 250, 380 และ 500 วัตต์ แล้วศึกษาสมบัติโครงสร้างและสมบัติการเรืองแสงเชิงโฟโตลูมิเนสเซนซ์ ตลอดจนการตอบสนองต่อไอออนโลหะหนัก Fe^{2+} และ Zn^{2+} ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTIR ยืนยันการเกิดหมู่ฟังก์ชัน $-\text{OH}$, $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}-\text{O}$ และ $\text{C}-\text{N}$ บนพื้นผิวอนุภาค สเปกตรัม UV-Vis แสดงแถบการดูดกลืนหลักที่ 220–230 นาโนเมตร และคาร์บอนดอทแสดงค่า emission peak หลักที่ประมาณ 300 นาโนเมตร โดยตัวอย่างที่สังเคราะห์ด้วยกำลัง 500 วัตต์ให้ความเข้มการเรืองแสงสูงสุด เมื่อเติมไอออน Fe^{2+} และ Zn^{2+} ที่ความเข้มข้น 0.2–0.6 ไมโครโมลาร์ พบว่าความเข้มการเรืองแสงลดลงอย่างต่อเนื่องตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นโดยไม่มีการเปลี่ยนตำแหน่งพีก ซึ่งสอดคล้องกับกลไก fluorescence quenching ที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นผิวอนุภาค โดย Fe^{2+} ให้ประสิทธิภาพการดับแสงสูงกว่า Zn^{2+} อย่างชัดเจน สามารถถ่วงดุลคาร์บอนดอทเป็นเซนเซอร์กระดาษเรืองแสงเบื้องต้น โดยเคลือบสารละลายคาร์บอนดอทลงบนกระดาษกรอง Whatman แล้วทดสอบภายใต้แสงยูวีร่วมกับการหยดสารละลายไอออนโลหะหนัก พบว่าความเข้มการเรืองแสงลดลงในทิศทางเดียวกับผลในสารละลาย และได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับวิเคราะห์ค่าสี RGB เพื่อเป็นต้นแบบระบบตรวจวัดแบบพกพาที่มีต้นทุนต่ำ แสดงให้เห็นว่าคาร์บอนดอทจากกากถั่วเหลืองในการประยุกต์ใช้เป็นวัสดุตรวจจับโลหะหนักในน้ำเสีย

คำสำคัญ: คาร์บอนดอท; กากถั่วเหลือง; การสังเคราะห์ด้วยวิธีไมโครเวฟ; การดับการเรืองแสง; เซนเซอร์กระดาษ; ไอออนโลหะหนัก