



การพัฒนาเครื่องตรวจวัดไอออนโลหะหนักภาคสนามอัตโนมัติ โดยใช้แอนโทไซยานินเป็นอินดิเคเตอร์ร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสมองกลฝังตัว

กิตติรัตน์ สมประสงค์^{1*}, พิชราภา จันทรธอด¹, ธนวัฒน์ ทับโธสง¹ และ สุกัญญา กิ่งกลาง¹

¹โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย มุกดาหาร, อำเภอเมืองมุกดาหาร, จังหวัดมุกดาหาร 49000, ประเทศไทย

*E-mail: 06352@pccm.ac.th

บทคัดย่อ

การปนเปื้อนของไอออนโลหะในแหล่งน้ำเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน การพัฒนาวิธีตรวจวัดที่มีต้นทุนต่ำ สามารถวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสมสำหรับการใช้งานภาคสนามจึงมีความสำคัญ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องตรวจวัดไอออนโลหะหนักภาคสนามอัตโนมัติโดยใช้แอนโทไซยานินเป็นอินดิเคเตอร์ร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสมองกลฝังตัว ศึกษาคุณสมบัติของสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอินทนิล (*Lagerstroemia speciosa*) และการตอบสนองต่อไอออนโลหะ จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ Cr^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Al^{3+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} และ Pb^{2+} ในช่วง pH 1–13 โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีและสเปกตรัมการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV–Vis spectrophotometer (UV-1800) พัฒนาระบบตรวจวิเคราะห์ค่าสี RGB โดยใช้เซนเซอร์ TCS3200 RGB color sensor เก็บข้อมูลผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ประมวลผลแบบคลาวด์เพื่อคำนวณความเข้มข้นของไอออนโลหะ ประเมินสมรรถนะของวิธีวิเคราะห์โดยศึกษาความเป็นเส้นตรงจากสมการมาตรฐาน และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับเทคนิค UV–Vis spectrophotometry เพื่อประเมินความถูกต้องด้วยสถิติ Paired-samples t-test และศึกษาความสามารถในการเลือกจำเพาะ ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดจากดอกอินทนิลมีปริมาณแอนโทไซยานินรวม (Total anthocyanin content) เท่ากับ 1.81 mg CGE/100g of FW มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) ที่ 550 นาโนเมตร ในช่วง pH 1–7 สารสกัดเกิดการเปลี่ยนแปลงสีชัดเจนเมื่อเกิดสารเชิงซ้อนกับ Fe^{2+} , Fe^{3+} และ Cr^{3+} ระบบตรวจวัดเชิงสีที่พัฒนาให้สมการมาตรฐานที่มีความเป็นเส้นตรงสูง ($R^2 > 0.990$) ภายใต้ความเข้มแสง 20, 30, 60 และ 70 lux ผลการตรวจวัดปริมาณไอออนโลหะ Fe^{2+} , Fe^{3+} และ Cr^{3+} ในน้ำตัวอย่างพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.01$) กับเทคนิค UV–Vis spectrophotometry การศึกษาความสามารถในการเลือกจำเพาะพบว่า Mn^{2+} และ SO_4^{2-} ไม่รบกวนการตรวจวัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.01$) ขณะที่ Cu^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , Cl^- , NO_3^- และ CO_3^{2-} ส่งผลรบกวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ระบบที่พัฒนาขึ้นมีต้นทุนรวมทั้งสิ้น 990 บาทต่อชุด ซึ่งมีศักยภาพสำหรับการตรวจติดตามคุณภาพน้ำภาคสนาม และเป็นต้นแบบของแพลตฟอร์มตรวจวัดเชิงสีดิจิทัลจากธรรมชาติสำหรับงานวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: แอนโทไซยานิน, ดอกอินทนิล, การวิเคราะห์เชิงสีดิจิทัล, การตรวจวัดไอออนโลหะ, ระบบสมองกลฝังตัว