

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากโครงการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้ระบบของไหลจุลภาคที่ประดิษฐ์มาจากกระดาษราคาถูกโดยอาศัยการเร่งปฏิกิริยารีดักชันของอนุภาคเงินนาโนสำหรับการตรวจวัดสารปรอทที่อยู่ในแหล่งน้ำ” โดยงานวิจัยนี้สนใจศึกษาและพัฒนาวิธีการตรวจวัดทางสี (colorimetry) ที่มีความจำเพาะ (selectivity) ต่อปรอท (II) ไอออนในแหล่งน้ำแบบง่าย รวดเร็ว และแม่นยำ ซึ่งแบ่งเป็นสองส่วนหลักคือ การตรวจวัดทางสีของปรอท (II) ไอออนโดยอาศัยการติดตามการลดลงของอนุภาคเงินนาโน (AgNPs) ที่ไม่ถูกปรับปรุงพื้นผิวซึ่งสามารถสังเคราะห์ได้เองแบบง่ายและมีเสถียรภาพที่ดีโดยใช้เทคนิคอัลตราไวโอเลตวิสเปกโตรสโกปี (UV-Vis spectroscopy) ในการตรวจวัดในระบบสารละลาย พบว่าปฏิกิริยาที่ใช้มีความจำเพาะกับปรอท (II) ที่ดี ได้ช่วงความเป็นเส้นตรง (working linear range) เท่ากับ 0.5-7 ppm ขีดจำกัดต่ำสุด (LOD) 0.06 ppm ($SD_{blank}/slope$ ของกราฟมาตรฐาน) นอกจากนี้ได้ศึกษาผลของคอปเปอร์ (II) ไอออนในการเพิ่มความไว (sensitivity) ของการตรวจวัดในระบบสารละลายและพบว่าให้ค่า LOD เท่ากับ 0.008 ppm โดยไม่มีผลของตัวรบกวนและให้ความถูกต้อง และแม่นยำที่ดีในการทดลองกับตัวอย่างน้ำ แต่อย่างไรก็ตามในวิธีการนี้ยังต้องใช้สารเคมี และตัวอย่างในปริมาณมาก (mL) ซึ่งทำให้มีของเสียที่เกิดจากการตรวจวัดทำให้ไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และยังต้องมีเครื่องมือที่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ โดยงานวิจัยส่วนที่สอง ได้ประยุกต์ใช้บนระบบของไหลจุลภาคที่ประดิษฐ์มาจากกระดาษแบบสองชั้น (double layer microfluidic paper-based analytical device, double layer μ PAD) ด้วยเทคนิคการพิมพ์สำหรับการตรวจวัดทางสีของปรอท (II) ไอออนในที่มีระดับต่ำในตัวอย่างน้ำ โดยอาศัยการติดตามการลดลงของอนุภาคเงินนาโนเช่นเดียวกับปฏิกิริยาในระบบสารละลาย ทำการถ่ายภาพของบริเวณตรวจวัดด้วยกล้องดิจิทัลในกล่องควบคุมแสงที่เหมาะสม พบว่าวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้ให้ความไวในการตรวจวัดสูง มีขีดจำกัดต่ำสุด (LOD) เท่ากับ 0.001 ppm ($SD_{blank}/slope$ ของกราฟมาตรฐาน) ใช้เวลาน้อยในการวิเคราะห์ และมีความจำเพาะที่ดีในการวิเคราะห์ปรอท(II) เมื่อเทียบกับไอออนอื่นๆ ในขณะที่โดยปกติการใช้อนุภาคนาโนในการตรวจวัดทางเคมีวิเคราะห์จะให้ช่วงความเป็นเส้นตรงไม่กว้างนัก แต่วิธีที่พัฒนาขึ้นสำหรับตรวจวัดหาปริมาณปรอทนี้ให้ช่วงความเป็นเส้นตรงในช่วงกว้างที่ 0.05-7 ppm ($r^2=0.998$) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยในส่วนที่หนึ่งจะเห็นได้ว่าสามารถทำได้ง่ายกว่า และใช้ปริมาณสารที่น้อยกว่ามาก (2 ไมโครลิตร) รวมทั้งผลจากตัวรบกวนที่น้อยมาก โดยเฉพาะผลของเฮไลต์ไอออนในน้ำตัวอย่าง เนื่องจากการที่ AgNPs อยู่บนวัสดุรองรับที่เป็นเซลลูโลส นอกจากนี้เมื่อนำผลการวิเคราะห์หาปริมาณปรอท(II) ในตัวอย่างน้ำด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้นเทียบกับวิธีมาตรฐาน CVAAS ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่าความไวในการตรวจวัดขึ้นกับความเข้มข้น และจำนวนของ AgNPs ที่ทำปฏิกิริยา ดังนั้นอุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้ระบบของไหลจุลภาคที่ประดิษฐ์มาจากกระดาษแบบสองชั้นสำหรับตรวจวัดทางสีของปรอทโดยอาศัยการติดตามการลดลงของอนุภาคเงินนาโนที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็ว มีความจำเพาะเจาะจงในการตรวจหาปริมาณปรอทที่มีปริมาณต่ำในตัวอย่างน้ำ

นอกจากนี้ระบบการวิเคราะห์เชิงปริมาณในการตรวจวัดทางสีโดยอาศัยการวิเคราะห์ค่าความเข้มสีที่มีประสิทธิภาพบนระบบของไหลจุลภาคที่ประดิษฐ์มาจากกระดาษที่ประดิษฐ์เองแบบง่ายและราคาถูกที่พัฒนาขึ้นนี้มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาการตรวจวัดทางสีโดยอาศัยอนุภาคโลหะนาโนบนระบบของไหลจุลภาคที่ประดิษฐ์มาจากกระดาษกับสารชนิดอื่นที่อาศัยการตรวจวัดทางสีได้อย่างมีประสิทธิภาพ