

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการสังเคราะห์อนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน และสร้างแผ่นฟิล์มบางของอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน สำหรับประยุกต์ใช้เป็นตัวรับรู้ในการวิเคราะห์หาปริมาณกลูตาไธโอน โดยอาศัยเทคนิคการตรวจวัดเชิงสี (Colorimetric method) การศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้ ขั้นตอนที่หนึ่งคือ การสังเคราะห์อนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน (AgTNPs) โดยวิธีการเกิดรีดักชันทางเคมี (Chemical reduction method) โดยใช้โซเดียมโบโรไฮไดรด์เป็นตัวรีดิวซ์ ใช้ไตรโซเดียมซิเตรตเป็นสารรักษาเสถียรภาพและใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นตัวกัด (Etchant) อนุภาคเงินรูปร่างกลมให้กลายเป็นอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน (AgTNPs) ขั้นตอนที่สองคือ การศึกษาสภาวะต่างๆ ในการสร้างแผ่นฟิล์มบางระดับนาโนด้วยเทคนิคการขึ้นรูปแบบชั้นต่อชั้น (Layer-by-Layer technique) โดยการศึกษาเวลาที่เหมาะสมของแผ่นฟิล์มบางระดับนาโนในการจุ่มสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน และในขั้นตอนสุดท้ายคือ การนำสารละลายและแผ่นฟิล์มบางของอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนมาใช้ในการวิเคราะห์กลูตาไธโอน

ขั้นตอนที่หนึ่ง ได้เลือกศึกษาการสังเคราะห์อนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน โดยใช้โซเดียมโบโรไฮไดรด์ 4 ความเข้มข้น คือ 0.18, 0.19, 0.21 และ 0.24 mM พบว่า เกิดสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่มีสีส้ม แดง ม่วงและน้ำเงิน ตามลำดับ และความเข้มข้นของโซเดียมโบโรไฮไดรด์ที่เหมาะสม คือ 0.24 mM ให้สารละลายอนุภาคนาโนเป็นสีน้ำเงินซึ่งเป็นสภาวะที่ทำให้เกิดอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน (AgTNPs) มากที่สุดและมีจำนวนอนุภาคสามเหลี่ยมมากที่สุด อีกทั้งสารละลายอนุภาคนาโนสีน้ำเงินเป็นคุณลักษณะเฉพาะของการเกิดรูปร่างสามเหลี่ยมของอนุภาคนาโน

ขั้นตอนที่สอง จากการศึกษาสภาวะต่างๆ ในการสร้างแผ่นฟิล์มบางอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนด้วยเทคนิคการขึ้นรูปแบบชั้นต่อชั้น (Layer-by-Layer technique) ได้แก่ การศึกษาเวลาที่เหมาะสมของแผ่นฟิล์มบางขนาดนาโนในการจุ่มสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมในระดับนาโน พบว่า PDADMAC ที่อยู่บนผิวหน้าของแผ่นฟิล์มบางดูดซับอนุภาคนาโนระดับนาโนได้ไม่หมด ทำให้เมื่อเวลาการจุ่มแผ่นฟิล์มบางนานขึ้น ค่าการดูดกลืนแสงมีแนวโน้มมากขึ้น ดังนั้นจึงเลือกเวลาที่ 20 นาที และ 60 นาที ซึ่งเป็นสภาวะที่เพียงพอที่จะใช้ในการสร้างแผ่นฟิล์มบางอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนสำหรับนำไปศึกษาปรากฏการณ์รับรู้ในการตรวจวัดกลูตาไธโอน

ขั้นตอนสุดท้าย คือ การนำสารละลายและฟิล์มบางของอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนมาใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณกลูตาไธโอน จากผลการศึกษาการวิเคราะห์กลูตาไธโอนโดยใช้สารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน พบว่า กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกลูตาไธโอนกับค่าการดูดกลืนแสง ในช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ระหว่าง 0.1-1.0 ppm มีสมการถดถอยเชิงเส้นตรง คือ $y = -0.1479x + 0.4312$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.9957 ค่าขีดจำกัดต่ำสุดของตรวจวัด (LOD) เท่ากับ

0.10 ± 0.005 ppm ค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์ (LOQ) เท่ากับ 0.35 ± 0.005 ppm ค่าร้อยละของการคืนกลับได้เท่ากับ 101.1–112.3% และ 103.7–110.3% ในสารตัวอย่างน้ำกลั่นและเลือด ตามลำดับ ผลการศึกษาผลกระทบของตัวรบกวน พบว่าตัวรบกวนไม่มีผลต่อการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน แสดงให้เห็นว่าวิธีการตรวจวัดนี้มีความจำเพาะต่อการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน และจากผลการศึกษาการวิเคราะห์กลูต้าไธโอนโดยใช้แผ่นฟิล์มบางอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนพบว่าแผ่นฟิล์มบางอนุภาคนาโนไม่ตอบสนองต่อสารละลายกลูต้าไธโอน กล่าวคือ สีของแผ่นฟิล์มบางหลังจากการตรวจวัดกลูต้าไธโอนไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้เนื่องจากอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่ยึดเกาะบนแผ่นฟิล์มบางมีขนาดอนุภาคที่ใหญ่ ทำให้ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยากับสารละลายกลูต้าไธโอนได้ ดังนั้นแผ่นฟิล์มบางอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนจึงไม่เหมาะต่อการประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณกลูต้าไธโอนด้วยวิธีการตรวจวัดเชิงสี

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การสังเคราะห์สารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนให้ได้สีสารของสารละลายที่เหมือนกันทุกครั้งค่อนข้างยาก ควรเพิ่มการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการวิเคราะห์ เช่น การควบคุมอุณหภูมิ และอัตราการเติมสารละลายแต่ละตัวที่มีผลต่อการสังเคราะห์ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. ควรเพิ่มการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในการเกิดรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนของอนุภาคเงินระดับนาโน
3. ควรเพิ่มการศึกษาสารตัวอื่นที่ช่วยรักษาเสถียรภาพ เช่น PVP และ methyl cellulose
4. ควรทำการศึกษาค่า Zeta potentials เพื่อหาค่าศักย์ไฟฟ้าของอนุภาคนาโนอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่สังเคราะห์ได้
5. ควรนำสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่สังเคราะห์ได้ ไปการศึกษาด้วยเทคนิค X-ray Photoelectron Spectroscopy เพื่อยืนยันชนิดและจำนวนธาตุองค์ประกอบชนิดพันธะทางเคมี และสถานะออกซิเดชันของอะตอมที่มีในสารละลาย
6. การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูต้าไธโอนควรป้องกันให้ออกซิเจนเข้าไปในขวดสารตั้งต้นขณะทำการชั่งสารให้น้อยที่สุด เพราะออกซิเจนจะให้ประสิทธิภาพของกลูต้าไธโอนลดลงได้