

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้ ขั้นตอนที่หนึ่งคือการสังเคราะห์อนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน โดยวิธีการเกิดรีดักชันทางเคมี (Chemical reduction method) โดยใช้โซเดียมโบโรไฮไดรด์เป็นตัวรีดิวซ์ ไตรโซเดียมซิเตรตเป็นตัวรักษาเสถียรภาพ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นตัวกัด (Etchant) อนุภาคเงินรูปร่างกลมให้เป็นอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยม ขั้นตอนที่สองคือ การศึกษาสภาวะต่างๆในการสร้างแผ่นฟิล์มบางระดับนาโนด้วยเทคนิคการขึ้นรูปแบบชั้นต่อชั้น (Layer-by-Layer technique) โดยการศึกษาเวลาที่เหมาะสมของแผ่นฟิล์มบางระดับนาโนในการจุ่มสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน และในขั้นตอนสุดท้ายคือ การนำสารละลายและฟิล์มบางของอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนมาใช้ในการวิเคราะห์หากลูต้าไธโอน

3.1 การสังเคราะห์อนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน (AgTNPs) โดยวิธีการเกิดรีดักชันทางเคมี (Chemical reduction method)

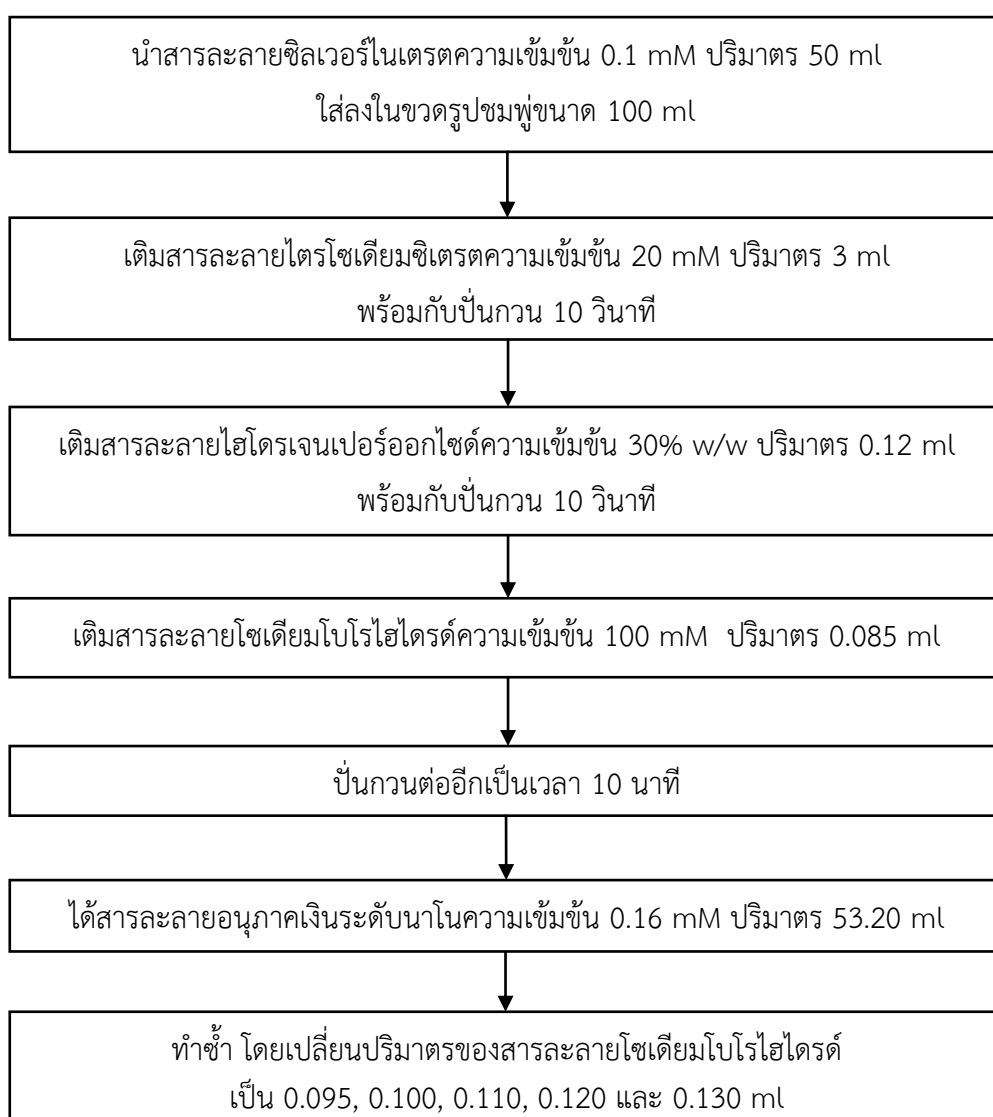
3.1.1 สารเคมี

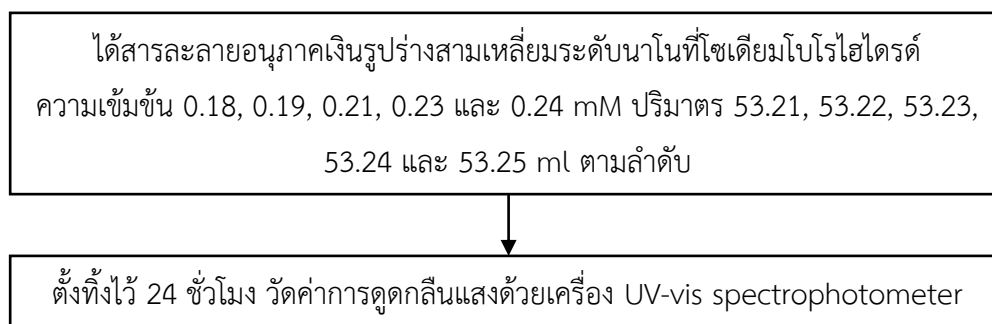
ตารางที่ 3.1 สารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์อนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน

สารเคมี	สูตรโครงสร้าง/ชื่อย่อ	บริษัทที่ผลิต,ประเทศ
ซิลเวอร์ไนเตรต (Silver nitrate)	AgNO_3	Carlo Erba, France
โซเดียมซิเตรตไตรเบสิกไดไฮเดรต (Sodium citrate tribasic dihydrate)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Sigma-Aldrich, Belgium
โซเดียมโบโรไฮไดรด์ (Sodium borohydride)	NaBH_4	Sigma-Aldrich, USA
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide)	H_2O_2	Carlo Erba, France
น้ำปราศจากไอออน (Deionized water)	DI water	RHK Group, Thailand

3.1.2 การศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของโซเดียมโบโรไฮไดรด์

ปิเปตสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตความเข้มข้น 0.1 mM ปริมาตร 50 ml ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 ml เติมสารละลายไตรโซเดียมซิเตรตความเข้มข้น 20 mM ปริมาตร 3 ml พร้อมกับปั่นกวน 10 วินาที แล้วเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 30% w/w ปริมาตร 0.12 ml พร้อมกับปั่นกวน 10 วินาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์ที่อุณหภูมิ 18 °C ความเข้มข้น 100 mM ปริมาตร 0.085, 0.095, 0.100, 0.110, 0.120 และ 0.130 ml ตามลำดับ จากนั้นปั่นกวนต่ออีกเป็นเวลา 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer โดยสแกนสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 800-350 nm ซึ่งสามารถแสดงรูปการทดลองดังรูปที่ 3.1





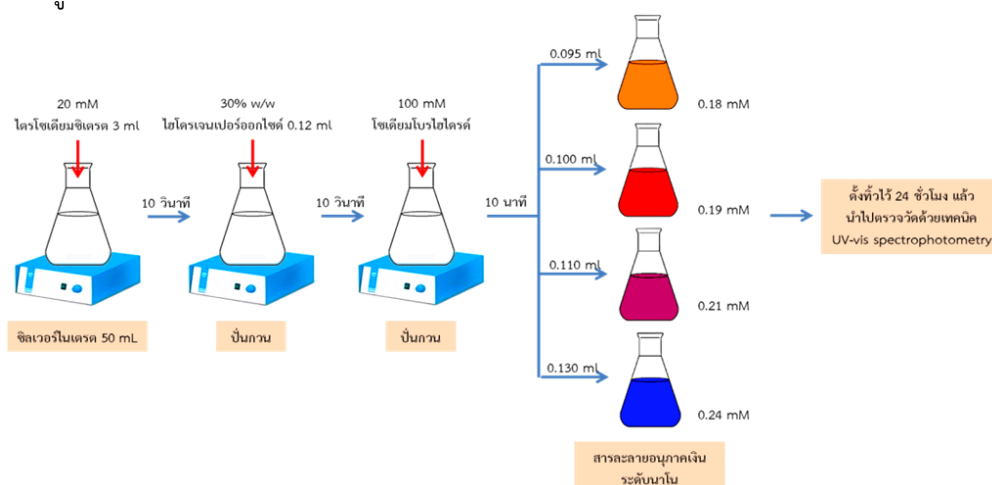
รูปที่ 3.1 การศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์

ตารางที่ 3.2 ตัวแปรและเทคนิคที่ใช้ศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของโซเดียมโบโรไฮไดรด์

ตัวแปรที่ทำการศึกษา	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมโบโรไฮไดรด์ที่ทำให้เกิดสีของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน	UV-vis spectrophotometry

3.1.3 การสังเคราะห์อนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน (AgTNPs)

ปิเปตสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตความเข้มข้น 0.1 mM ปริมาตร 50 ml ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 ml เติมสารละลายไตรโซเดียมซิเตรตความเข้มข้น 20 mM ปริมาตร 3 ml พร้อมกับปั่นกวน 10 วินาที จากนั้นเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 30% w/w ปริมาตร 0.12 ml พร้อมปั่นกวน 10 วินาที แล้วเติมสารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์ที่อุณหภูมิ 18 °C ความเข้มข้น 100 mM ปริมาตร 0.095, 0.100, 0.110 และ 0.130 ml ตามลำดับ จากนั้นปั่นกวนต่ออีกเป็นเวลา 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer โดยสแกนสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 800-350 nm ซึ่งสามารถแสดงการทดลองดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การสังเคราะห์อนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนโดยวิธีการเกิดรีดักชันทางเคมี (Chemical reduction method)

ตารางที่ 3.3 ตัวแปรและเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์คุณลักษณะของอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน

ตัวแปรที่ทำการศึกษา	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมโบโรไฮไดรด์ที่ทำให้เกิดสีของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน	UV-vis spectrophotometry
ศึกษาลักษณะรูปร่างและขนาดของอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน	Transmission Electron Microscopy (TEM)
ศึกษาหมู่ฟังก์ชันของอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนและโซเดียมซิเตรต	Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)

3.2 การเตรียมแผ่นฟิล์มของอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนโดยอาศัยเทคนิคการขึ้นรูปแบบชั้นต่อชั้น (Layer-by-Layer technique)

3.2.1 การเตรียมพื้นผิวแผ่นฟิล์มบางให้มีคุณสมบัติความชอบน้ำ (Primer)

3.2.1.1 สารเคมี

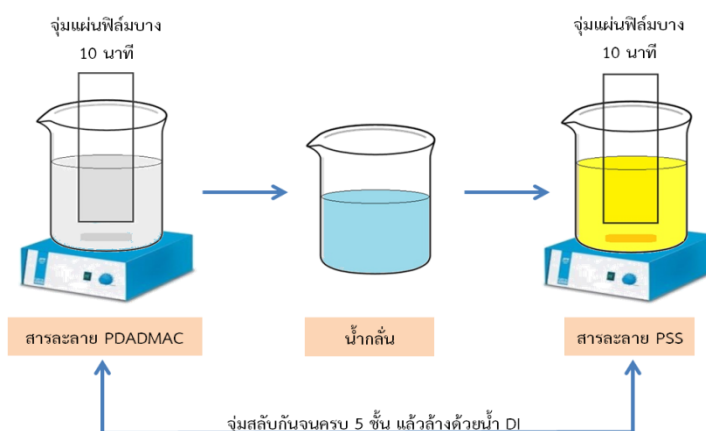
ตารางที่ 3.4 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมพื้นผิวแผ่นฟิล์มบาง

สารเคมี	สูตรโครงสร้าง/ชื่อย่อ	บริษัทที่ผลิต, ประเทศ
โพลีไดอัลริลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (Poly(diallyldimethylammonium chloride))	$(C_8H_{16}ClN)_n$ / PDADMAC	Sigma-Aldrich, USA
โพลีสไตรีนซัลโฟเนต (Poly (sodium 4-styrenesulfonate))	$(C_8H_7NaO_3S)_n$ / PSS	Sigma-Aldrich, USA
โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride)	NaCl	Carlo Erba, France
น้ำปราศจากไอออน (Deionized water)	DI water	RHK Group, Thailand

3.2.1.2 การปรับสภาพพื้นผิวของวัสดุรองรับกระจกสไลด์ให้มีคุณสมบัติชอบน้ำ

เตรียมสารละลาย PDADMAC และสารละลาย PSS ความเข้มข้น 10 mM ปริมาตร 1000 ml แล้วชั่งเกลือโซเดียมคลอไรด์ 58.50 กรัม (ความเข้มข้น 1 M) เติมน้ำลงในสารละลายทั้งสองจากนั้นนำแผ่นกระจกมาจุ่มลงในสารละลาย PDADMAC เป็นเวลา 10 นาที พร้อมปั่นกวนตลอดเวลา เมื่อครบ 10 นาที นำแผ่นกระจกขึ้นจากสารละลายแล้วนำไปล้างด้วยน้ำกลั่นต่อมานำไปจุ่มลงในสารละลาย PSS เป็นเวลา 10 นาที พร้อมปั่นกวนตลอดเวลา เมื่อครบ 10 นาที นำแผ่นกระจกขึ้นจากสารละลายแล้วนำไปล้างด้วยน้ำกลั่น ทำการจุ่มสลับระหว่างสารละลายทั้งสองจนได้

จำนวนชั้นเท่ากับ 5 ชั้น จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำ DI โดยชั้นสุดท้ายเป็นชั้นของสารละลาย PDADMAC ซึ่งสามารถแสดงการทดลองดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การปรับสภาพพื้นผิวของวัสดุรองรับกระจกสไลด์

3.2.2 การศึกษาการดูดซับของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนบนแผ่นฟิล์ม

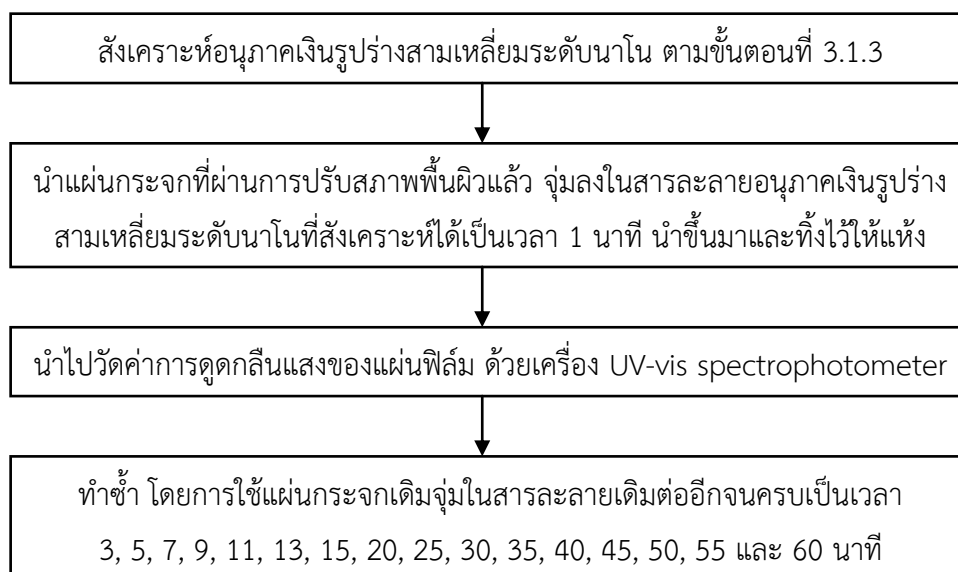
3.2.2.1 สารเคมี

ตารางที่ 3.5 สารเคมีที่ใช้ศึกษาการดูดซับของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนบนแผ่นฟิล์ม

สารเคมี	สูตรโครงสร้าง/ชื่อย่อ	บริษัทที่ผลิต, ประเทศ
สารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่ (จากขั้นตอนที่ 3.1.3)	AgTNP	-
น้ำปราศจากไอออน (Deionized water)	DI water	RHK Group, Thailand

3.2.2.2 การศึกษาการดูดซับของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนบนแผ่นฟิล์ม

สังเคราะห์อนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนตามขั้นตอนที่ 3.1.3 จากนั้นนำแผ่นกระจกที่ผ่านการปรับสภาพพื้นผิวแล้ว จุ่มลงในสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่สังเคราะห์ได้ทุกความเข้มข้น เป็นเวลา 1 นาที นำขึ้นมาและทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer โดยสแกนสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 800-350 nm ทำซ้ำโดยใช้แผ่นกระจกเดิมจุ่มในสารละลายเดิมต่ออีกจนครบเป็นเวลา 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 และ 60 นาที ซึ่งสามารถแสดงการทดลองดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การศึกษากลศาสตร์การดูดซับของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนบนแผ่นฟิล์ม

ตารางที่ 3.6 ตัวแปรและเทคนิคที่ใช้ศึกษากลศาสตร์การดูดซับของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนบนแผ่นฟิล์ม

ตัวแปรที่ทำการศึกษา	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ศึกษาสีของแผ่นฟิล์มเมื่อจุ่มในสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน ที่ระยะเวลา 1 - 60 นาที	UV-vis spectrophotometry

3.3 การศึกษาปรากฏการณ์รับรู้ของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนในการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน

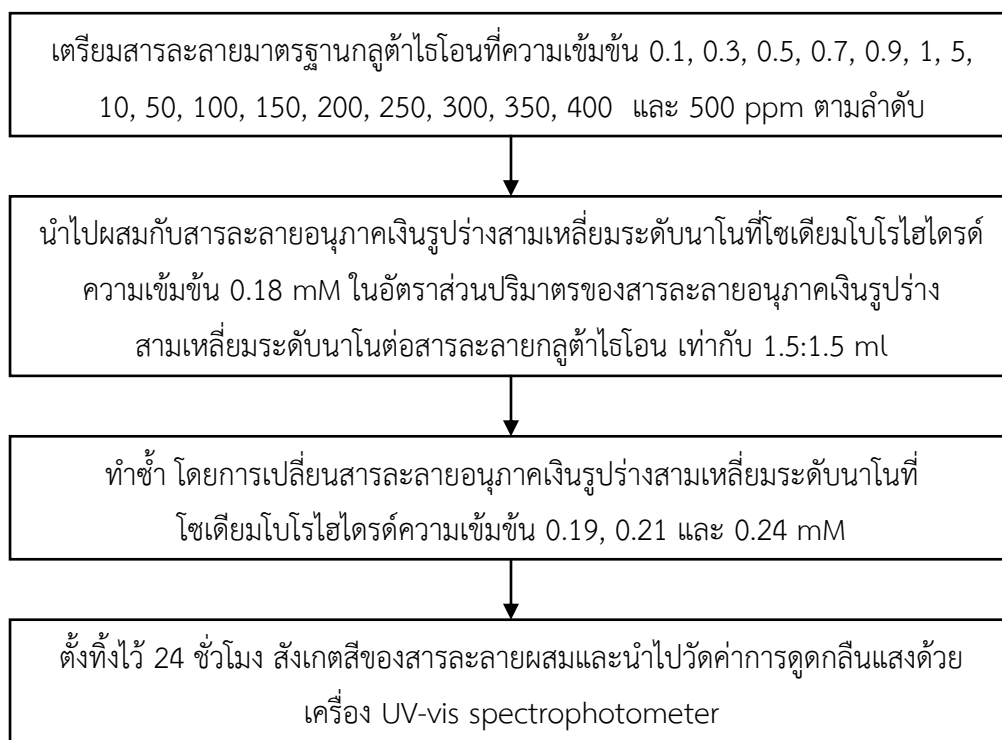
3.3.1 สารเคมี

ตารางที่ 3.7 สารเคมีที่ใช้ศึกษาปรากฏการณ์รับรู้ของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนในการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน

สารเคมี	สูตรโครงสร้าง/ชื่อย่อ	บริษัทที่ผลิต, ประเทศ
สารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน (จากขั้นตอนที่ 3.1.3)	AgTNPs	-
กลูต้าไธโอน (Glutathione)	$C_{10}H_{17}N_3O_6S$	Sigma-Aldrich, Japan
น้ำปราศจากไอออน (Deionized water)	DI water	RHK Group, Thailand

3.3.2 การศึกษาหาปริมาณกลูต้าไธโอนด้วยสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน

เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูต้าไธโอนที่ความเข้มข้น 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1, 5, 10, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 และ 500 ppm ตามลำดับ จากนั้นนำสารละลายกลูต้าไธโอนที่ความเข้มข้นดังกล่าวผสมกับสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.18, 0.19, 0.21 และ 0.24 mM ในอัตราส่วนปริมาตรของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนต่อสารละลายกลูต้าไธโอน เท่ากับ 1.5:1.5 ml จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง สังเกตสีของสารละลายผสมและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer โดยสแกนสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 1000-350 nm ซึ่งสามารถแสดงการทดลองดังรูปที่ 3.5



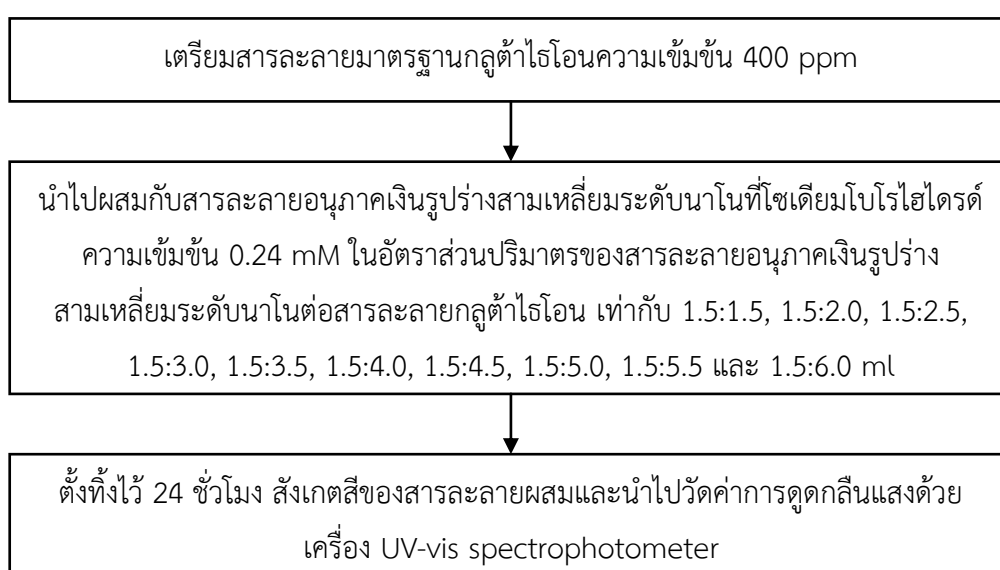
รูปที่ 3.5 การศึกษาปรากฏการณ์รับรู้ของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนในการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน

ตารางที่ 3.8 ตัวแปรและเทคนิคที่ใช้ศึกษาปรากฏการณ์รับรู้ของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนในการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน

ตัวแปรที่ทำการศึกษา	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนเมื่อทำปฏิกิริยากับกลูต้าไธโอน	UV-vis spectrophotometry

3.3.3 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM ต่อสารละลายกลูต้าไธโอน

เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูต้าไธโอนที่ความเข้มข้น 400 ppm จากนั้นนำสารละลายกลูต้าไธโอนที่ความเข้มข้นดังกล่าวผสมกับสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM ในอัตราส่วนปริมาตรของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนต่อสารละลายกลูต้าไธโอน เท่ากับ 1.5:1.5, 1.5:2.0, 1.5:2.5, 1.5:3.0, 1.5:3.5, 1.5:4.0, 1.5:4.5, 1.5:5.0, 1.5:5.5 และ 1.5:6.0 ml จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง สังเกตสีของสารละลายผสมและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer โดยสแกนสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 1000-350 nm ซึ่งสามารถแสดงการทดลองดังรูปที่ 3.6



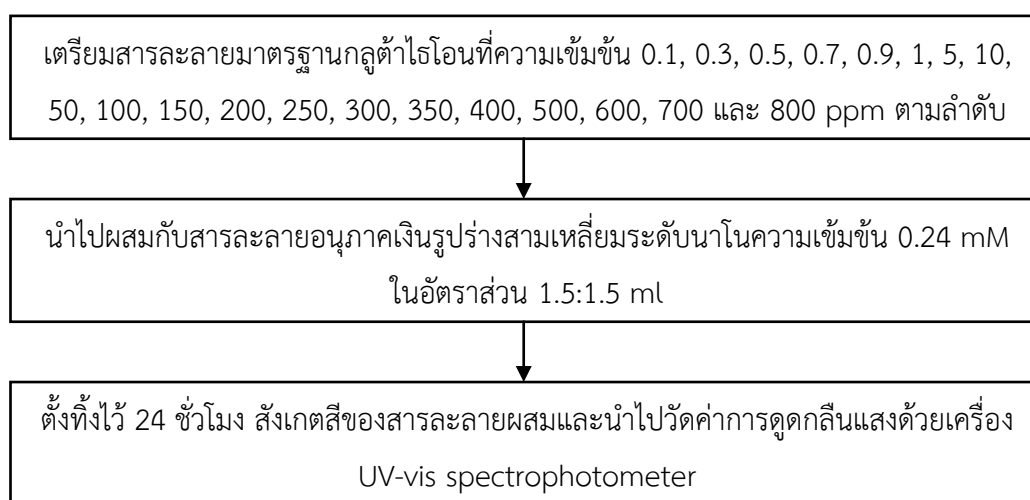
รูปที่ 3.6 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM ต่อกลูต้าไธโอน

ตารางที่ 3.9 ตัวแปรและเทคนิคที่ใช้ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนต่อสารละลายกลูต้าไธโอน

ตัวแปรที่ทำการศึกษา	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนต่อสารละลายกลูต้าไธโอน โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายผสม	UV-vis spectrophotometry

3.3.4 การศึกษาหาปริมาณกลูต้าไธโอนด้วยสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM

เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูต้าไธโอนที่ความเข้มข้น 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1, 3, 5, 10, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700 และ 800 ppm ตามลำดับ จากนั้นนำสารละลายกลูต้าไธโอนที่ความเข้มข้นดังกล่าวผสมกับสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM ในอัตราส่วนปริมาตรของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนต่อสารละลายกลูต้าไธโอน เท่ากับ 1.5:1.5 ml จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง สังเกตสีของสารละลายผสมและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer โดยสแกนสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 1000-350 nm ซึ่งสามารถแสดงการทดลองดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การศึกษาปรากฏการณ์รับรู้ของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM ในการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน

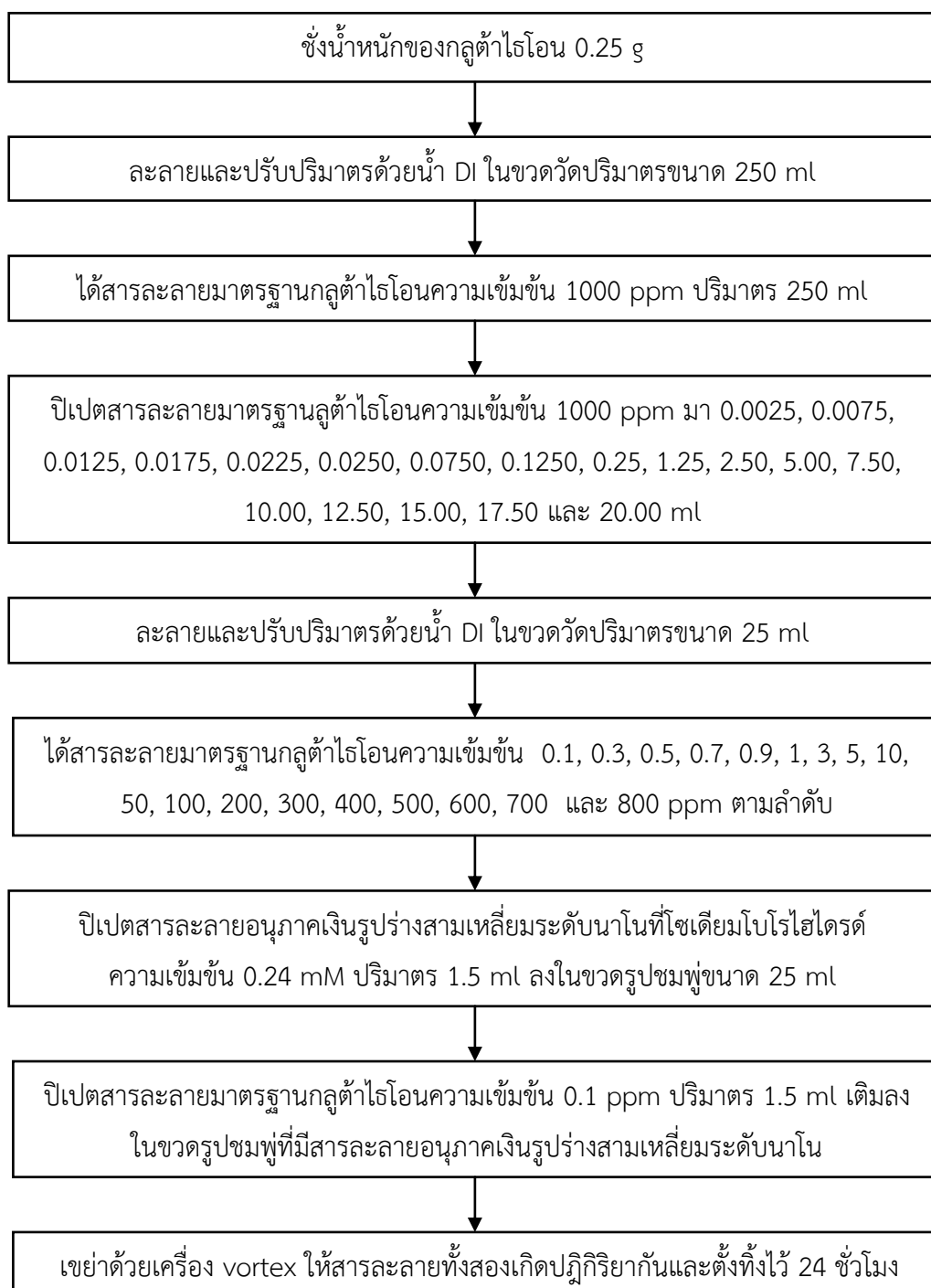
ตารางที่ 3.10 ตัวแปรและเทคนิคที่ใช้ศึกษาปรากฏการณ์รับรู้ของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนในการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน

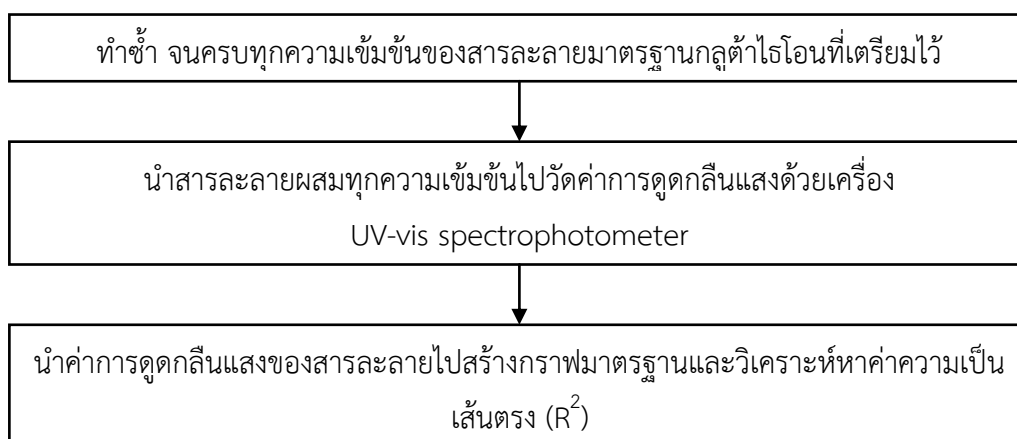
ตัวแปรที่ทำการศึกษา	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนความเข้มข้น 0.24 mM เมื่อทำปฏิกิริยากับกลูต้าไธโอน	UV-vis spectrophotometry

3.4 การศึกษาคุณลักษณะของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณกลูต้าไธโอนด้วยสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM

3.4.1 การศึกษาความเป็นเส้นตรง

ศึกษาโดยการสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานกลูต้าไธโอนที่ความเข้มข้น 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1, 3, 5, 10, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 และ 800 ppm จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นเส้นตรง (R^2) ซึ่งสามารถแสดงการทดลองดังรูปที่ 3.8





รูปที่ 3.8 การศึกษาความเป็นเส้นตรงของวิธีการหาปริมาณกลูต้าไรโอนด้วยสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM

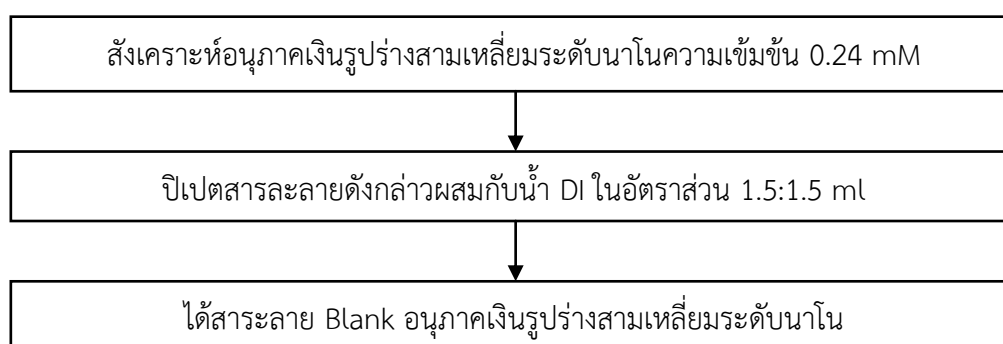
ตารางที่ 3.11 ตัวแปรและเทคนิคที่ใช้ศึกษาความเป็นเส้นตรงของวิธีการหาปริมาณกลูต้าไรโอน

ตัวแปรที่ทำการศึกษา	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ศึกษาความเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณกลูต้าไรโอนด้วยอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM	UV-vis spectrophotometry

3.4.2 การศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัด (Limit of detection) และขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์ (Limit of quantitation)

การศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัด (Limit of detection) เป็นการศึกษาปริมาณที่ต่ำที่สุดของกลูต้าไรโอนที่ตรวจวัดได้ และขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์ (Limit of quantitation) เป็นการศึกษาปริมาณต่ำที่สุดของกลูต้าไรโอนที่สามารถวิเคราะห์ได้โดยอาศัยข้อมูลจากการสร้างกราฟมาตรฐาน

การศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัด (Limit of detection) และขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์ (Limit of quantitation) ซึ่งสามารถแสดงการทดลองดังรูปที่ 3.9





รูปที่ 3.9 การศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดและขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์

ตารางที่ 3.12 ตัวแปรและเทคนิคที่ใช้ศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดและขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์หาปริมาณกลูต้าไธโอน

ตัวแปรที่ทำการศึกษา	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดและขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์หาปริมาณกลูต้าไธโอนด้วยอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM	UV-vis spectrophotometry

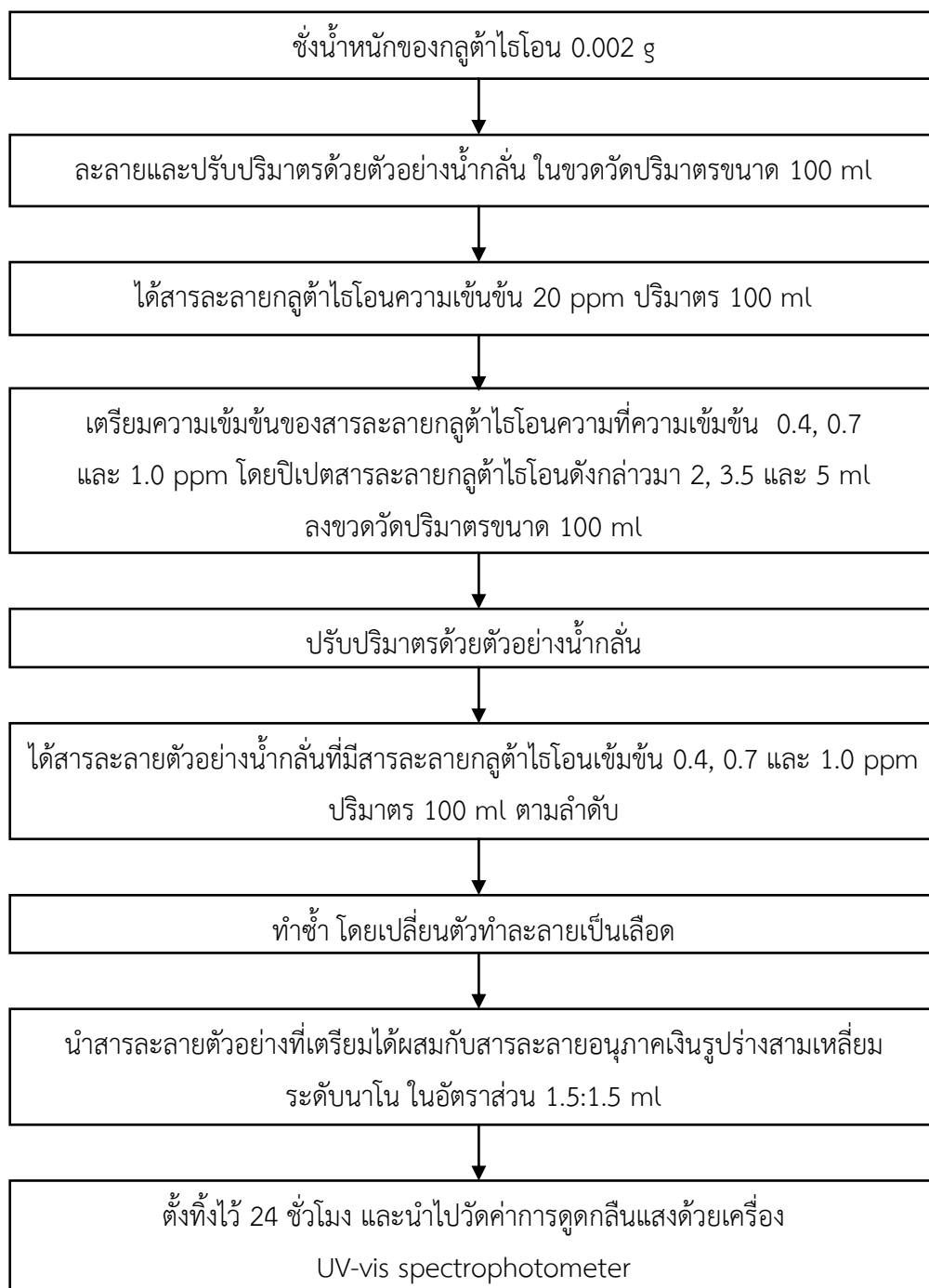
3.4.3 การศึกษาหาค่าร้อยละของการคืนกลับ (%Recovery)

ตัวอย่าง : น้ำกลั่น (Distilled water) และเลือด (Plasma) ที่เจือจางด้วยน้ำ DI 1000 เท่า

ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานกลูต้าไธโอนที่เติมลงไป : 0.4, 0.7 และ 1.0 ppm

ทำได้โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูต้าไธโอนที่ความเข้มข้น 0.4, 0.7 และ 1.0 ppm ด้วยตัวอย่างทั้ง 2 ชนิด จากนั้นนำสารละลายกลูต้าไธโอนแต่ละความเข้มข้นผสมกับสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM ในอัตราส่วนปริมาตรของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนต่อสารละลายมาตรฐานกลูต้าไธโอน เท่ากับ

1.5:1.5 ml จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง สังเกตสีของสารละลายผสมและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer โดยสแกนสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 1000-350 nm ซึ่งสามารถแสดงการทดลองดังรูปที่ 3.10



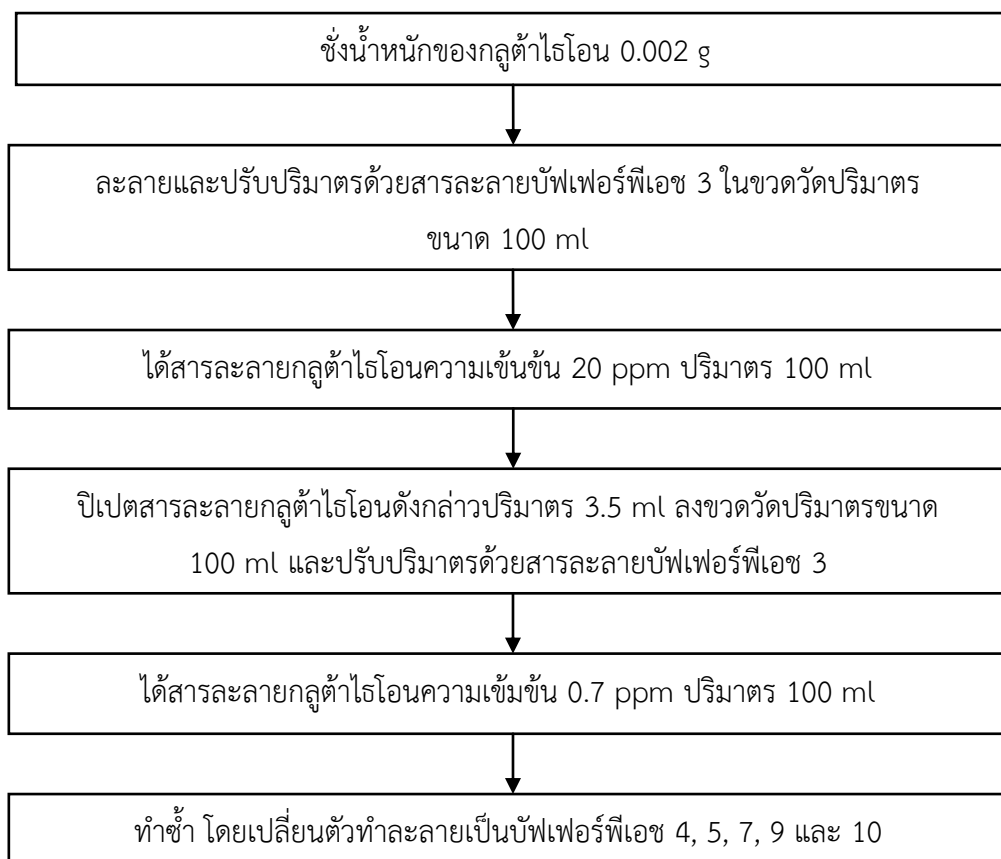
รูปที่ 3.10 การศึกษาหาร้อยละของการคืนกลับ

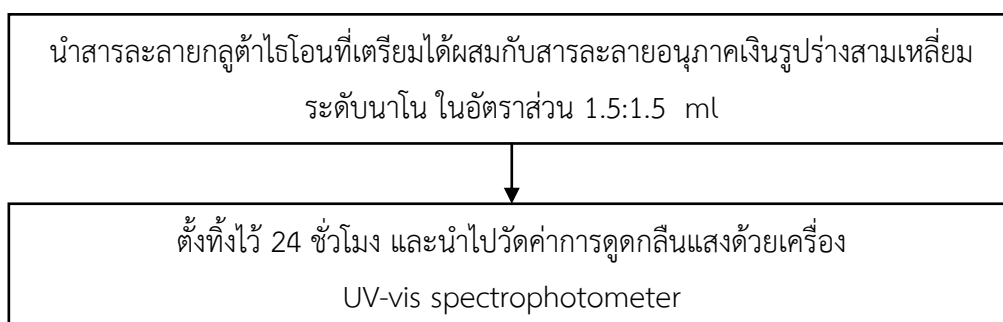
ตารางที่ 3.13 ตัวแปรและเทคนิคที่ใช้ศึกษาหาค่าร้อยละของการคืนกลับ

ตัวแปรที่ทำการศึกษา	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ศึกษาหาค่าร้อยละการคืนกลับของสารมาตรฐานกลูต้าไธโอนด้วยอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM	UV-vis spectrophotometry

3.4.4 การศึกษาอิทธิของพีเอชบัฟเฟอร์ที่มีผลต่อสารตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์

เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูต้าไธโอนความเข้มข้น 0.7 ppm โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ที่ พีเอชเท่ากับ 3, 4, 5, 7, 9 และ 10 เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำไปผสมกับสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM ในอัตราส่วนปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกลูต้าไธโอนต่อสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนเท่ากับ 1.5:1.5 จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง สังเกตสีของสารละลายผสมและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer โดยสแกนสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 1000-350 nm ซึ่งสามารถแสดงการทดลองดังรูปที่ 3.11





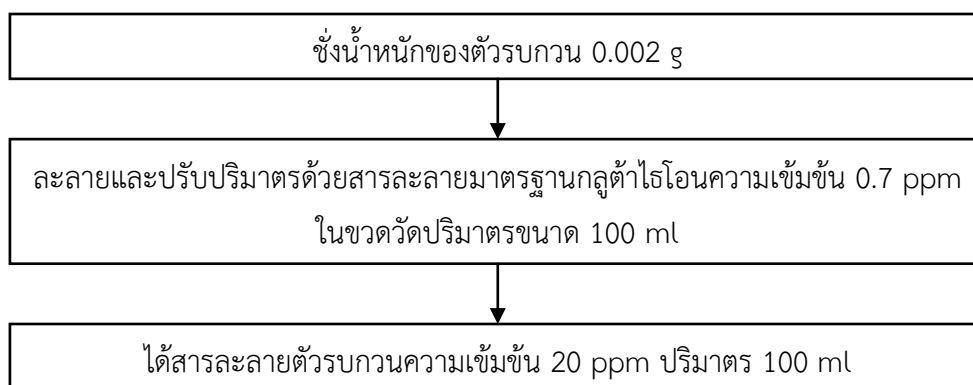
รูปที่ 3.11 การศึกษาอิทธิของพีเอชบัฟเฟอร์ที่มีผลต่อสารตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์

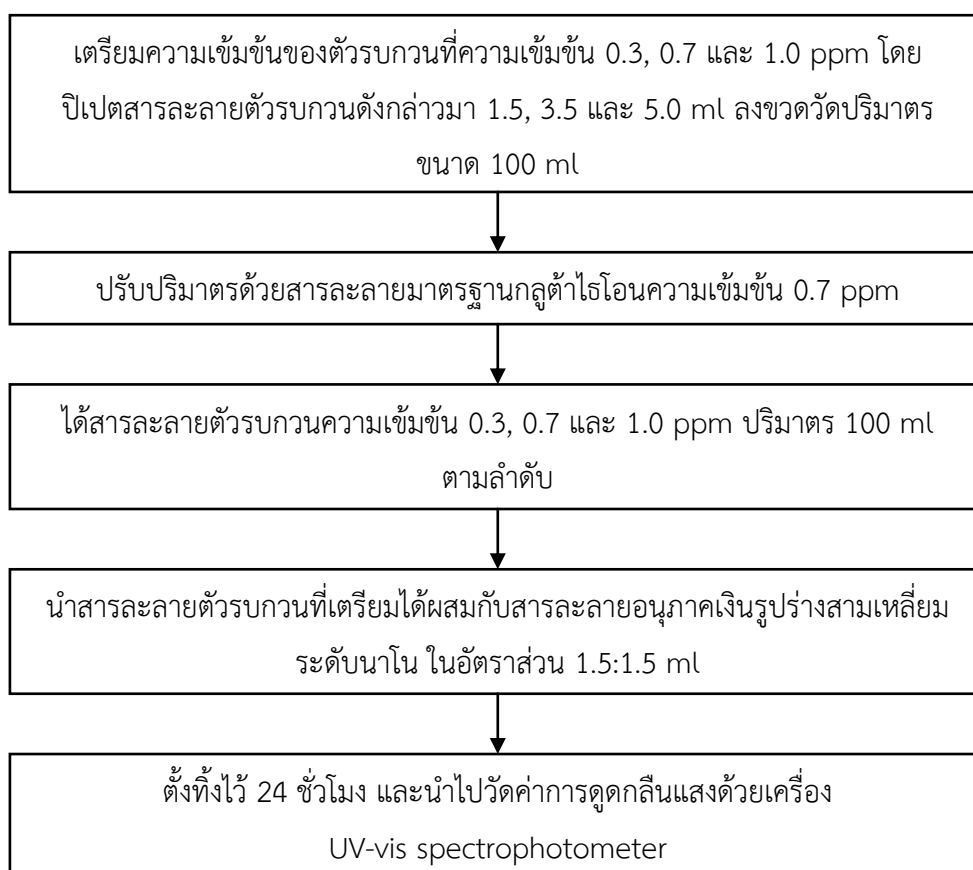
ตารางที่ 3.14 ตัวแปรและเทคนิคที่ใช้ศึกษาอิทธิของพีเอชบัฟเฟอร์ที่มีผลต่อการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน

ตัวแปรที่ทำการศึกษา	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ศึกษาอิทธิของพีเอชบัฟเฟอร์ที่มีผลต่อการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน	UV-vis spectrophotometry

3.4.5 การศึกษาผลกระทบของตัวรบกวนที่มีผลต่อสารตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์

เตรียมสารละลายโซเดียมไนเตรต, โพแทสเซียมไนเตรต, แมกนีเซียมซัลเฟต, แคลเซียมซัลเฟต, กรดยูริก, กรดแอสคอบิก, ไอออน(II)ซัลเฟต, กลูโคส และซูโคส ความเข้มข้น 0.3, 0.7 และ 1.0 ppm โดยใช้สารละลายมาตรฐานกลูต้าไธโอนความเข้มข้น 0.7 ppm เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำไปผสมกับสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนที่โซเดียมโบโรไฮไดรด์ความเข้มข้น 0.24 mM ในอัตราส่วนปริมาตรของสารละลายอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนต่อสารละลายของตัวรบกวนเท่ากับ 1.5:1.5 ml แล้วสังเกตสีของสารละลายผสมและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer โดยสแกนสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 1000-350 nm ซึ่งสามารถแสดงการทดลองดังรูปที่ 3.12





รูปที่ 3.12 การศึกษาผลกระทบของตัวรบกวนที่มีผลต่อสารตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์

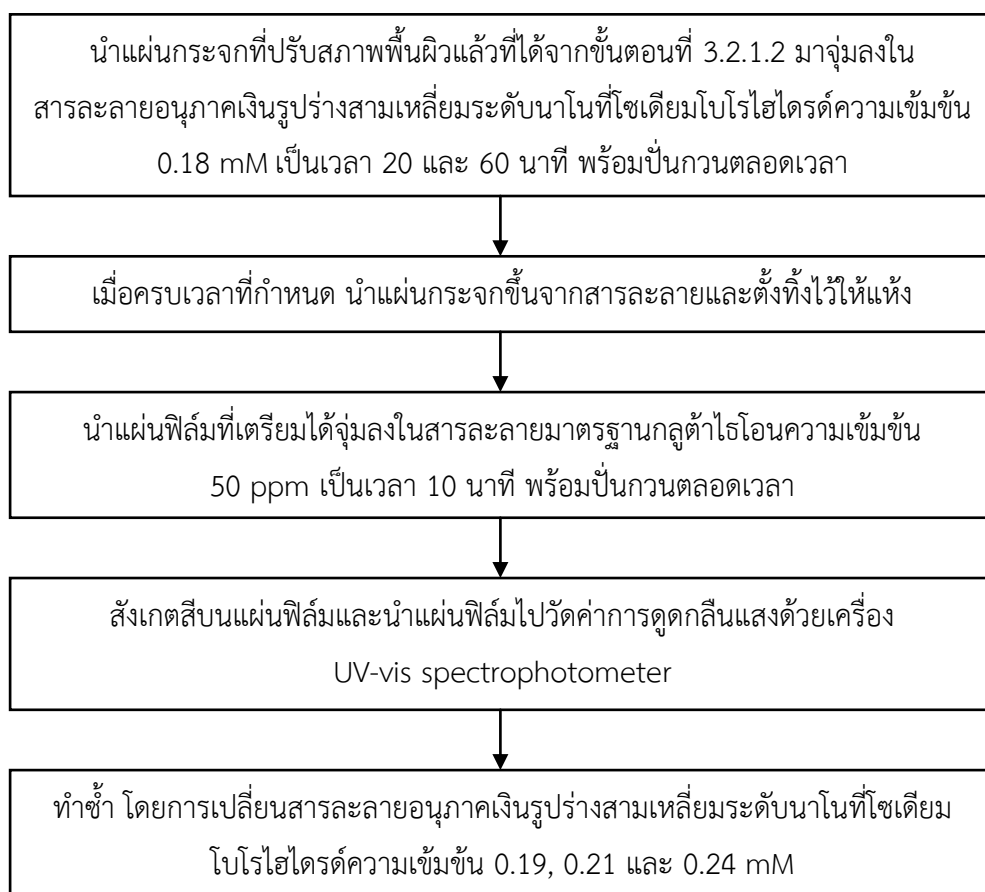
ตารางที่ 3.15 ตัวแปรและเทคนิคที่ใช้ศึกษาตัวรบกวนในการวิเคราะห์กลูต้าไรโอน

ตัวแปรที่ทำการศึกษา	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ศึกษาตัวรบกวนในการวิเคราะห์กลูต้าไรโอน	UV-vis spectrophotometry

3.5 การศึกษาปรากฏการณ์รับรู้ของแผ่นฟิล์มอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนในการวิเคราะห์กลูต้าไรโอน

3.5.1 การศึกษาหาปริมาณกลูต้าไรโอนด้วยแผ่นฟิล์มอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโน

ทำการสร้างแผ่นฟิล์มอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนความเข้มข้น 0.18, 0.19, 0.21 และ 0.24 mM จากนั้นเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูต้าไรโอนความเข้มข้น 50 ppm และนำแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้มาจุ่มลงในสารละลายมาตรฐานกลูต้าไรโอนที่เตรียมไว้ สังเกตสีของแผ่นฟิล์มและนำแผ่นฟิล์มไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer โดยสแกนสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่น 1000-350 nm ซึ่งสามารถแสดงการทดลองดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การศึกษาปรากฏการณ์รับรู้ของแผ่นฟิล์มอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนในการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน

ตารางที่ 3.16 ตัวแปรและเทคนิคที่ใช้ศึกษาปรากฏการณ์รับรู้ของแผ่นฟิล์มอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนในการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน

ตัวแปรที่ทำการศึกษา	เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์
ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของแผ่นฟิล์มอนุภาคเงินรูปร่างสามเหลี่ยมระดับนาโนในการวิเคราะห์กลูต้าไธโอน	UV-vis spectrophotometry