

### บทที่ 3 วิธีการทดลอง

โครงการนี้เป็นการศึกษาการสังเคราะห์สารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์โดยใช้เปลือกไข่ไก่ โดยการแปรสภาพเปลือกไข่ไก่เป็น 2 ประเภท คือ เปลือกไข่ไก่เผา และเปลือกไข่ไก่อบ โดยมีรายละเอียดของสารเคมี อุปกรณ์ และขั้นตอนการดำเนินงานทดลองดังต่อไปนี้

#### 3.1 สารเคมี และอุปกรณ์

##### 3.1.1 สารเคมี

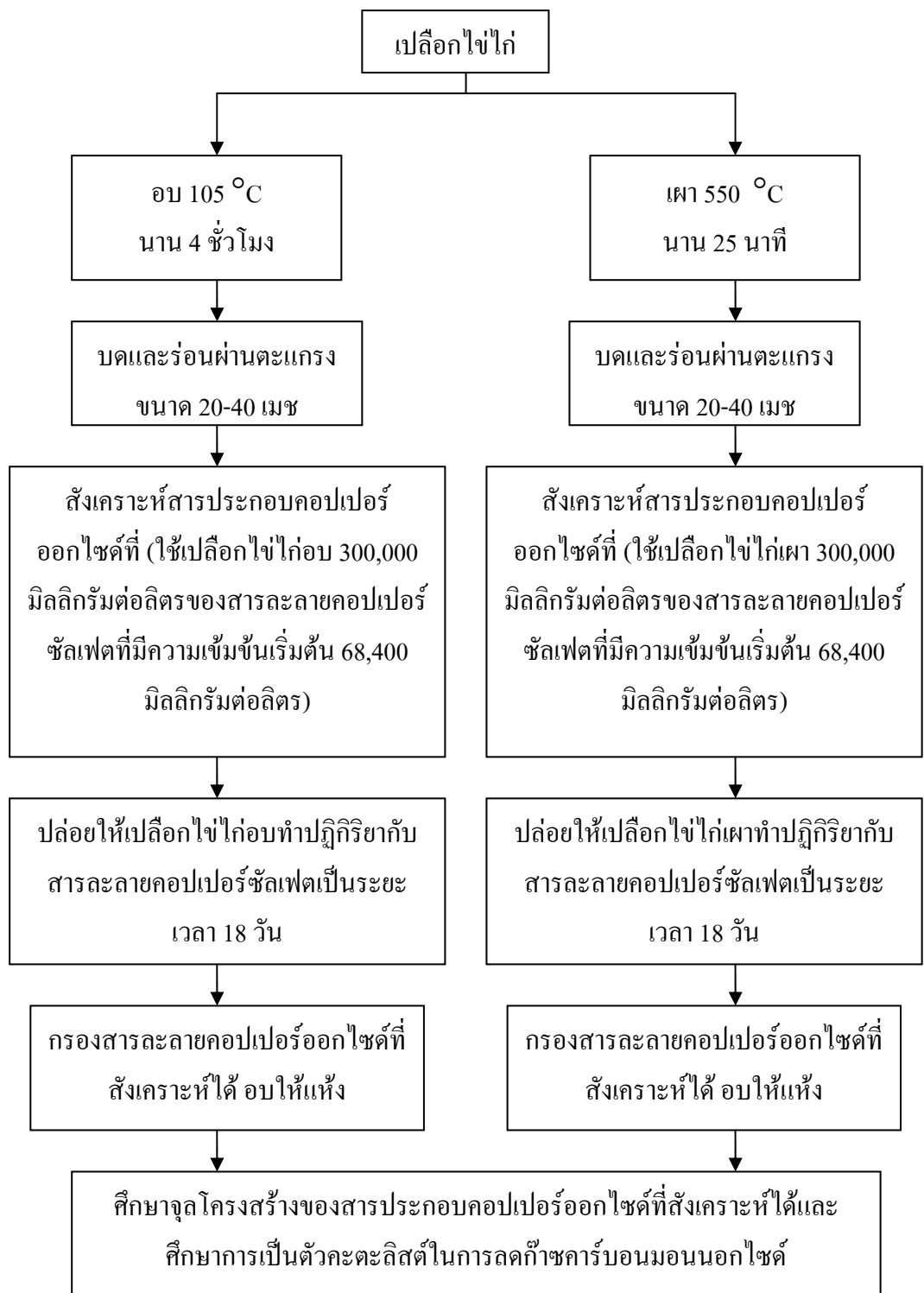
- คอปเปอร์ซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )

##### 3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

- เตาเผา 550 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Furnace รุ่น 62700
- ตู้อบ 250 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Fermaks รุ่น TS 8000
- เครื่องวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ยี่ห้อ Fluke รุ่น CO-220
- เครื่องให้ความร้อนคงที่ รุ่น HS-2
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น AB 204-S
- โถดูดความชื้น
- เครื่องบดละเอียด
- เครื่องวัดความเป็นกรด – ค่า (พีเอช มิเตอร์)
- ขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร
- ตะแกรงคัดแยกขนาด 20 และ 40 เมช (750 และ 370 ไมโครเมตร)
- ขวดสุญญากาศ ขนาด 500 มิลลิลิตร

#### 3.2 ขั้นตอนการสังเคราะห์สารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์โดยใช้เปลือกไข่ไก่และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต

ขั้นตอนการสังเคราะห์สารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์โดยใช้เปลือกไข่ไก่และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต แสดงสรุปเป็นแผนผังดังรูปที่ 3.1 ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทดลอง

### 3.2.1 การเตรียมเปลือกไข่ไก่

นำเปลือกไข่ไก่มาล้างสิ่งสกปรกออก ด้วยน้ำประปาจนสะอาด ผึ่งลมให้แห้ง แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

- ส่วนที่ 1 นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง
- ส่วนที่ 2 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 25 นาที

จะได้เปลือกไข่ไก่ 2 ประเภท คือเปลือกไข่ไก่เผา เปลือกไข่ไก่อบ จากนั้นนำเปลือกไข่ไก่ที่ได้ นำมาบดแล้วร่อนผ่านตะแกรงให้ขนาด 20 -40 เมช (750-370 ไมโครเมตร) แล้วนำไปใส่ภาชนะที่แห้งสนิทและปิดแน่น โดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

### 3.2.2 การสังเคราะห์สารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์

#### ก. การเตรียมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต [1,2]

สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตที่ใช้ในการทดลองเตรียมจากคอปเปอร์ซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) จำนวน 240 กรัม มาละลายในน้ำประปาแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ที่มีความเข้มข้น 68,400 มิลลิกรัมต่อลิตร

#### ข. การสังเคราะห์สารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ [1,2]

โดยนำเปลือกไข่ไก่ทั้ง 2 ประเภท คือ เปลือกไข่ไก่อบ เปลือกไข่ไก่เผา ขนาด 20-40 เมช (750-370 ไมโครเมตร) ที่ปริมาณ Dosage 300,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (30 กรัม) เติลงในขวดชมพู ขนาด 125 มิลลิลิตร แล้วจึงเติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ปริมาณ 100 มิลลิลิตร หลังจากนั้นปิดขวดรูปชมพูทุกขวดด้วยพาราฟิน แล้ววัดความเข้มข้นของทองแดงที่เหลืออยู่เมื่อเวลาผ่านไป เมื่อความเข้มข้นของทองแดงเหลือน้อยและเริ่มคงที่ซึ่งจากคณะผู้วิจัยก่อนหน้านี้พบว่าใช้เวลาประมาณ 18 วัน [1,2] นำมากรองจะได้ผลึกของสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ นำไปอบให้แห้ง รอทำการทดสอบต่อไป

### 3.3 ขั้นตอนการสังเคราะห์สารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์โดยใช้เปลือกไข่ไก่และน้ำเสียนคอปเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น

การสังเคราะห์สารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ในส่วนนี้มีขั้นตอนและรายละเอียดเหมือนหัวข้อที่ 3.2 ยกเว้นแต่ใช้น้ำเสียนคอปเปอร์ซัลเฟตเข้มข้นแทนสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ซึ่งน้ำเสียนส่วนนี้เกิดจากกระบวนการชุบโลหะหนักทองแดงแบบกรดของโรงงานผลิตเหรียญ [1,2] อย่างไรก็ตามผู้ศึกษาไม่ได้เตรียมสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ในส่วนนี้เอง แต่จะใช้สารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ที่เตรียมโดยคณะผู้วิจัยก่อนหน้านี้ [1,2] เพื่อใช้ในการทดลองลำดับต่อไป

### 3.4 การทดสอบประสิทธิภาพสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้

#### 3.4.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและจุลโครงสร้างของสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์

นำสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้ในกรณีต่างๆ มาทำการอบให้แห้งแล้วนำไปถ่ายภาพจุลโครงสร้างด้วยเครื่อง Scanning Electro Microscope (SEM)

#### 3.4.2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้ ในการใช้เป็นตัวคะตะลิสต์สำหรับการลดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

การทดสอบแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด ดังนี้

##### 3.4.2.1 การเผาซีลี้อยู่ร่วมกับสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้

- เผาซีลี้อยู่ 0.02 กรัมเพียงอย่างเดียวในชุดทดลอง (รูปที่ 3.2) เพื่อหาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในช่วงเวลาต่างๆ เป็นเวลา 120 นาที

- เผาซีลี้อยู่ 0.02 กรัม ร่วมกับสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้ในกรณีต่างๆ จากหัวข้อที่ 3.2 และ 3.3 ในอัตราส่วน 1:1 และ 1:10 หาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในช่วงเวลาต่างๆ เปรียบเทียบกับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ได้จากการเผาซีลี้อยู่เพียงอย่างเดียว



รูปที่ 3.2 ชุดทดลองเพื่อหาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์โดยการเผาซีลี้อยู่ร่วมกับสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้

จากรูปที่ 3.2 ชุดทดลองในการหาปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ จะใช้ ขวดสุญญากาศขนาด 500 มิลลิลิตร เป็นระบบปิดสำหรับการเผาโดยให้ความร้อนคงที่โดยเครื่องให้ความร้อน ต่อสายเครื่องวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เข้ากับขวดสุญญากาศเพื่อหาค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่เวลาต่างๆ

### 3.4.2.2 การเผาเชื้อเพลิงโดยไม่ได้เผาพร้อมกับสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้

- เผาเชื้อเพลิง 0.02 กรัมเพียงอย่างเดียวในชุดทดลอง (รูปที่ 3.3) เพื่อหาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในช่วงเวลาต่างๆ เป็นเวลา 90 นาที

- เผาเชื้อเพลิง 0.02 กรัม ในชุดการทดลองเติมน้ำสำหรับห่อสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้ในกรณีต่างๆ จากหัวข้อที่ 3.2 และ 3.3 ในอัตราส่วน 1:1 และ 1:10 อุดไว้ที่ปลายขวดชุดการทดลอง (รูปที่ 3.3) หาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในช่วงเวลาต่างๆ เปรียบเทียบกับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว



**รูปที่ 3.3** ชุดการทดลองหาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์โดยไม่ได้เผาเชื้อเพลิงร่วมกับสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์

ลักษณะชุดการทดลองในรูปที่ 3.3 มีรายละเอียดชุดการทดลองเหมือนกับในรูปที่ 3.2 ยกเว้นมีการเพิ่มสำลีที่ปลายขวดชุดทดลองสำหรับห่อสารประกอบคอปเปอร์ออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้ในกรณีต่างๆ ดังกล่าวรายละเอียดไว้ก่อนหน้า