

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 เอทานอล (Ethanol C_2H_5OH) จาก J.T.Baker, Malaysia

3.1.2 ฟอรัมอลดีไฮด์ (Formaldehyde: CH_2O) จาก Ajaxfinechem, Australia

3.1.3 รีโซซินอล (Resorcinol: $C_6H_4(OH)_2$) จาก Sigma-Aldrich, USA.

3.1.4 ไฮโดรคลอริก (Hydrochloric: HCl) จาก Ajaxfinechem, Australia

3.1.5 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide: $NaOH$) จาก Ajaxfinechem, Australia

3.1.5 โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate: Na_2CO_3) จาก Ajaxfinechem, Australia

3.1.7 Pluronic F127 (Poly(ethylene oxide)-poly(propylene oxide)-poly(ethylene oxide): $EO_{16}PO_{70}EO_{106}$) จาก Sigma-Aldrich, USA.

3.1.8 เครื่องปั่นกวนสารพร้อมให้ความร้อน (Hotplate stirrer)

3.1.9 ตู้อบ (Oven)

3.1.10 เตาเผา (Furnace)

3.2 ขั้นตอนและการวิจัย

การทดลองในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 เรื่องด้วยกันคือ

3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมรีไซซินอล-ฟอร์มอลดีไฮด์เจล ก่อนการอบแห้ง

ในการทดลองจะมีการปรับเปลี่ยนตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้สามชนิดด้วยกัน คือ กรดไฮโดรคลอริก โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมคาร์บอเนต ซึ่งส่งผลให้เวลาในการกลายเป็นเจลแตกต่างกันออกไปตามชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยา หลังจากนั้นทำการบ่มสาร (Aging) เพื่อให้เจลเกิดปฏิกิริยาการควบแน่นที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

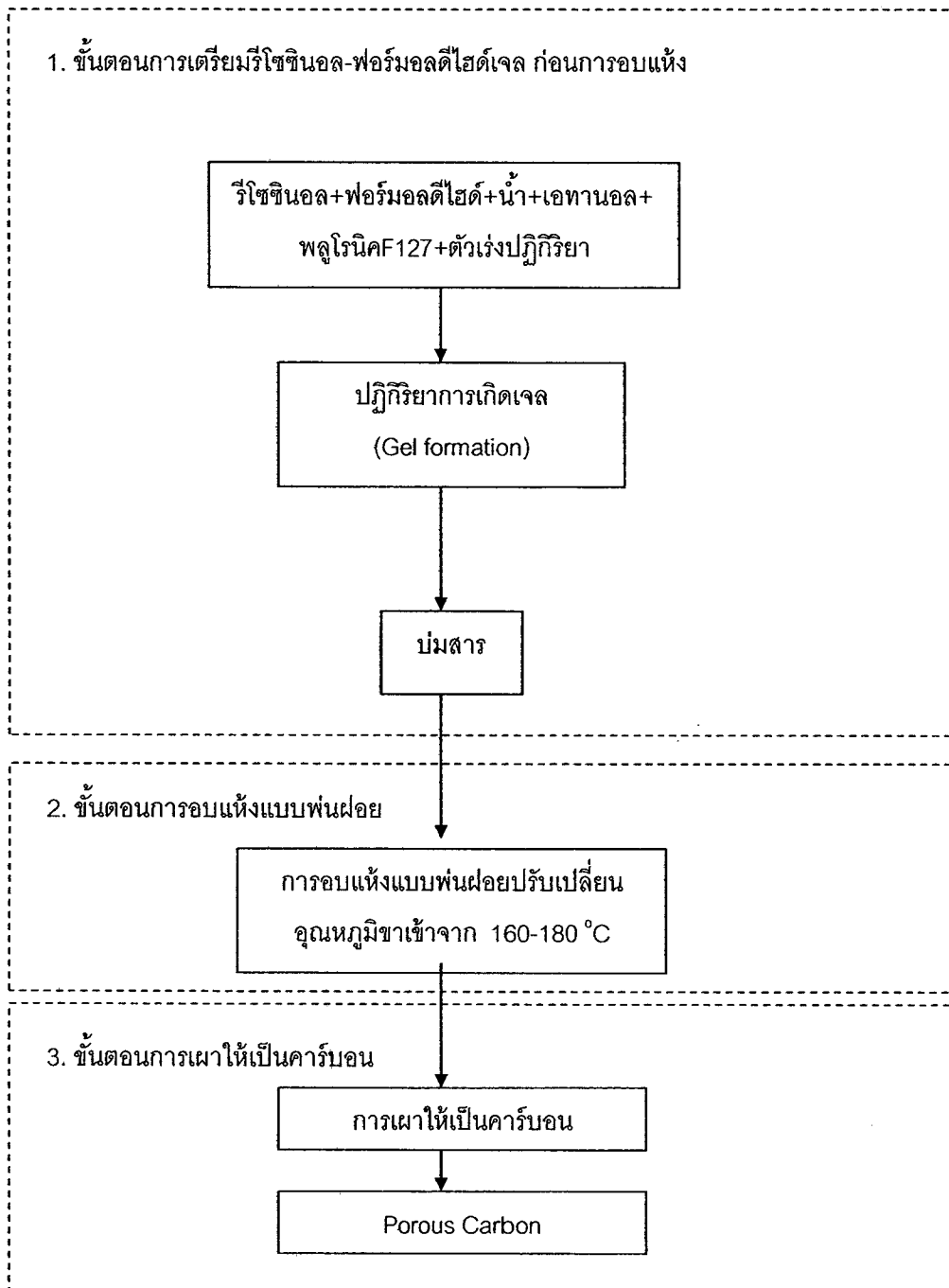
3.2.2 ขั้นตอนการอบแห้งแบบพ่นฝอย

หลังจากทำการอบแห้งแบบพ่นฝอย สารที่ได้จะอยู่ในรูปของผงแห้ง โดยมีการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิเข้าจาก 160 - 180 องศาเซลเซียส

3.2.3 ขั้นตอนการเผาให้เป็นคาร์บอน

ในการทดลองจะนำเจลที่สังเคราะห์ได้ และผงแห้งที่ได้จากการอบแห้งแบบพ่นฝอยไปเผาโดยมีการเพิ่มอุณหภูมิจาก 300 องศาเซลเซียส ไปเป็น 400 องศาเซลเซียส ไปเป็น 800 องศาเซลเซียสตามลำดับ (Jin และคณะ, 2009) เพื่อกำจัดแม่แบบ (Template) ซึ่งในการทดลองนี้คือพลูโรนิก F127 โดยพลูโรนิก F127 จะถูกกำจัดออกในช่วงอุณหภูมิ 300 - 400 องศาเซลเซียส

โดยขั้นตอนการทดลองทั้งหมดได้แสดงไว้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลองซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นตอนการเตรียมรีโซซินอล-ฟอร์มอลดีไฮด์เจล ก่อนการอบแห้ง (2) ขั้นตอนการอบแห้งแบบพ่นฝอย (3) ขั้นตอนการเผาให้เป็นคาร์บอน

3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมรีโซซินอล-ฟอร์มอลดีไฮด์เจล ก่อนการอบแห้ง

1. ขั้นตอนการเตรียมรีโซซินอล-ฟอร์มอลดีไฮด์เจล ก่อนการอบแห้งโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

1. ละลายพลูโรนิค F127 ลงในสารละลายเอทานอลกับน้ำ ทำการปั่นกวนเป็นเวลา 10 นาทีที่อุณหภูมิห้อง
2. เติมรีโซซินอลแล้วทำการปั่นกวนเป็นเวลา 30 นาที จะสังเกตเห็นว่าสารละลายมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous solution)
3. เติมฟอร์มอลดีไฮด์และปั่นกวนเป็นเวลา 30 นาที
4. เติมกรดไฮโดรคลอริกและปั่นกวนเป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยอัตราส่วนเชิงโมลที่ใช้คือ 0.005 F127:15 เอทานอล:5.6 น้ำ:1 รีโซซินอล:1 ฟอร์มอลดีไฮด์:0.05 ไฮโดรคลอริก (5N)
5. ทำการบ่มสาร (Aging) โดยตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน สารจะแยกเป็น 2 เฟส (Phase) อย่างชัดเจนโดยเฟสบนมีลักษณะเป็นของเหลวใสสีเหลืองซึ่งได้แก่ เอทานอล-น้ำ เฟสล่างมีลักษณะเป็นเจลสีเหลืองซึ่งได้แก่พอลิเมอร์
6. ทำการบ่มสารต่อเป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นกำจัดเฟสบนออกโดยการเททิ้ง เหลือไว้แต่เฟสล่าง
7. ป้อนสารละลายที่ได้เข้าสู่เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

2. ขั้นตอนการเตรียมรีโซซินอล-ฟอร์มอลดีไฮด์เจล ก่อนการอบแห้งโดยใช้โซเดียมคาร์บอเนตเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

1. ละลายพลูโรนิค F127 ลงในสารละลายเอทานอล-น้ำ ปั่นกวนเป็นเวลา 10 นาทีที่อุณหภูมิห้อง
2. เติมรีโซซินอลและปั่นกวนเป็นเวลา 30 นาที จะสังเกตเห็นว่าสารละลายมี ลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous solution)
3. เติมฟอร์มอลดีไฮด์และปั่นกวนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
4. เติมโซเดียมคาร์บอเนตและปั่นกวนเป็นเวลา 30 นาที โดยอัตราส่วนเชิงโมลที่ใช้คือ 0.005 F127:9.6 เอทานอล:36.6 น้ำ:1 รีโซซินอล:1 ฟอร์มอลดีไฮด์:0.2 โซเดียมคาร์บอเนต
5. เมื่อทำการปั่นกวนครบ 30 นาทีแล้วป้อนสารละลายเข้าสู่เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

3. ขั้นตอนการเตรียมรีโซซินอล-ฟอร์มอลดีไฮด์เจล ก่อนการอบแห้งโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

1. ละลายพลาสมา F127 ลงในสารละลายเอทานอล-น้ำ ปั่นกวนเป็นเวลา 10 นาทีที่อุณหภูมิห้อง
2. เติมรีโซซินอลและปั่นกวนเป็นเวลา 30 นาที จะสังเกตเห็นว่าสารละลายมี ลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous solution)
3. เติมฟอร์มอลดีไฮด์และปั่นกวนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
4. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์และปั่นกวนเป็นเวลา 40 นาที โดยอัตราส่วนเชิงโมลที่ใช้คือ 0.005 F127:15 เอทานอล:5.6 น้ำ:1 รีโซซินอล:1.4 ฟอร์มอลดีไฮด์:0.55 โซเดียมไฮดรอกไซด์
5. เมื่อทำการปั่นกวนครบ 40 นาทีแล้วป้อนสารละลายเข้าสู่เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

3.2.2 ขั้นตอนการเตรียมรีโซซินอล-ฟอร์มอลดีไฮด์เจลแบบเป็น bulk

1. ขั้นตอนการเตรียมรีโซซินอล-ฟอร์มอลดีไฮด์แบบเป็น bulk โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

1. ละลายพลาสมา F127 ลงในสารละลายเอทานอลกับน้ำ ทำการปั่นกวนเป็นเวลา 10 นาทีที่อุณหภูมิห้อง
2. เติมรีโซซินอลแล้วทำการปั่นกวนเป็นเวลา 30 นาที จะสังเกตเห็นว่าสารละลายมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous solution)
3. เติมฟอร์มอลดีไฮด์และปั่นกวนเป็นเวลา 30 นาที
4. เติมกรดไฮโดรคลอริกและปั่นกวนเป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยอัตราส่วนเชิงโมลที่ใช้คือ 0.005 F127:15 เอทานอล:5.6 น้ำ:1 รีโซซินอล:1 ฟอร์มอลดีไฮด์:0.05 ไฮโดรคลอริก (5N)
5. ทำการบ่มสาร (Aging) โดยตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน สารจะแยกเป็น 2 เฟส (Phase) อย่างชัดเจนโดยเฟสบนมีลักษณะเป็นของเหลวใสสีเหลืองซึ่งได้แก่เอทานอล-น้ำ เฟสล่างมีลักษณะเป็นเจลสีเหลืองซึ่งได้แก่พอลิเมอร์
6. ทำการบ่มสารต่อเป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นกำจัดเฟสบนออกโดยการเททิ้ง เหลือไว้แต่เฟสล่าง

7. นำเจลที่ได้ไประเหยเอาน้ำและเอทานอลที่เหลือออกโดยตู้อบ (Oven) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2. ขั้นตอนการเตรียมรีโซซินอล-ฟอร์มอลดีไฮด์แบบเป็น bulk โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนตเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

1. ละลายพอลูโรนิก F127 ลงในสารละลายเอทานอล-น้ำ บ่มกวนเป็นเวลา 10 นาทีที่อุณหภูมิห้อง
2. เติมรีโซซินอลและบ่มกวนเป็นเวลา 30 นาที จะสังเกตเห็นว่าสารละลายมี ลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous solution)
3. เติมฟอร์มอลดีไฮด์และบ่มกวนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
4. เติมโซเดียมคาร์บอเนตและทำการบ่มกวน โดยเมื่อบ่มกวนไปจนโซเดียมคาร์บอเนตละลายหมดจะสังเกตเห็นว่าสารละลายเกิดเป็นสีน้ำตาลอมแดง หลังจากนั้นเมื่อทำการบ่มกวนครบ 40 นาทีสารละลายจะแยกเป็นสองเฟส (Phase) อย่างชัดเจน โดยเฟสบนมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลอมแดง ส่วนเฟสล่างมีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลอมแดง อัตราส่วนเชิงโมลที่ใช้คือ 0.005 F127:9.6 เอทานอล:36.6 น้ำ:1 รีโซซินอล:1 ฟอร์มอลดีไฮด์:0.2 โซเดียมคาร์บอเนต
5. นำสารละลายมาทำการบ่ม (Aging) โดยตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
6. กำจัดเฟสบนออกโดยการเททิ้ง เหลือไว้แต่เฟสล่าง
7. นำเจลที่ได้ไประเหยเอาน้ำและเอทานอลที่เหลือออกโดยตู้อบ (Oven) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3. ขั้นตอนการเตรียมรีโซซินอล-ฟอร์มอลดีไฮด์เจลแบบเป็น bulk โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

1. ละลายพอลูโรนิก F127 ลงในสารละลายเอทานอล-น้ำ บ่มกวนเป็นเวลา 10 นาทีที่อุณหภูมิห้อง
2. เติมรีโซซินอลและบ่มกวนเป็นเวลา 30 นาที จะสังเกตเห็นว่าสารละลายมี ลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous solution)
3. เติมฟอร์มอลดีไฮด์และบ่มกวนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์และทำการปั่นกววน โดยเมื่อปั่นกววนไปจนโซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายหมดจะสังเกตเห็นว่าสารละลายกลายเป็นสีแดงเข้มจนถึงดำ สารละลายจะแยกเป็นสองเฟส (Phase) อย่างชัดเจนเมื่อปั่นกววนไปเป็นเวลา 60 นาที โดยเฟสบนเป็นของเหลวสีน้ำตาล ส่วนเฟสล่างเป็นของแข็งสีน้ำตาล อัตราส่วนเชิงโมลที่ใช้คือ 0.005 F127:15 เอทานอล: 5.6 น้ำ:1 รีโซซินอล:1.4 พอร์มอลดีไฮด์: 0.55 โซเดียมไฮดรอกไซด์
5. นำสารละลายมาทำการบ่ม (Aging) โดยตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
6. กำจัดเฟสบนออกโดยการเททิ้ง เหลือไว้แต่เฟสล่าง
7. นำเจลที่ได้ไประเหยเอาน้ำและเอทานอลที่เหลือออกโดยตู้อบ (Oven) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. ขั้นตอนการเตรียมรีโซซินอล-พอร์มอลดีไฮด์เจล โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

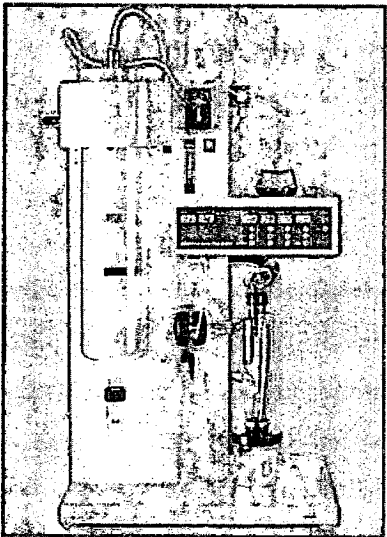
1. ละลายพอลิเมอร์ F127 ลงในสารละลายเอทานอลกับน้ำ ทำการปั่นกววนเป็นเวลา 10 นาทีที่อุณหภูมิห้อง
2. เติมรีโซซินอลแล้วทำการปั่นกววนเป็นเวลา 30 นาที จะสังเกตเห็นว่าสารละลายมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous solution)
3. เติมพอร์มอลดีไฮด์และปั่นกววนเป็นเวลา 30 นาที
4. เติมกรดไฮโดรคลอริกและปั่นกววนเป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยอัตราส่วนเชิงโมลที่ใช้คือ 0.005 F127:15 เอทานอล:5.6 น้ำ:1 รีโซซินอล:1 พอร์มอลดีไฮด์:0.05 ไฮโดรคลอริก (5N)
5. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (1N) เพื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย โดยเติมปริมาณ 1, 2, 3, 4, 5, 5.5, 6, 7 และ 8 มิลลิลิตร แล้วทำการปั่นกววนเป็นเวลา 15 นาทีเพื่อให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งสารละลายที่ได้จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 1.59, 1.61, 1.89, 2.41, 4.22, 6.69, 7.06, 7.55, 8.24 ตามลำดับ

3.2.3 ขั้นตอนการอบแห้งแบบพ่นฝอย

รีโซซินอล-ฟอร์มอลดีไฮด์เจลที่เตรียมไว้จะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อัตราการไหลสายป้อน 9 มิลลิลิตรต่อนาที สารจะถูกพ่นให้เป็นละอองภายในห้องอบ (drying chamber) โดยให้อุณหภูมิเข้ามีค่าคงที่ ในการทดลองนี้จะใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยรุ่น Buchi B 290 โดยมีหัวพ่นฝอยชนิด two fluid nozzle (เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร, ความดันก๊าซไนโตรเจนคงที่ที่ 5 บาร์) และประกอบด้วยไซโคลนสำหรับเก็บอนุภาคที่ได้ อุณหภูมิเข้าของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยจะมีการปรับเปลี่ยนจาก 160-180 องศาเซลเซียส ตารางที่ 3.1 แสดงเงื่อนไขที่ใช้ในการอบแห้งแบบพ่นฝอย และรูปที่ 3.2 แสดงเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยรุ่น Buchi B 290

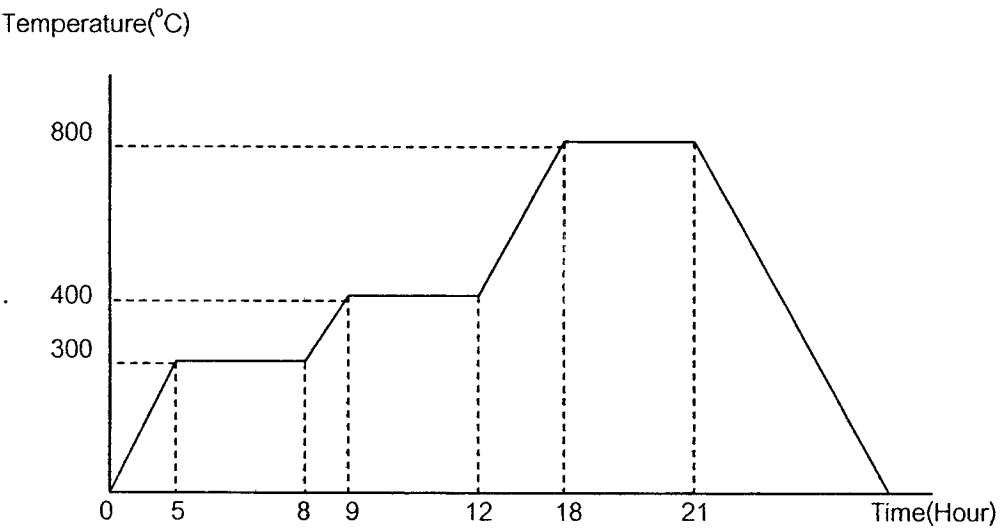
ตารางที่ 3.1 เงื่อนไขที่ใช้ในการอบแห้งแบบพ่นฝอย

Feed flow rate	9 mL/min
Gas flow rate	38 m ³ /h
Inlet temperature	120-200 °C
Fixed gas pressure (N ₂)	5 bar



รูปที่ 3.2 แสดงเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยรุ่น Buchi B 290

3.2.4 ขั้นตอนการเผาให้เป็นคาร์บอน



รูปที่ 3.3 แผนผังกระบวนการเผาให้เป็นคาร์บอน (Carbonization)

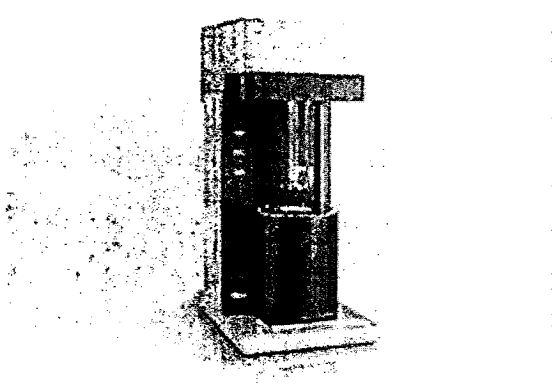
กระบวนการเผาให้เป็นคาร์บอน (Carbonization) เป็นกระบวนการที่เพิ่มปริมาณธาตุคาร์บอนภายในวัสดุอินทรีย์ด้วยอุณหภูมิสูงภายใต้บรรยากาศเฉื่อยซึ่งในการทดลองนี้จะใช้ก๊าซไนโตรเจน 99.99% โดยมีการเพิ่มอุณหภูมิจาก 300 องศาเซลเซียส ไปเป็น 400 องศาเซลเซียส ไปเป็น 800 องศาเซลเซียสตามลำดับ ให้อัตราการให้ความร้อน 1 องศาเซลเซียสต่อนาที (Jin และคณะ(2009)) ขั้นตอนการควบคุมอุณหภูมิ และอัตราการเพิ่มอุณหภูมิแสดงดังรูปที่ 3.3

3.3 การตรวจวิเคราะห์

3.3.1 สมดุลการดูดซับ-คายซับ ไนโตรเจนที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส

เครื่องการดูดซับ-คายการดูดซับไนโตรเจน (Nitrogen adsorption-desorption analyzer) เป็นเครื่องมือที่ใช้การแทนที่พื้นที่ผิว หรือ รูพรุนด้วยแก๊สไนโตรเจน เพื่อวิเคราะห์หาค่าพื้นที่ผิว (Surface area) และปริมาตรของรูพรุนวิเคราะห์โดยวิธี Brunauer–Emmett–Teller (BET) รวมทั้งการกระจายตัวของขนาดรูพรุนสามารถวิเคราะห์โดยวิธี Barret–Joyner–Halenda (BJH) โดยใช้

BET analyzer รุ่น BEL sorp-mini (Japan) ก่อนการวิเคราะห์สารตัวอย่างจะถูกนำไปให้ความร้อนภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมงจากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดการดูดซับ-คายการดูดซับไนโตรเจนที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.4 BET analyzer รุ่น BEL sorp-mini (Japan)

3.3.2 ภาพถ่ายSEM

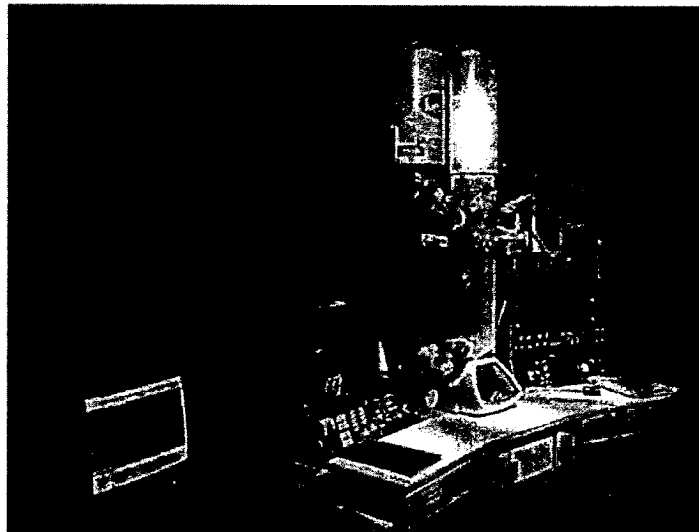
การวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างภายนอกของผงแห้งด้วยเครื่อง SEM สามารถทำได้โดยนำผงอนุภาคมาติดลงบนคาร์บอนเทปซึ่งติดอยู่บน SEM stub และนำไปเคลือบด้วย Pt-Pd เพื่อเพิ่มสภาพการนำไฟฟ้าให้กับผิวหน้าของชิ้นงาน ด้วยเครื่อง magnetron sputters coater โดยในการวิเคราะห์นี้ใช้เครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด(SEM) รุ่น JEOL JSM 6060 ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 เครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) รุ่น JEOL JSM 6060

3.3.3 ภาพถ่าย TEM

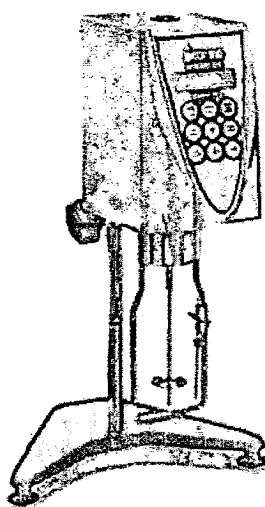
กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องทะลุผ่าน (Transmission electron microscope: TEM) สามารถสร้างภาพแบบทะลุผ่าน ซึ่งจะให้ข้อมูลพื้นฐานและโครงสร้างผลึก โดยเป็นเครื่องมือที่ใช้เทคนิคการไฟกัลสล่าอิเล็กตรอนลงบนชิ้นงานที่หนาน้อยกว่า 20 อังสตรอม โดยสารตัวอย่างจะต้องมีลักษณะแห้งและเป็นผลงะเอียด จากนั้นนำสารตัวอย่างไปละลายในเอทานอล เพื่อเพิ่มความสามารถในการกระจายตัว ก่อนจะนำไปหยดบน กริดคาร์บอน (Carbon Grid) 2-3 หยด วางตาข่ายทองแดงลงในช่องสำหรับใส่ตัวอย่าง และมีอากาศออกเพื่อให้ระบบเป็นสุญญากาศก่อนทำการวิเคราะห์



รูปที่ 3.6 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องทะลุผ่าน รุ่น JEOL JEM 2100F (Japan)

3.3.4 การวัดความหนืด (Viscometer measurement)

การวัดความหนืดของรีไซเคิล-พอร์มอลดีไฮด์เจลนั้นวัดเพื่อดูว่าปฏิกิริยาการเกิดเจลดำเนินไปข้างหน้าหรือไม่ โดยใช้เครื่องวัดความหนืดยี่ห้อ Brookfield Programmable DV II ดังแสดงในรูป 3.7 โดยใช้ adaptor สำหรับสารตัวอย่างที่มีปริมาณน้อย ใช้แกนหมุน (Spindle) No.27 กำหนดความเร็วรอบของการหมุนที่ 100 รอบต่อนาที และในการวัดแต่ละครั้งใช้สารตัวอย่างปริมาตร 10 มิลลิลิตร



รูปที่ 3.7 เครื่องวัดความหนืดยี่ห้อ Brookfield Programmable DV II (USA)

3.3.5 การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของรีโซซินอล-ฟอร์มอลดีไฮด์เจลโดยใช้เทคนิคการกระตุ่นสารด้วยพลังงานแสงช่วงแสงอินฟราเรด Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)

อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี หรือ IR สเปกโทรสโกปี เป็นเทคนิคที่ใช้ศึกษาพลังงานของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีผลต่อการสั่นของพันธะโมเลกุล โดยในการวัดจะกระทำที่ช่วงคลื่น 600 – 2000 ซม.⁻¹ เพื่อวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของสารประกอบอินทรีย์ โดยในการวิเคราะห์นี้ใช้เครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์ม อินฟราเรด สเปกโตรมิเตอร์ Model Spectrum One (Perkin Elmer) ดังแสดงในรูป 3.8



รูปที่ 3.8 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) Nicolet 6700