

## บทที่ 3

### การดำเนินงานทดลอง

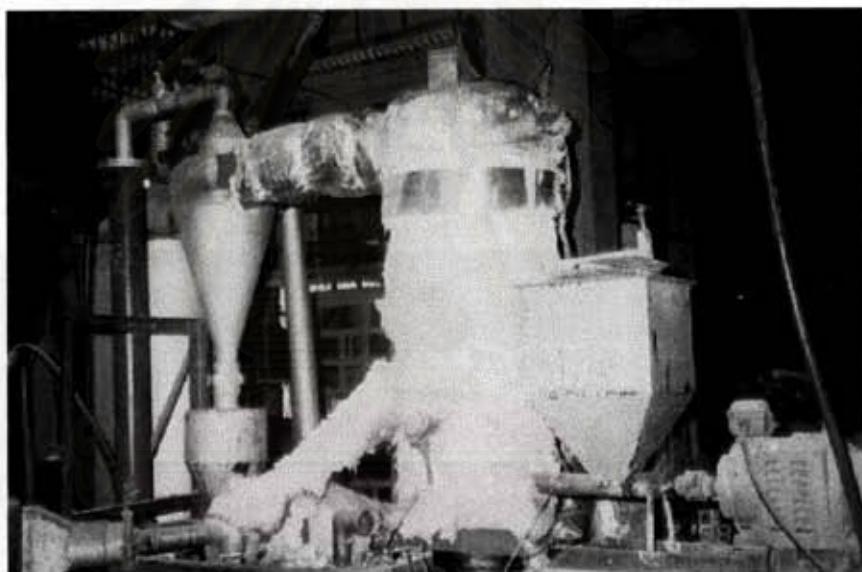
#### 3.1 รูปแบบการศึกษา

เป็นงานวิจัยเชิงทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการผลิต ถ่านกัมมันต์จากถ่านกะลาปาล์มน้ำมันโดยการกระตุ้นด้วย ไอ้ น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และ แก๊สออกซิเจน ในเครื่องกระตุ้นแบบเบดนิ่ง โดยการให้พลังงานความร้อนด้วยพลังงานไมโครเวฟ เพื่อศึกษาสมบัติและประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้ และนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการผลิต และใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมต่อไป

#### 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

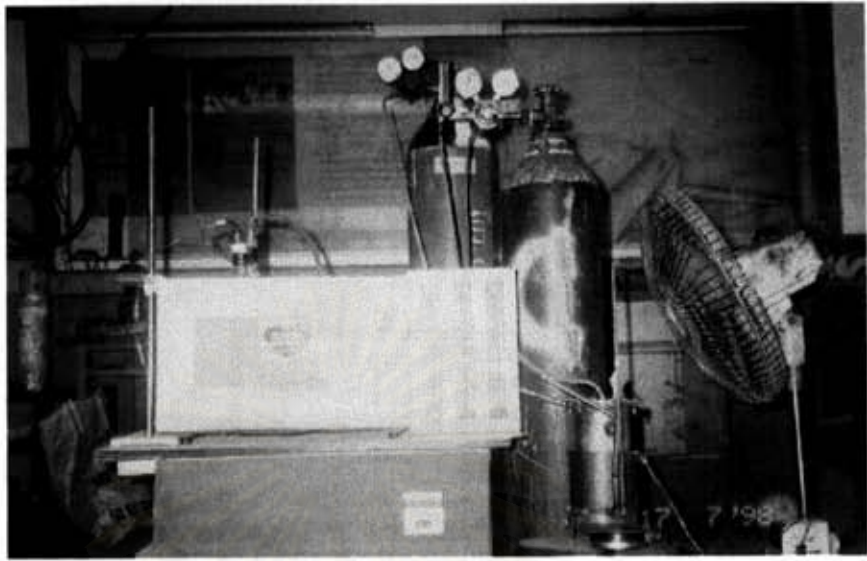
1. เครื่องบดหยาบ (hammer mill)
2. เครื่องบดละเอียดรุ่น AEG.Lbi 07, 220 V, 1.5 KW (Germany)
3. เครื่องเซย่าตะแกรงร่อน (Seive shaker) EFL 1 mk3
4. ตะแกรงร่อนแยกขนาด มีขนาดต่าง ๆ ดังนี้ 0.600 มิลลิเมตร 1.18 มิลลิเมตร 2.36 มิลลิเมตร และ 4.75 มิลลิเมตร
5. เครื่องชั่งละเอียด 0.1 mg Sartorius รุ่น 1702 MP8 หมายเลข 35090125
6. เตาเผาไฟฟ้า (Muffle furnace) ยี่ห้อ cabolite 0 -1,200 ° F
7. ตู้อบ (Oven) ของ WT binder ช่วงอุณหภูมิ 0-250 ° C
8. Soap-Flow flowmeter ของ Hewlett Packard, ขนาด 100 ml
9. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง UV/VIS Spectrophotometer Jasco Model 7800
10. ครุฑบีเลทฟอร์ชเลน ความจุ 20 มิลลิลิตร พร้อมฝา
11. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42
12. เตาอบไมโครเวฟ ของ Sharp model R-211A , Output Power 700 W., Microwave Frequency 2450 MHz
13. หลอดแก้วทนไฟรูปตัวยู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร กว้าง 10 เซนติเมตร ติดตั้งอยู่ภายในเตาไมโครเวฟเหนือระดับพื้นเตา 10 เซนติเมตร
14. Regulator สำหรับปรับความดันของแก๊สออกซิเจน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

15. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) Orion model 900 A
16. ชุดเครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
17. Scanning Electron Microscope (SEM) รุ่น JSM-6400
18. เครื่องวัดพื้นที่ผิวของบริษัท Micromeritics รุ่น ASAP 2000
19. เครื่องคาร์บอนไอเซอร์แบบเบดนิ่ง ตัวเต้ามักลักษณะเป็นทรงกระบอก ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม SS.316 หนา 4 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 15.8 เซนติเมตร สูง 115 เซนติเมตร มีขดลวดความร้อนขนาดกำลังไฟฟ้า 2,000 W. หันรอบตัวเตา ควบคุมอุณหภูมิด้วยชุดควบคุมอัตโนมัติแบบเข็ม ในการวัดอุณหภูมิใช้เทอร์โมคัปเปิล ชนิด โคโรเมต-อลูมินेत ชนิด เค

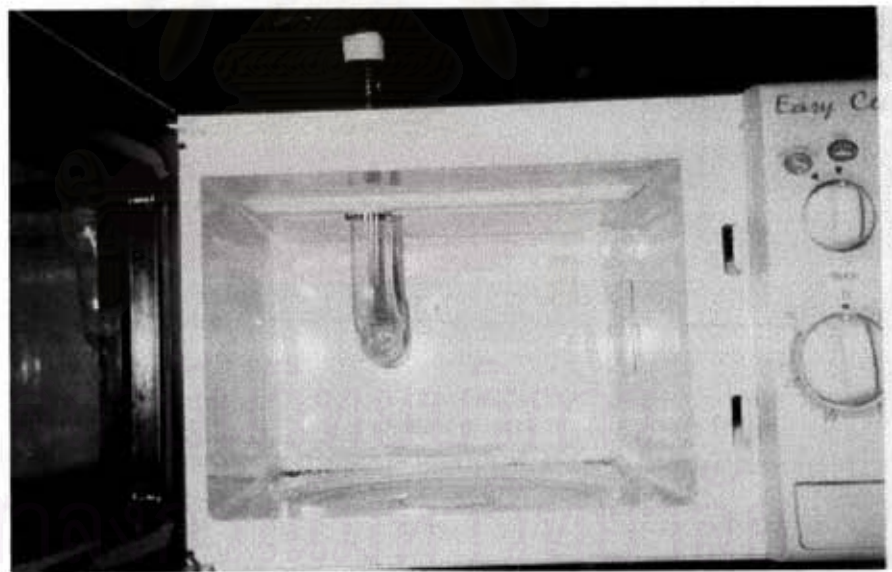


รูปที่ 3.1 เครื่องคาร์บอนไอเซอร์ แบบเบดนิ่งของภาควิชาเคมีเทคนิค

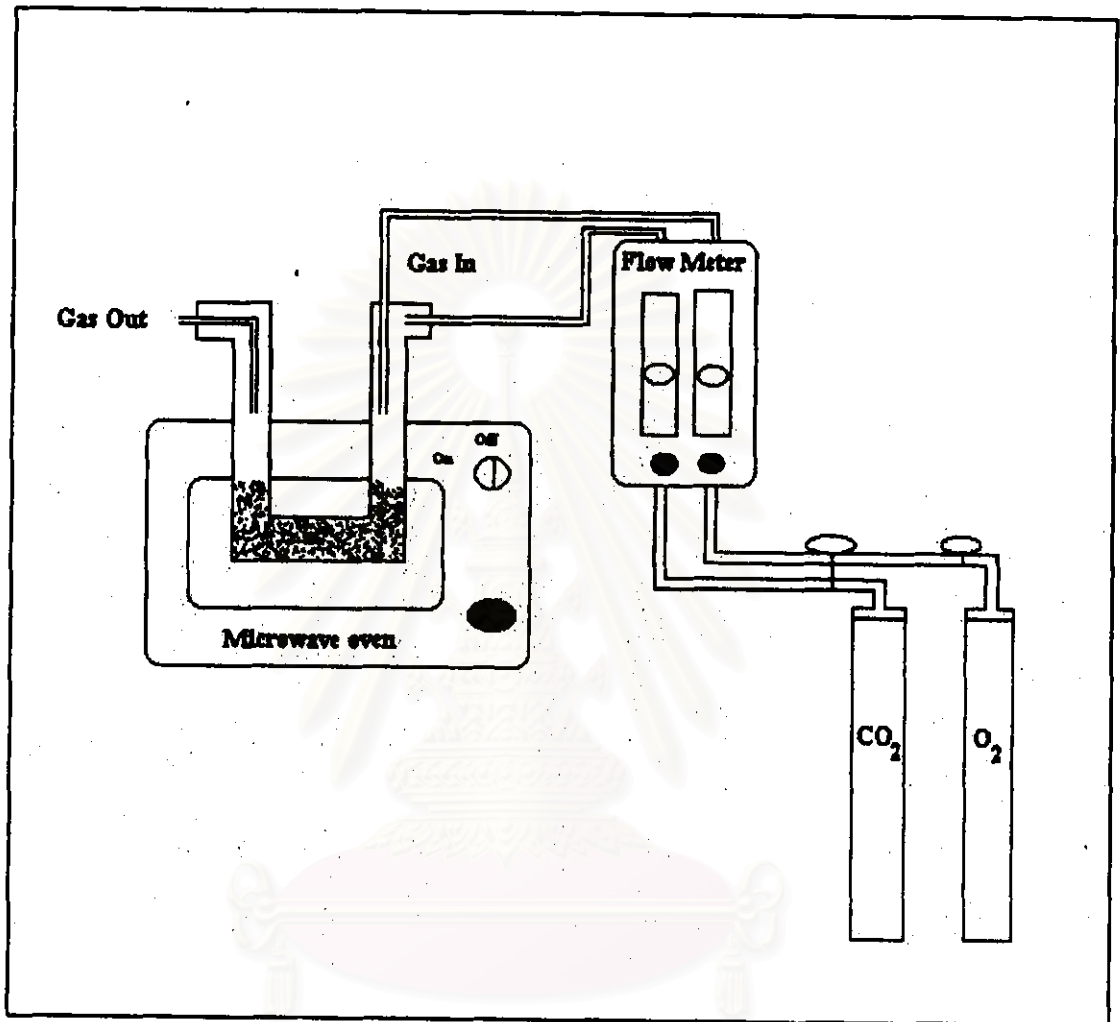
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**รูปที่ 3.2** ชุดเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยพลังงานไมโครเวฟ

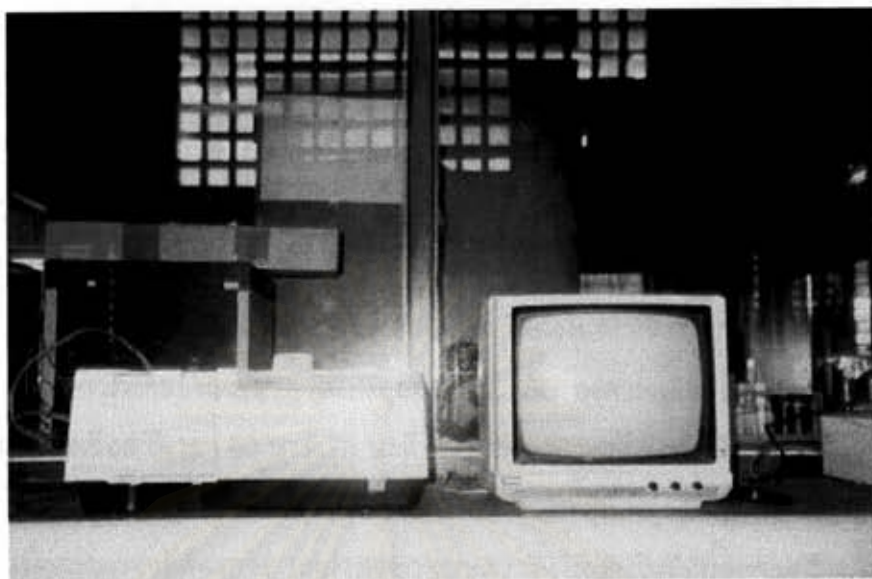


**รูปที่ 3.3** หลอดแก้วรูปตัวยู สำหรับใส่ตัวอย่างกล้ามเนื้อในการกระตุ้นติดตั้งอยู่ภายในเตาไมโครเวฟ



รูปที่ 3.4 ชุดการทดลองเครื่องมือกระตุ้นถ่านกัมมันต์ด้วยพลังงานไมโครเวฟ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**รูปที่ 3.5** เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง UV/VIS Spectrophotometer Jasco Model 7800  
ของภาควิชาเคมีเทคนิค



**รูปที่ 3.6** เครื่องวัดพื้นที่ผิว Micromeritics ASAP 2000 ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย

### 3.3 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

#### 3.3.1 วิเคราะห์สมบัติเบื้องต้นของกะลาปาล์มน้ำมัน ได้แก่

- ปริมาณสารระเหย (VM) ปริมาณคาร์บอนคงตัว (FC) ปริมาณเถ้า (A) และ ปริมาณความชื้น (M) ตาม ASTM D 1762-84

#### 3.3.2 การคาร์บอนไนซ์ตัวอย่าง

- ชั่งตัวอย่างกะลาปาล์มน้ำมัน 500 กรัม ใส่ลงในตะกร้าที่ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม
- ทำการทดลองโดยทำการแปรอุณหภูมิที่ 350 องศาเซลเซียส 400 องศาเซลเซียส และ 450 องศาเซลเซียส ที่เวลา 60 นาที 75 นาที 90 นาที 120 นาที และ 180 นาที ตามลำดับ
- ให้ความร้อนแก่เครื่องคาร์บอนไนเซอร์ จนถึงอุณหภูมิที่ต้องการแล้วใส่ตัวอย่างกะลาปาล์ม เมื่อครบเวลาที่ต้องการ นำถาดออกจากเตา ทิ้งให้เย็นในที่อับอากาศเพื่อป้องกันการถูกไหม้ของตัวอย่างถาด จากนั้นเก็บใส่ถุงปิดปากถุงให้สนิท ชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณของผลิตภัณฑ์
- ทำการวิเคราะห์สมบัติโดยประมาณของถ่านชาร์ตาม ASTM D 1762-84 เพื่อหาภาวะที่เหมาะสม (อุณหภูมิ และเวลา)
- ทำการคาร์บอนไนซ์ตัวอย่างกะลาปาล์มน้ำมัน โดยใช้ภาวะที่เหมาะสมที่ได้ในการคาร์บอนไนซ์ เพื่อนำไปหาภาวะที่เหมาะสมในการกระตุ้นต่อไป

#### 3.3.3 การกระตุ้น

- นำถ่านกะลาปาล์มน้ำมันไปบด ด้วยเครื่องบดหยาบและเครื่องบดละเอียด นำมาคัดขนาดด้วยตะแกรงร่อนคัดขนาด โดยแบ่งออกเป็น 3 ขนาด ดังนี้ 2.36-4.75 มิลลิเมตร 1.18-2.36 มิลลิเมตร และ 0.6-1.18 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากนั้นใช้ก้อนแม่เหล็กดูดโลหะปลอมปนออกจากถ่านชาร์
  - นำถ่านชาร์ที่คัดขนาดได้แล้วจำนวน 40 กรัม ไปศึกษาการกระตุ้นโดยมีตัวแปรคือ
  - เวลา แปรเวลาที่ใช้ 30 นาที 60 นาที และ 90 นาที
  - อัตราการไหลแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แปรอัตราการไหลแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ 0.2 ลิตรต่อนาที 0.5 ลิตรต่อนาที 1.0 ลิตรต่อนาที และ 1.5 ลิตรต่อนาทีตามลำดับ
  - ชนิดของแก๊สกระตุ้น ใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน ไอน้ำ แก๊สผสมคาร์บอนไดออกไซด์กับออกซิเจน และแก๊สผสมคาร์บอนไดออกไซด์กับไอน้ำ
  - วิเคราะห์สมบัติถ่านชาร์ ที่ได้ดังต่อไปนี้
- ปริมาณร้อยละความชื้นตาม ASTM D 2867-95
- ปริมาณร้อยละสารระเหยตาม ASTM D 5832-95

ปริมาณร้อยละได้ตาม ASTM D 2866-94

ค่าความหนาแน่นปรากฏตาม ASTM D 2854-89

ค่าความเป็นกรด-ด่างตาม ASTM D 3838-80

ค่าการดูดซับไฮโดรเจนตาม AWWA B 604-74

ค่าการดูดซับเมทิลีนบลูตาม JIS K 1474-1991

ค่าพื้นที่ผิวตาม ASTM C 819-77 (ทำการทดลองที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย