

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ และการวิจัย รวมทั้งขั้นตอนและวิธีการทดลองทั้งในส่วนของการเตรียมตัวดูดซับความชื้น การทดลองเพื่อหาอัตราการดูดซับความชื้น และการทดลองการดูดซับความชื้นในหอดูดซับแบบเบดนิ่ง (Fixed bed) จะมีรายละเอียดดังนี้

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 วัสดุที่ใช้เป็นตัวดูดซับ

1. เปลือกไข่ไก่
2. เปลือกไข่เป็ด
3. เปลือกหอยแครง
4. เปลือกหอยแมลงภู่

3.1.2 วัสดุที่ใช้เป็นตัวถูกดูดซับ

1. ใช้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในห้องทดลอง 75 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการทดลอง เพื่อวัดอัตราการดูดซับความชื้นของตัวดูดซับแต่ละชนิด
2. ใช้ความชื้นสัมพัทธ์จากเครื่องทำหมอก 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการทดลองการดูดซับความชื้นในหอดูดซับแบบเบดนิ่ง

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์สำหรับเตรียมตัวดูดซับ

1. เตาเผา Carbolite
2. ตะแกรงคัดขนาด ขนาด 500 ไมโครเมตร และ 250 ไมโครเมตร
3. ครกบดขนาดกลาง
4. เครื่องอัดเม็ดไฮดรอลิก ENERPAC รุ่น P391

3.2.2 อุปกรณ์สำหรับการทดลองเพื่อหาอัตราการดูดซับความชื้น

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง Sartorius รุ่น ED2245
2. นาฬิกาจับเวลา
3. เครื่องวัดความชื้น : Hygro-Thermometer TH-802A
4. ถังอ็อกซิเจน
5. ชุดเครื่องแก้ว

3.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแบบคอลัมน์

1. ท่ออ็อกซิเจน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร ยาว 27 34 และ 41 เซนติเมตร
2. เครื่องทำหมอก
3. เครื่องปั๊มอากาศ
4. สายยางซิลิโคน
5. ขาดังและที่จับ
6. หัววัดความชื้น : รุ่น SHT11 จำนวน 2 ตัว
7. จุกยาง
8. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง Sartorius : รุ่น ED2245
9. นาฬิกาจับเวลา
10. เครื่องวัดอัตราเร็วของอากาศที่ป้อนสู่หอดูดซับ 1 ลิตรต่อนาที

3.2.4 เครื่องมือในการวิเคราะห์

1. เครื่อง Brunauer, Emmett and Teller method (BET) : รุ่น Quantachrome Autosorb-1 วิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะ ขนาดรูพรุน และปริมาตรรูพรุนของตัวดูดซับด้วย
2. เครื่องเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-ray diffractometer : XRD) รุ่น Philips diffractometer วิเคราะห์หาเฟสแคลเซียมออกไซด์ (Calcium oxide : CaO) ของตัวดูดซับ
3. กล้องอินฟราเรดความเร็วสูง รุ่น Image IR 3300U วิเคราะห์การเกิดปฏิกิริยาความร้อน

3.3 วิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการดูดซับความชื้นโดยใช้ตัวดูดซับจากวัสดุธรรมชาติ ได้แก่ เปลือกไข่ไก่ ไข่เป็ด หอยแครง และหอยแมลงภู่ ภายหลังจากการเตรียมตัวอย่างและนำไปวิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะ ขนาดรูพรุน และปริมาตรรูพรุน ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเตรียมตัวดูดซับจากเปลือกไข่ไก่ ไข่เป็ด หอยแครง และหอยแมลงภู่ ที่สามารถนำไปดูดซับความชื้นได้ ส่วนที่ 2 ศึกษาปัจจัยของตัวดูดซับที่เหมาะสมโดยการทดลองเพื่อเปรียบเทียบอัตราการดูดซับความชื้นของตัวดูดซับแต่ละชนิด และส่วนที่ 3 ศึกษาปัจจัยของตัวดูดซับที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพในการดูดซับความชื้น โดยการทดลองการดูดซับความชื้นในหอดูดซับแบบเบดนิ่ง (Fixed bed)

3.3.1 การเตรียมตัวดูดซับจากเปลือกของไข่ไก่ ไข่เป็ด หอยแครง และหอยแมลงภู่

1. นำเปลือกไข่ไก่ ไข่เป็ด หอยแครง และหอยแมลงภู่มาทำความสะอาดโดยการล้างน้ำและทำการลอกเยื่อที่ติดกับเปลือกออก แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดค้างออก
2. นำเปลือกไข่ไก่ ไข่เป็ด หอยแครง และหอยแมลงภู่ ไปตากให้แห้งและบดให้ละเอียด นำไปวิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะ ขนาดรูพรุน และปริมาตรรูพรุนของตัวดูดซับด้วย Brunauer, Emmett and Teller method (BET)
3. นำเปลือกไข่ไก่ ไข่เป็ด หอยแครง และหอยแมลงภู่ ร่อนให้มี 3 ขนาด คือ ใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร ขนาดระหว่าง 500 - 250 ไมโครเมตร และขนาดเล็กกว่า 250 ไมโครเมตร

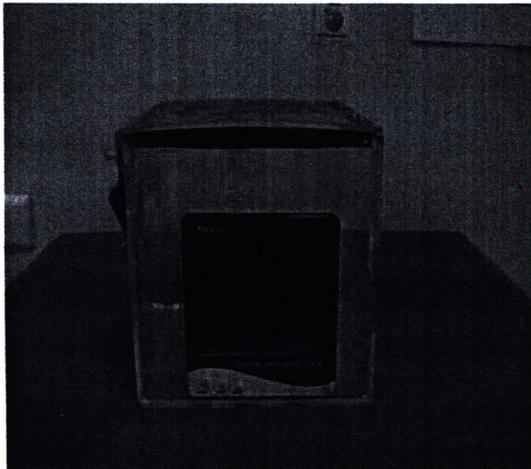
3.3.2 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเตรียมตัวดูดซับจากเปลือกของไข่ไก่ ไข่เป็ด หอยแครง และหอยแมลงภู่ ที่สามารถนำไปดูดซับความชื้น

1. นำเปลือกไข่ไก่ ไข่เป็ด หอยแครง และหอยแมลงภู่ ที่บดละเอียดมาชั่งน้ำหนัก ให้ได้ 140 กรัม แบ่งเป็นชนิดละ 14 ชุด และแต่ละชุดนำไปเผาที่อุณหภูมิต่างๆ ตั้งแต่ 100, 200, 300 จนกระทั่งถึง 1300 องศาเซลเซียส อุณหภูมิละ 4 ชั่วโมง ด้วยอัตรา 5 องศาเซลเซียสต่ออนาที
2. นำตัวอย่างของตัวดูดซับที่เผาที่อุณหภูมิต่างๆ มาศึกษาโครงสร้างของผลึก ด้วยเครื่อง X-ray diffractometer (XRD)

3.3.3 ศึกษาปัจจัยของตัวดูดซับที่เหมาะสมโดยการทดลองเพื่อเปรียบเทียบอัตราการดูดซับความชื้นของตัวดูดซับแต่ละชนิด

ปัจจัยในการศึกษาคือขนาดของตัวดูดซับ และมวลของตัวดูดซับ

1. นำตัวดูดซับจากเปลือกไข่ไก่ที่เผาจนได้เฟสเป็นแคลเซียมออกไซด์ ขนาดใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร โดยมีน้ำหนัก 20 กรัม นำไปใส่ในจานเพาะเชื้อ วางไว้ในกล่องอกลีคขนาด $7 \times 7 \times 7$ นิ้ว ที่ปิดสนิท โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องเป็น 75 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
2. วัดความชื้นภายในกล่องอกลีคจากเครื่องวัดความชื้น ทุกๆ 20 นาที จนกระทั่งความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องลดลงจนเหลือ 20 เปอร์เซ็นต์
3. นำตัวดูดซับของเปลือกไข่ไก่หลังการทดลองมาชั่งน้ำหนัก เพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนทำการทดลอง
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับเวลา
5. เปลี่ยนน้ำหนักของตัวดูดซับเป็น 35 และ 50 กรัม แล้วทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1-4
6. เปลี่ยนขนาดของตัวดูดซับเป็นขนาดเล็กกว่า 250 ไมโครเมตร แล้วทำการทดลองซ้ำ ข้อ 1-5
7. ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 1-6 แต่เปลี่ยนตัวดูดซับเป็น เปลือกไข่เป็ด หอยแครง และหอยแมลงภู่ ตามลำดับ



ด้านหน้า



ด้านหลัง

รูปที่ 3.1 ภาพแสดงการจัดชุดทดลองอัตราการดูดซับความชื้นของตัวดูดซับ

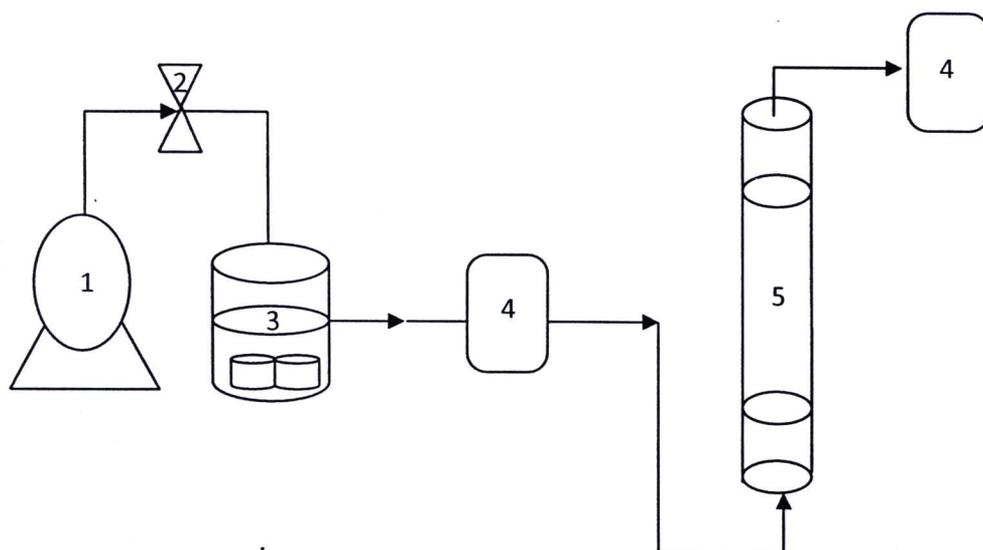
3.3.4 ศึกษาปัจจัยของตัวดูดซับที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพในการดูดซับความชื้น โดยการทดลองการดูดซับความชื้นในหอดูดซับแบบเบดนิ่ง (Fixed bed)

ปัจจัยในการศึกษาคือขนาดของตัวดูดซับ และมวลของตัวดูดซับ

1. นำตัวดูดซับจากเปลือกไข่ไก่ที่เตรียมไว้ ขนาดระหว่าง 500 - 250 ไมโครเมตร ขึ้นรูปเป็นเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดไฮดรอลิก ด้วยแรงอัด 300 บาร์ โดยแต่ละเม็ดมีปริมาตร 2 กรัม แล้วนำไปเผาให้เฟสเปลี่ยนเป็นแคลเซียมออกไซด์
2. บรรจุเม็ดตัวดูดซับจากเปลือกไข่ไก่ น้ำหนัก 70 กรัม ลงในหอดูดซับแบบเบดนิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร ยาว 27 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.2
3. ทำการติดตั้งกล้องอินฟราเรดความเร็วสูง เพื่อวิเคราะห์การเกิดปฏิกิริยาความร้อนภายในหอดูดซับ เวลา 30 นาที
4. ให้ความชื้นที่เกิดจากเครื่องทำหมอกไหลเข้าสู่หอดูดซับจากด้านล่าง ด้วยอัตราการไหล 1 ลิตรต่อ นาที แล้วทำการวัดความชื้นขาออกทุกๆ 1 นาที จนกระทั่ง ความชื้นขาเข้าและขาออกมีค่าเท่ากัน นำข้อมูลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพการดูดซับความชื้น
5. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการดูดซับความชื้น กับเวลา
6. เปลี่ยนน้ำหนักของตัวดูดซับเป็น 100 และ 130 กรัม โดยเปลี่ยนความสูงของหอดูดซับเป็น 34 และ 41 เซนติเมตร ตามลำดับ ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 3 - 5
7. เปลี่ยนขนาดของตัวดูดซับเป็นขนาดเล็กกว่า 250 ไมโครเมตร แล้วทำการทดลองซ้ำ ข้อ 1-6
8. ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 1-7 แต่เปลี่ยนตัวดูดซับเป็น เปลือกไข่เป็ด หอยแครง และหอยแมลงภู่ ตามลำดับ



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงหอดูดซับแบบเบดนิ่ง



รูปที่ 3.3 แผนภาพแสดงการจัดชุดทดลองหอดูดซับแบบเบคนิง

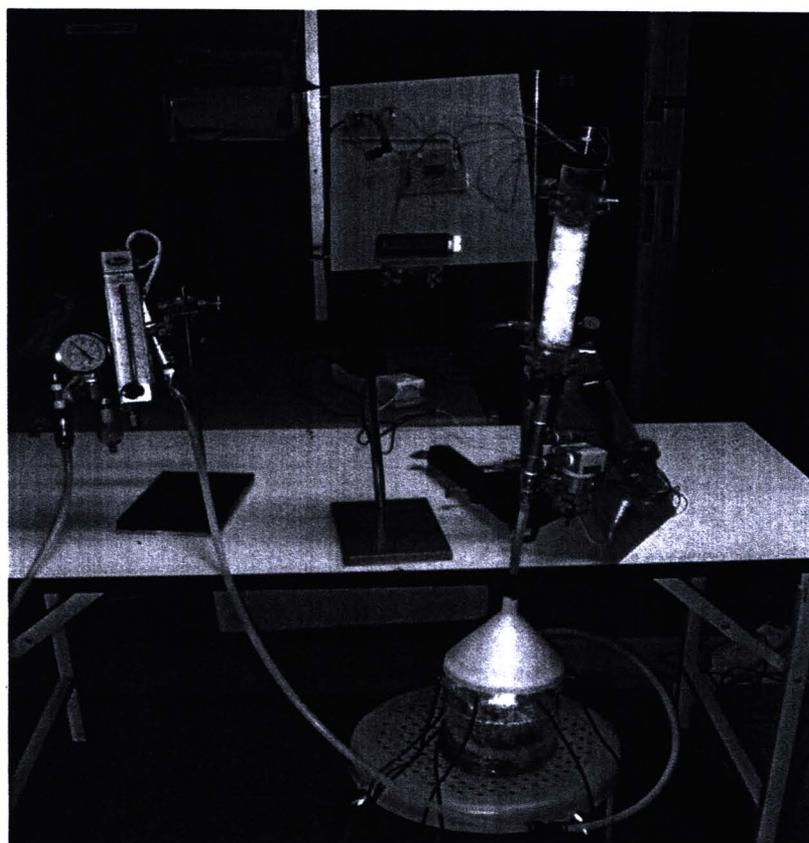
หมายเลข 1 คือ เครื่องปั๊มอากาศ

หมายเลข 2 คือ เครื่องวัดอัตราเร็วของอากาศ

หมายเลข 3 คือ เครื่องทำหมอก

หมายเลข 4 คือ หัววัดความชื้น รุ่น SHT11

หมายเลข 5 คือ ท่ออลิติก บรรจุตัวดูดซับ



รูปที่ 3.4 ภาพแสดงการจัดชุดทดลองหอดูดซับแบบเบคนิง