บทที่ 4
วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินการสร้างตู้อบแห้งเอนกประสงค์ในห้องปฏิบัติการที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เมื่อสร้างตู้อบแห้งเอนกประสงค์ในห้องปฏิบัติการเสร็จแล้วทำการทดสอบหาสมรรถนะของตู้อบแห้งเอนกประสงค์ พร้อมทั้งศึกษาการอบแห้งลำไยแบบใช้อุณหภูมิอบแห้งคงที่และหาความสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง นอกจากนี้แล้วได้ทำการจำลองสภาพการอบแห้ง เพื่อหาค่าความสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้งแล้วนำมาเปรียบเทียบกับการทดลอง

4.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

4.1.1 ตู้อบแห้งเอนกประสงค์ในห้องปฏิบัติการที่มีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่

4.1.2 เครื่องมือวัดอุณหภูมิยี่ห้อ Kane - May รุ่น KM330 (Type K)

4.1.3 เครื่องบันทึกอุณหภูมิแบบ 32 ช่องยี่ห้อ TASK รุ่น TDLK002 (Type K)

4.1.4 เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียด 0.001 g ยี่ห้อ Sartorius รุ่น CP323S

4.1.5 เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียด 0.001 kg ยี่ห้อ Sartorius รุ่น EA35, EB35

4.1.6 อุปกรณ์วัดความเร็วลมและความดันยี่ห้อ TSI รุ่น S385 - M - GB

4.1.7 เวอร์เนียร์

4.1.8 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ยี่ห้อ WBT Binder รุ่น BD/ED/FD with R3 – Controller

4.1.9 ตะแกรงอบแบบกะ (Bulk)

4.1.10 สายThermocouple Type K

4.2 การทดสอบหาความสม่ำเสมอของการกระจายลมในห้องอบแห้ง

4.2.1 หาความสม่ำเสมอของการกระจายลมในห้องอบแห้ง เปิดเครื่องทำงานที่ความเร็วลม 0.5 m/s ที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อม รอจนเครื่องทำงานในสภาวะที่สม่ำเสมอจึง ทำการวัดความเร็วลมในห้องอบแห้งโดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม TSI รุ่น 8385-M-GB ที่ตรงบริเวณพื้นที่หน้าตัดก่อนเข้าห้องอบแห้ง โดยแบ่งพื้นที่ออก 9 ส่วนเท่าๆกัน และ ทำการวัดความเร็วลม 9 จุดตามรูปที่ 4.1 ทำการวัดทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดังรูป 4.1

4.2.2 หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยการเปลี่ยนความเร็วเป็น 0.7,0.9 และ 1 m/s

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1	4	7
2	5	8
3	6	9

ประตูห้องอบแห้ง

รูป 4.1 ตำแหน่งการทดสอบความเร็วลมที่พื้นที่หน้าตัดห้องอบแห้ง

4.3 การทดสอบหาความสม่ำเสมอของอุณหภูมิในห้องอบแห้ง

4.3.1 หาความสม่ำเสมอของอุณหภูมิในห้องอบแห้ง

เปิดเครื่องทำงานที่ความเร็วลม 0.7 m/s ที่อุณหภูมิ 65 ^{o}C รอจนเครื่องทำงานในสภาวะที่สม่ำเสมอจึงทำการวัดอุณหภูมิในห้องอบแห้งที่ตรงบริเวณพื้นที่หน้าตัดก่อนเข้าห้องอบแห้งโดยแบ่งพื้นที่ออก 9 ส่วนเท่าๆ กันและ ทำการวัดอุณหภูมิ 9 จุดตามรูป 4.2 ทุก 5 นาที เป็นเวลา1ชั่วโมง

4.3.2 หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยการเปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 75,85 และ95 ^{o}C

1	4	7
2	5	8
3	6	9

ประตูห้องอบแห้ง

รูป 4.2 ตำแหน่งการทดสอบวัดอุณหภูมิที่พื้นที่หน้าตัดห้องอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 การทดสอบการเปรียบเทียบผลการทดลองที่ออกแบบกับการทดลอง

นำลำไยพันธุ์ดอขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 – 25 mm มาอบแห้งลำไยทั้งลูกโดยมีความหนาประมาณ 60 cm (Bulk) นำเข้าตู้อบแห้งโดยที่อุณหภูมิอบแห้ง 75 ^{o}C มีการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ที่ 90% ความเร็วลมที่ 0.7 m/s อบให้เหลือความชื้นสุดท้าย 13 %d.b. บันทึกมิเตอร์ของ

ขดลวดความร้อนและพัดลมบันทึกอุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งนำเข้าไปอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก

4.5 การทดสอบความสม่ำเสมอของความชื้นของผลิตภัณฑ์

นำลำไยพันธุ์ดอขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 – 25 mm มาอบแห้งลำไยทั้งลูกโดยมีความหนาประมาณ 60 cm (Bulk) นำเข้าตู้อบแห้งโดยที่อุณหภูมิอบแห้ง 75 °C ความเร็วลมที่ 0.7 m/s อบให้เหลือความชื้นสุดท้าย 13 %d.b. เก็บตัวอย่างตามรูปมาชั่งน้ำหนักโดยเก็บตัวอย่าง 3 ชั้น คือ บน, กลาง และล่าง ดังรูปที่ 4.3 นำเข้าไปอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก

1		**2**
	3	
4		**5**

ประตูห้องอบแห้ง

รูป 4.3 ตำแหน่งการวัดความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ที่พื้นที่หน้าตัดห้องอบแห้ง

4.6 การทดสอบหาของเงื่อนไขการอบแห้งที่มีต่อแรงลอยตัว

เนื่องจากในระหว่างการทดลองได้สังเกตพบว่าระหว่างชั่งน้ำหนักขณะเปิดและปิดพัดลมน้ำหนักที่ชั่งได้มีค่าไม่เท่ากันจึงได้ทดลองในเรื่องของแรงลอยตัว

4.6.1 ได้ทำการทดลองอบแห้งลำไยที่ความหนา 20 cm. ความเร็วลม 0.7 m/s อุณหภูมิ 65°C ตามลำดับ โดยขณะที่ทำการอบแห้งได้ทำการชั่งน้ำหนักวัสดุขณะเปิดพัดลมและปิดพัดลมทุกๆ 2 ชั่วโมงจนเหลือความชื้นสุดท้าย 13% d.b.นำเข้าไปอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนักทำการทดลองเช่นเดิมแต่เปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 75 และ 85 °C

4.6.2 ทำการทดลองอบลำไยที่ความหนา 5 cm ที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อม โดยมีเงื่อนไขความเร็วลมที่ 0.3, 0.5และ0.7 m/s ตามลำดับ ในขณะที่ทำการทดลองได้ทำการชั่งน้ำหนักวัสดุขณะเปิดพัดลมและปิดพัดลม แล้วนำค่าน้ำหนักที่อ่านได้มาคำนวณหาแรงลอยตัว และทำการทดลองซ้ำโดยการเปลี่ยนความหนาของชั้นลำไยเป็น 10, 15และ 20 cm ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.7 การทดสอบอุณหภูมิเนื้อลำไยทั้งลูก

4.7.1 นำลำไยพันธุ์ดอขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 – 25 mm มาทำการทดลองอบแห้งลำไยทั้งลูก โดยมีความหนาประมาณ 20 cm ของ (Bulk) นำเข้าตู้อบแห้งโดยที่อุณหภูมิอบแห้ง 65 °C ความเร็วลมที่ 0.7 m/s บันทึกอุณหภูมิเนื้อลำไยแต่ละจุดตามรูปที่ 4.4 โดยทำการ 3 ชั้นแต่ละชั้นห่างกันประมาณ 6 cm ทุก 15 นาทีในชั่วโมงแรกและทุก 30 นาทีในชั่วโมงถัดมาทุก 2 ชั่วโมงจนความชื้นสุดท้ายเหลือ 13 % d.b. นำเข้าไปอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก

4.7.2 ทำการทดลองเช่นเดิม แต่เปลี่ยนอุณหภูมิอบแห้งเป็น 75และ85 °C

ประตูห้องอบแห้ง

รูป 4.4 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิเนื้อของลำไยที่พื้นที่หน้าตัดห้องอบแห้ง

4.8 การทดสอบหาความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิของการอบแห้งลำไย

4.8.1 นำลำไยพันธุ์ดอขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 – 25 mm มาทำการทดลองอบแห้งลำไยทั้งลูก โดยมีความหนาประมาณ 20 cm ของ (Bulk) นำเข้าตู้อบแห้งโดยที่อุณหภูมิอบแห้ง 65 °C ความเร็วลมที่ 0.7 m/s บันทึกตัวเลขมิเตอร์ของพัดลมและมิเตอร์ฮีทเตอร์อบจนถึงความชื้นสุดท้าย 13 % d.b. หยุดเดินเครื่องอบแห้งบันทึกตัวเลขมิเตอร์ของพัดลมและมิเตอร์ฮีทเตอร์ นำเข้าไปอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก

4.8.2 ทำการทดลองเช่นเดิมโดยเปลี่ยนอุณหภูมิอบแห้งเป็น 75และ85 °C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.9 การทดสอบหาความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่มีอิทธิพลต่ออัตราการไหลของการอบแห้งลำไย

4.9.1 นำลำไยพันธุ์ดอขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 – 25 mm มาทำการทดลองอบแห้งลำไยทั้งลูก โดยมีความหนาประมาณ 20 cm ของ (Bulk) นำเข้าตู้อบแห้งโดยที่อุณหภูมิอบแห้ง75 °C อัตราการ

ไหลที่ 288(m^3/h) บันทึกตัวเลขมิเตอร์ของพัดลมและมิเตอร์ฮีทเตอร์อบจนถึงความชื้นสุดท้าย 13 % d.b. หยุดเดินเครื่องอบแห้งบันทึกตัวเลขมิเตอร์ของพัดลมและมิเตอร์ฮีทเตอร์ นำเข้าไปอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก

4.9.2 ทำการทดลองเช่นเดิมโดยเปลี่ยนอัตราการไหลเป็น 345 และ403(m^3/h)

4.10 การวิเคราะห์ความสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้ง

เครื่องอบแห้งที่ใช้ในการวิจัยนี้ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นแหล่งให้พลังงานในการคำนวณหาความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (SEC) หาจากสมการ (4.1)

$$SEC = \frac{(2.6\sum E_{blower} + \sum Q_h)}{(M_{in} - M_f)m_p} \qquad (4.1)$$

เมื่อ SEC คือ ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ,kJ/kg_{water}

m_p คือ มวลแห้งของวัสดุ, kg

M_f คือ ความชื้นสุดท้าย, เศษส่วนมาตรฐานแห้ง

$\sum E_{blower}$ คือ พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ให้แก่พัดลมในการอบแห้งที่, kJ

$\sum Q_h$ คือ พลังงานความร้อนทั้งหมดที่ให้แก่ขดลวดความร้อนใช้ในการอบแห้ง, kJ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved