

บทที่ 4

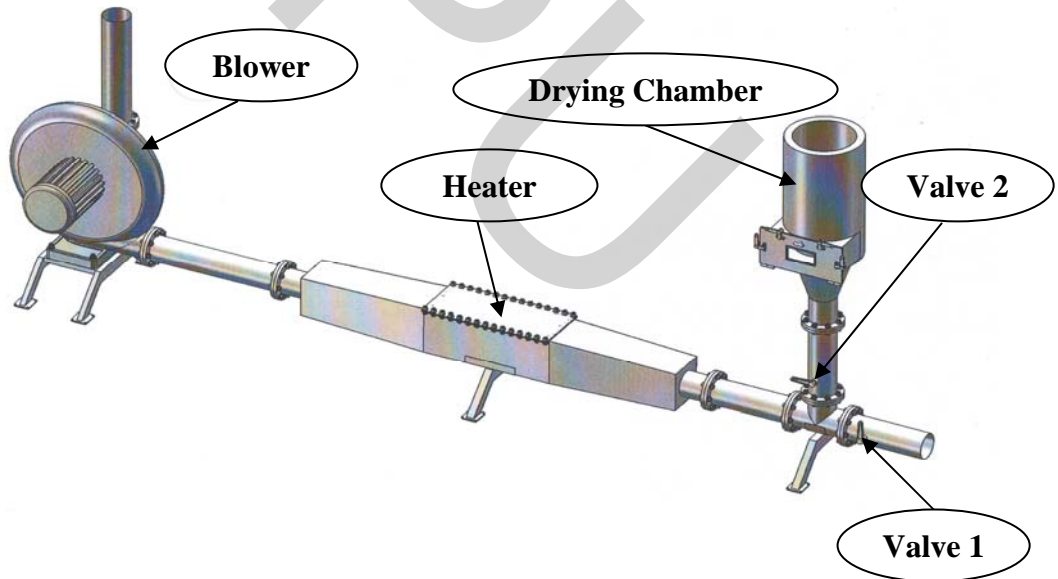
การดำเนินการวิจัย

4.1 อุปกรณ์การทดลอง

ในการทดลองอบแห้งข้าวเปลือกด้วยอากาศร้อนจะใช้เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบชั้นบาง ซึ่งมี ส่วนประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1.1 เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบชั้นบาง

เครื่องอบแห้งแบบนี้ใช้อากาศร้อนเป็นตัวกลาง มีลักษณะการทำงานเริ่มต้นจากการป้อนอากาศเข้าในระบบโดยพัดลม อากาศจะถูกทำให้ร้อนโดยอุปกรณ์ให้ความร้อน (Heater) หลังจากนั้นอากาศร้อนจะผ่านเข้าไปในห้องอบแห้งเพื่อลดความชื้นของข้าวเปลือก



ภาพที่ 4.1 ไดอะแกรมเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบชั้นบาง

ส่วนประกอบหลักๆ ของเครื่องอบแห้งแบบชั้นบางด้วยอากาศร้อน (ดูภาพที่ 4.1)

1. ห้องอบแห้งแบบชั้นบาง มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกทำด้วยสแตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 23 cm และ สูง 51 cm
2. อุปกรณ์ให้ความร้อน (Heater) รวมทั้งหมด 10 kW (ใช้ Heater แบบขด ซึ่งแต่ละขดสามารถให้ความร้อนได้ขดละ 2 kW เราจึงใช้ Heater รวมทั้งหมด 5 ขด เป็นการต่อแบบขนานโดยใช้ไฟ 220 V) โดยมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (TC.PID Controller) ที่มีค่าความถูกต้อง $\pm 1^{\circ}\text{C}$
3. พัดลม (Blower) ที่ใช้เป็นแบบแรงเหวี่ยงศูนย์กลางใบพัดโค้งหลัง (Backward-curved centrifugal fan) มีมอเตอร์ขนาด 2 Hp, 220/380 V, Pressure 225 mm.Aq สามารถปรับอัตราการไหลของอากาศได้โดยปรับความเร็วของพัดลม

4.1.2 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการทดลอง (รูปของอุปกรณ์ต่างๆอยู่ในภาคผนวก ก)

1. เครื่องวัดความเร็วลมชนิดขดลวดร้อน (Hot wire anemometer) มีความละเอียด $\pm 0.1 \text{ m/s}$ ใช้สำหรับวัดความเร็วลมในเครื่องอบแห้งแบบชั้นบาง
2. เครื่องชั่ง Sartorius มีความละเอียด ± 0.01 กรัม ชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 600 กรัม ในการชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาความชื้นของข้าวเปลือก
3. เครื่องชั่ง Sartorius มีความละเอียด ± 0.01 กรัม ชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 2,100 กรัม ในการชั่งมวลของข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดลอง เพื่อคำนวณหาความชื้นของข้าวเปลือก
4. เทอร์โมมิเตอร์ ที่มีความละเอียด $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของข้าวเปลือกขณะทำการเพิ่มความชื้นให้เมล็ดข้าวเปลือก
5. เทอร์โมคัปเปิล ชนิด K $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ต่อเข้ากับเครื่องวัด ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าและทางออกของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบชั้นบาง
6. เครื่องวัดความชื้นแบบอิเล็กทรอนิกส์ Kett C - 300 ใช้สำหรับวัดค่าความชื้นของเมล็ดข้าวสาร
7. นาฬิกาจับเวลา มีความละเอียด ± 0.01 วินาที ใช้สำหรับจับเวลาการอบแห้งข้าวเปลือก
8. ถุงพลาสติกร้อน ใช้สำหรับเก็บข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งเพื่อรอการทดสอบคุณภาพด้านต่างๆ

4.2 วิธีการทดลอง

4.2.1 การเตรียมข้าวเปลือก

1. เตรียมข้าวเปลือกใช้ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่สะอาดปราศจากข้าวลีบ
2. นำข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้นเท่ากับ 10% w.b. มาทำการเพิ่มความชื้นแล้วนำไปแช่ที่อุณหภูมิ -5°C เป็นเวลา 7 วัน ทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 25.0% w.b. ทั้งนี้เนื่องจากข้าวเปลือกที่ผ่านการแช่เป็นเวลานานทำให้เมล็ดข้าวมีการดูดซับน้ำเข้าไปอยู่ภายในเมล็ด เป็นผลทำให้ความชื้นของข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น
3. นำข้าวเปลือกที่ผ่านการให้ความชื้นแล้วมาหาความชื้นที่แท้จริง
4. นำข้าวเปลือกที่เตรียมไว้ใส่ถุงพลาสติกผูกปากถุงไว้เพื่อรักษาความชื้น

4.2.2 วิธีการอบแห้ง

1. เปิดพัดลมเพื่อปรับความเร็วรอบของพัดลมโดยปรับความถี่ที่ (3 Hz จะได้ความเร็วลม 0.1 m/s, 4 Hz จะได้ความเร็วลม 0.2 m/s และ 5 Hz จะได้ความเร็วลม 0.3 m/s) เปิดอุปกรณ์ให้ความร้อนและปรับตั้งอุณหภูมิของอากาศร้อนอบแห้งที่ผู้ควบคุมโดยปรับตั้งที่ temperature control ที่อุณหภูมิ 100°C
2. ทำการเปิดวาล์วตัวที่ 1 แล้วปิดวาล์วตัวที่ 2 เพื่อไม่ให้อากาศร้อนไหลผ่านเข้ามาในห้องอบ
3. เปิดฝาปิดห้องอบแห้งแบบชั้นบาง
4. ป้อนข้าวเปลือกที่ผ่านการเพิ่มความชื้นแล้วเข้าเครื่องอบแห้งแบบชั้นบางด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 100°C และที่ความสูงเบด 2 cm
5. ปิดฝาปิดห้องอบแห้งแบบชั้นบาง
6. เปิดวาล์วตัวที่ 2 แล้วปิดวาล์วตัวที่ 1 เพื่อให้อากาศร้อนไหลผ่านเข้าไปยังห้องอบแห้งแบบชั้นบาง
7. ทำการวัดอุณหภูมิเมล็ดของข้าวเปลือกห้องอบแบบชั้นบางในแล้วบันทึกผลโดยอ่านค่าจาก temperature display
8. เมื่ออบแห้งข้าวเปลือกได้ตามเวลาที่กำหนดแล้ว (5, 10, 15, 20, 25, 30, 45 และ 60 นาที) นำข้าวเปลือกออกจากห้องอบโดยทำการปิดวาล์วตัวที่ 2 เปิดวาล์วตัวที่ 1 อยู่ก่อนเข้าห้องอบเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศร้อนไหลผ่านห้องอบ
9. เปิดฝาปิดห้องอบแห้งแบบชั้นบาง เพื่อนำข้าวเปลือกที่อบแห้งแล้วออกจากห้องอบแห้งแล้วนำข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งมาชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิทัล (Sartorius)
10. ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วลม และทำซ้ำ 4-9 จนครบเวลา 60 นาที

11. นำน้ำหนักของข้าวเปลือกที่ใช้เงื่อนไขความเร็วลมที่ต่างกันที่เวลา (5, 10, 15, 20, 25, 30, 45 และ 60 นาที) มาหาค่าความชื้นที่ประมาณ 18 - 20% w.b. ว่าเวลาในการอบแห้งเท่าไร
12. จากนั้นนำข้าวเปลือกที่ผ่านการทำความชื้นที่ 25.0% w.b. จนกระทั่งความชื้นสุดท้ายที่ประมาณ 18 - 20% w.b. มาทำการทดลองซ้ำ 1 - 7
13. หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกไว้ที่อุณหภูมิแวดล้อมประมาณ 14 วัน แล้วจึงนำไปทดสอบคุณภาพต่อไป

4.3 การทดสอบคุณภาพข้าว

4.3.1 การหาความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก (Moisture content)

การหาความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกมีขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งมวลของกระป๋องความชื้น (Moisture can) ซึ่งจะใช้บรรจุข้าวเปลือกที่จะหาความชื้นและบันทึกค่า
2. นำตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกที่ต้องการหาความชื้นใส่กระป๋องความชื้น (Moisture can) ประมาณ 30 - 40 กรัม
3. ชั่งมวลรวมของเมล็ดข้าวเปลือกและกระป๋องข้าวเปลือก (Moisture can) และบันทึกค่า
4. นำกระป๋องความชื้น (Moisture can) ที่มีเมล็ดข้าวเปลือกเข้าสู่ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven) ตั้งอุณหภูมิตู้อบแห้งไว้ที่ 103 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง
5. เมื่อครบ 72 ชั่วโมง นำกระป๋องความชื้น (Moisture can) ออกมาเก็บไว้ในโถแก้วปิดสนิททิ้งไว้ประมาณ 45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิเมล็ดข้าวเปลือกเย็นลงมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศแวดล้อม
6. นำกระป๋องความชื้น (Moisture can) ที่เย็นลงมาชั่งอีกครั้ง บันทึกค่าและคำนวณหาความชื้นดังต่อไปนี้

$$\text{หาความชื้นมาตรฐานเปียก \% w.b.} = \left(\frac{\text{น้ำหนักข้าวเปลือกก่อนอบ} - \text{น้ำหนักข้าวเปลือกหลังอบ}}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือกก่อนอบ}} \right) \times 100\% \quad (4.1)$$

$$\text{หาความชื้นมาตรฐานแห้ง \% d.b.} = \left(\frac{\text{น้ำหนักข้าวเปลือกก่อนอบ} - \text{น้ำหนักข้าวเปลือกหลังอบ}}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือกหลังอบ}} \right) \times 100\% \quad (4.2)$$

4.3.2 วิธีการหาร้อยละของต้นข้าว

1. ทำความสะอาดข้าวเปลือก โดยผ่านเครื่องคัดแยก (Aspirator) เพื่อดูเอาเมล็ดลีบ และสิ่งเจือปนต่างๆ ออกจากเมล็ดข้าวเปลือก ส่วนวัสดุหนักจะต้องคัดเลือกออกด้วยมือ
2. ชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกที่ทำความสะอาดแล้วให้ได้ 250 กรัม
3. นำไปกะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะเปลือก (Satake) จนเปลือกหลุดออกหมด
4. ชั่งน้ำหนักข้าวกล้องที่ได้จากการกะเทาะเปลือกออกแล้วบันทึกค่าไว้ที่ช่องใส่ข้าว
5. จัดข้าวด้วยเครื่อง (McGill Miller) เป็นเวลา 1 นาที ทิ้งข้าวสารไว้ให้เย็น
6. ชั่งน้ำหนักข้าวสารที่ได้จากการจัดข้าวแล้วบันทึกค่าไว้ที่ช่องใส่ข้าว
7. นำข้าวสารที่ได้ทั้งหมดไปแยกส่วนที่เป็นต้นข้าวและข้าวหักออกจากกันด้วยเครื่องคัดเกรดข้าว (Rice grader)
8. ชั่งน้ำหนักต้นข้าวที่ได้แล้วบันทึกค่าไว้ที่ช่องนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาร้อยละต้นข้าว, ร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์, ร้อยละข้าวหัก, ร้อยละรำ และ ร้อยละแกลบ จากความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละต้นข้าว} = (\text{น้ำหนักต้นข้าว} \times 100) / \text{น้ำหนักข้าวเปลือก} \quad (4.3)$$

$$\text{ร้อยละข้าวหัก} = (\text{น้ำหนักข้าวสาร} - \text{น้ำหนักต้นข้าว}) \times 100 / \text{น้ำหนักข้าวเปลือก} \quad (4.4)$$

$$\text{ร้อยละรำ} = (\text{น้ำหนักข้าวกล้อง} - \text{น้ำหนักข้าวสาร}) \times 100 / \text{น้ำหนักข้าวเปลือก} \quad (4.5)$$

$$\text{ร้อยละแกลบ} = (\text{น้ำหนักข้าวเปลือก} - \text{น้ำหนักข้าวกล้อง}) \times 100 / \text{น้ำหนักข้าวเปลือก} \quad (4.6)$$

$$\text{ร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์} = \text{ร้อยละข้าวตัวอย่าง} \times 100 / \text{น้ำหนักข้าวเปลือก} \quad (4.7)$$

4.3.3 วิธีการหาร้อยละข้าวท้องไข่ (White belly)

นำต้นข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพจัดการสี จำนวน 100 เมล็ด มาแยกข้าวที่เป็น White belly ออกจากกลุ่ม โดยใช้แสงไฟส่องจากด้านล่างของเมล็ด เลือกเมล็ดที่มีพื้นที่ขาวขุ่น ทึบแสงเกิน 50% ของพื้นที่ทั้งเมล็ด โดยทำซ้ำกันจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยทางสถิติ

4.3.4 คุณภาพการขัดสีเมล็ดข้าวเปลือก

นำข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งตามเงื่อนไขต่างๆ ที่มีความชื้นเหลือประมาณ 18 - 20% w.b. นำไปผึ่งกับอากาศแวดล้อมที่อุณหภูมิ 33 °C เป็นเวลา 14 วัน แล้วจึงนำไปทดสอบคุณภาพโดยการขัดสี ด้วยเครื่อง (Satake) เป็นเครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกยาง ขัดขาวด้วยลูกหินขัด คัดแยกข้าวหัก ด้วยตะแกรงกลม (แสดงดังภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพการขัดสี

4.3.5 วิธีการทดสอบความขาวของข้าวสาร

การทดสอบความขาวของข้าวสารนั้นใช้อุปกรณ์วัดความขาวแบบอิเล็กทรอนิกส์ kett C-300 มีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1. เปิดสวิตช์เครื่อง kett C-300 เมื่อมีสัญญาณเตือนให้กดปุ่ม Reset
2. นำแผ่น Filter มาใส่เครื่อง kett C-300 รอสัญญาณเตือนที่หน้าปัด
3. นำความขาวอ้างอิงมาใส่เครื่อง kett C-300 อ่านเพื่อทดสอบเทียบเครื่อง (Calibrate) จากนั้นนำความขาว อ้างอิงออกจากเครื่อง
4. นำตัวอย่างข้าวสารแต่ละชุดมาตรวจสอบความขาว จำนวน 3 ครั้ง ต่อ 1 ตัวอย่าง แล้วหาค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 4.3 เครื่องทดสอบความขาวของข้าวสาร kett C-300