บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบและสร้างเตาอบแบบสลับหมุนเวียนลมร้อน

รายละเอียดส่วนประกอบของเครื่องและลักษณะการทำงานของเตาอบแบบสลับหมุนเวียนลมร้อน มีดังนี้

ก. ลักษณะเตาอบทดลองมีขนาด 0.8x 0.8 x1.6 เมตร (ภาพที่ 3.1) มีภาชนะบรรจุทำด้วยสังกะสีเป็นรูปกล่องสี่เหลี่ยม (box) ขนาด 0.4 x 0.4 x 0.8 เมตร จำนวน 4 กล่อง ด้านล่างของภาชนะเป็นตะแกรง สามารถบรรจุพริกขี้หนูเม็ดใหญ่ได้กล่องละ 23 กิโลกรัม ความสูงของการบรรจุ 60 เซนติเมตร คิดเป็น Bulk density เท่ากับ 239.58 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข. ออกแบบสร้างท่อให้มีการกระจายลมร้อนเข้าเตาอบ 2 ทาง คือเข้าสู่ทางด้านบนและด้านล่างของเตา ท่อลมมีขนาดพื้นที่หน้าตัด 0.2 x 0.2 เมตร(ภาพที่ 3.2 และ 3.3)ทำด้วยสังกะสี หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน(Microfiber) จุดต่อของท่อลมเข้าด้านบนและด้านล่างมีลิ้นปิด – เปิด พัดลมจะเป่าอากาศผ่าน Heater ขนาด 9 กิโลวัตต์ เกิดเป็นลมร้อนขึ้น เมื่อต้องการให้ลมเข้าด้านล่างเตาจะดึงลิ้นไปปิดท่อด้านบน(ภาพที่ 3.4) และถ้าต้องการให้ลมเข้าด้านบนจะผลักลิ้นลงไปปิดท่อด้านล่าง(ภาพที่3.5)

ค. ส่วนล่างของห้องบรรจุ(Container) มีขนาด 0.8 x 0.8 x 0.4 เมตร ทำด้วยแผ่นกระเบื้องใยหิน ด้านหน้าต่อเข้ากับท่อลม ผนังด้านข้าง 2 ด้านเป็นบานพับ ดึงขึ้นลงเพื่อระบายอากาศได้ โดยถ้าสลับลมร้อนเข้าด้านล่างเตา บานพับจะถูกดึงลงมาปิดเพื่อกันไม่ให้ลมร้อนออก แต่ถ้าสลับลมร้อนเข้าด้านบน บานพับทั้ง 2 ด้านจะถูกดึงขึ้นเพื่อให้ลมร้อนที่ผ่านพริกด้านบนระบายออกได้

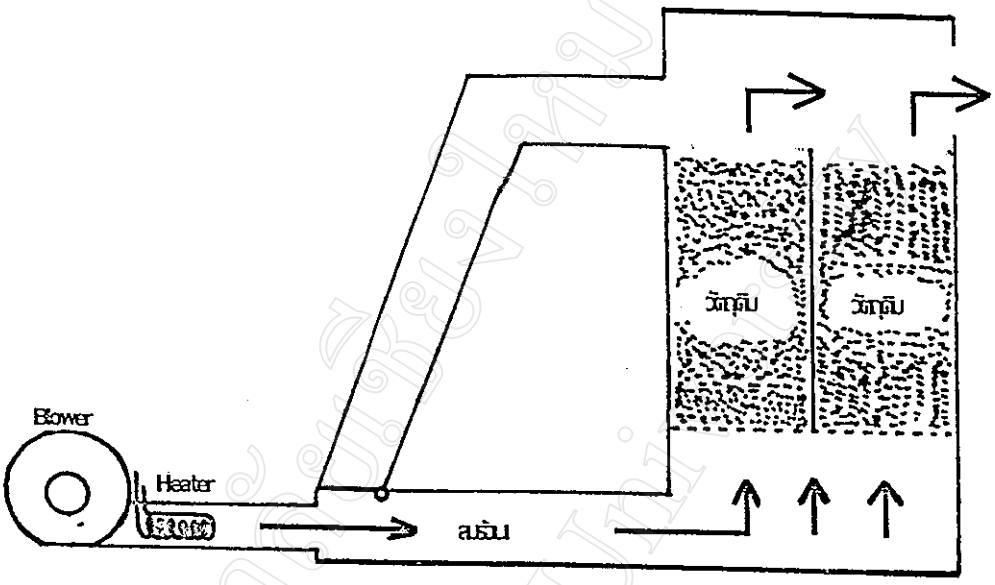
ง. ส่วนบนของห้องบรรจุ(Container) มีขนาด 0.8 x 0.8 x 0.4 เมตร ทำด้วยแผ่นกระเบื้องใยหิน ด้านหน้าต่อเข้ากับท่อลมเช่นเดียวกัน ผนังด้านข้าง 2 ด้านเป็นบานพับ ดึงขึ้นลงเพื่อระบายอากาศได้ ฝาด้านบนยกออกได้เพื่อให้สะดวกต่อการดึงภาชนะบรรจุพริกขึ้นมาชั่งน้ำหนัก เพื่อเก็บข้อมูลในระหว่างการทดลอง

จ. อุณหภูมิของลมร้อนควบคุมโดยเทอร์โมสแตท ซึ่งประกอบด้วยสายเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) 2 เส้น (ภาพที่ 3.6) เส้นหนึ่งติดตั้งภายในท่อส่วนบน อีกเส้นติดตั้งภายในท่อส่วนล่างตรงบริเวณก่อนที่ลมร้อนจะเข้าห้องบรรจุ เทอร์โมคัปเปิลทั้งสองเส้นจะถูกควบคุมด้วยสวิตช์ 2 ทาง ถ้าลมร้อนเข้าด้านล่างจะเปิดสวิตช์ให้เทอร์โมคัปเปิลเส้นล่างทำงาน และถ้าลมร้อนเข้าด้านบนจะเปิดสวิตช์ให้เทอร์โมคัปเปิลเส้นบนทำงาน ในการทดลองจะควบคุมอุณหภูมิลมร้อนเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 75 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส

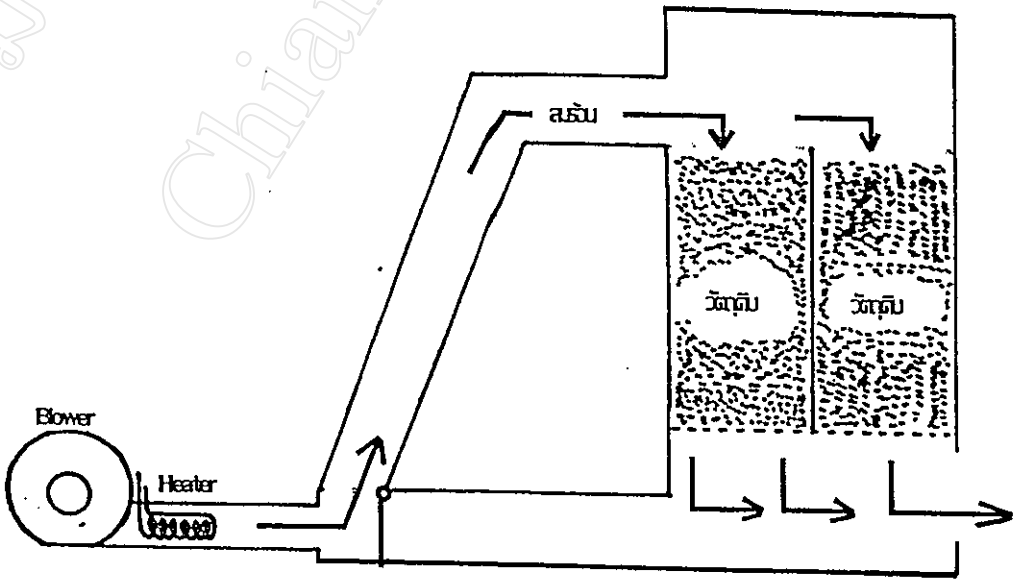
ภาพที่ 3.1 เตาอบทดลองแบบสลับหมุนเวียนลมร้อน

ภาพที่ 3.2 ท่อกระจายลมร้อนเข้าด้านบนห้องบรรจุ

ภาพที่ 3.3 ท่อกระจายลมร้อนเข้าด้านล่างห้องบรรจุ

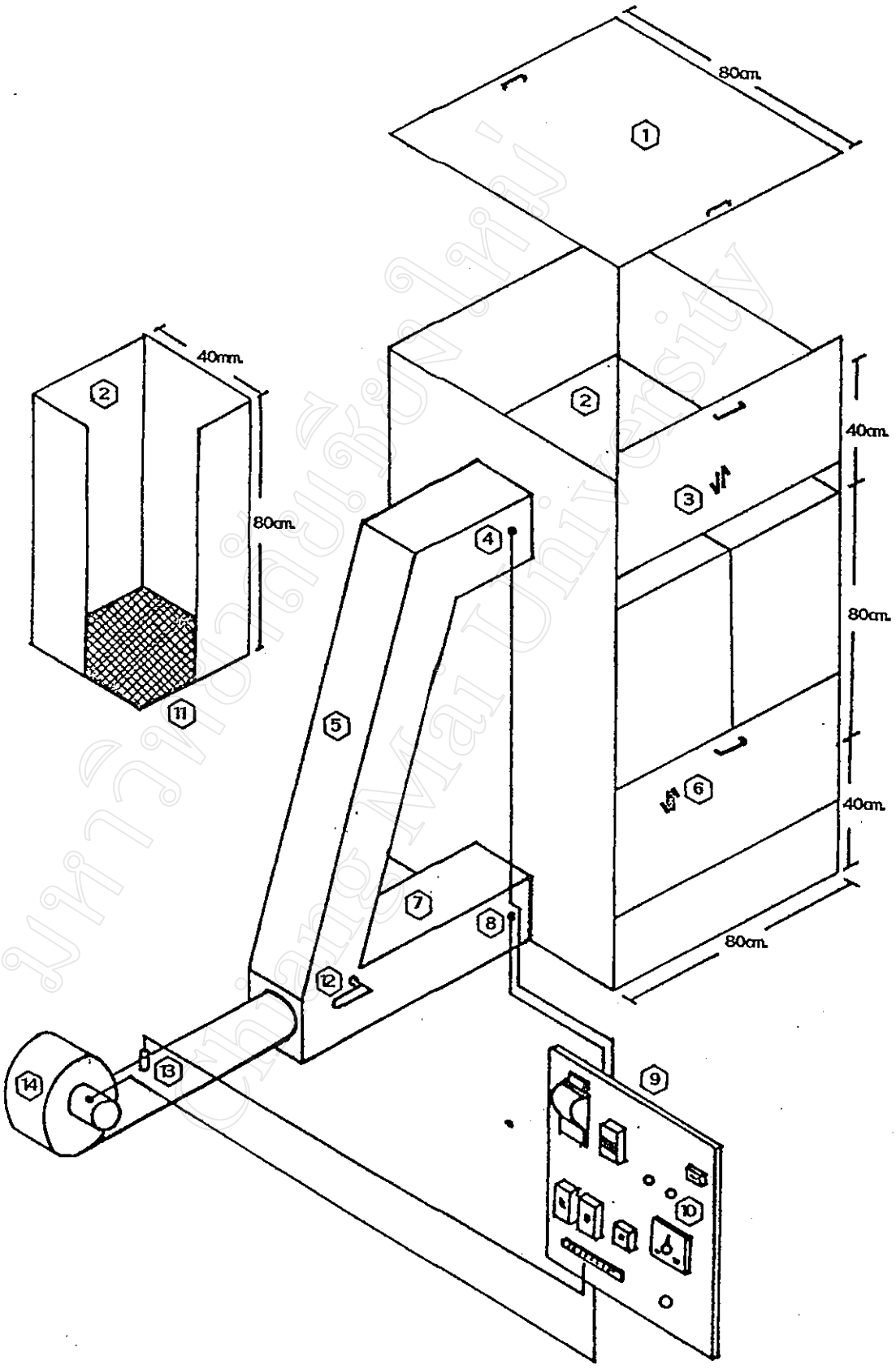


ภาพที่ 3.4 การสลับลมเข้าด้านล่างห้องบรรจุ



ภาพที่ 3.5 การสลับลมเข้าด้านบนห้องบรรจุ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพที่ 3.6 แผนภูมิของเครื่องอบแห้ง

คำอธิบายภาพที่ 3.6

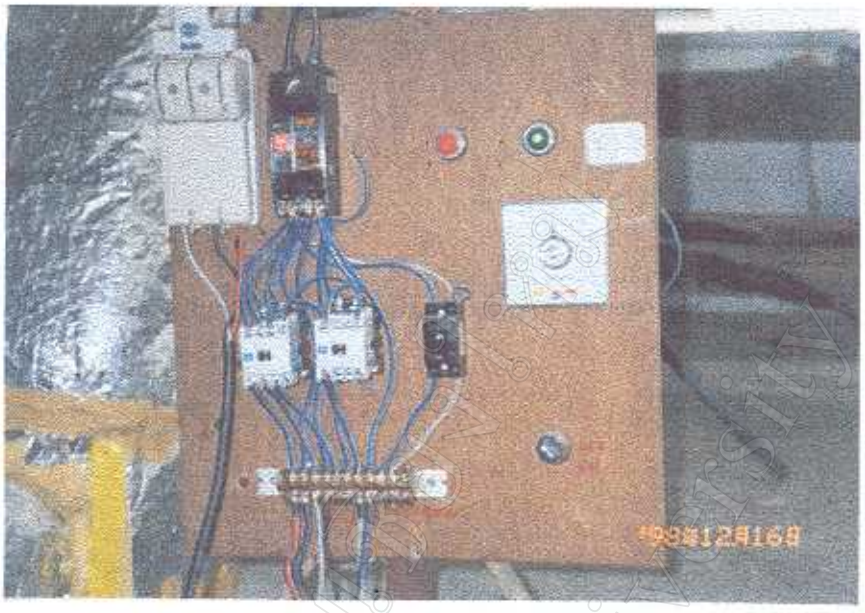
1. ฝาด้านบน : สามารถเปิดออกได้ เพื่อสะดวกในการยกภาชนะบรรจุพริกขึ้นมาชั่งน้ำหนักเพื่อเก็บข้อมูลในระหว่างการทดลอง
2. ภาชนะบรรจุ (Box) : บรรจุพริก มีทั้งหมด 4 กล่อง
3. บานระบายลมร้อนด้านบน
4. เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) ควบคุมอุณหภูมิลมร้อนก่อนเข้าห้องบรรจุ (Container) ด้านบน
5. ท่อลมร้อนเข้าด้านบนเตาอบ
6. บานระบายลมร้อนด้านล่าง
7. ท่อลมร้อนเข้าด้านล่างเตาอบ
8. เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) ควบคุมอุณหภูมิลมร้อนก่อนเข้าห้องบรรจุ (Container) ด้านล่าง
9. แผงระบบไฟฟ้าควบคุมเตาอบทดลอง(ภาพที่ 3.7)
10. เทอร์โมสแตท ควบคุมลมร้อนที่อุณหภูมิ 75$\pm$ 2 องศาเซลเซียส
11. ตะแกรงด้านล่างภาชนะบรรจุ (Box)
12. คันโยกบังคับลิ้นปิด เปิดท่อด้านบนและด้านล่าง
13. ขดลวดความร้อน(Heater) ขนาด 9 กิโลวัตต์
    (ขนาด 2 กิโลวัตต์จำนวน 3 เส้น, ขนาด 3 กิโลวัตต์จำนวน 1 เส้น)
14. พัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์

3.2 วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. เตาอบทดลองแบบสลับหมุนเวียนลมร้อน
2. พริกขี้หนูเม็ดใหญ่ พันธุ์ห้วยสีทน(*Capsicum frutescens L.*) จากอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่
3. รอก 1 ชุด ใช้สำหรับยกภาชนะบรรจุเพื่อชั่งน้ำหนัก
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก ขนาด 60 กิโลกรัม
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก ขนาด 20 กิโลกรัม
6. เครื่องชั่งไฟฟ้า ขนาด 4,100 กรัม (ความละเอียด 0.02 กรัม)
7. ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven)
8. เทอร์โมมิเตอร์พิกัด 0 – 100 องศาเซลเซียส
9. เครื่องวัดสี (Color meter) รุ่น MINOLTA CR – 200 JAPAN
10. เทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง
11. กะทะขนาดใหญ่ ใช้สำหรับลวกพริกก่อนนำเข้าอบแห้ง
12. อุปกรณ์ให้ความร้อนโดยใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง 1 ชุด
13. ถุงตาข่ายทนร้อน สำหรับใส่พริกเข้าเครื่องอบแห้ง
14. เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer) (ภาพที่ 3.8)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ภาพที่ 3.7 แผงระบบไฟฟ้าควบคุมเตาอบทดลอง

ภาพที่ 3.8 เครื่องมือวัดความเร็วลม (Anemometer)

3.3 การดำเนินการทดลอง

3.3.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split – plot design ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ใช้วิธีอบแห้งโดยการสลับลมร้อนทุกๆ 3 , 5 และ 7 ชั่วโมง เป็น main plot และ ใช้วิธีการลวกและไม่ลวกพริกก่อนอบเป็น sup plot

3.3.2 วิธีการทดลอง

ก. ทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการสลับหมุนเวียนลมร้อนเข้าด้านบนและด้านล่างของเตาอบ และหาผลกระทบของการลวกพริกในน้ำเดือดต่อกระบวนการอบแห้ง

1. นำพริกขี้หนูมาคัดพริกที่เน่าเสียและพริกที่ยังไม่สุกแดง มีสีเขียวออก จากนั้นแบ่งพริกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำมาชั่งน้ำหนัก เทลงในภาชนะบรรจุ ให้มีความหนาประมาณ 60 เซนติเมตร น้ำหนักพริกประมาณ 23 กิโลกรัม (ไม่ลวกพริกก่อนอบ)
2. ส่วนที่ 2 ชั่งน้ำหนักประมาณ 23 กิโลกรัม เทลงในถุงตาข่าย นำถุงตาข่ายที่บรรจุพริกแล้วลวกในน้ำเดือด ประมาณ 1 นาที (ภาพที่ 3.9) เมื่อครบเวลายกถุงขึ้น เขย่าถุงให้พริกสะเด็ดน้ำ แล้วเทลงในภาชนะบรรจุ
3. เปิดสวิตช์เครื่องอบแห้งให้ทำงานโดยกระจายลมร้อนเข้าสู่ท่อด้านล่างของเครื่องอบก่อน ควบคุมอุณหภูมิของลมร้อนที่เข้าเตาอบโดยเทอร์โมสแตทที่อุณหภูมิ 75 ± 2 องศาเซลเซียส
4. เมื่ออบพริกได้ครบ 3 ชั่วโมง ทำการสลับลมร้อนให้เข้าสู่ท่อด้านบน จากนั้นจะสลับลมร้อนเข้าสู่ท่อด้านล่างและบน ทุกๆ 3 ชั่วโมง จนกระทั่งความชื้นสุดท้ายต่ำกว่า 14 % ทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้ง
5. นำพริกแห้งที่อบได้เทลงในถุงตาข่าย ติดป้ายวันที่ และ lot ที่ทำการทดลอง เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการสลับลมร้อน
6. ทำการทดลองเหมือนเดิม แต่เปลี่ยนสลับลมร้อนเข้าสู่ท่อด้านล่างและด้านบนของเครื่องอบทุกๆ 5 ชั่วโมง
7. ทำการทดลองเหมือนเดิม แต่เปลี่ยนสลับลมร้อนเข้าสู่ท่อด้านล่างและด้านบนของเครื่องอบทุกๆ 7 ชั่วโมง

ข. ทดลองเปรียบเทียบ อัตราการอบแห้งและคุณภาพพริกแห้ง ระหว่างการอบโดยการสลับลมร้อน และการอบโดยการสลับถุงพริกในระหว่างอบ

1. นำพริกขี้หนูมาคัดพริกที่เน่าเสียและพริกที่ยังไม่สุกแดง มีสีเขียวออก จากนั้นชั่งน้ำหนักพริกใส่ในถุงตาข่าย จำนวน 3 ถุงๆละประมาณ 7.7 กิโลกรัม นำพริกทั้ง 3 ถุงใส่ซ้อนทับกันในภาชนะบรรจุ
2. เปิดสวิตช์เครื่องอบแห้งให้ทำงาน กระจายลมร้อนเข้าสู่ท่อด้านล่างของเครื่องอบ ควบคุมอุณหภูมิของลมร้อนที่เข้าเตาอบ โดยเทอร์โมสแตทที่ อุณหภูมิ 75 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส
3. เมื่ออบพริกได้ครบ 7 ชั่วโมง ทำการสลับลมร้อนเข้าสู่ท่อด้านบน โดยจะสลับลมร้อนเข้าสู่ท่อด้านล่างและบน ทุกๆ 7 ชั่วโมง จนความชื้นสุดท้ายเหลือต่ำกว่า 14%
4. นำพริกแต่ละถุง มาวิเคราะห์คุณภาพ
5. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1-2
6. เมื่ออบพริกได้ครบ 7 ชั่วโมง ทำการสลับถุงบน แทนถุงล่าง และนำถุงล่างขึ้นไปแทนถุงบน ทำการสลับถุงทุกๆ 7 ชั่วโมงแทนการสลับลมร้อน จนกว่าจะเสร็จสิ้นกระบวนการอบแห้ง
7. นำพริกแต่ละถุงมาวิเคราะห์คุณภาพและเปรียบเทียบคุณภาพกับพริกแห้งที่อบโดยการสลับลมร้อน (พริกที่ได้จากข้อ 3)

ภาพที่ 3.9 การลวกพริกในน้ำเดือดก่อนอบแห้ง

ค. การเก็บข้อมูลในระหว่างการทดลอง

ข้อมูลที่ต้องเก็บบันทึกทุกครั้ง ที่ทำการทดลอง คือ

1. อุณหภูมิ
   1.1 อุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าระบบ : การบันทึกอุณหภูมิของอากาศ จะใช้เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งโดยติดตั้งภายในห้องที่ทำการทดลองอบแห้ง บันทึกอุณหภูมิของอากาศ ทั้งเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง
   1.2 อุณหภูมิของลมร้อนก่อนผ่านตัวอย่าง : โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์บันทึกอุณหภูมิขาเข้าทุกๆ 1 ชั่วโมง
   1.3 อุณหภูมิของลมร้อนที่ผ่านตัวอย่างแล้ว : โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์บันทึกอุณหภูมิขาออกทุกๆ 1 ชั่วโมง

2. ความเร็วลม
   2.1 วัดความเร็วลมขาเข้าก่อนผ่านตัวอย่างตรงปลายท่อ โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม
   2.2 วัดความเร็วลมขาออกหลังลมร้อนผ่านตัวอย่างของภาชนะบรรจุทุกกล่องโดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม

3. ความชื้นของพริก : ภาชนะบรรจุพริกจะถูกยกออกมาชั่งระหว่างการทดลอง(ภาพที่ 3.10) ก่อนอบ และทุกๆ 2 ชั่วโมง ในระหว่างอบแล้วนำมาคำนวณ ดังนี้

$$W_f = W_i \times (100 - M_i) / (100 - M_f)$$

เมื่อ W_f คือ น้ำหนักพริกที่ระยะเวลาใดๆ
W_i น้ำหนักเริ่มต้นพริกก่อนอบ
M_i คือ ความชื้นเริ่มต้นก่อนอบ
M_f คือ ความชื้นที่ต้องการหาที่ระยะเวลาใดๆ

3.4 การตรวจสอบคุณภาพ

ก. คุณภาพทางกายภาพ

ศึกษาลักษณะปรากฏของพริกก่อนอบ และหลังอบ โดยการสุ่มพริกขี้หนูสดก่อนอบ และพริกแห้งหลังอบทุก lot ที่ทำการทดลองมาบันทึกลักษณะปรากฏ โดยรวม การสุ่มตัวอย่างเป็นไปตาม มอก. พริกแห้ง 456 - 2526 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , 2526)

ข. ความชื้น

1. หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของพริกขี้หนูสดและพริกแห้งหลังอบ โดยนำไปอบในตู้อบแห้ง (Hot air oven) ดังนี้
   1.1 นำตัวอย่างพริกที่ต้องการหาความชื้นมาหั่น เป็นชิ้นเล็กๆ
   1.2 ชั่งตัวอย่างพริกที่หั่นแล้ว ประมาณ 2-3 กรัม ลงในถ้วยอบ
   1.3 นำไปอบในตู้อบแห้ง (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง
   1.4 ทิ้งถ้วยอบไว้ให้เย็น ในโถดูดความชื้น
   1.5 นำถ้วยอบที่เย็นแล้วมาชั่งน้ำหนัก นำน้ำหนักที่ชั่งได้ มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ ดังนี้ (AOAC ,1995)

$$\%\ \text{ความชื้นมาตรฐานเปียก(\% Mw)} = \frac{\text{น้ำหนักพริกเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักพริกหลังอบ}}{\text{น้ำหนักพริกเริ่มต้น}} \times 100$$

ค. สี : ศึกษาสีของพริกขี้หนูสดและพริกแห้งหลังอบโดยใช้เครื่องวัดสี รุ่น MINOLTA CR – 200 JAPAN ทำการบันทึกค่า L, a , b วัดค่าทั้งหมด 3ซ้ำ

ภาพที่ 3.10 การยกภาชนะบรรจุวัตถุดิบออกมาชั่งระหว่างการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University