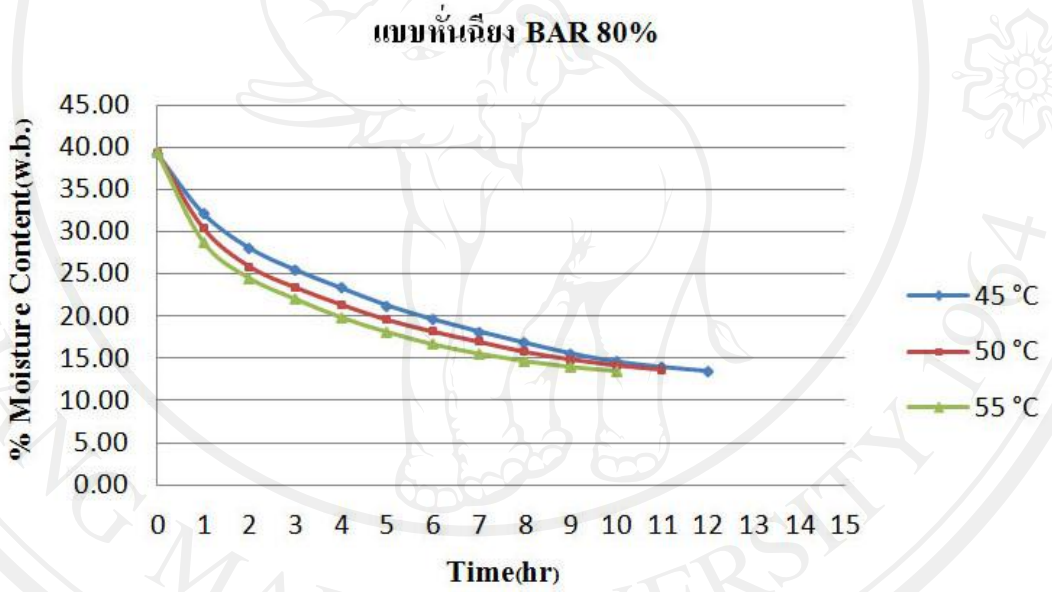
บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

4.1 ผลกระทบของอุณหภูมิอบแห้งและสัดส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของแกนสับปะรดแช่อิ่ม

ผลการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงและแบบลูกเต๋าเฉลี่ยที่อุณหภูมิ 45 50 และ 55 องศาเซลเซียส สัดส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์



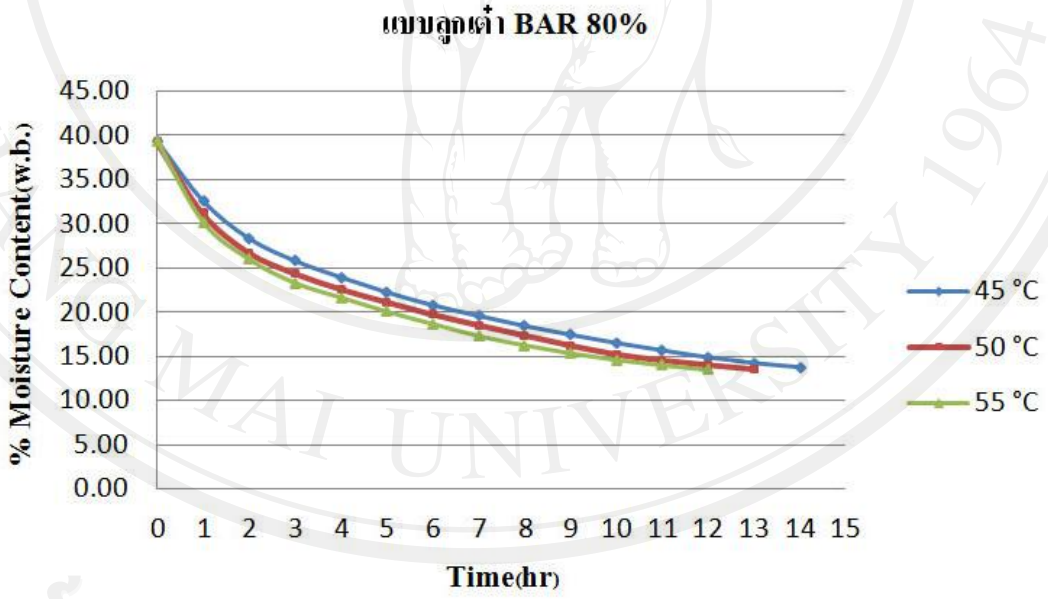
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิอบแห้ง 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณารูปที่ 4.1 พบว่า เวลาประมาณ 0 ถึง 1 ชั่วโมง ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากในช่วงนี้เป็นช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ โมเลกุลของน้ำอิสระที่ผิวของแกนสับปะรดแช่อิ่มสามารถระเหยออกได้ง่าย จากนั้นอัตราส่วนของความชื้นของวัสดุจะลดลงอย่างสม่ำเสมอ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากกระบวนการอบแห้งในช่วงนี้เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อแกนสับปะรดแช่อิ่มมาสู่ที่ผิว ตราบใดที่ยังมีความชื้นเหลืออยู่ในรูปของน้ำที่ผิววัสดุ ความร้อนทั้งหมดที่วัสดุได้รับในช่วงนี้ถูกใช้ในการระเหยความชื้นเท่านั้น หลังจากนั้นความชื้นจะลดลงอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช้าๆจนเกือบคงที่อย่างต่อเนื่อง เพราะการถ่ายเทความชื้นในรูปของน้ำจากส่วนในของวัสดุเกิดขึ้นไม่ทันกับการระเหยของน้ำจากผิววัสดุ ดังนั้นผิวของวัสดุจะอยู่ในสภาพที่แห้งและอุณหภูมิของวัสดุจะเริ่มสูงขึ้น ปริมาณความร้อนที่วัสดุได้รับนอกจากจะลดลงแล้ว ความร้อนนี้ยังต้องใช้ในการระเหยความชื้นและเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุด้วย สอดคล้องตามทฤษฎีการอบแห้งผลผลิตการเกษตร

เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิอบแห้ง 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียสพบว่าที่อุณหภูมิสูงมีการลดความชื้นได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงมีอัตราการถ่ายความร้อนและความชื้นระหว่างอากาศร้อนกับแกนสับปะรดแช่อิ่มมีค่ามาก ความแตกต่างระหว่างความดันไอของอากาศและของแกนสับปะรดแช่อิ่มจึงมีมากทำให้ปริมาณน้ำสามารถเคลื่อนตัวออกจากแกนสับปะรดแช่อิ่มได้ดี มีผลทำให้ความชื้นของแกนสับปะรดแช่อิ่มลดลงมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ และมีการใช้เวลาในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงคือ 12, 11 และ 10 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อดุลย์ หลักชัย (2552)



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิอบแห้ง 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส

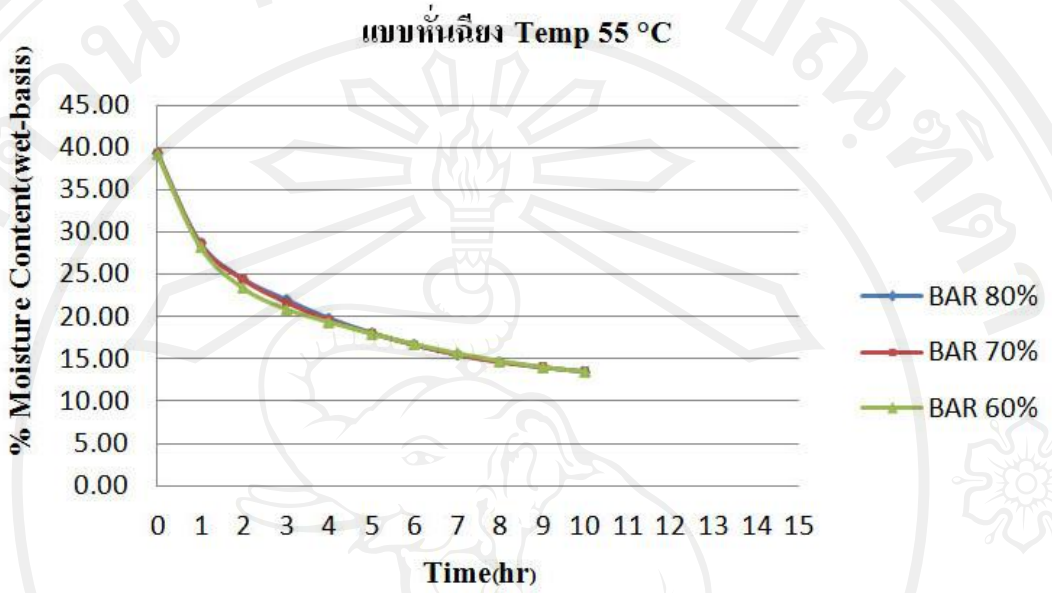
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณารูปที่ 4.2 พบว่า เวลาประมาณ 0 ถึง 1 ชั่วโมง เวลาประมาณ 0 ถึง 1 ชั่วโมง ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากในช่วงนี้เป็นช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ โมเลกุลของน้ำอิสระที่ผิวของแกนสับปะรดแช่อิ่มสามารถระเหยออกได้ง่าย จากนั้นอัตราส่วนของความชื้นของวัสดุจะลดลงอย่างสม่ำเสมอ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากกระบวนการอบแห้งในช่วงนี้เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อแกนสับปะรดแช่อิ่มมาสู่ที่ผิว ตราบใดที่ยังมีความชื้นเหลืออยู่ในรูปของน้ำที่ผิววัสดุ ความร้อนทั้งหมดที่วัสดุได้รับในช่วงนี้ถูกใช้ในการระเหยความชื้นเท่านั้น หลังจากนั้นความชื้นจะลดลงอย่างช้าๆจนเกือบคงที่อย่างต่อเนื่อง เพราะการถ่ายเทความชื้นในรูปของน้ำจากส่วนในของวัสดุเกิดขึ้นไม่ทันกับการระเหยของน้ำจากผิววัสดุ ดังนั้นผิวของวัสดุจะอยู่ในสภาพที่แห้งและอุณหภูมิของวัสดุจะเริ่มสูงขึ้น ปริมาณความร้อนที่วัสดุได้รับนอกจากจะลดลงแล้ว ความร้อนนี้ยังต้องใช้ในการระเหยความชื้นและเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุด้วย สอดคล้องตามทฤษฎีการอบแห้งผลผลิตการเกษตร

เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิอบแห้ง 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียสพบว่าที่อุณหภูมิสูงมีการลดความชื้นได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงมีอัตราการถ่ายความร้อนและความชื้นระหว่างอากาศร้อนกับแกนสับปะรดแช่อิ่มมีค่ามาก ความแตกต่างระหว่างความดันไอของอากาศและของแกนสับปะรดแช่อิ่มจึงมีมากทำให้ปริมาณน้ำสามารถเคลื่อนตัวออกจากแกนสับปะรดแช่อิ่มได้ดี มีผลทำให้ความชื้นของแกนสับปะรดแช่อิ่มลดลงมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ และมีการใช้เวลาในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงคือ 14, 13 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการทดลองของความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิอบแห้ง 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงและแบบลูกเต๋าเฉลี่ยที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส สัดส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์

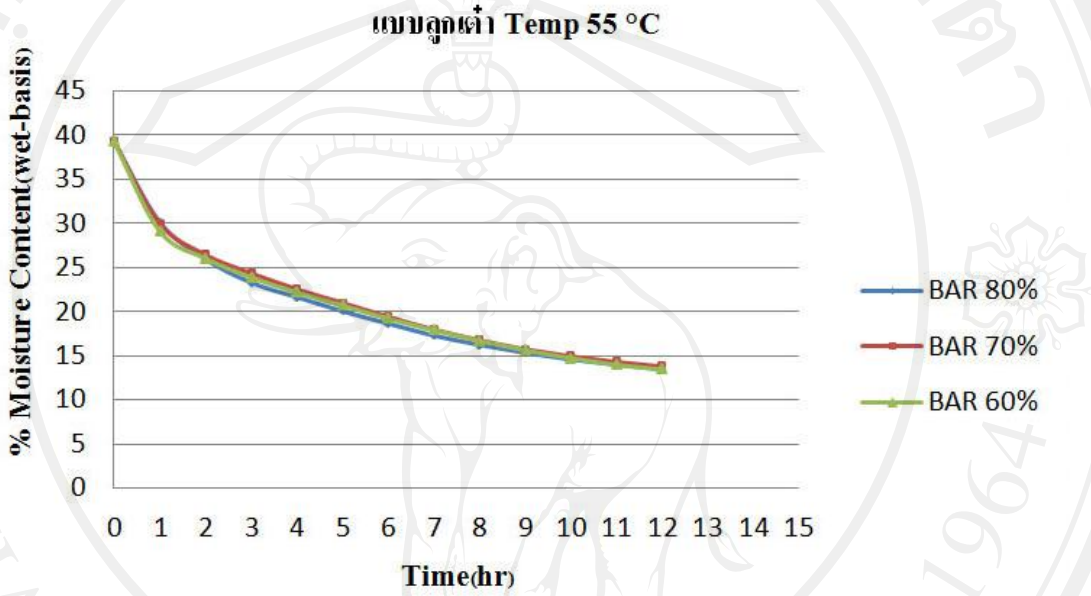


รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความความชื้นกับเวลาในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิอบแห้ง 55 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณารูปที่ 4.3 พบว่า เวลาประมาณ 0 ถึง 1 ชั่วโมง ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากในช่วงนี้เป็นช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ โมเลกุลของน้ำอิสระที่ผิวของแกนสับปะรดแช่อิ่มสามารถระเหยออกได้ง่าย จากนั้นอัตราส่วนของความชื้นของวัสดุจะลดลงอย่างสม่ำเสมอ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากกระบวนการอบแห้งในช่วงนี้เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อแกนสับปะรดแช่อิ่มมาสู่ที่ผิว ตราบใดที่ยังมีความชื้นเหลืออยู่ในรูปของน้ำที่ผิววัสดุ ความร้อนทั้งหมดที่วัสดุได้รับในช่วงนี้ถูกใช้ในการระเหยความชื้นเท่านั้น หลังจากนั้นความชื้นจะลดลงอย่างช้าๆจนเกือบคงที่อย่างต่อเนื่อง เพราะการถ่ายเทความชื้นในรูปของน้ำจากส่วนในของวัสดุเกิดขึ้นไม่ทันกับการระเหยของน้ำจากผิววัสดุ ดังนั้นผิวของวัสดุจะอยู่ในสภาพที่แห้งและอุณหภูมิของวัสดุจะเริ่มสูงขึ้น ปริมาณความร้อนที่วัสดุได้รับนอกจากจะลดลงแล้ว ความร้อนนี้ยังต้องใช้ในการระเหยความชื้นและเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุด้วย สอดคล้องตามทฤษฎีการอบแห้งผลผลิตการเกษตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย พบว่า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 60, 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการอบแห้งเฉลี่ย 29.97, 29.90 และ 29.80 กรัมน้ำต่อชั่วโมง ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถสรุปได้ว่าอัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 60, 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ไม่มีผลกระทบต่อการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มมากนัก สอดคล้องกับผลการทดลองของ นครินทร์ กันติเกตุ (2552)



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความความชื้นกับเวลาในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิอบแห้ง 55 องศาเซลเซียส

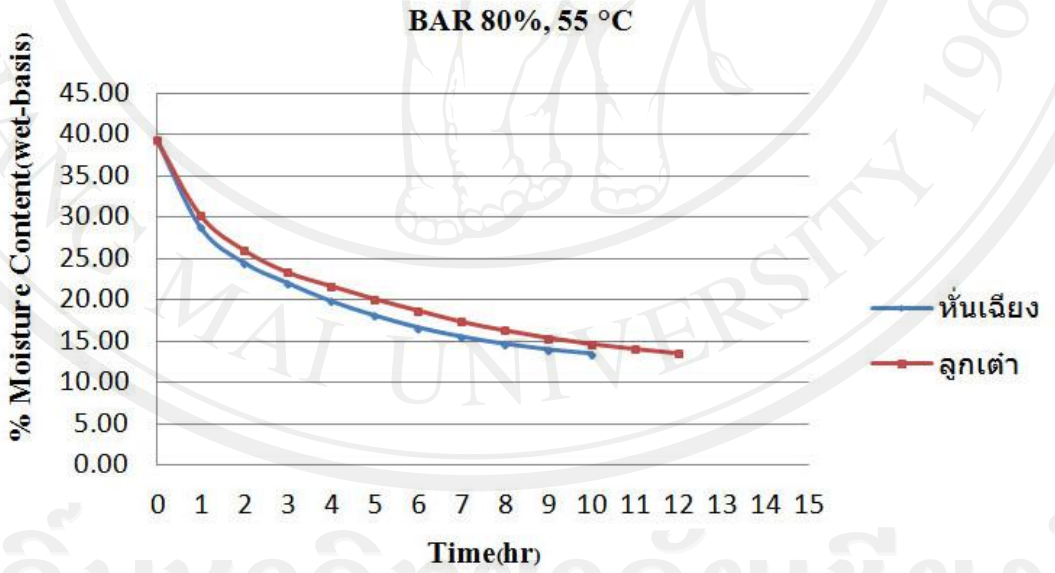
เมื่อพิจารณารูปที่ 4.4 พบว่า เวลาปราณ 0 ถึง 1 ชั่วโมง ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากในช่วงนี้เป็นช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ โมเลกุลของน้ำอิสระที่ผิวของแกนสับปะรดแช่อิ่มสามารถระเหยออกได้ง่าย จากนั้นอัตราส่วนของความชื้นของวัสดุจะลดลงอย่างสม่ำเสมอ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากกระบวนการอบแห้งในช่วงนี้เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อแกนสับปะรดแช่อิ่มมาสู่ที่ผิว ตราบใดที่ยังมีความชื้นเหลืออยู่ในรูปของน้ำที่ผิววัสดุ ความร้อนทั้งหมดที่วัสดุได้รับในช่วงนี้ถูกใช้ในการระเหยความชื้นเท่านั้น หลังจากนั้นความชื้นจะลดลงอย่างช้าๆจนเกือบคงที่อย่างต่อเนื่อง เพราะการถ่ายเทความชื้นในรูปของน้ำจากส่วนในของวัสดุเกิดขึ้นไม่ทันกับการระเหยของน้ำจากผิววัสดุ ดังนั้นผิวของวัสดุจะอยู่ในสภาพที่แห้งและอุณหภูมิของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วัสดุจะเริ่มสูงขึ้น ปริมาณความร้อนที่วัสดุได้รับนอกจากจะลดลงแล้ว ความร้อนนี้ยังต้องใช้ในการระเหยความชื้นและเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุด้วย สอดคล้องตามทฤษฎีการอบแห้งผลผลิตการเกษตร

เมื่อพิจารณาที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย พบว่า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 60, 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการอบแห้งเฉลี่ย 24.92, 24.67 และ 24.83 กรัมน้ำต่อชั่วโมง ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถสรุปได้ว่าอัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 60, 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ไม่มีผลกระทบต่อการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มมากนัก สอดคล้องกับผลการทดลองของความสัมพันธ์ระหว่างความความชื้นกับเวลาในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิอบแห้ง55 องศาเซลเซียส

ผลความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการอบแห้งกับสัดส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยของแกนสับปะรดแช่อิ่ม ที่อุณหภูมิอบแห้ง 55 องศาเซลเซียส ดังนี้



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงและแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิอบแห้ง 55 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

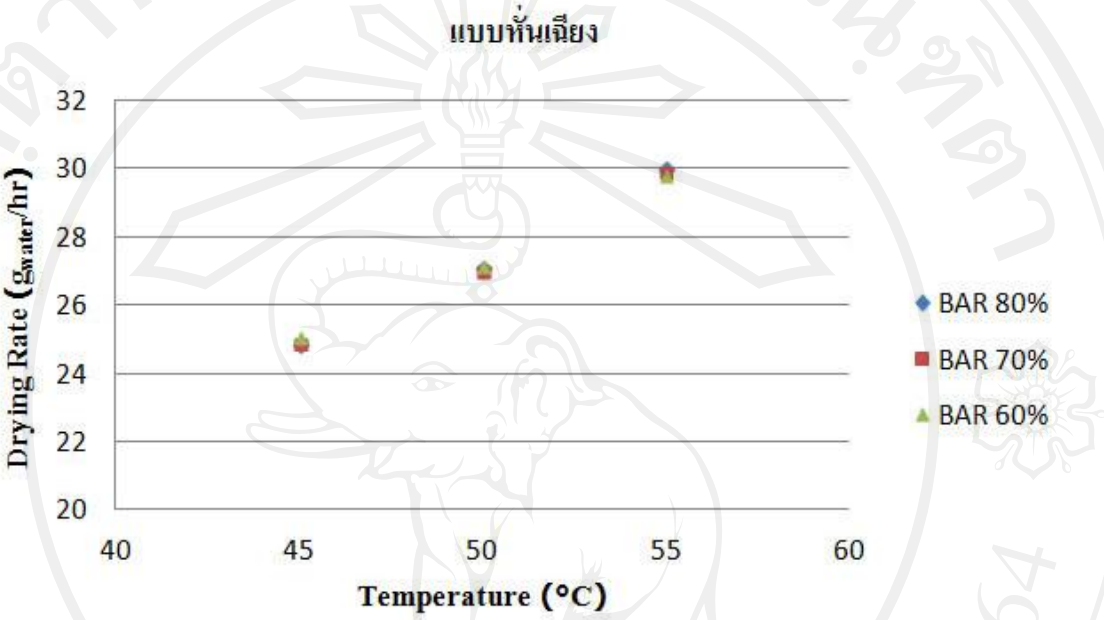
เมื่อพิจารณารูปที่ 4.5 พบว่า เวลาประมาณ 0 ถึง 1 ชั่วโมง ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากในช่วงนี้เป็นช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ โมเลกุลของน้ำอิสระที่ผิวของแกนสับปะรดแช่อิ่มสามารถระเหยออกได้ง่าย จากนั้นอัตราส่วนของความชื้นของวัสดุจะลดลงอย่างสม่ำเสมอ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากกระบวนการอบแห้งในช่วงนี้เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อแกนสับปะรดแช่อิ่มมาสู่ที่ผิว ตราบใดที่ยังมีความชื้นเหลืออยู่ในรูปของน้ำที่ผิววัสดุ ความร้อนทั้งหมดที่วัสดุได้รับในช่วงนี้ถูกใช้ในการระเหยความชื้นเท่านั้น หลังจากนั้นความชื้นจะลดลงอย่างช้าๆจนเกือบคงที่อย่างต่อเนื่อง เพราะการถ่ายเทความชื้นในรูปของน้ำจากส่วนในของวัสดุเกิดขึ้นไม่ทันกับการระเหยของน้ำจากผิววัสดุ ดังนั้นผิวของวัสดุจะอยู่ในสภาพที่แห้งและอุณหภูมิของวัสดุจะเริ่มสูงขึ้น ปริมาณความร้อนที่วัสดุได้รับนอกจากจะลดลงแล้ว ความร้อนนี้ยังต้องใช้ในการระเหยความชื้นและเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุด้วย สอดคล้องตามทฤษฎีการอบแห้งผลผลิตการเกษตร

เมื่อพิจารณาที่แกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงและแบบลูกเต๋าพบว่า แบบหั่นเฉียงมีความชื้นลดลงมากกว่าแบบลูกเต๋า ทั้งนี้เนื่องจากระยะทางการถ่ายเทความร้อนจากผิวไปสู่เนื้อแกนสับปะรดแช่อิ่มกับการเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อมาสู่ผิวแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงมีน้อยกว่าแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋า ทำให้การต้านทานการถ่ายเทความร้อนและมวลในเนื้อแกนสับปะรดแช่อิ่มลดลง แกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงจึงมีการลดความชื้นได้ดีกว่าแบบลูกเต๋า โดยที่อุณหภูมิอบแห้ง 50 องศาเซลเซียส แกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงใช้เวลาในการอบแห้ง 12 ชั่วโมง และแบบลูกเต๋าใช้เวลาในการอบแห้ง 10 ชั่วโมง ซึ่งพบว่าแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าแบบลูกเต๋า สอดคล้องกับการทดลองของ อดุลย์ หลักชัย (2552)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 ผลการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบปั๊มความร้อน

4.2.1 อัตราการอบแห้ง

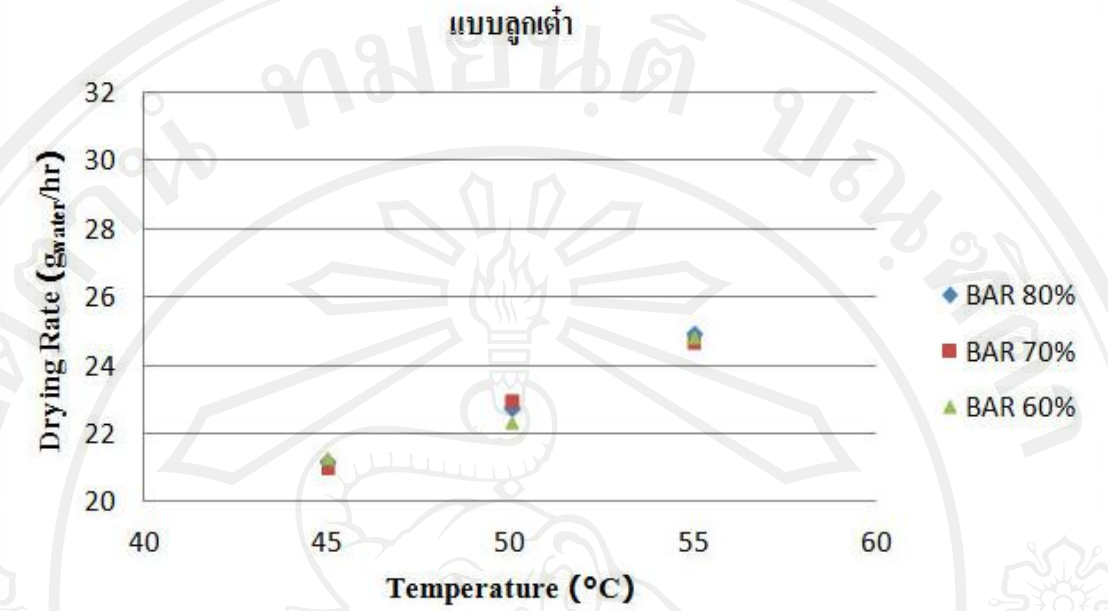


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการอบแห้งกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการอบแห้งกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนสำหรับแกนสับปะรดแช่อิ่ม พบว่าเมื่ออุณหภูมิอบแห้งเพิ่มขึ้น อัตราการอบแห้งจะเพิ่มขึ้นในทุกๆอัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย เนื่องจากที่อุณหภูมิอบแห้งสูงความแตกต่างระหว่างความดันไอของอากาศกับแกนสับปะรดแช่อิ่มมีมาก ปริมาณน้ำสามารถเคลื่อนตัวออกได้ดีกว่าอุณหภูมิอบแห้งต่ำ

เมื่อพิจารณาอัตราการอบแห้งที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอัตราการอบแห้งมีค่าใกล้เคียงกันในทุกอุณหภูมิอบแห้ง ซึ่งทุกๆอุณหภูมิอบแห้งและอัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยจะมีแนวโน้มที่คล้ายกัน สอดคล้องกับการทดลองของ อดุลย์ หลักชัย (2552) ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบแบบหั่นเฉียงที่อุณหภูมิอบแห้งสูงจะมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าที่อุณหภูมิอบแห้งต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

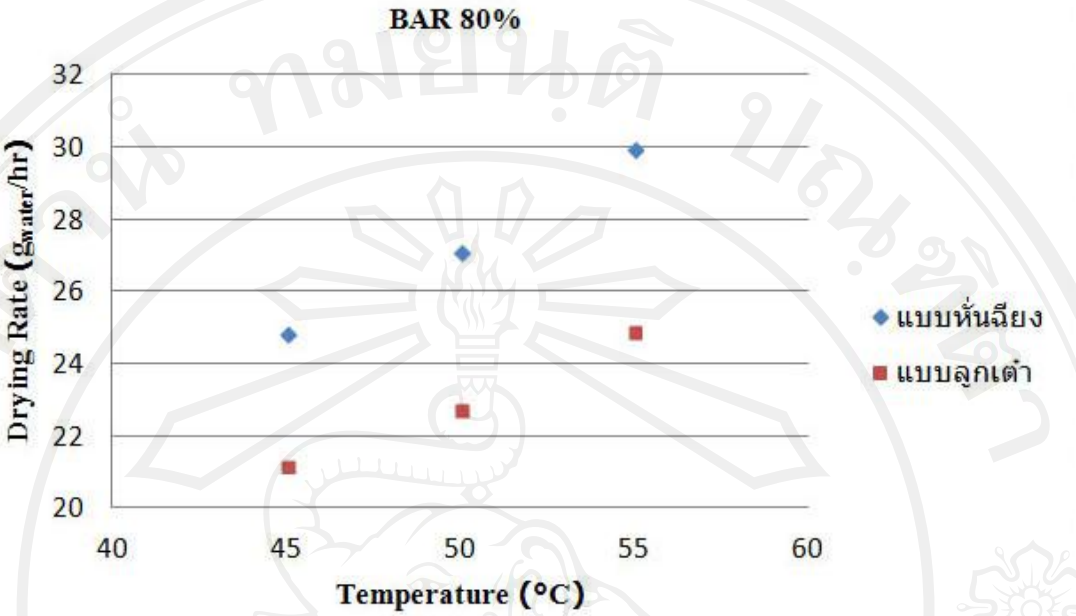


รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการอบแห้งกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการอบแห้งกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนสำหรับแกนสับปะรดแช่อิ่ม พบว่าเมื่ออุณหภูมิอบแห้งเพิ่มขึ้น อัตราการอบแห้งก็จะเพิ่มขึ้นในทุกๆอุณหภูมิอบแห้ง เนื่องจากที่อุณหภูมิอบแห้งสูงความแตกต่างระหว่างความดันไอของอากาศกับแกนสับปะรดแช่อิ่มมีมาก ปริมาณน้ำสามารถเคลื่อนตัวออกได้ดีกว่าที่อุณหภูมิอบแห้งต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยเดียวกัน เมื่อพิจารณาอัตราการอบแห้งที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าอัตราการอบแห้งใกล้เคียงกันในทุกอุณหภูมิอบแห้ง ซึ่งทุกๆอุณหภูมิอบแห้งและอัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยจะมีแนวโน้มที่คล้ายกัน สอดคล้องกับการทดลองของความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการอบแห้งกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋าที่อุณหภูมิอบแห้งสูงจะมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าที่อุณหภูมิอบแห้งต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

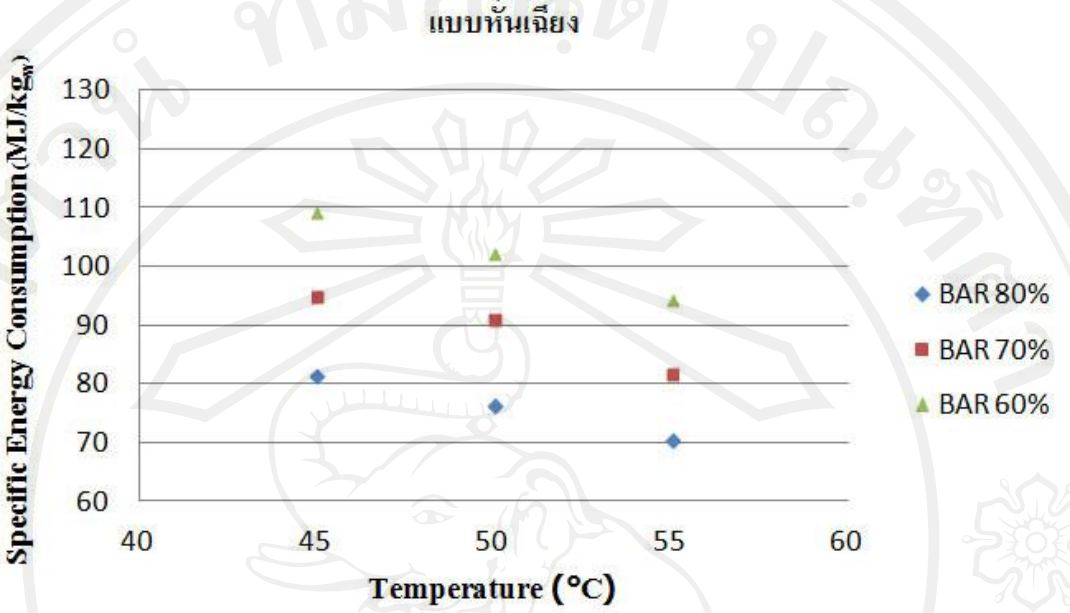


รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการอบแห้งกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง และแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการอบแห้งกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแบบหั่นเฉียงแลละแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อพิจารณาที่แกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงและแบบลูกเต๋าที่อุณหภูมิอบแห้งเดียวกัน พบว่าแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงมีอัตราการอบแห้งที่สูงกว่าแบบลูกเต๋า จากผลการทดลองพบว่าที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิอบแห้ง 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส แกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงมีอัตราการอบแห้ง 24.83, 27.09 และ 29.97 กรัมน้ำต่อชั่วโมง ตามลำดับ และแบบลูกเต๋ามีอัตราการอบแห้ง 21.17, 22.74 และ 24.92 กรัมน้ำต่อชั่วโมงตามลำดับ ซึ่งพบว่าแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงมีอัตราการอบแห้งมากกว่าแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋าทุกอุณหภูมิอบแห้ง จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงมีอัตราการลดความชื้นได้ดีกว่าแบบลูกเต๋าทุกอุณหภูมิอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2 ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ



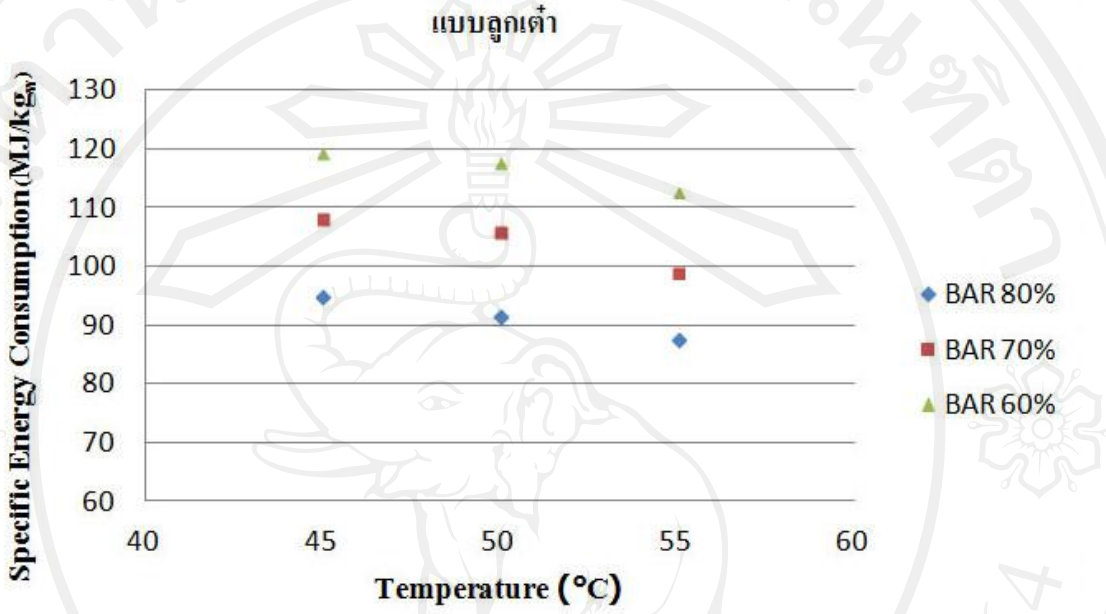
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์

จากรูปรูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เมื่ออุณหภูมิอบแห้งเพิ่มขึ้น ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีค่าลดลง เนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำจะใช้เวลาในการอบแห้งมากกว่าที่อุณหภูมิสูง ส่งผลให้ที่อุณหภูมิอบแห้งต่ำมีอัตราส่วนระหว่างพลังงานกับปริมาณน้ำระเหยมีค่าสูงกว่าที่อุณหภูมิอบแห้งสูงทุกอัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าที่อุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะลดลงตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลงานวิจัยของไกรสิงห์ อุดมญาติ (2548)

เมื่อพิจารณาที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยที่อุณหภูมิอบแห้งเดียวกันพบว่าอัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยลดลง ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเพิ่มขึ้น เนื่องจากที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยน้อยปริมาณอากาศที่ผ่านส่วนทำระเหยมีค่ามาก ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ขับเครื่องกัดไอมีค่ามากตามไปด้วย การใช้พลังงานจึงเพิ่มขึ้น ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะจึงมีค่าสูงขึ้น ดังนั้นการอบแห้งที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระเหย 80 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะน้อยกว่าการอบแห้งที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ทุกอุณหภูมิ ตามลำดับ



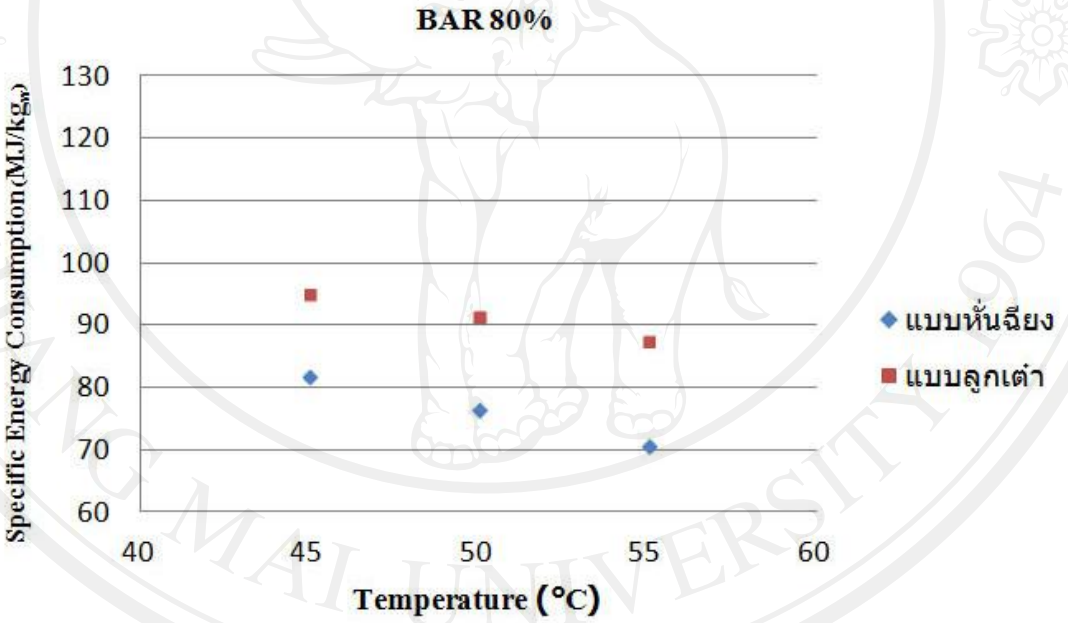
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์

จากรูปรูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เมื่ออุณหภูมิอบแห้งเพิ่มขึ้น ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีค่าลดลง เนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำจะใช้เวลาในการอบแห้งมากกว่าที่อุณหภูมิสูง ส่งผลให้ที่อุณหภูมิอบแห้งต่ำมีอัตราส่วนระหว่างพลังงานกับปริมาณน้ำระเหยมีค่าสูงกว่าที่อุณหภูมิอบแห้งสูงทุกอัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าที่อุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะลดลงตามลำดับ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ผลการทดลองของความสัมพันธ์ระหว่างความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลของ ความสัมพันธ์ระหว่างความสิ้นเปลือง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พลังงานจำเพาะกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยที่อุณหภูมิอบแห้งเดียวกันพบว่าอัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยลดลง ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเพิ่มขึ้น เนื่องจากที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยน้อยปริมาณอากาศที่ผ่านส่วนทำระเหยมีค่ามาก ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ขับเครื่องกัดไอมีค่ามากตามไปด้วย การใช้พลังงานจึงเพิ่มขึ้น ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะจึงมีค่าสูงขึ้น ดังนั้นการอบแห้งที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่น้อยกว่าการอบแห้งที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ทุกอุณหภูมิ ตามลำดับ



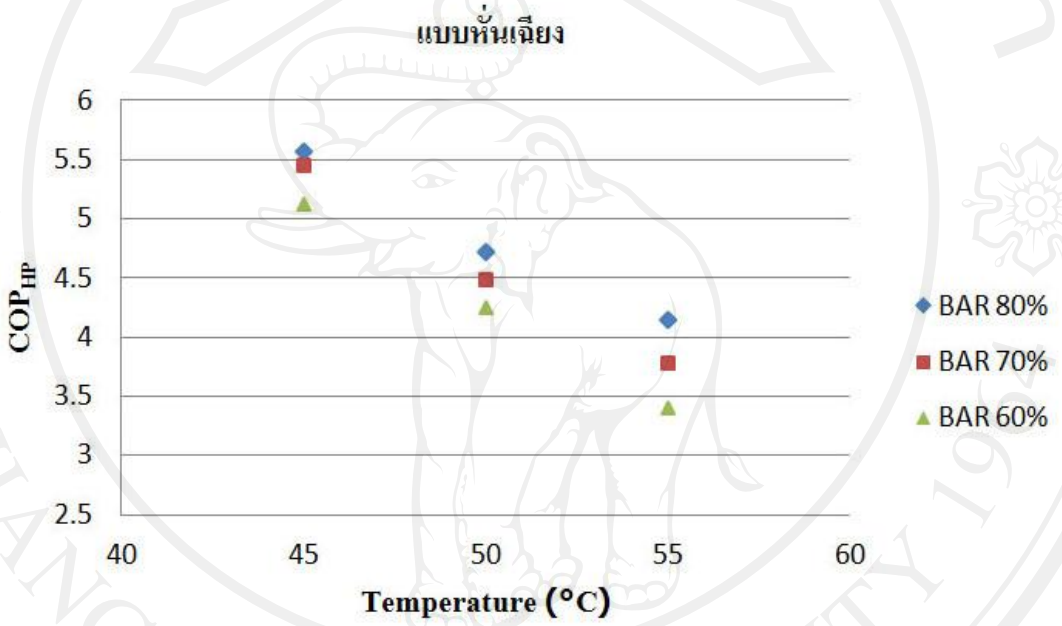
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงและแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.11 การวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงและแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่าแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงมีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเฉลี่ยต่ำกว่าแบบลูกเต๋าทุกอุณหภูมิอบแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากระยะทางการถ่ายเทความร้อนจากผิวไปสู่เนื้อกับการเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อมาสู่ผิวแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หั่นเฉียงมีน้อยกว่าแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋า ทำให้การต้านทานการถ่ายเทความร้อนและมวลในเนื้อแกนสับปะรดแช่อิ่มลดลง แกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงจึงมีการลดความชื้นได้ดีกว่าแบบลูกเต๋า ส่งผลให้อัตราส่วนระหว่างพลังงานที่จ่ายให้แก่เครื่องอัดไอกับปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงมีค่าน้อยกว่าแบบลูกเต๋าทุกอุณหภูมิอบแห้ง

4.2.3 สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อน

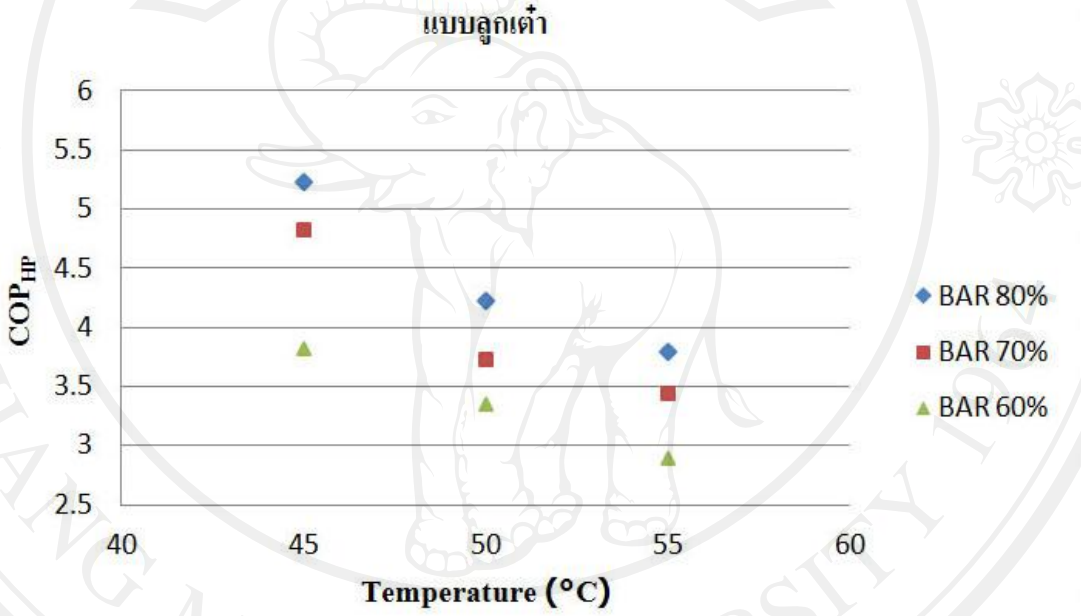


รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนมีค่าลดลง เนื่องจากอุณหภูมิในระบบอบแห้งสูงเครื่องอัดไอต้องใช้กำลังงานมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งสูงขึ้น สอดคล้องกับการวิเคราะห์ผลการทดลองของ อดุลย์ หลักชัย (2552)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิเดียวกัน พบว่าเมื่ออัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยลดลงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนมีค่าลดลงทุกอุณหภูมิ เนื่องจากที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยน้อยปริมาณอากาศที่ผ่านส่วนทำระเหยมีค่ามาก ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องอัดไอมีค่ามากตามไปด้วย ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนลดลงตามลำดับ ทุกอัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย และที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนลดลงตามลำดับ ทุกอุณหภูมิ



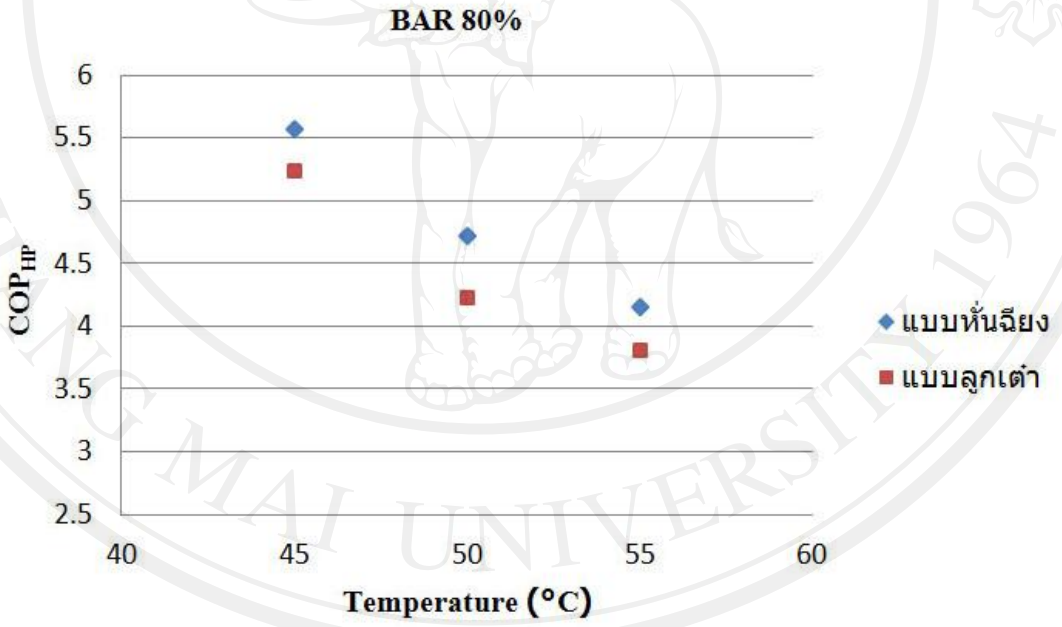
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนมีค่าลดลง เนื่องจากอุณหภูมิในระบบอบแห้งสูงเครื่องอัดไอต้องใช้กำลังงานมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งสูงขึ้นด้วย สอดคล้องกับการวิเคราะห์ผลการทดลองของความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ร้อนกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิเดียวกัน พบว่าเมื่ออัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยลดลงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนมีค่าลดลงทุกอุณหภูมิ เนื่องจากที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหยน้อยปริมาณอากาศที่ผ่านส่วนทำระเหยมีค่ามาก ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องอัดไอมีค่ามากตามไปด้วย ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนลดลงตามลำดับ ทุกอัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย และที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80, 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนลดลงตามลำดับ ทุกอุณหภูมิ



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงและแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณารูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงและแบบลูกเต๋า ที่อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อพิจารณาแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เฉียงและแบบลูกเต๋าพบว่า แกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนเฉลี่ยสูงกว่าแบบลูกเต๋า เนื่องจากการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋ามีค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอบแห้งภายในห้องอบแห้งกับอุณหภูมิภายนอกห้องอบแห้งมีค่ามากกว่าการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงดังนั้นการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบลูกเต๋าจึงต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์เครื่องอัดไอมากกว่าการอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียง จึงสามารถสรุปได้ว่าการทดลองอบแห้งแกนสับปะรดแช่อิ่มแบบหั่นเฉียงมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนเฉลี่ยน้อยกว่าแบบลูกเต๋า

4.3 การคัดเลือกเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนสำหรับแกนสับปะรดแช่อิ่ม

ในการคัดเลือกหาเงื่อนไขการอบแห้งที่เหมาะสมของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนสำหรับแกนสับปะรดแช่อิ่มได้พิจารณาจาก เวลา และพลังงานในการอบแห้ง พบว่าเงื่อนไขที่เหมาะสมของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนสำหรับแกนสับปะรดแช่อิ่มคือ อุณหภูมิอบแห้ง 55 องศาเซลเซียมี อัตราส่วนอากาศข้ามเครื่องทำระเหย 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใช้เวลาในการอบแห้ง และพลังงานในการอบแห้งน้อยที่สุดในการทดลอง โดยมีอัตราการอบแห้งคือ 29.97 กรัมน้ำต่อชั่วโมง และมีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 70.51 เมกกาจูลต่อกิโลกรัมน้ำระเหย

4.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนสำหรับแกนสับปะรดแช่อิ่ม

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของเครื่องแบบปั๊มความร้อนสำหรับแกนสับปะรดแช่อิ่ม

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ เมื่ออัตราส่วนลดเท่ากับ 7 เปอร์เซ็นต์

ปี	รายได้ (บาท)	ต้นทุน(บาท)	รายได้สุทธิ(บาท)	ค่าตัวลด(บาท)	PV(B-C) (บาท)
0	0	38,161.10	-38,161.10	1.00	-38,161.10
1	21,000	8,161,10	12,838.90	0.93	11,940.18
2	21,000	8,161,10	12,838.90	0.88	11,298.23
3	21,000	8,161,10	12,838.90	0.81	10,399.51
4	21,000	8,161,10	12,838.90	0.76	9,757.56
5	21,000	8,161,10	12,838.90	0.71	9,115.62
				NPV	14,350.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อวิเคราะห์จากค่า NPV มีค่าเท่ากับ 14,350.00 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 ดังนั้นโครงการมีความเป็นไปได้ในการลงทุน (เกณฑ์การตัดสินใจเมื่อพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ ให้ลงทุนเฉพาะในโครงการที่มีค่า NPV > 0)

การพิจารณาจากอัตราผลตอบแทนของโครงการ พบว่า อัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับ 32.20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าอัตราส่วนลดที่คิดจากค่าเสียโอกาส (0.07 เปอร์เซ็นต์) จึงมีความเป็นไปได้ในการลงทุน และมีระยะคืนทุนพบว่า มีระยะคืนทุนเท่ากับ 3 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved