Agricultural Sci. J. 50 : 3 (Suppl.) : 320-323 (2019) ว. วิทย. กษ. 50 : 3 (พิเศษ) : 320-323 (2562)

การทดสอบและพัฒนาเครื่องอบแห้งพริกอินฟราเรดแบบหมุน
Testing and Development of Infrared Rotary Chili Dryer

ธีรพจน์ แนบเนียน[1]
Teerapod Naebnean[1]

Abstract

The objective of this research were to testing and development of infrared rotary chili dryer. The rotating tank of 0.6 meter diameter 1.0 meters and infrared heater 700 watt was tested in these experiments. study the optimum drying conditions, temperatures of 60, 70 and 80°C, rotation rate of the tank 7, 8 and 9 rpm. The parameters used in the study are drying rate electrical power consumption and payback period. The results was to study showed that drying of 10 kg of fresh chili peppers, initial moisture content of 75-80% (w.b.), will receive about 3.6 kg of dried chilli has a moisture content of not more than 13.5% (w.b.) optimum drying conditions are 70°C and 8 rpm, because the minimum drying time is 5 hours and 40 minutes the energy consumption was 2.55 MJ/kg drying profits 33.36 baht/day. the payback period is 1 year.

Keywords: chili dryer, rotary, infrared

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการทดสอบและพัฒนาเครื่องอบแห้งพริกอินฟราเรดแบบหมุน โดยสร้างถังอบแห้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เมตร ยาว 1.0 เมตร ฮีตเตอร์อินฟราเรด 700 วัตต์ ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้ง ได้แก่ อุณหภูมิ 50, 60 และ 70°C อัตราการหมุนของถัง 7, 8 และ 9 rpm พารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษา คือ อัตราการอบแห้ง ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ และระยะเวลาคืนทุน ผลจากการศึกษาพบว่า การอบแห้งพริกชี้ฟ้า ครั้งละ 10 กิโลกรัม ความชื้นเริ่มต้นอยู่ที่ 75-80% (w.b.) จะได้พริกแห้งครั้งละประมาณ 3.6 กิโลกรัม โดยพริกแห้งจะมีความชื้นไม่เกิน 13.5% (w.b.) สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้ง ได้แก่ อุณหภูมิ 60°C และความเร็วรอบ 8 rpm เนื่องจากใช้เวลาในการอบแห้งน้อยที่สุดคือเวลา 5 ชั่วโมง 40 นาที คิดเป็นความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ เท่ากับ 2.55 MJ/kg มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำและได้พริกที่มีสีแดงสดใกล้เคียงกับพริกแห้งทั่วไป ผลกำไรในการอบแห้ง 33.36 บาท/วัน ระยะเวลาคืนทุน 1 ปี

คำสำคัญ: เครื่องอบแห้งพริก แบบหมุน อินฟราเรด

คำนำ

ในปัจจุบันเครื่องอบแห้งได้ถูกออกแบบและสร้างเพื่อใช้ในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรในหลายรูปแบบ เช่น เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน และเครื่องอบแห้งแบบอินฟราเรด เป็นต้น ซึ่งพบว่าในกระบวนการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งค่อนข้างนานและสิ้นเปลืองพลังงาน และในการอบแห้งวัสดุทางการเกษตรนั้นส่วนมากวัสดุจะถูกบรรจุอยู่กับที่ภายในห้องอบแห้ง ทำให้มีปัญหาเรื่องความไม่สม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการกระจายลมในห้องอบแห้งไม่สม่ำเสมอ อีกทั้งวัสดุไม่มีการเคลื่อนที่ จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาการอบแห้งแบบถังหมุน (Ajayi and Sheehen, 2012) เพื่อให้วัสดุสัมผัสความร้อนได้อย่างทั่วถึง ลดระยะเวลาในการอบแห้งและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน โดยการนำรังสีอินฟราเรดมาเป็นแหล่งผลิตความร้อนให้กับเครื่องอบแห้ง ซึ่งรังสีอินฟราเรดสามารถแผ่ทะลุเข้าไปในเนื้อวัสดุ ส่งผลให้โมเลกุลของน้ำในเนื้อวัสดุสั่นและเกิดความร้อน ซึ่งทำให้อุณหภูมิในเนื้อวัสดุสูงกว่าอุณหภูมิที่ผิว ส่งผลให้ผิวภายนอกของวัสดุอบแห้งไม่เหี่ยวย่น และยังคงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ไว้ใกล้เคียงกับวัตถุดิบที่นำมาอบแห้ง (Nourhene *et al*., 2009; วัชรินทร์, 2556) นอกจากนี้ รังสีอินฟราเรดยังให้ความร้อนได้อย่างรวดเร็วและกระจายความร้อนสม่ำเสมอ ประหยัดพลังงานและลดระยะเวลาในการอบแห้ง (Vogt, 2007) การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องอบแห้งพริกอินฟราเรดแบบหมุน โดยทำการทดสอบและประเมินความสามารถ การประหยัดพลังงานของเครื่องอบแห้งพริก

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000
[1]Division of Energy Engineering, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan, 60000

อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องอบแห้งพริกอินฟราเรดแบบหมุน โครงสร้างประกอบด้วย ถังอบแห้งทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม ขนาดของถังอบแห้งมีพื้นที่หน้าตัด 0.6 เมตร และความยาว 1.0 เมตร จำนวนตัวตัก 4 ตัว มอเตอร์หมุนถังอบแห้ง ขนาด 90 วัตต์ อุปกรณ์ให้ความร้อนฮีตเตอร์อินฟราเรด ขนาด 700 วัตต์ ชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature controller) โดยใช้เทอร์โมคัปเปิล ชนิด K ต่อไปยังเครื่องบันทึกสัญญาณเวลา (Data logger) เพื่อบันทึกอุณหภูมิการอบแห้ง (Figure 1)

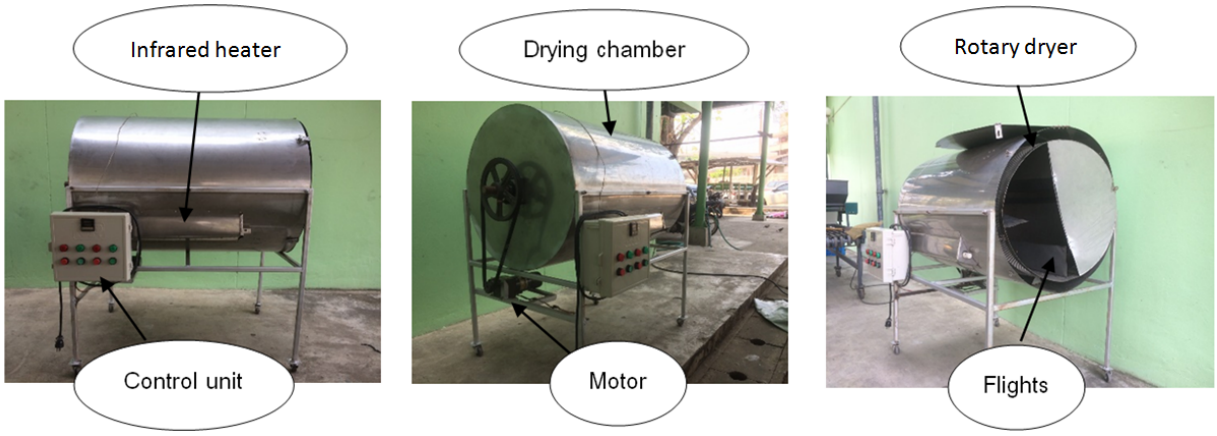

Figure 1 Infrared rotary chili dryer

ทำการอบแห้งพริกชี้ฟ้า ครั้งละ 10 กิโลกรัม ความชื้นเริ่มต้น 75-80% (w.b.) อบแห้งพริกอุณหภูมิ 50, 60 และ 70°C อัตราการหมุนของถัง 7, 8 และ 9 rpm จดบันทึกค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้มิเตอร์ไฟฟ้า ค่าความชื้นก่อนการอบแห้ง ค่าความชื้นหลังการอบแห้ง เก็บข้อมูลทุก 15 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นเก็บข้อมูลทุก 30 นาที จนสิ้นสุดการทดลอง แล้วนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ผล การคำนวณหาอัตราการอบแห้ง (Drying rate) ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (SEC) และประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งจากอัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (Tirawanichakul *et al.*, 2008)

ผล

1. ผลการทดสอบอัตราการอบแห้ง

ทำการทดลองอบแห้งพริกที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70°C อัตราการหมุนของถัง 7, 8 และ 9 rpm แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Moisture content กับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง และระยะเวลาในการอบแห้ง (Figure 2)

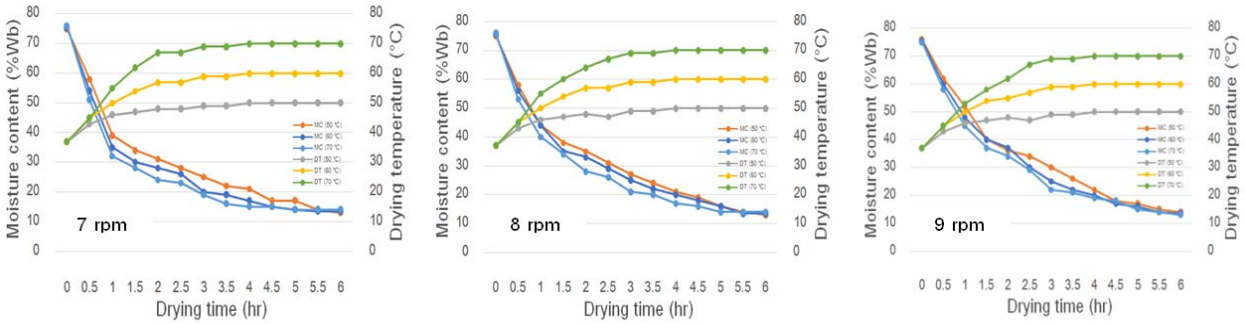

Figure 2 Chili drying at 50, 60 และ 70°C rotation rate of the tank 7, 8 and 9 rpm

จากการทดลองพบว่าการอบแห้งพริกจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ความชื้นของพริกจะลดลงอย่างมากและยังพบว่ามีน้ำอยู่ที่บริเวณผิวของพริกจำนวนมาก ช่วงที่ 2 พบว่าความชื้นของพริกจะลดลงค่อนข้างน้อย เนื่องจากอุณหภูมิภายเริ่มคงที่ทำให้ปริมาณน้ำภายในพริกค่อยๆลดลง ช่วงที่ 3 ความชื้นของพริกจะอยู่ประมาณไม่เกิน 14% (w.b.) และจะค่อยๆ ลดลงเมื่อน้ำที่ผิวของพริกแห้งจนหมด จากการทดลองยังพบว่าที่ อุณหภูมิ 60°C อัตราการหมุนของถัง 8 rpm จะทำให้ความชื้นของพริกลดลงเร็วขึ้น โดยผิวภายนอกของพริกแห้งไม่เหี่ยวย่น และยังคงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ไว้ใกล้เคียงกับพริกที่นำมาอบแห้ง

2. ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้งพริกอินฟราเรดแบบหมุน

ผลการทดสอบการอบแห้งพริก ที่อุณหภูมิ 50°C อัตราการหมุนของถัง 8 rpm มีระยะเวลาในการอบแห้งน้อยสุด คือ 6 ชั่วโมง ความชื้นก่อนอบแห้ง 78.5% (w.b.) ความชื้นหลังอบแห้ง 13.4% (w.b.) มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 2.63 MJ/kg ที่อุณหภูมิ 60°C อัตราการหมุนของถัง 8 rpm มีระยะเวลาในการอบแห้งน้อยสุด คือ 5 ชั่วโมง 40 นาที ความชื้นก่อนการอบแห้ง 79.1% (w.b.) ความชื้นหลังการอบแห้ง 13.4% (w.b.) มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 2.55 MJ/kg ที่อุณหภูมิ 70°C อัตราการหมุนของถัง 8 rpm มีระยะเวลาในการอบแห้งน้อยสุด คือ 5 ชั่วโมง 10 นาที ความชื้นก่อนการอบแห้ง 80.2% (w.b.) ความชื้นหลังการอบแห้ง 13.5% (w.b.) มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 2.88 MJ/kg (Table 1)

Table 1 Performance test of infrared rotary chili dryer

Experimental conditions			Moisture content		Moisture content	Unit	SEC
Temperature (°C)	Time (hr)	Speed (rpm)	Initial % (w.b.)	Final % (w.b.)	decreased % (w.b.)	(KWh)	(MJ/kg)
	6.15	7	76.2	13.5	62.7	4.89	2.81
50°C	6.00	8	78.5	13.4	65.1	4.75	2.63
	6.10	9	75.4	13.5	61.9	4.86	2.83
	6.00	7	78.5	13.2	65.3	4.81	2.65
60°C	5.40	8	79.1	13.4	65.7	4.65	2.55
	5.50	9	76.3	13.5	62.8	4.76	2.73
	5.50	7	79.1	12.8	66.3	5.42	2.94
70°C	5.10	8	80.2	13.5	66.7	5.34	2.88
	5.30	9	78.5	13.4	65.1	5.51	3.05

จากการเปรียบเทียบการอบแห้งด้วยสภาวะการอบแห้ง ช่วงอุณหภูมิ 50, 60 และ 70°C อัตราการหมุนของถัง 7, 8 และ 9 rpm พบว่า ปัจจัยของอุณหภูมิและอัตราการหมุนของถังอบแห้งมีผลต่อระยะเวลาในการอบแห้งและความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ โดยสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสม คือ ช่วงอุณหภูมิ 60°C อัตราการหมุนของถัง 8 rpm ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 5 ชั่วโมง 40 นาที ความชื้นก่อนการอบแห้ง 79.1% (w.b.) ความชื้นหลังการอบแห้ง 13.4% (w.b.) ปริมาณความชื้นลดลง เท่ากับ 65.7% (w.b.) พลังงานที่ใช้ 4.65 KWh มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 2.55 MJ/kg โดยในการอบแห้งจะใช้พริกสดครั้งละ 10 กิโลกรัม และได้พริกแห้งน้ำหนักประมาณ 3.6 กิโลกรัม

3. ลักษณะทางกายภาพของพริก

อุณหภูมิมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของพริก คือ สีและความชื้นในพริก ถ้าอุณหภูมิในการอบต่ำ พริกจะสีแดงสดและไม่แข็งเปราะแต่จะใช้เวลาในการอบนาน ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปสีของพริกจะแดงคล้ำ แข็งเปราะและมีกลิ่นไหม้ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบพริก คือ 60°C เพราะว่าสีของพริกแดงสด ผิวมันวาว ไม่แข็งเปราะและใช้เวลาในการอบน้อย (Figure 3)

Temperature 50°C Temperature 60°C Temperature 70°C

Figure 3 Physical characteristics of chili

วิจารณ์ผล

ผลการทดสอบเครื่องอบแห้งพริกอินฟราเรดแบบหมุน ที่สภาวะการอบแห้งต่างๆ มีผลต่อความชื้นภายในเม็ดพริกและระยะเวลาในการอบแห้ง จากการอบแห้งพริกชี้ฟ้า ครั้งละ 10 กิโลกรัม ความชื้นเริ่มต้นอยู่ที่ 75-80% (w.b.) จะได้พริกแห้งครั้งละประมาณ 3.6 กิโลกรัม โดยพริกแห้งจะมีความชื้นไม่เกิน 13.5% (w.b.) พบว่า อัตราการหมุนถังที่เหมาะสม คือ 8 rpm ซึ่งจะทำให้พริกมีการกระจายไปทั่วถังอบ และส่งผลทำให้ผลของพริกสัมผัสกับลมร้อนได้ดี ส่วนอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งพริกเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด พบว่า ที่อุณหภูมิ 50°C จะใช้เวลาในการอบแห้งพริกนานมาก พริกแห้งที่ได้จะมีสีแดงใกล้เคียงกับพริกแห้งทั่วไป แต่จะเหี่ยว เนื่องจากระยะเวลาในการอบแห้งนาน ส่วนที่อุณหภูมิ 70°C จะใช้เวลาในการอบแห้งพริกเพียง 5 ชั่วโมง 10 นาที พริกแห้งที่ได้มีสีแดงเข้ม มีกลิ่นไหม้ กรอบเปราะและแตกหักง่าย ขณะที่อุณหภูมิ 60°C นั้นพบว่าเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม โดยจะใช้เวลาในการอบแห้งพริก 5 ชั่วโมง 40 นาที แต่พริกแห้งที่ได้มีสีแดงสด มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า 4.65 KWh ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 2.55 MJ/kg และการแตกหักของผลไม่เกิน ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก งบประมาณในการสร้างเครื่อง 12,000 บาท ผลกำไรในการอบแห้ง 33.36 บาท/วัน ระยะเวลาคืนทุน 1 ปี

สรุป

การทดสอบเครื่องอบแห้งพริกอินฟราเรดแบบหมุน พบว่า อัตราการอบแห้ง ได้แก่ อุณหภูมิและอัตราการหมุนถังที่เหมาะสมส่งผลให้ระยะเวลาในการอบแห้งและความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะลดลง การอบแห้งมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพริกแห้ง (มอก. 456-2526) โดยพริกมีลักษณะแบนเล็กน้อย สีแดงถึงแดงแก่ ภายในผลมีเมล็ดสีเหลือง มีรส กลิ่น ตามธรรมชาติของพริก ไม่มีกลิ่นหื่นอับหรือกลิ่นแปลกปลอมอื่นๆ ไม่มีเชื้อรา ที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่า

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

วัชรินทร์ ดงบัง. 2556. รังสีอินฟาเรดและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 18 : 299-304.

Ajayi, O. O. and M.E. Sheehen. 2012. Design loading of free flowing and cohesive solids in flighted rotary dryers. Chemical Engineering Science 73 : 400-411.

Nourhene, B., B. Neila, B.S. Imen and K. Nabil. 2009. Comparison on the total phenol contents and the color of fresh and infrared dried olive leaves. Industrial Crops and Product 29 : 412-419

Tirawanichakul, S., W. Na-Phatthalung and Y. Tirawanichakul. 2008. Drying strategy of shrimp using hot air convection and hybrid infrared radiation and hot air convection. Walailak Journal of Science and Technology 55 : 77-100.

Vogt, M. 2007. Infrared drying lowers energy costs and drying times. Plastics, Additives and Compounding 9 : 58-61.