ลมร้อนจากกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นเพื่อการอบแห้ง

Hot air from the gasification processes to drying

อนุพนธ์ พิมพ์ช่วย[1]*, ไพโรจน์ เขียวน้ำชุม[1], เกษมสันต์ โพธิ์ประเสริฐ[1], จตุรงค์ ท่านัดธี[1], อรรถชัย ระชะตะ[1], ดนัย สาริยันต์[1], เพทาย สุริยะ[1], นวพล กลิ่นชู [1], สุขสันต์ คำแก้ว[1], วรุต พานโคตร[1], นิธินันท์ คงภูมิ และ จักรพงศ์ พยังเม[1]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี รหัสไปรษณีย์ 20131

*ติดต่อ: E-mail: anuphon@buu.ac.th เบอร์โทรศัพท์: (663) 8102222 ต่อ 3385, เบอร์โทรสาร: (662) 745806

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงชนิดไหลขวาง (Cross draft Gasifier Stove) มาผลิตลมร้อนเพื่ออบแห้งพืชผลทางการเกษตร ผลการศึกษาพบว่าลมร้อนดังกล่าวสามารถปรับให้มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 50 ถึง 80 $^{\circ}$C ได้ โดยมีอัตราการไหลเชิงมวลอยู่ระหว่าง 0.0469 ถึง 0.1059 กิโลกรัมต่อวินาที ซึ่งประสิทธิภาพสูงสุดของระบบมีค่าเท่ากับ 18 % ลมร้อนที่ผลิตได้มีการนำไปอบพืชผลทางการเกษตรที่สำคัญเช่น พริกชี้ฟ้าแดง เห็ดหอม และเม็ดมะม่วงหิมพานต์ โดยการอบแต่ละชนิดจะทำการศึกษาเวลาและช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งพบว่าหากต้องการให้ได้พริกชี้ฟ้าแดงที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของท้องตลาดมากที่สุดจะต้องอบที่อุณหภูมิ 70 $^{\circ}$C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ส่วนการอบเห็ดหอมพบว่าหากต้องการให้ได้เห็ดหอมที่มีสีและกลิ่นตรงตามความต้องการของท้องตลาดจะต้องอบโดยเริ่มที่อุณหภูมิ 30 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วเพิ่มอุณหภูมิขึ้นครั้งละ 2 $^{\circ}$C ในทุกๆ 2 ชั่วโมงจนมีอุณหภูมิเท่ากับ 50 $^{\circ}$C แล้วอบต่อไปอีก 1 ชั่วโมง จากนั้นให้เพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 $^{\circ}$C แล้วอบต่อไปจนมีความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ 4 % รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 25 ชั่วโมง สุดท้ายคือการอบเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ได้มีการเพิ่มแผงผลิตลมร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าห้องแลกเปลี่ยนความร้อน โดยการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพรวมของระบบมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 25.7 % และหากต้องการให้เม็ดมะม่วงหิมพานต์มีความชื้น 4 % ตามความต้องการของท้องตลาด จะต้องอบที่อุณหภูมิ 90 $^{\circ}$C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

คำหลัก: ลมร้อน, อบแห้ง

Abstract

This research is aims to study the possibility of using the Crossdraft Gasifier Stove to produce hot air for drying agricultural crops. The study showed that the temperature can be control between 50 and 80 $^{\circ}$C for 0.0469 and 0.1059 kilogram per second of mass flow rate. The maximum system efficiency is 18 %. The product hot air has led to drying many agricultural crops such as red pepper, mushrooms and cashews. A suitable condition of hours and temperature are studied. The market quality of red pepper was meet at 70 $^{\circ}$C and 6 hours. The market famous mushroom a matter of color, scent and moisture found that the suitable process is starting temperature of 30 ℃ for 1 hour and then increments of 2 degrees Celsius for every 2 hours until 50 ℃ and still for 1 hour, then bake

for 60 ℃ until the final moisture is 4 %. The total time is 25 hours. In case of cashew, the solar panels had added to increase the temperature of air before the heat exchanger. The overall efficiency was rise to 25.7 %. The drying process to be run until proper humidity of cashew is 4 %, according to the market needs. The suitable temperature is 90 ℃ and 10 hours.

Keywords: hot air, drying

1. บทนำ

การอบแห้งเป็นกระบวนการที่นิยมในการถนอมอาหาร ยกตัวอย่างอาหารที่นิยมอบแห้ง เช่น พริกชี้ฟ้าแดง เห็ดหอม และเม็ดมะม่วงหิมพานต์ การอบแห้งนั้นนอกจากจะเป็นการถนอมอาหารแล้วยังช่วยให้กลิ่นและรสชาติของอาหารดีขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าการอบแห้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์อย่างมากดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มูลค่าของพืชผลทางการเกษตรก่อนและหลังการอบแห้ง (บาทต่อกิโลกรัม)

ชนิด	ก่อนอบ	หลังอบ
พริกชี้ฟ้าแดง [1]	55	100
เห็ดหอม [2]	130-140	300
เม็ดมะม่วงหิมพานต์ [3]	30-50	380

การอบแห้งนั้นจะใช้แหล่งผลิตลมร้อนที่แตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสม ยกตัวอย่างของพริกแห้งและเห็ดหอมจะนิยมใช้การตากแดดหรืออบด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า [4], [5] ซึ่งการอบด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้านั้นจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี แต่จะมีค่าใช้จ่ายสูง ส่วนการอบเม็ดมะม่วงหิมพานต์ จะนิยมใช้ความร้อนจากฮีตเตอร์ไฟฟ้าและแก๊สหุงต้ม [3] ที่มีค่าใช้จ่ายสูงทั้งสิ้น จากข้อมูลที่กล่าวมาหากมีการประยุกต์ใช้พลังงานจากแหล่งอื่นที่มีราคาถูกกว่าก็จะช่วยเพิ่มผลกำไรได้มากขึ้น ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะผลิตลมร้อนด้วยแหล่งพลังงานชีวมวลทดแทนการใช้ไฟฟ้าและแก๊สหุงต้มที่มีราคาแพง งานวิจัยนี้จึงได้นำเอาเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงชนิดไหลขวาง (Crossdraft Gasifier Stove) มาเป็นแหล่งความร้อน เนื่องจากเป็นระบบที่สามารถเร่งเครื่องได้ดีเพราะโซนเผาไหม้มีบริเวณแคบ อุณหภูมิสามารถขึ้นถึง 2,000 $^{\circ}$C ช่วงเวลาเริ่มเกิดแก๊สเชื้อเพลิงเร็วโดยใช้เวลาเพียง 5-10 นาทีเท่านั้น [6] ทั้งนี้ได้มีการเพิ่มชุดแลกเปลี่ยนความร้อนในการผลิตลมร้อนแทนที่จะใช้การเผาไหม้โดยตรงแบบเดิมเนื่องจากลมร้อนที่จะนำไปใช้ในการอบพืชผลทางการเกษตรนั้นจะต้องเป็นลมที่สะอาดปราศจากเถ้าและควันไฟ ซึ่งชุดผลิตลมร้อนที่มีชุดแลกเปลี่ยนความร้อนนี้สามารถผลิตลมร้อนสะอาดตามที่ต้องการได้

2. วัตถุประสงค์

ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงชนิดไหลขวาง (Cross draft Gasifier Stove) มาผลิตลมร้อนเพื่ออบแห้งพืชผลทางการเกษตรอันประกอบด้วยพริกชี้ฟ้าแดง เห็ดหอมและเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ทั้งนี้จะศึกษาเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบด้วย

3. การวิเคราะห์ความชื้นของผลิตภัณฑ์

อัตราการอบแห้งจะถูกควบคุมโดยความต้านทานการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำในเนื้อวัสดุ วัสดุจะมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นเนื่องจากอัตราการระเหยของน้ำลดลง แต่อัตราการถ่ายเทความร้อนจากของไหลจะยังมีค่าเท่าเดิมอัตราส่วนความชื้นจะไม่ลดลงเป็นสัดส่วนกับเวลาอีกต่อไป

ค่าความชื้น (Moisture content, M) คือค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเทียบกับมวลของวัสดุ ความชื้นในวัสดุสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ ความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis, M_w) และความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry basis, M_d) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (1) และ (2) ตามลำดับ [7]

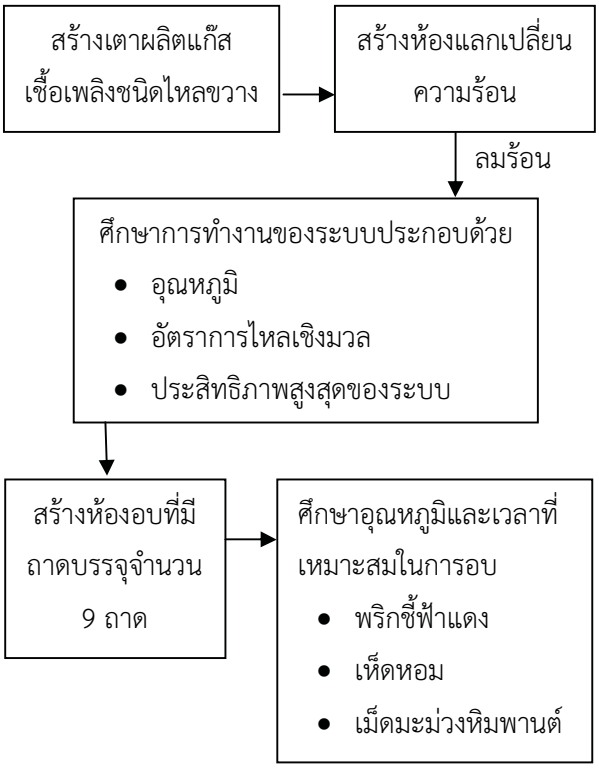
$$M_w = \frac{w-d}{w} \times 100 \qquad (1)$$

$$M_d = \frac{w-d}{d} \times 100 \qquad (2)$$

เมื่อ M_w คือร้อยละของความชื้นมาตรฐานเปียก
M_d คือร้อยละของความชื้นมาตรฐานแห้ง
W คือมวลเปียกของวัสดุ, กิโลกรัม
d คือมวลแห้งของวัสดุ, กิโลกรัม

4. วิธีดำเนินการวิจัย

สร้างเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงและห้องแลกเปลี่ยนความร้อนประกอบกันเป็นชุดผลิตลมร้อน จากนั้นสร้างห้องอบเพื่อศึกษาการอบพืชผลทางการเกษตรโดยมีลำดับขั้นตอนดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

5. วิธีการศึกษาและผลการทำงานของระบบ

ชุดผลิตลมร้อนเพื่ออบพืชผลทางการเกษตรแสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งการทำงานของระบบจะเริ่มจากการใส่เชื้อเพลิงลงไปในเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิง (1) แล้วจุดไฟ รอจนได้เปลวไฟออกมาจากปล่องเปลวไฟ (2) ซึ่งเปลวไฟที่ได้จะไหลเข้าทางด้านล่างของห้องแลกเปลี่ยนความร้อน (3) ผ่านเข้าไปในชุดท่อติดครีบแล้วไหลออกสู่ด้านบนของห้องแลกเปลี่ยนความร้อน (3) เป็นไอเสีย ขณะเดียวกันกับที่ชุดท่อแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีไอร้อนจากเปลวไฟไหลอยู่ภายใน พัดลมป้อนอากาศ (4) จะดูดอากาศจากภายนอกผ่านท่อส่งลมเย็น (5) มาเป่าผ่านชุดท่อติดครีบแลกเปลี่ยนความร้อนจนเกิดเป็นลมร้อนออกไปใช้งานในห้องอบ (6) ต่อไป ซึ่งลมร้อนที่ผ่านการใช้งานแล้วจะไหลออกที่ปล่องทางออกของลม (7) ทั้งนี้การควบคุมอุณหภูมิของลมร้อนที่ผลิตได้จะอาศัยการปรับอัตราการไหลของอากาศที่เข้ามาผลิตลมร้อนโดยผู้ควบคุมจะต้องทำการปรับด้วยตนเอง

รูปที่ 2 ส่วนประกอบของชุดอุปกรณ์อบแห้ง

การศึกษาการทำงานของระบบจะต้องทราบค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าและออกจากห้องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อหาค่าเอนทาลปีของอากาศ พร้อมทั้งต้องทราบความเร็วลมด้วย ซึ่งจะใช้อุปกรณ์ยี่ห้อ Testo รุ่น 435 เป็นอุปกรณ์การวัดค่าดังกล่าว อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถแสดงค่าทศนิยม 1 ตำแหน่ง และค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และความเร็วลมมีค่าเท่ากับ ±0.2 °C, ±2.5 %RH และ ±0.2 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่ง

หลังจากที่ได้ทำการวัดค่าต่างๆ เพื่อมาทำการวิเคราะห์ พบว่าผลการศึกษาการทำงานของระบบแต่ละส่วนแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2 โดยประสิทธิภาพของระบบผลิตลมร้อนนี้สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\eta = \frac{\dot{m}_{air}(h_2 - h_1)}{\dot{m}_{fuel}(HHV_{fuel}) + electricity} \times 100\% \qquad (3)$$

เมื่อ $\dot{m}_{air}$ คืออัตราการไหลเชิงมวลของลมร้อนที่ผลิต

h_2 คือเอนทาลปีของลมร้อน

h_1 คือเอนทาลปีของลมเย็น

$\dot{m}_{fuel}$ คืออัตราการป้อนเชื้อเพลิง

HHV_{fuel} คือค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

$electricity$ คือพลังงานไฟฟ้าที่ใช้โดยพัดลมป้อนอากาศ

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาการทำงานของระบบ

รายการ	ข้อมูล	หน่วย
เตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิง		
- เชื้อเพลิงที่ใช้	กะลามะพร้าว	
- ค่าความร้อนเชื้อเพลิง	20.22	MJ/kg
- อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	6.5	kg/hr
- ราคาเชื้อเพลิง	1.5	฿/kg
ห้องแลกเปลี่ยนความร้อน		
- ขนาดกว้างxยาวxสูง	0.3x0.3x0.52	m
- ชุดท่อติดครีบ	49	ชุด
- พัดลมป้อนอากาศ 2 ตัว	150	W
- อุณหภูมิลมร้อนที่ได้	50 - 80	^{o}C
- อัตราการไหลเชิงมวลของลมร้อน	0.0469 - 0.1059	kg/s
- ประสิทธิภาพของระบบ	6.61-18	%
ห้องอบ		
- ขนาดกว้างxยาวxสูง	0.8x1.2x1	m
- ชั้นใส่วัตถุดิบ	9	ชั้น
- บรรจุพริกชี้ฟ้าแดง	10	kg
- บรรจุเห็ดหอม	30	kg
- บรรจุมะม่วงหิมพานต์	7.5	kg

6. วิธีการศึกษาและผลการอบแห้ง

การศึกษาการอบแห้งจะใช้พริกชี้ฟ้าแดง เห็ดหอม และเม็ดมะม่วงหิมพานต์เป็นวัตถุดิบในการอบ โดยทำการอบที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 3 ทั้งนี้จะศึกษาความชื้นตั้งต้นของวัตถุดิบและความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่วางขายกันตามท้องตลาดเพื่อเป็นขอบเขตในการอบโดยอาศัยเครื่อง Vacuum Oven ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิ ±1.5°C และเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง ที่มีค่าความคลาดเคลื่อน ±0.0002 g เมื่อทราบค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ต่างๆ แล้วจึงกำหนดขอบเขตในการอบแห้ง โดยเน้นอบแห้งจนผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นเฉลี่ยต่ำกว่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่วางขายกันตามท้องตลาดเล็กน้อย เพื่อเผื่อค่าความชื้นที่จะเพิ่มขึ้นขณะที่เก็บไว้เพื่อรอการบริโภค

การอบพริกชี้ฟ้าแดงและเห็ดหอมจะใช้อุปกรณ์ดังแสดงในรูปที่ 2 ส่วนการอบเม็ดมะม่วงหิมพานต์นั้นจะมีการเพิ่มชุดผลิตลมร้อนด้วยแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ขนาดพื้นที่ 3.5 ตารางเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3 เข้ามาในระบบ โดยแผงดังกล่าวจะต่อเข้ากับท่อส่งลมเย็นตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 2 ซึ่งแผงนี้จะช่วยเพิ่มอุณหภูมิก่อนเข้าพัดลมป้อนอากาศส่งผลให้ลมร้อนที่ได้มีความเหมาะสมกับการอบเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ต้องการอุณหภูมิสูง โดยการอบแห้งจะศึกษาเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบ โดยจะวิเคราะห์แนวโน้มการลดลงของความชื้น สี รสชาติ และกลิ่นของสิ่งที่อบ รวมไปถึงการศึกษาค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการอบอีกด้วย

รูปที่ 3 แผงผลิตลมร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ตารางที่ 3 ข้อมูลพื้นฐานการอบพริกชี้ฟ้าแดง เห็ดหอม และเม็ดมะม่วงหิมพานต์

สิ่งที่อบ	ขนาดที่อบ	อุณหภูมิที่อบ (°C)	ความชื้น* ของวัตถุ (%)		
			ก่อนอบ	หลังอบ	ท้องตลาด
พริกชี้ฟ้าแดง	ยาว 60-90 mm มวลต่อเม็ด 2 - 4 g	70 75 80	72.8	8	10.3
เห็ดหอม	คละขนาดที่หาซื้อตามท้องตลาด	**	81.7	4	5
มะม่วงหิมพานต์	สายพันธุ์มาบุญครองไซด์ใหญ่	80 90 100	7.4	1	4

หมายเหตุ: *มาตรฐานเปียก

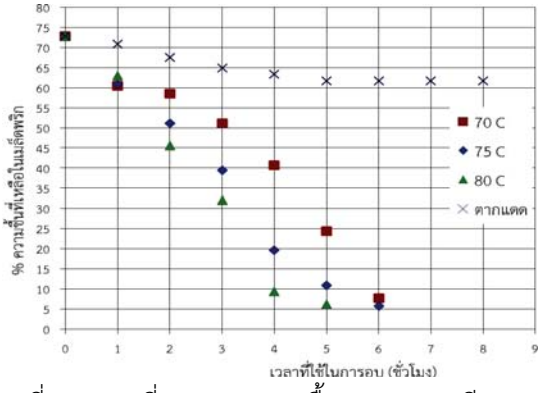
**อบตามรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดในการอบเห็ดหอม

กรณีที่	อบที่ 30 °C	เพิ่มจาก 30 °C จนถึง 50 °C	อบที่ 60 °C
1	1 ชั่วโมง	เพิ่ม 1 °C ทุก 1 ชั่วโมง	ให้ความชื้นเหลือ 4 %
2	1 ชั่วโมง	เพิ่ม 2 °C ทุก 2 ชั่วโมง	ให้ความชื้นเหลือ 4 %
3	1 ชั่วโมง	เพิ่ม 3 °C ทุก 3 ชั่วโมง	ให้ความชื้นเหลือ 4 %

6.1 ผลการอบพริกชี้ฟ้าแดง

ผลการอบพริกชี้ฟ้าแดงพบว่าระหว่างการอบด้วยชุดอบแห้งและการตากแดด การลดลงของความชื้นมีแนวโน้มแสดงดังรูปที่ 4 โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแต่ละแบบมีลักษณะดังแสดงในตารางที่ 5



รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงความชื้น (มาตรฐานเปียก) ของพริกชี้ฟ้าแดงที่ผ่านการอบและการตากแดด

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของพริกชี้ฟ้าแดงที่ผ่านการอบ

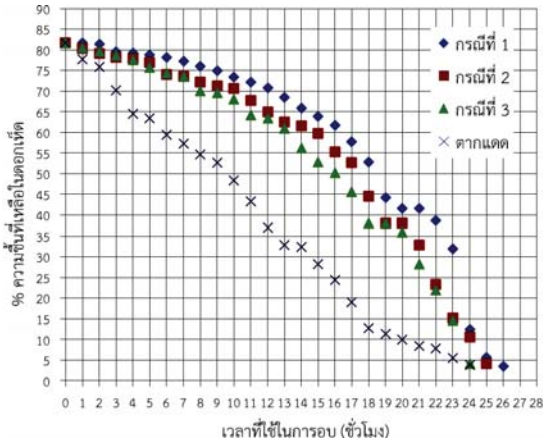
อุณหภูมิ (°C)	สี/รสชาติ	%ความชื้น* / เวลาอบ (ชม.)	รูปภาพ
ท้องตลาด	สีแดงอมดำอ่อน เหนียว/เผ็ด	10.3/-	
70	สีแดงอมดำอ่อน เหนียว/เผ็ดตรงตามท้องตลาด	7.65/6	
75	สีแดงอมดำกรอบ/เผ็ดไม่มาก	5.76/6	
80	สีดำไหม้ เปราะ/ไม่เผ็ด	6.21/5	

หมายเหตุ: *มาตรฐานเปียก

จากการศึกษาพบว่าช่วง 1-3 ชั่วโมงแรกความชื้นของเมล็ดพริกชี้ฟ้าแดงลดลงอย่างรวดเร็วและเริ่มน้อยลงเมื่อเวลาผ่านไป 3-4 ชั่วโมง โดยการอบที่อุณหภูมิ 70, 75 และ 80 °C จะต้องใช้เวลา 6, 6 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนการตากแดดจะต้องใช้เวลามากกว่า 2 วัน เพื่อให้พริกแห้งตามความต้องการของท้องตลาด ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าหากต้องการให้ได้พริกชี้ฟ้าแดงที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของท้องตลาดมากที่สุด จะต้องอบที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

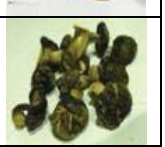
6.2 ผลการอบเห็ดหอม

ความชื้นของเห็ดหอมที่ลดลงแสดงดังรูปที่ 5 และลักษณะของเห็ดหอมอบแห้งแสดงในตารางที่ 6



รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงความชื้น (มาตรฐานเปียก) ของเห็ดหอมที่ผ่านการอบและการตากแห้ง

ตารางที่ 6 คุณสมบัติของเห็ดหอมที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิต่างๆ และการตากแดด

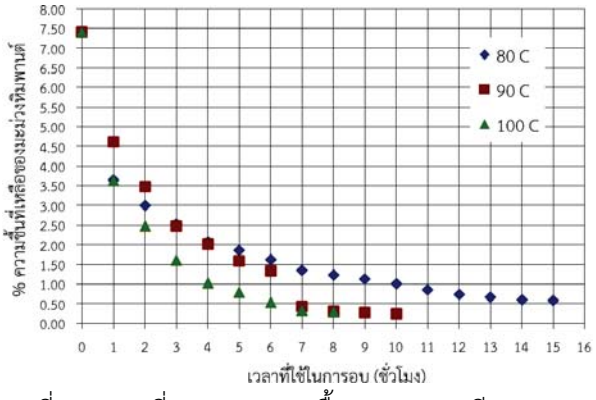
กรณีที่	กลิ่น/สี	%ความชื้น*/เวลาอบ (ชม.)	รูปภาพ
ท้องตลาด	หอมคล้ายซีอิ๊ว/น้ำตาล	5/-	
ตากแดด	เหม็นเปรี้ยว/ดำ	3.84/24	
1	มีกลิ่นเหม็น/ค่อนข้างดำ	3.45/26	
2	หอมแต่ไม่เท่ากับเห็ดท้องตลาด/ตรงตามท้องตลาด	4.14/25	
3	ค่อนข้างเหม็น/ดอกเห็ดสีค่อนข้างดำ	4.09/24	

หมายเหตุ: *มาตรฐานเปียก

จากรูปที่ 5 พบว่าช่วง 20 ชั่วโมงแรกที่ปรับอุณหภูมิขึ้นความชื้นจะลดลงอย่างช้าๆ และจะลดลงอย่างรวดเร็วที่ช่วง 4-5 สุดท้ายของการอบที่อุณหภูมิ 60°C ซึ่งทุกกรณีจะอบจนเหลือความชื้นต่ำกว่า 4 % ซึ่งพบว่ากรณีที่ 1, 2 และ 3 ต้องใช้เวลารวมในการอบเท่ากับ 26, 25 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ ส่วนการตากแดดนั้นจะต้องใช้เวลาช่วงที่มีแดดวันละ 7 ชั่วโมง ถึง 4 วันเพื่อให้เห็ดหอมแห้งตามความต้องการของท้องตลาด และจากตารางที่ 6 พบว่าการอบกรณีที่ 2 จะให้สีและกลิ่นตรงตามความต้องการมากที่สุด

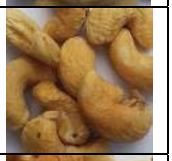
6.3 ผลการอบเม็ดมะม่วงหิมพานต์

ความชื้นของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ลดลงดังรูปที่ 6 และเม็ดมะม่วงหิมพานต์อบมีลักษณะดังแสดงในตารางที่ 7 จากการสังเกตพบว่าความชื้นในเม็ดมะม่วงหิมพานต์มีการลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 5 ชั่วโมงแรก จากนั้นจะลดลงอย่างช้าๆ จนต่ำกว่า 1 % ซึ่งการอบที่อุณหภูมิ 80, 90 และ 100 °C จะต้องใช้เวลาเท่ากับ 15, 10 และ 8 ชั่วโมงตามลำดับ ทั้งนี้ได้มีการศึกษาประสิทธิภาพของระบบหลังจากเพิ่มชุดผลิตลมร้อนด้วยแผงรับรังสีดวงอาทิตย์เข้าไป ซึ่งคำนวณด้วยสมการที่ 3 เช่นกัน โดยบวกค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงที่มีค่า 0.65 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร เข้าไปในตัวส่วน ซึ่งผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของระบบจะเพิ่มขึ้นไปเป็น 25.7 % และผลการอบกล่าวได้ว่า การอบที่เหมาะสมสำหรับเม็ดมะม่วงหิมพานต์คืออบที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง



รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงความชื้น (มาตรฐานเปียก) ของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ผ่านการอบ

ตารางที่ 7 คุณสมบัติของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	สี/รสชาติ	%ความชื้น*/ เวลาอบ (ชม.)	รูปภาพ
ท้องตลาด	เหลืองทอง/หวานมัน	4/-	
80	เหลืองอ่อน/หวานมัน	0.58/15	
90	เหลืองอมน้ำตาลทอง/หวานมันและหอม	0.23/10	
100	น้ำตาลไหม้/มันและหอม	0.28/8	

หมายเหตุ: *มาตรฐานเปียก

ตารางที่ 8 ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการอบพืชผลทางการเกษตรแต่ละประเภทโดยคิดต่อหน่วยกิโลกรัมของผลิตภัณฑ์

วัตถุดิบ	อุณหภูมิ (°C)	เวลาที่ใช้ในการอบ (ชม.)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
พริกชี้ฟ้าแดง	70	6	6.4
	75	6	7.5
	80	5	8.5
เห็ดหอม	กรณีที่ 1	26	9.2
	กรณีที่ 2	25	8.9
	กรณีที่ 3	24	8.5
เม็ดมะม่วงหิมพานต์	80	15	21.3
	90	10	14.2
	100	8	11.4

หมายเหตุ: ไม่สามารถหาข้อมูลการอบโดยการใช้ความร้อนจากฮีตเตอร์ไฟฟ้าหรือแก๊สหุงต้มเพื่อทำการเปรียบเทียบได้

7. ค่าใช้จ่ายในการอบแห้ง

ในการอบพืชผลทางการเกษตรแต่ละประเภท จะมีค่าใช้จ่ายจาก 2 ส่วนคือค่ากะลามะพร้าวกับค่าไฟฟ้าของพัดลมป้อนอากาศ โดยกะลามะพร้าวที่ใช้มีราคากิโลกรัมละ 1.50 บาท และอัตราการสิ้นเปลืองเฉลี่ย 6.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ส่วนพัดลมที่ใช้จำนวน 2 ตัว มีกำลังไฟฟ้าตัวละ 150 วัตต์ จากการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการอบพืชผลทางการเกษตรแสดงได้ดังตารางที่ 8

8. สรุป

จากที่ได้ทำการออกแบบและสร้างชุดผลิตลมร้อนที่อาศัยแหล่งความร้อนจากเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงชนิดไหลขวาง (Cross draft Gasifier Stove) ขึ้นมาเพื่อใช้ในการอบพืชผลทางการเกษตร พบว่าระบบการอบแห้งดังกล่าวมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้อบพืชผลทางการเกษตรเพื่อทดแทนการอบด้วยพลังงานไฟฟ้าและแก๊สหุงต้ม โดยค่าใช้จ่ายในการอบแห้งพืชผลทางการเกษตรแต่ละชนิดสามารถลดลงได้หากเพิ่มปริมาณที่อบในแต่ละครั้ง แต่ทั้งนี้ควรมีการปรับปรุงระบบควบคุมอุณหภูมิให้มีความคงที่โดยเปลี่ยนเป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติ เพื่อให้การอบแห้งนั้นมีความสะดวกมากขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินรายได้ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

9. เอกสารอ้างอิง

[1] ตลาดสี่มุมเมือง (2558). *ราคาสินค้า พริกชี้ฟ้าสดและพริกชี้ฟ้าแห้ง*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.taladsimummuang.com เข้าดูเมื่อวันที่ 10/10/2558.

[2] กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ (2557). *ราคาสินค้าเกษตรรายวันในพื้นที่กรุงเทพมหานคร*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.dit.go.th เข้าดูเมื่อวันที่ 9/6/2557.

[3] ป้าม่วยฟาร์ม (2557), *เม็ดมะม่วงหิมพานต์*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.scooters108.com เข้าดูเมื่อวันที่ 29/03/2559.

[4] ฉันทนา พันธุ์เหล็ก. *การอบแห้งพริกชี้ฟ้าโดยใช้เครื่องอบลำไย*, มหาวิทยาลัยนเรศวร, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.phtnet.org/research เข้าดูเมื่อวันที่ 29/03/2558.

[5] กรมส่งเสริมการเกษตร (2557), *สถานการณ์การผลิตเห็ด*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http:/coursewares.mju.ac.th:81/elearning47/section2/ho413/html/chapter08.htm เข้าดูเมื่อวันที่ 29/03/2559.

[6**]** ภานุพงษ์ หมั่นขีด **(**2555**)**. *รายงานการวิจัยเรื่องการออกแบบและทดสอบเตาผลิตก๊าซชีวมวลชนิดไหลลง*, สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

[7**]** อรรณพ เพิ่มพวก **(**2550**)**. *รายงานการวิจัยเรื่องเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ความร้อนเสริมจากขดลวดความร้อน*, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยบูรพา