



การศึกษาการใช้โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเครื่องอบลมร้อนแบบชั้นวางสำหรับอบแห้งผักและผลไม้ Study on Using Solar Greenhouse Combined with Tray Dryer for Vegetable and Fruit Drying

เวียง อารักษ์^{1,2*}, ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์¹, วิบูลย์ เทเพนท์², อนุชา เชาวโชติ², อุทัย ธาณี², อัศพล เสนามรงค์²

Weang Arekornchee^{1,2*}, Siwalak Pathaveerat¹, Viboon Thepent², Anucha Chaochote², Uthai Thanee², Akkapol Senanarong²

¹ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, 73140

¹Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University - Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom, 73140, Thailand

²สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร, 50, ถนนพหลโยธิน, แขวงลาดยาว, เขตจตุจักร, กรุงเทพฯ, 10900

²Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture 50 Phaholyothin Road, chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding author: Tel: +66-81-694-3288, E-mail: weang_a2@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้โรงอบแห้งพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์สะสมความร้อนแบบภาวะเรือนกระจก ร่วมกับเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางโดยใช้แก๊สหุงต้มเป็นแหล่งกำเนิดความร้อน สำหรับการอบแห้งพืชผักและผลไม้ โรงอบแห้งพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ ขนาด 6.00 x 6.00 x 1.80 m (กว้าง x ยาว x สูง) ตัวโรงอบคลุมด้วยโพลีคาร์บอเนตใส และใช้เครื่องอบลมร้อนแบบชั้นวางใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงความร้อน ขนาด 1.22 x 2.44 x 1.22 m (กว้าง x ยาว x สูง) มีชั้นตะแกรงสเตนเลส ขนาด 0.75 x 1.00 m (กว้าง x ยาว) จำนวน 20 ถาด มีการหมุนเวียนลมร้อนกลับมาใช้ประมาณ 30-60% การทดสอบอบแห้งใช้พริกชี้ฟ้าพันธุ์หัวเรือและกล้วยน้ำว้าตัวอย่างละ 100 kg พบว่าการอบแห้งพริกชี้ฟ้าพันธุ์หัวเรือจากความชื้นเริ่มต้น 78% เหลือ 12% โดยใช้ตู้อบลมร้อนแบบชั้นวางอุณหภูมิ 60°C นาน 8 hr และต่อด้วยโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ 2 วัน ส่วนการทดสอบอบแห้งกล้วยน้ำว้าจากความชื้นเริ่มต้น 65% เหลือ 22% โดยมีวิธีการคือใช้ตู้อบลมร้อนแบบชั้นวาง อุณหภูมิ 75 °C 10 hr แล้วเก็บแบบหมักไว้ 10 hr และนำไปตากด้วยโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ อีก 2 วัน ซึ่งการนำพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์มาใช้ในการทำแห้งถือว่าเป็นพลังงานสะอาดและประหยัด

คำสำคัญ: โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์, เครื่องอบแบบชั้นวาง, พริกชี้ฟ้าพันธุ์หัวเรือ, กล้วยน้ำว้า

Abstract

This research was conducted to study the use of a solar greenhouse dryer combined with a tray dryer using liquefied petroleum gas (LPG) as an alternative heat source for vegetable and fruit drying. Dimensions of the solar greenhouse dryer, which was covered by polycarbonate, were 6.00 m x 6.00 m x 1.80 m (w x l x h). The dimensions of the tray dryer were 1.22 m x 2.44 m x 1.22 m (w x l x h). There were 20 stainless screen trays for placing the material being dried. The dimensions of each tray were 0.75 x 1.00 m (w x l). Approximately 30-60% of returned hot air was mixed with fresh air for reducing energy consumption. The drying test capacity of *Hua-rue* chili and *Namwa* banana was 100 kg. The drying testing result of *Hua-rue* chili was that the chili was dried from 78% moisture content to 12%. The tray dryer was set at 60°C with drying time of 8 hr. After that the chili was solar dried in the greenhouse for 2 sunny days. The *Namwa* banana was dried from 61% moisture content to 22% by the process was tray dryer set at 75°C drying time 10 hr then fermenting storage 10 hr and dried in the greenhouse for 2 sunny days.

Keywords: Solar Greenhouse, Tray Dryer, *Hua-rue* chili, *Namwa* banana

1 บทนำ

การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการทำแห้งผลผลิตเกษตรนั้นมีความสำคัญมากเพราะเป็นพลังงานที่สะอาด ได้ฟรีจากธรรมชาติ ประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการทำแห้งผลผลิตเกษตรเนื่องจากมีแสงอาทิตย์เกือบตลอดปี จึงนิยมทำกันโดยทั่วไปทั้งในระดับชาวบ้านและระดับอุตสาหกรรมคือการตากแห้ง เพราะง่ายและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย แต่มีปัญหา คือ ผลผลิตที่ได้ไม่ถูกสุขลักษณะมีการปนเปื้อน จากฝุ่นละออง รวมทั้งมีแมลงรบกวน และยังมีความจำกัดอันเนื่องมาจากฝนตกทำให้ไม่สามารถตากแห้งได้ (บงกชและสุขฤดี, 2550) จึงได้มีการวิจัยในการสร้างเครื่องอบหรือโรงอบแห้งที่ใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์จำนวนมาก เช่น โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกที่ใช้หลักการสะสมความร้อนของเรือนกระจกกล่าวคือเมื่อรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านกระจกหรือพลาสติกใสเข้าไปภายในแล้วเปลี่ยนเป็นความร้อน และแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา แต่ไม่สามารถผ่านกระจกหรือพลาสติกออกมาข้างนอกได้ ทำให้อากาศภายในโรงอบร้อนขึ้นโดยไม่ต้องใช้แผงรับแสงอาทิตย์ สามารถลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างลงได้ อุณหภูมิของอากาศภายในโรงอบแห้งตอนกลางวันที่มีแดด จะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเฉลี่ยมากกว่า 10°C โดยโรงอบแห้งเป็นทั้งตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์และห้องอบแห้งผลผลิตในเครื่องเดียวกัน ตัวอย่างเช่น กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและภาควิชาฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร (2547) ได้ทำการออกแบบโครงสร้างของตัวเครื่องให้เป็นรูปทรงพาราโบลา ใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตใสคลุมห้องอบแห้ง ซึ่งโรงอบแห้งแบบนี้มีประสิทธิภาพและทนทานแต่ต้นทุนค่อนข้างสูง (Figure 1)



Figure 1 Solar greenhouse dryer parabola shape.

แต่จากปัญหาการตากแห้งไม่ได้ในช่วงฝนตก และกลางคืนที่มีน้ำค้างมาก จะทำให้ผลิตภัณฑ์เน่าเสีย เกิดเชื้อราที่เป็นพิษ หรือใช้เวลานานเกินปกติ คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้อยลง ทำให้เกษตรกรหรือผู้ประกอบการต่างๆ ไม่สนใจจะลงทุนจัดหาโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาการใช้พลังงานความร้อนเสริมจากเชื้อเพลิงอื่นร่วมด้วยในช่วงเวลาที่ไม่ได้มีแสงอาทิตย์ มีงานวิจัยออกแบบสร้างโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สะสมความร้อนแบบภาวะเรือนกระจก โดยออกแบบโรงอบแห้ง ขนาด $6.00\text{ m} \times 6.00\text{ m} \times 2.00\text{ m}$ (กว้าง $\times$ ยาว $\times$ สูง) คลุมด้วยพลาสติกชนิด LDPE ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) มีการติดตั้งชุดความร้อนจากก๊าซหุงต้มเป็นพลังงานความร้อนร่วม (Figure 2) จากการทดสอบใช้พลังงานความร้อนร่วมแก๊สหุงต้ม (LPG) ในช่วงเวลากลางคืน พบว่ามีอัตราการใช้แก๊สสิ้นเปลืองมากเฉลี่ย 2 kg hr^{-1} ที่อุณหภูมิภายนอกโรงอบแห้งเฉลี่ย 27°C เพื่อให้ได้อุณหภูมิภายในโรงอบแห้ง 50°C การสร้างความร้อนในโรงอบแห้งโดยตรง มีการสูญเสียความร้อนไปกับอากาศแวดล้อมมาก เพราะวัสดุคลุมโรงอบแห้งเป็นฉนวนที่ไม่ดี และยังพบปัญหาพลาสติกที่ใช้คลุมมีอายุการใช้งานสั้นใช้ได้ประมาณ 2 ปี และเสี่ยงต่อการถูกทำลายจากสัตว์บางชนิด (เวียงและคณะ, 2553)



Figure 2 Solar greenhouse dryer combined with LPG heat source.

จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้โรงตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางที่สามารถประหยัดพลังงานแก๊สหุงต้มได้ดี โดย

เปลี่ยนวิธีจากใช้ก๊าซหุงต้มสร้างความร้อนในห้องอบแห้งโดยตรงที่มีการสูญเสียความร้อนเป็นอย่างมาก มาเป็นการใช้เครื่องอบลมร้อนแบบชั้นวางความร้อนจากก๊าซหุงต้มแทน ซึ่งจะช่วยให้ลดการสูญเสียของก๊าซหุงต้ม และแก้ปัญหาการใช้โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงไม่มีแดดได้เป็นอย่างดี และเลือกผลิตผลเกษตรที่จะใช้ในการทดสอบเพื่อการผลิต พริกแห้ง และกล้วยตาก ซึ่งปัจจุบันการตากพริกแห้งและกล้วยตากของเกษตรกรไทยส่วนใหญ่ยังทำกันแบบไม่ถูกสุขอนามัย (Figure 3) (a) การตากพริกแห้ง (b) การทำกล้วยตาก



(a)



(b)

Figure 3 Chili drying (a) and banana drying (b) of farmer.

2 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

2.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง

วัสดุเกษตรที่ใช้ทดสอบ พริกชี้หนูอินทรีย์พันธุ์หัวเรือ และกล้วยน้ำว้าสุก

ทำการออกแบบสร้างโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 6.00 m x 6.00 m x 1.80 m (กว้าง x ยาว x สูง) หลังคาทรงจั่ว วัสดุคลุมโรงอบด้วยโพลีคาร์บอเนตใส โครงสร้างถอดประกอบเป็นชิ้นได้ ถาดวางผลิตภัณฑ์ทำด้วยตะแกรงสแตนเลส ขนาด 0.75 m x 1.00 m (กว้าง x ยาว) จำนวน 20 ถาด โดยสร้าง

ณ กลุ่มสร้างและผลิต สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการ เกษตร

การออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงความร้อน ตามแบบของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร (วิบูลย์และคณะ, 2552) ณ กลุ่มวิจัยเกษตรวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว (Figure 4) โดยขนาดตัวเครื่องอบ 1.22 m x 2.44 m x 1.22 m (กว้าง x ยาว x สูง) มี 4 ล้อติดอยู่ที่ฐาน สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ถาดวางผลิตภัณฑ์ทำด้วยตะแกรงสแตนเลส ขนาด 0.75 m x 1.00 m (กว้าง x ยาว) จำนวน 20 ถาด หรือคิดเป็นพื้นที่การวาง 15 m² ใช้พัดลมแบบไหลตัดแนวแกนให้กำลังลมแรงที่รอบต่ำความเร็วรอบใบพัด 617 rpm m⁻¹ มีความเร็วลมที่ 1.40 m s⁻¹ มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.75 kw ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงกำเนิดความร้อน ออกแบบให้มีการหมุนเวียนลมร้อนกลับมาใช้ใหม่ทำให้ช่วยในการประหยัดพลังงาน มีชุดควบคุมการตั้งอุณหภูมิซึ่งสามารถปรับได้ตามต้องการ อุณหภูมิที่ใช้ออบแห้งขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ที่นำมาอบแห้ง

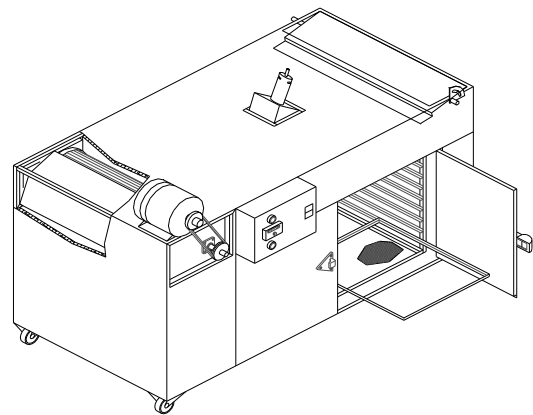


Figure 4 Tray dryer using LPG heat source.

2.2 ทำการทดสอบอบแห้งพริกชี้หนูอินทรีย์สดพันธุ์หัวเรือ ณ อ.ม่วงสามสิบ จ.อุบลราชธานี เก็บข้อมูลได้แก่ อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงอบแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อม ปริมาณความชื้นพริกชี้หนูที่ลดลงจากการอบแห้ง ชั่งน้ำหนักแก๊สที่ใช้ไป

1) อบแห้งพริกโดยใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการ เกษตร อย่างเดียว ทำการตั้งอุณหภูมิในการอบที่ 60°C ชั่งพริกใส่ถาดละ 5 kg จำนวน 20 ถาด รวม 100 kg ทำการชั่งน้ำหนักถาดพริกตัวอย่างตั้งแต่เริ่มต้น และทุกๆ ชั่วโมง พร้อมทำการสุ่มตัวอย่างพริกไปหาความชื้น

2) อบแห้งพริกโดยใช้โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สะสมความร้อนแบบภาวะเรือนกระจกอย่างเดียว ทำการชั่งพริกใส่ถาดละ 5 kg จำนวน 20 ถาด รวม 100 kg ตากในโรงอบแห้ง ทำการวัดอุณหภูมิ และความชื้นอากาศ ทั้งภายในและภายนอกโรงอบแห้งด้วย Data logger ทำการชั่งน้ำหนักพริกที่ตากตอนเช้าและตอนเย็นทุกวันเป็นเวลาประมาณ 7-10 วัน (การตากจะใช้เวลานานกว่าการอบด้วยเครื่องอบลมร้อนมาก) สุ่มตัวอย่างพริกไปหาความชื้น

3) อบพริกโดยใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางร่วมกับโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สะสมความร้อนแบบภาวะเรือนกระจก ทำการชั่งพริกใส่ถาดละ 5 kg จำนวน 20 ถาด รวม 100 kg เริ่มทำการอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบชั้นวางที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 8 hr และต่อด้วยการตากแห้งด้วยโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ทำการชั่งพริกก่อนตาก เก็บข้อมูลแวดล้อมได้แก่ อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงอบแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อม ปริมาณความชื้นพริกชี้หนูที่ลดลงขณะทำการอบแห้งโดยสุ่มตัวอย่างไปวัดความชื้น ชั่งน้ำหนักแก๊สที่ใช้ไป

2.3 ทดสอบอบแห้งกล้วยน้ำว้าสุก ทำกล้วยตาก โดยทดสอบแยกเป็น 3 กรณี เช่นเดียวกับการอบพริกแห้ง

1) ใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางอย่างเดียว โดยใช้กล้วยน้ำว้าปอกเปลือกถาดละ 5 kg จำนวน 20 ถาด รวม 100 kg ตั้งอุณหภูมิในการอบที่ 75°C

2) ใช้กล้วยน้ำว้าปอกเปลือกถาดละ 5 kg จำนวน 20 ถาด รวม 100 kg ตากไว้ในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สะสมความร้อนแบบภาวะเรือนกระจกอย่างเดียว ตากในโรงอบแห้ง ทำการวัดอุณหภูมิ และความชื้นอากาศ ทั้งภายในและภายนอกโรงอบแห้งด้วย Data logger ทำการชั่งน้ำหนักกล้วยตาก ตอนเช้าและตอนเย็นทุกวันเป็นเวลาประมาณ 5 วัน สุ่มตัวอย่างกล้วยตากไปหาความชื้น

3) ทำกล้วยตากโดยใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางร่วมกับโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สะสมความร้อนแบบภาวะเรือนกระจก ใช้กล้วยน้ำว้าปอกเปลือกถาดละ 5 kg จำนวน 20 ถาด รวม 100 kg เริ่มทำการอบแห้งกล้วยด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบชั้นวาง ที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 10 hr เก็บกล้วยหมักไว้ในถุงพลาสติก 1 คิน จากนั้นเอามาตากต่อในโรงตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ อีก 2 วัน

3 ผลและวิจารณ์

จากการอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบชั้นวางใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงความร้อนโดยตั้งอุณหภูมิลมร้อนไว้ที่ 60°C จะใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 16 hr ปริมาณการใช้แก๊สหุงต้ม 14.5 kg หรือ 0.9 kg hr⁻¹ ซึ่งการอบพริกติดต่อกันจนแห้งถึงความชื้นที่ต้องการจะมีปัญหาความชื้นในไส้พริกที่ตกค้าง และจากการสังเกตพบว่าสีของพริกแห้งค่อนข้างดำเข้มส่งผลให้ราคาตก การผลิตพริกอินทรีย์ยังต้องการภาพลักษณ์การผลิตที่สะอาดเป็นธรรมชาติ ส่วนการอบกล้วยตากจะใช้อุณหภูมิ 75°C อบครั้งแรก 8 hr แล้วหมักไว้หนึ่งคินหรืออย่างน้อย 10 hr เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล จากนั้นนำมาอบ 8 hr อีกครั้ง ใช้แก๊ส 16.5 kg หรือ 1 kg hr⁻¹ (Figure 5)

การอบแห้งพริกและกล้วยตากโดยใช้โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สะสมความร้อนแบบภาวะเรือนกระจกอย่างเดียว จะใช้เวลาตาก 5-7 วัน ที่มีแดดตลอดทั้งวัน (Figure 6) โดยอุณหภูมิภายในโรงอบแห้งเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกโรงอบแห้ง มากกว่า 10°C โดยทดสอบช่วงเวลา 8:00 o'clock 18:00 o'clock (Figure 7) ปัญหาที่พบเนื่องจากสภาวะแสงแดดไม่แน่นอนบางวันไม่มีแดด แสงน้อย หรือ ฝนตก การตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์จะมีปัญหามากและอาจเกิดเชื้อราขึ้นได้ถ้าฝนตกติดต่อกันหลายวัน

สำหรับปริมาณการลดความชื้นด้วยโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์สะสมความร้อนแบบภาวะเรือนกระจกจะขึ้นกับปริมาณความชื้นของแสงอาทิตย์ที่ทำให้อุณหภูมิในโรงอบแห้งสูงขึ้น กรณีแดดแรงจะลดความชื้นได้เร็วและมาก

การอบพริกโดยใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางร่วมกับโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยตั้งอุณหภูมิเครื่องอบลมร้อนที่ 60°C อบแห้งในช่วงแรก 8 hr จะสามารถลดความชื้นจากเริ่มต้น 78% ลดลงเหลือ 20% จะใช้แก๊สหุงต้มประมาณ 8 kg แล้วนำไปตากด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ อีก 2 วัน จะช่วยให้ประหยัดพลังงานความร้อนจากการใช้แก๊สหุงต้มลง 50% และได้ผลิตภัณฑ์พริกแห้งที่มีสีสดดีกว่าการอบด้วยลมร้อนอย่างเดียว และไม่มีปัญหาความชื้นตกค้างที่ไส้กลางพริก การทำกล้วยตากก็เช่นเดียวกัน เริ่มจากการอบด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ตั้งอุณหภูมิ 75°C อบนาน 10 hr ใช้แก๊ส 11 kg หรือ 1.1 kg hr⁻¹ จากนั้นนำไปหมักไว้หนึ่งคินเพื่อให้แบ่งเปลี่ยนเป็นน้ำตาลแล้วนำมาตากในโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์อีก 2 วันจะสามารถลดความชื้นจากเริ่มต้น 65% ลดลงเหลือ 22% ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะของกล้วยด้วย



Figure 5 Using tray dryer for chili and banana drying.



Figure 6 Using solar greenhouse dryer for chili and banana drying.

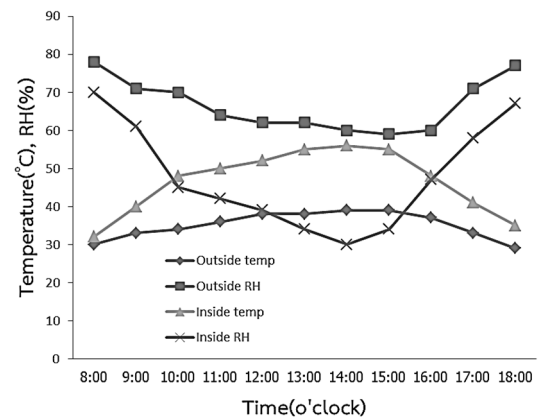


Figure 7 Comparison of air temperatures and relative humidity between inside and outside solar greenhouse dryer.

การใช้เครื่องอบลมร้อนร่วมกับโรงตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นี้มีข้อดีคือ กรณีแสงน้อยหรือฝนตกก็ไม่มีปัญหาการเน่าเสียหรือเกิดเชื้อราเพราะค่าความชื้นในฟริกหรือกล้วยตากได้ลดลงมากแล้ว ซึ่งผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูลการอบแห้งฟริก และกล้วยตากด้วยการอบแห้ง 3 วิธี ดังแสดงไว้ใน Table 1

Table 1 Result of drying chili and banana with tray dryer, solar greenhouse dryer and combined dryer.

	Tray dryer		Solar greenhouse dryer		Combined dryer	
	LPG		chili	banana	chili	banana
Initial weight (kgs)	chili	banana	100	100	100	100
Initial M.C. (% w.b.)	80	62	78	64	78	65

	Tray dryer		Solar greenhouse dryer		Combined dryer	
	LPG					
	chili	banana	chili	banana	chili	banana
Final weight (kgs)	23.7	48.7	25.0	46.7	25.0	45.0
Final M.C. (% w.b.)	12	22	12	23	13.8	22
Drying time	16 hrs	16 hrs	7 days	5 days	8 hrs, 2day	10 hrs, 2 days
Drying temperature (°C)	60	75	Avg 45±10	Avg 45±10	60, Avg 45±10	75, Avg 45±10
LPG consumption (kg)	14.5	16.5	-	-	8.0	11.0

จากการทำการวิเคราะห์ทางหลักเศรษฐศาสตร์ในการอบพริกแห้งอินทรีย์สดคัดออก(ตากเกรดส่งเป็นพริกสด) และการทำกล้วยตาก ด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบชั้นวางใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ร่วมกับการใช้โรงตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยราคาเครื่อง 310,000 บาท อายุการใช้งาน 10 years ซึ่งแสดงไว้ใน Table 2

Table 2 Economic analysis of dried organic chili and dried banana by using of solar greenhouse dryer combined with tray dryer

Product	Break event point (kg year ⁻¹)	Payback period (years)	Rate of return (%)
Dried <i>Hua-rue</i> organic chili	2,244	1.36	73
dried Namwa banana	6,646	4.04	24.74

อบพริกอินทรีย์ครั้งละ 100 kg ใช้เวลา 3 วัน เดือนละ 10 ครั้ง ปีละ 120 ครั้ง หรือปีละ 12,000 kg ค่าใช้จ่ายคงที่ต่อปี 42,470 บาท year⁻¹ ต้นทุนค่าพริกอินทรีย์สดคัดทั้ง 12 บาทkg⁻¹ 100 kg เป็นเงิน 1,200 บาท ต้นทุนการใช้เครื่องอบแบบชั้นวางและโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ 1,907 บาทต่อครั้ง รวมต้นทุน 3,107 บาท พริกอินทรีย์คัดทั้งสด 100 kg อบแล้วได้พริกแห้ง 25 kg ขาย 200 บาท kg⁻¹ คิดเป็นเงิน 5,000 บาทต่อครั้ง มูลค่าเพิ่มจากการทำพริกอินทรีย์ตากแห้ง 1,893 บาทต่อครั้ง หรือพริกสด 18.93 บาท kg⁻¹ ดังนั้น จุดคุ้มทุน = 42,470 / 18.93 = 2,244 kg year⁻¹ อบทำกล้วยตากครั้งละ

100 kg ใช้เวลา 3 วัน เดือนละ 10 ครั้ง ปีละ 120 ครั้ง หรือปีละ 12,000 kg ค่าใช้จ่ายคงที่ 42,470 บาท year⁻¹ ต้นทุนกล้วย 10 บาท kg⁻¹ ซึ่ง 100 kg เป็นเงิน 1,000 บาทต้นทุนการใช้เครื่องอบแบบชั้นวางและโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ 1,907 บาทต่อครั้ง รวมต้นทุน 2,907 บาท กล้วยอบ 100 kg อบแล้วได้กล้วยตาก 45 kg ขาย 80 บาท kg⁻¹ คิดเป็นเงิน 3,600 บาทต่อครั้ง มูลค่าเพิ่มจากการทำกล้วยตาก 693 บาทต่อครั้ง หรือ 6.39 บาท kg⁻¹ ดังนั้น จุดคุ้มทุน = 42,470 / 6.39 = 6,646 kg year⁻¹

4 สรุป

การใช้โรงตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สะสมความร้อนแบบภาวะเรือนกระจกร่วมกับการใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงมาใช้ในการทำแห้งผักและผลไม้บางชนิด นับเป็นวิธีการที่สามารถมาแก้ปัญหาข้อจำกัดของการใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ได้เฉพาะช่วงเวลามีแสง โดยมีหลักง่ายๆ ว่าถ้าปริมาณแสงแดดมากก็ใช้โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ ถ้ามีทั้งปริมาณแสงแดดและปริมาณผลผลิตมากก็ใช้ทั้งสองแบบร่วมกัน ถ้ามีฝนตกชุก(ฤดูฝน) ก็ใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวาง ซึ่งการจัดการที่ดีจะช่วยให้ได้ประสิทธิภาพเหมาะสมสูงสุด

ข้อเสนอแนะ

- 1) การลงทุนควรมีปริมาณพริกมากพอที่จะใช้เครื่องอบแห้งได้อย่างคุ้มค่า เช่นการรวมเป็นกลุ่มเกษตรกรผลิตพริกอินทรีย์ เป็นต้น
- 2) การใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางร่วมกับโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สะสมความร้อนแบบภาวะเรือนกระจกสามารถทำงานได้สะดวกขึ้นถ้าได้ออกแบบสร้างให้มีระบบลำเลียงถึงกันในส่วนของการขนถ่าย เมื่อดำเนินการจะเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ระหว่าง

เครื่องอบลมร้อนแบบชั้นวางกับโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (Figure 8)

สามสิบ จ.อุบลราชธานี ที่สนับสนุนสถานที่และพริกอินทรีย์ในการทดสอบเก็บข้อมูล

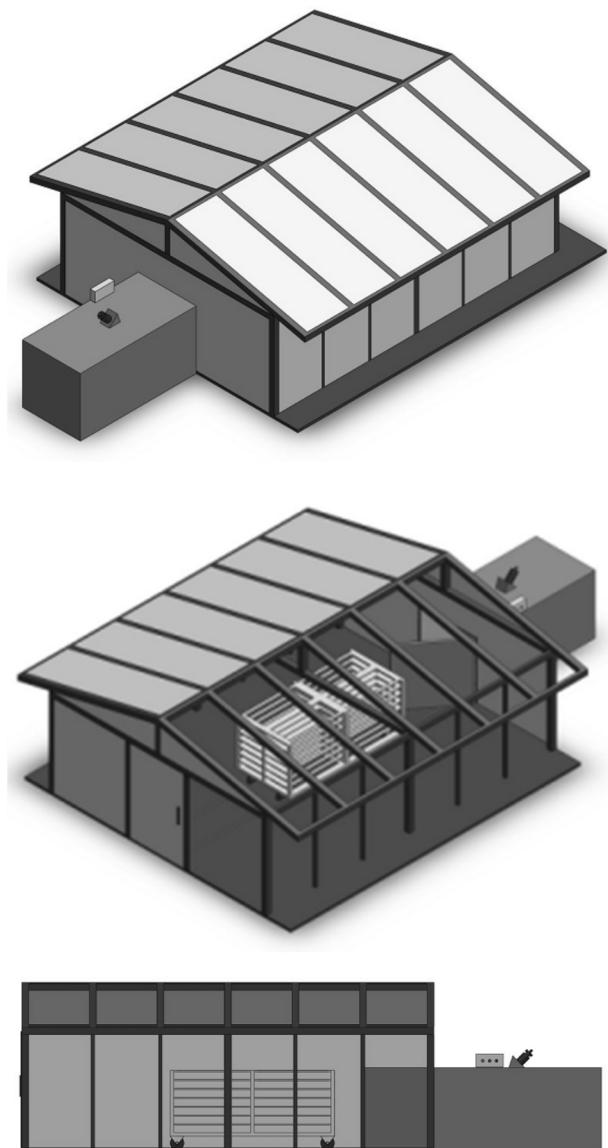


Figure 8 Model of absolute using solar greenhouse dryer combined with tray dryer.

5 กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบ คุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี เจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว เจ้าหน้าที่ฝ่ายสร้างและผลิต สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ที่สนับสนุนการสร้างและทดสอบการใช้โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่นักวิจัยสำนักวิจัยและพัฒนาเขตที่ 4 กรมวิชาการเกษตร และขอขอบคุณ คุณวิเชียร ชีช่วง เกษตรกรทำไร่พริกอินทรีย์ อ.ม่วง

6 เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2547. การพัฒนาสถิติและเผยแพร่เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผลิตผลทางการเกษตร. รายงานวิจัยปี 2547.
- บงกช ประสิทธิ์, สุขฤดี นาถกรณกุล. 2550. การใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์แปรรูปผลิตผลทางการเกษตร. วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก.
- วิบูลย์ เทเพนทร์, เวียง อากรชี, อัศพล เสนาณรงค์. 2552. เครื่องอบแห้งผักและผลไม้เอนกประสงค์. รายงานประจำปีงานวิจัยสิ้นสุดปี 2552. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- เวียง อากรชี, วิบูลย์ เทเพนทร์, อัศพล เสนาณรงค์ 2553. วิจัยและพัฒนาโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และความร้อนร่วมสำหรับการลดความชื้นผลิตผลเกษตร. รายงานประจำปีงานวิจัยสิ้นสุด 2553. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.