

เครื่องอบแห้งกึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน Shrimp Dryer Using Solar Energy and Thermal Storage System

พิระ วิจะสิกะ¹ ภาณุวัฒน์ แก้วพิชัย² เชาวโชค ทองเรือง³ วิทยา โพธิ์ถาวร⁴ และนพดล เมืองแก้ว⁵

Phira Wijasika¹ Panuwat Kaewpichai² Chaowachok Thongrueang³ Wittaya Pothaworn⁴ and Noppadol Muangkeaw⁵

¹⁻⁵ สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

Automotive Technology, Suratthani Technical College, Surat Thani 84000

¹ Corresponding Author: E-mail: wichasika@gmail.com

Received: 8 Dec. 2020; Revised: 1 Nov. 2021; Accepted: 30 Nov. 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งกึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน 2) ศึกษาพารามิเตอร์ของเครื่องอบแห้งกึ่งพลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน และ 3) ศึกษาความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบแห้งกึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อนโดยที่เครื่องอบแห้งกึ่งจะใช้น้ำเป็นตัวดึงความร้อนจากแผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบผ่านตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (แบบน้ำ-อากาศ) ที่อยู่ภายในห้องอบแห้ง ในขณะที่ความร้อนส่วนที่เหลือจะถูกส่งผ่านเข้าสู่ถังกักเก็บพลังงานความร้อน ในการทดลองได้ใช้กึ่งทะเลสดต้มสุกเป็นตัวอย่างในการศึกษาทดลองและทำการบันทึกค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเครื่องอบแห้งกึ่งในส่วนที่ส่งผลต่อกระบวนการอบแห้งกึ่ง เพื่อให้ได้กึ่งแห้งที่มีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกึ่งแห้ง ในส่วนการวิเคราะห์ผลการทดลองได้ใช้หลักทฤษฎีประเมินค่าพารามิเตอร์ประสิทธิภาพของระบบ

ในการทดลองควบคุมอัตราการไหลของน้ำหมุนเวียนระบบที่ 4 LPM 6 LPM และ 8 LPM พบว่าที่อัตราการไหลน้ำ 8 LPM ให้ค่าพารามิเตอร์และประสิทธิภาพทุกอย่างที่ดีที่สุดส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมของน้ำที่ออกจากแผงรับแสงอาทิตย์มีค่าระหว่าง 50-70 °C อุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้อบแห้งมีค่าระหว่าง 40-65 °C อุณหภูมิเฉลี่ยภายในถังกักเก็บพลังงานความร้อนมีค่าระหว่าง 50-62 °C ผลประสิทธิภาพการประจุพลังงานความร้อนเข้าสู่ถังกักเก็บมีประสิทธิภาพสูงสุด 85% ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบเท่ากับ 65.18% ค่าความชื้นสุดท้ายของกึ่งที่อบแห้ง 25 %db ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกึ่งแห้ง สามารถอบแห้งกึ่งให้แห้งภายในระยะเวลา 1 วัน การวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบแห้งกึ่งมีจุดคุ้มทุนที่ 1.135 ปี

คำสำคัญ : พลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้ง ระบบกักเก็บพลังงานความร้อน

Abstract

The objectives of this study were to: 1) design and produce shrimp dryer using solar energy and thermal storage system, 2) study the optimized parameters of shrimp dryer using solar energy and thermal storage system, and 3) study the economic feasibility of shrimp dryer using solar energy and thermal storage system. In this dryer, water was used as a thermal energy storage from a flat

plate collector through heat transfer medium (water-air heat transfer). Meanwhile, the remaining thermal energy was passed through the thermal energy storage tank. The drying process of dried shrimps must be processed from fresh shrimps to control and record the optimized parameters that affected the quality of dried shrimps. The analysis of the test results employed the evaluation of parameter optimization efficiency.

In this work, water circulating system at 4 LPM, 6 LPM, and 8 LPM was investigated. The results showed that at the water circulation at 8 LPM, the operation of drying system showed the highest efficiency and the optimized parameters. The optimized water temperature from the solar panel ranged from 50 °C to 70 °C and the average ambient air temperature in the dryer ranged from 40 °C to 65 °C while the temperature inside the thermal energy storage tank was 50 °C to 62 °C. This result led to enhancement up to 85% for the solar thermal energy storage and thermal efficiency of the system was 65.18%. Additionally, the final moisture content of the dried shrimps was about 25 %db in line with the industrial standard of dried shrimp production of one day drying. According to the economic feasibility analysis, the break-even point value was 1.135 years.

Keywords : Solar Energy, Shrimp Dryer, Heat Energy Storage System

1. บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตอาหารที่สำคัญของโลกมีอัตราการส่งออกผลิตภัณฑ์จำพวกอาหารรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งอาหารทะเลแปรรูปซึ่งในปี 2559 อุตสาหกรรมอาหารของไทยมีมูลค่าประมาณ 27.4 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งมีการขยายตัวร้อยละ 4.0 โดยการส่งออกอาหารที่คาดว่าจะขยายตัวได้ดี ได้แก่ กุ้ง ไข่ และ สับปะรดกระป๋อง [1] ทั้งนี้อาหารทะเลแปรรูปเป็นสินค้าส่งออกสำคัญของไทย มูลค่าการส่งออกอาหารทะเลแปรรูปของไทยปี 2559 กุ้ง 69,422 ทุนำกระป๋อง 68,535.8 หน่วย:ล้านบาท ซึ่งสร้างรายได้ให้แก่ประเทศเป็นจำนวนมาก [2]

กุ้งแห้งซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะโปรตีนซึ่งเป็นสารอาหารสำคัญ และในปัจจุบันขั้นตอนการผลิตยังไม่ได้คุณภาพ เนื่องจากมีขั้นตอนการผลิตที่ยากและไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานความชื้นโดยน้ำหนักกุ้งแห้งไม่เกิน 30% อีกทั้งในอุตสาหกรรมกุ้งแห้งกำลังเติบโตมีแนวโน้มการส่งออกที่มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้กระบวนการผลิตสินค้าเป็นไปได้อย่างต่อเนื่องจึงมีการนำเทคโนโลยีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนเข้ามาช่วยเพื่อลดระยะเวลาในการอบแห้งให้ไวต่อการดำเนินการส่งออก กระบวนการแปรรูปอาหารทะเลที่เป็นที่นิยมกันคือ การลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ซึ่งสามารถเก็บรักษา

ได้เป็นระยะเวลายาวนานขึ้น การลดความชื้นในอาหารทะเลนั้นสามารถทำได้หลายแบบ คือ การตากแดด การกวน การอบแห้งด้วยลมร้อน แต่วิธีที่ได้ผลและนิยมกันมากที่สุดในปัจจุบัน คือ วิธีการอบแห้งด้วยอากาศร้อนแต่จะมีข้อเสีย คือ ต้นทุนค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงต้องใช้งานในระยะยาวจึงจะคุ้มค่าการลงทุนเครื่องอบแห้งที่เหมาะสมกับการอบแห้งอาหารทะเล คือ เครื่องอบแห้งแบบตู้ โดยทั่วไปการอบแห้งด้วยอากาศร้อนจะใช้อุณหภูมิประมาณ 40-60 °C แต่ข้อดีของการอบแห้งด้วยอากาศร้อน คือ จะใช้เวลาในการอบแห้งที่ไม่นาน [3]

การนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นลมร้อนเป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจใช้กันแพร่หลาย ช่วยลดต้นทุนการผลิตเนื่องจากแหล่งพลังงานไม่มีค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตามการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ก็มีข้อจำกัดในช่วงเวลากลางคืนหรือช่วงแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอจะมีผลต่อการอบแห้งผลิตภัณฑ์ การสะสมพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ไว้ในช่วงเวลาดังกล่าวจึงมีความจำเป็นและสารพาราฟินแว็กซ์ (Paraffin Wax) เป็นสารที่สามารถสะสมพลังงานความร้อนได้ในรูปความร้อนสัมผัสแบบเปลี่ยนเฟส พาราฟินสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอน เป็นแว็กซ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มปิโตรเลียมแว็กซ์ (Petroleum Wax) โดยมีสูตรโครงสร้างทางเคมี คือ C_nH_{2n+2} จำนวนคาร์บอนในห่วงโซ่โมเลกุล 19-36 อะตอม

(C₁₉-C₃₆) มีลักษณะเป็นของแข็ง มีสีเหลืองอ่อนถึงขาว มีจุดหลอมเหลว อยู่ระหว่าง 48-68 °C จุดเดือดประมาณ 150-275 °C ไม่ละลายในน้ำ จากคุณสมบัติสามารถนำมาสะสมพลังงานความร้อนได้ [4]

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งกึ่งพลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน โดยออกแบบระบบการนำพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์มาระเหยความชื้นออกจากตัวกุ้งและพลังงานความร้อนที่เหลือจะถูกกักเก็บไว้ในสารพาราฟินที่อยู่ภายในถังกักเก็บพลังงานสามารถดึงไปใช้ในช่วงไม่มีแสงอาทิตย์ ใช้น้ำเป็นสารตัวนำพลังงานความร้อนหมุนเวียนระบบเพื่อให้การอบแห้งนั้นมีความต่อเนื่อง ซึ่งจะสามารถช่วยให้เกษตรกรนั้นอบแห้งกุ้งได้ตลอด 24 ชั่วโมง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างเครื่องอบแห้งกึ่งพลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน

2.2 เพื่อศึกษาพารามิเตอร์ของเครื่องอบแห้งกึ่งพลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน

2.3 เพื่อศึกษาความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบแห้งกึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 เครื่องอบแห้งกึ่งพลังงานสามารถให้อุณหภูมิในตู้อบแห้งเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 50-60 °C

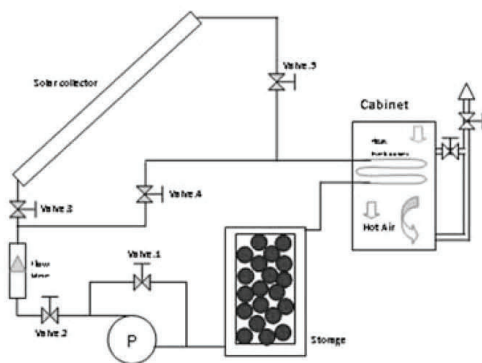
3.2 สามารถกักเก็บพลังงานความร้อนเพียงพอ ต่อการใช้อบแห้งกุ้งในช่วงเวลา 1 วัน

3.3 เครื่องอบแห้งกึ่งสามารถอบไล่ความชื้นโดยน้ำหนักกุ้งได้ตามมาตรฐานแห้ง %db ได้ภายใน 1 วัน

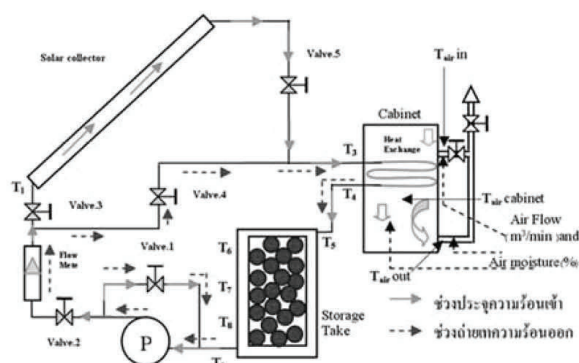
3.4 เครื่องอบแห้งกึ่ง สามารถให้จุดคุ้มทุนภายใน 1.5 ปี

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

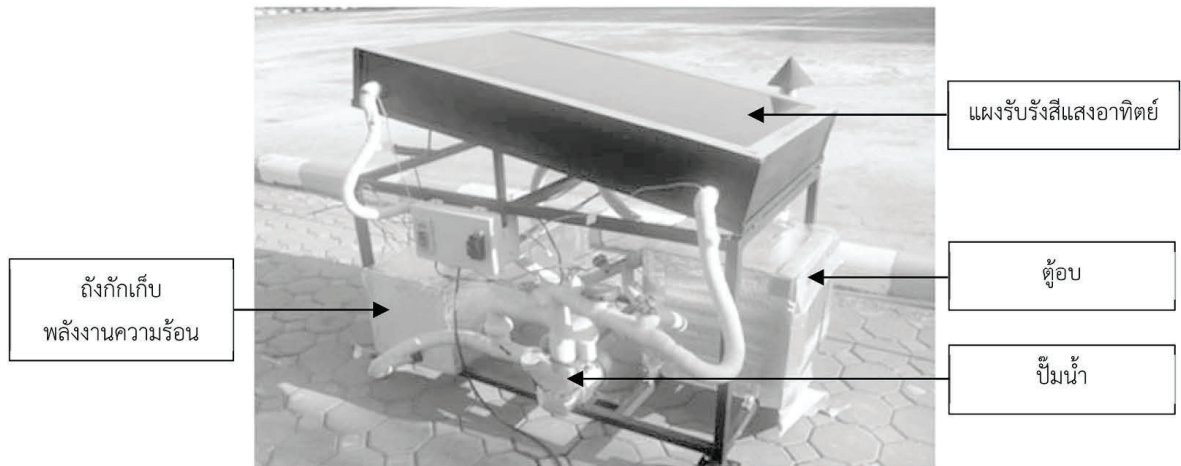
4.1 ออกแบบและสร้างของเครื่องอบแห้ง ในการศึกษาการอบแห้งกุ้ง ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อนครั้งนี้ ได้ศึกษาทฤษฎีการอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและทฤษฎีเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์รวมถึงการกักเก็บพลังงานความร้อนเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ โดยมีแนวศึกษาโดยเป็นกระบวนการนำเอาพลังงานจากแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อนมาใช้ ในกระบวนการอบแห้งกล่าวคือ เป็นกระบวนการนำความร้อนมาระเหยความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์และพลังงานความร้อนที่เหลือจะถูกกักเก็บไว้ในสารพาราฟินแล้วนำมาใช้อบแห้งต่อเนื่องในช่วงไม่มีแสงอาทิตย์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 โดยเครื่องอบแห้งกึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อนประกอบด้วย 1) ชุดรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ (Flat Plate Solar Collector) ขนาด 1.5 m² 2) ตู้อบแห้งขนาด 0.40 x 0.45 x 0.75 m ภายในตู้อบมีชุดแลกเปลี่ยนความร้อน 3) ถังกักเก็บพลังงานความร้อนใช้สารพาราฟินสะสมพลังงาน 4) ปั๊มน้ำหมุนเวียนการทำงานของระบบ



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้ง



ภาพที่ 2 หลักการทำงานของเครื่องอบแห้ง



ภาพที่ 3 เครื่องอบแห้งที่สร้างแล้วเสร็จ

4.2 หลักการทำงานของเครื่องอบแห้ง การทำงานของเครื่องอบแห้งแบ่งสภาวะการทำงานคือ 1) ช่วงเวลารับแสงปั๊มน้ำรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ผ่านแผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบมาแลกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนไปใช้ประโยชน์ในตู้อบแห้ง พลังงานความร้อนที่เหลือจะถูกเก็บในพาราฟินในรูปความร้อนสัมผัส 2) ช่วงไม่รับแสงอาทิตย์เป็นการถ่ายเทความร้อนให้ไหลหมุนเวียนระหว่างตู้อบแห้งกับถังกักเก็บพลังงานความร้อนเพื่อดึงพลังงานความร้อนจากพาราฟินไปใช้อบแห้งดังภาพที่ 2

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) เครื่องชั่งดิจิตอล 2) เครื่อง Data Logger 3) สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K 4) Pyranometer สำหรับวัดความเข้มรังสี 5) โรตารีเตอร์ใช้ในการวัดอัตราการไหลของน้ำ และ 6) ตารางบันทึกผลการทดลอง

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์

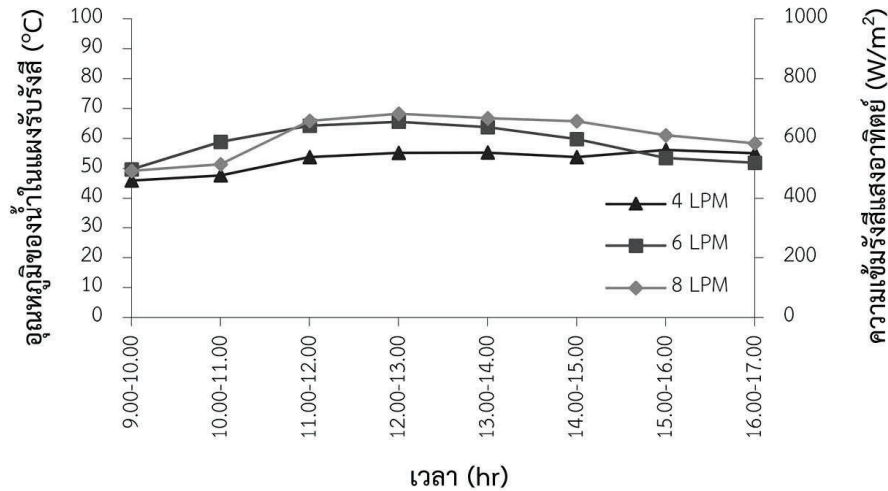
- 1) จัดเตรียมกึ่งที่จะใช้ในการอบโดยการทำความสะอาดหรือล้างน้ำแล้วผึ่งลมไว้ให้สะเด็ดน้ำก่อนนำเข้าเครื่องอบแห้ง
- 2) นำกึ่งที่จะใช้ในการอบแห้งไปชั่งน้ำหนักแล้วนำเข้าตู้อบโดยจัดวางให้กระจายกันอย่างสม่ำเสมอ
- 3) ปรับควบคุมความเร็วรอบปั๊มน้ำที่ต้องการทดสอบอัตราการไหลของน้ำที่ 4 LPM 6 LPM และ 8 LPM
- 4) ทำการบันทึกค่า อัตราการไหลของน้ำในระบบ อัตราการไหลของอากาศในตู้อบแห้ง ความชื้นอากาศในตู้อบแห้งและอุณหภูมิของระบบตามจุดต่าง ๆ ที่กำหนด
- 5) ชั่งน้ำหนักกึ่งที่ใช้ในการทดลอง ทุก ๆ 1 ชั่วโมงมาชั่งน้ำหนักและบันทึกค่า
- 6) จัดเก็บข้อมูลตามระยะเวลาที่กำหนดแล้วนำผลวิเคราะห์ตามสมการและสรุปผลการทดลอง



ภาพที่ 4 กึ่งที่ใช้ในการทดลอง

5. ผลการวิจัย

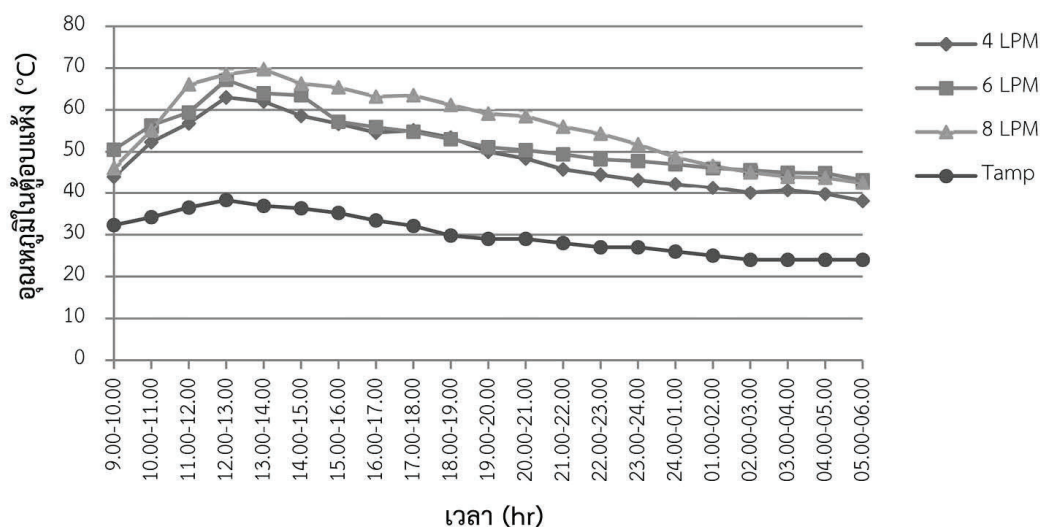
5.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ



ภาพที่ 5 อุณหภูมิของน้ำที่ออกจากแผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ

ผลการศึกษาอุณหภูมิของน้ำ จากอัตราการไหล 4 LPM 6 LPM และ 8 LPM พบว่า ที่ช่วงเวลา 13.00 - 14.00 น. นั้นจะทำให้อุณหภูมิของน้ำมีค่าดังนี้ คือ 4 LPM 6 LPM และ 8 LPM จะมีอุณหภูมิสูงสุดคือ 55.3 °C 63.8 °C และ 66.8 °C ตามลำดับ กล่าวคือ ยิ่งอัตราการไหลของน้ำมากจะส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น เนื่องจากความ

เข้มรังสีแสงอาทิตย์สามารถถ่ายเทความร้อนให้น้ำยังมีน้ำปริมาณมากเท่าไร ก็จะยิ่งถ่ายเทความร้อนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งจะทำให้เพียงพอสำหรับการอบแห้ง โดยในช่วงเช้าจะมีอุณหภูมิต่ำและจะมีอุณหภูมิสูงในช่วงเที่ยงวันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่ารังสีที่ตกกระทบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ ดังภาพที่ 5

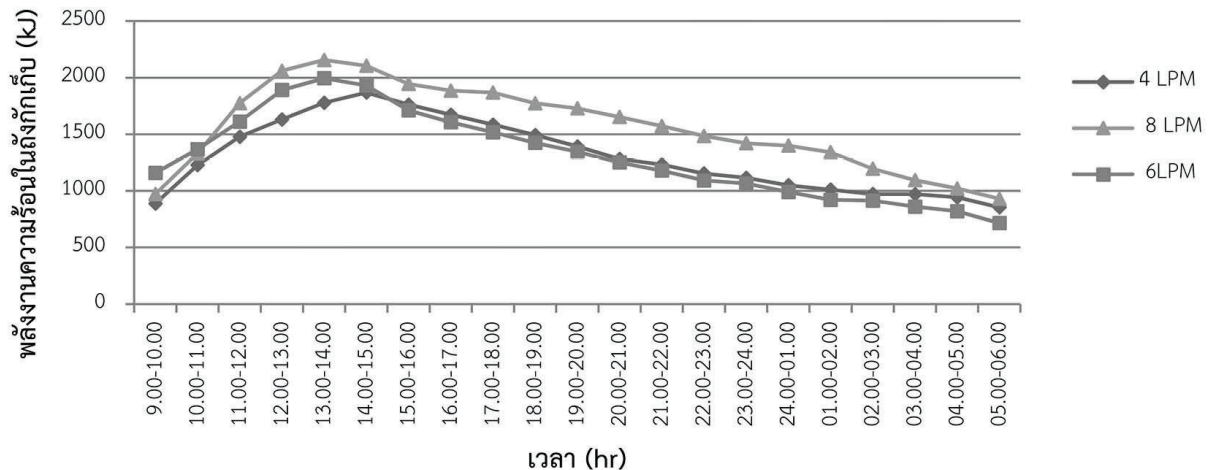


ภาพที่ 6 อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในตู้อบแห้ง

5.2 ผลการศึกษาอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งกั้ว

จากผลการศึกษาอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งกั้ว พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้อบแห้งมีค่าระหว่าง 40-65 °C โดยอุณหภูมิที่สูงที่สุดอยู่ที่ช่วงเวลา 13.00-14.00 น. ที่อัตราการไหล 8 LPM มีค่าอุณหภูมิเท่ากับ 70 °C และค่าอุณหภูมิต่ำที่สุดอยู่ในช่วงเวลา 05.00-06.00 น. ที่อัตราการไหล

4 LPM มีค่าอุณหภูมิเท่ากับ 43 °C ซึ่งบ่งบอกได้ว่า ยิ่งความเข้มข้นสีแสงอาทิตย์มีค่าสูง จะทำให้อุณหภูมิของ อัตราการไหลมีค่ามากขึ้น แต่เมื่อความเข้มข้นสีแสงอาทิตย์ มีค่าน้อยลง จะทำให้อุณหภูมิของอัตราการไหลมีค่าน้อยลงเช่นกันดังภาพที่ 6

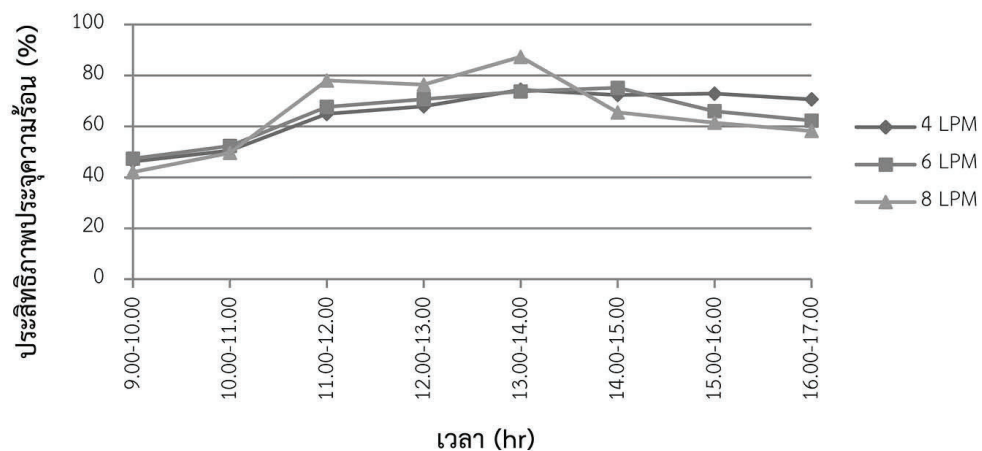


ภาพที่ 7 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในถังกักเก็บพลังงานความร้อน

5.3 ผลการศึกษาอุณหภูมิภายในถังกักเก็บพลังงานความร้อน

ผลการศึกษาค่าพลังงานความร้อนในถังกักเก็บ พลังงานความร้อนพบว่าค่าพลังงานความร้อนมีค่ามากที่สุดที่อัตราการไหลของน้ำ 8 LPM อยู่ในช่วงเวลา

13.00-14.00 น. เนื่องจากมีค่ารังสีตกกระทบมากที่สุด ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่าปริมาณอัตราการไหลของน้ำ มีค่ามากเท่าไร พลังงานความร้อนในถังกักเก็บพลังงาน ความร้อนก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น แต่ก็ต้องขึ้นอยู่กับค่ารังสี ตกกระทบด้วยเช่นกัน ดังภาพที่ 7

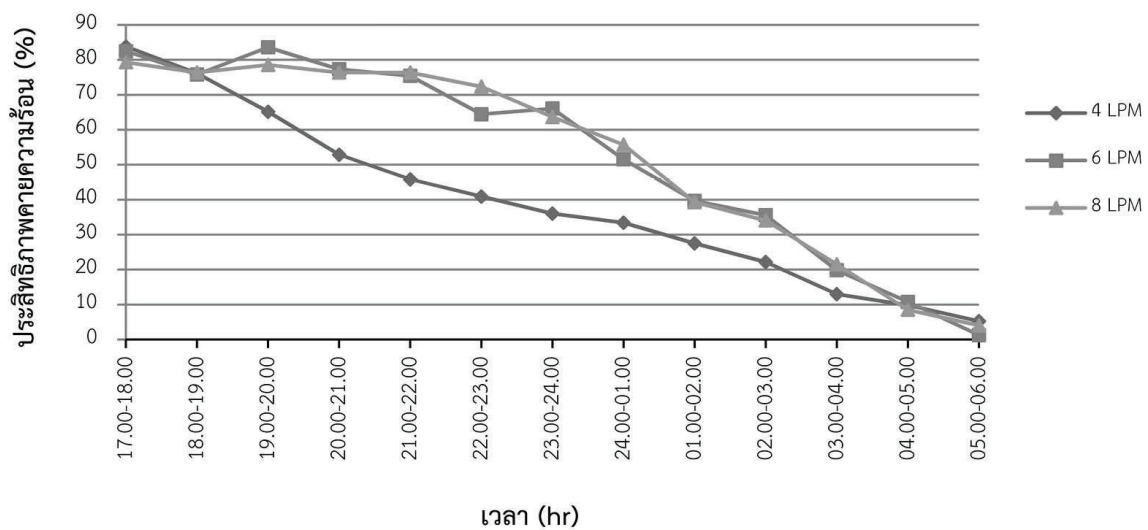


ภาพที่ 8 ประสิทธิภาพการประจุความร้อนในถังกักเก็บพลังงาน

5.4 ประสิทธิภาพการประจุความร้อนในถังกักเก็บพลังงานความร้อน

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการประจุพลังงานความร้อนเข้าถังกักเก็บ พบว่า การกักเก็บมีประสิทธิภาพสูงสุด 85% ที่อัตราการไหล 8 LPM ซึ่งหลังจากเวลา 13.00-14.00 น. นั้น จะพบว่า การกักเก็บมีประสิทธิภาพที่อัตราการไหล 8 LPM มีค่าลดน้อยลงเนื่องจากปริมาณความเข้ม

แสงอาทิตย์มีค่าลดน้อยลงจึงทำให้การถ่ายเทความร้อนให้กับปริมาณของน้ำมีค่าลดลงตามไปด้วย จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ประสิทธิภาพการประจุความร้อนในถังกักเก็บพลังงานที่ อัตราการไหล 8 LPM ลดลงดังภาพที่ 8 ซึ่งสรุปได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกักเก็บพลังงานความร้อนประกอบด้วยช่วงเวลาของปริมาณความเข้มแสงอาทิตย์และอัตราการไหลของน้ำดังภาพที่ 8

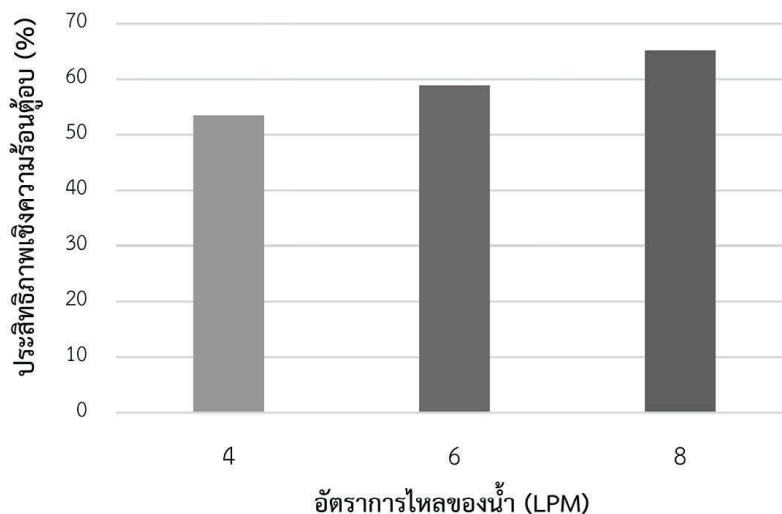


ภาพที่ 9 ประสิทธิภาพการดึงความร้อนจากถังสะสมพลังงาน

5.5 ประสิทธิภาพการดึงพลังงานความร้อนภายในถังกักเก็บพลังงานความร้อน

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการดึงพลังงานความร้อนจากถังกักเก็บพลังงานมาใช้ ในช่วงไม่มีแสงอาทิตย์ พบว่า การดึงพลังงานความร้อนมีประสิทธิภาพสูงในช่วงเริ่มไม่มี

แสงอาทิตย์เข้าระบบแต่ในถังกักเก็บมีพลังงานความร้อนกักเก็บมากประสิทธิภาพการดึง 82% และค่อย ๆ ลดลงตามช่วงเวลาจนเป็น 0% ทั้งนี้เกิดจากปริมาณพลังงานความร้อนที่ลดลงและอัตราการไหลของสารหมุนเวียนดังภาพที่ 9

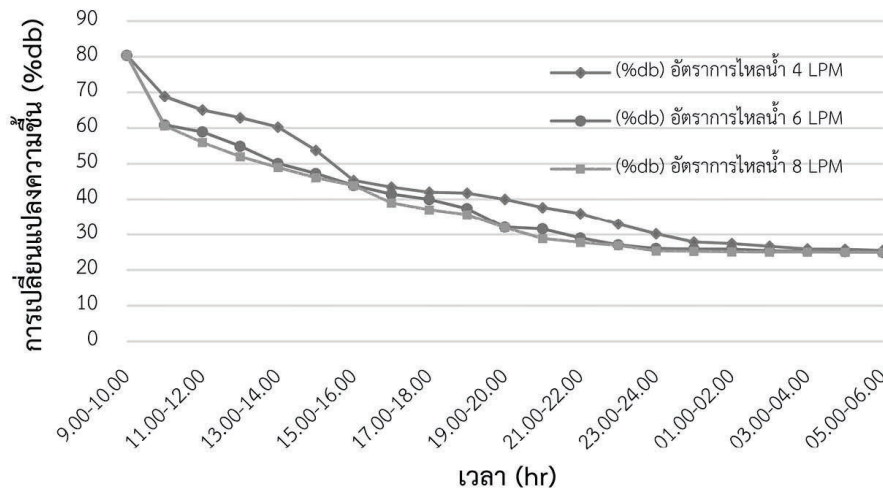


ภาพที่ 10 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้ง

5.6 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้ง

ผลการศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตู้อบแห้งที่มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดมีค่าเท่ากับ 65.18% ที่อัตราการไหล 8 LPM ประสิทธิภาพมีการ

เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาการรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ แต่เพียงพอต่อการอบแห้งกั้วได้ตามมาตรฐานใช้เวลาเพียง 1 วัน ดังภาพที่ 10

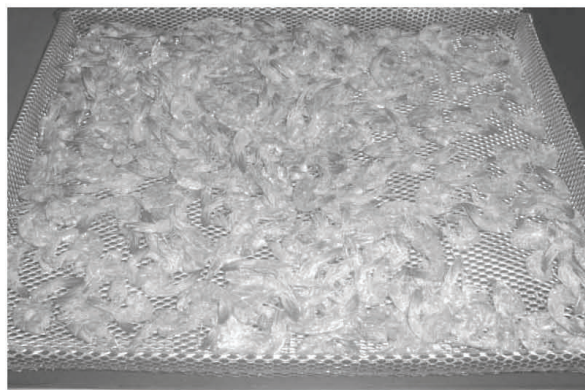


ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงความชื้นมาตรฐานแห้งในกั้ว

5.7 ผลการอบแห้งกั้ว

ผลการทดลองอบแห้งกั้วโดยใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน

ได้ผลการทดลองดังภาพที่ 11 น้ำหนักของกั้วลดลงตามช่วงเวลาการอบแห้ง มีสีซีดลงแต่ยังคงรูปร่างความชื้นของกั้วมีค่าสุดท้ายเท่ากับ 25 %db ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 กั้วที่ผ่านการอบแห้ง (Moisture Content, 25 %db)

6. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลและอภิปรายผล

ผลการศึกษาเครื่องอบแห้งกั้วพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน โดยออกแบบระบบการนำพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์มาระเหยความชื้นออกจากตัวกั้วและพลังงานความร้อนที่เหลือจะถูกกักเก็บไว้ในสารพาราฟินที่อยู่ภายในถังกักเก็บพลังงานสามารถดึงไปใช้ในช่วงไม่มีแสงอาทิตย์ ใช้น้ำเป็นสารตัวนำ

พลังงานความร้อนหมุนเวียนระบบ จากการทดลอง พบว่าอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากแผงรับรังสีแบบแผ่นเรียบมีค่าอยู่ระหว่าง 50-70 °C ซึ่งเพียงพอสำหรับการอบแห้งกั้ว อุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้อบแห้งมีค่าระหว่าง 50-65 °C สามารถกักเก็บพลังงานความร้อนเพียงพอต่อการใช้ออบแห้งกั้วให้ได้ตามมาตรฐานกั้วแห้งภายใน 1 วัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และจากการศึกษาพารามิเตอร์การทำงานของเครื่องมีการเปลี่ยนแปลงใน

ค่าที่สูงขึ้นตามอัตราการไหลของสารหมุนเวียนที่เพิ่มขึ้นจากการทดลองที่อัตราการไหล 8 LPM โดยประสิทธิภาพการกักเก็บพลังงานความร้อน 85% อุณหภูมิเฉลี่ยภายในถังกักเก็บความร้อนมีค่าระหว่าง 50-62 °C เป็นไปตามการวิจัยของทวีวัฒน์ [5] เรื่องสมรรถนะทางความร้อนของระบบกักเก็บพลังงานในรูปความร้อนสัมผัสเพื่อใช้เป็นพลังงานเสริมในการอบแห้งระหว่างกระบวนการประจุความร้อนและกระบวนการดึงความร้อนและเครื่องอบแห้งกึ่งมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบเท่ากับ 65.18% ที่อัตราการไหลของน้ำ 8 LPM และค่าความชื้นสุดท้ายของกุ้งที่อบแห้งด้วยระบบนี้มีค่า 25 %db ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกุ้งแห้ง มอก. 1003-2533 สามารถอบแห้งกุ้งให้แห้งภายในระยะเวลา 1 วัน การวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบแห้งกึ่งมีจุดคุ้มทุนที่ 1.135 ปี สามารถนำระบบอบแห้งนี้ไปประยุกต์ใช้กับการอบแห้งผลิตภัณฑ์ ที่มีอุณหภูมิการอบแห้งอยู่ในช่วง 40-70 °C และข้อดีของระบบนี้คือสามารถอบแห้งได้ต่อเนื่องแม้ไม่มีแสงอาทิตย์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเนื่องจากมีอุณหภูมิไม่สูงมากและดึงความชื้นออกต่อเนื่อง

6.2 ข้อเสนอแนะ

1) นำเครื่องอบแห้งกึ่งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อนนี้ไปทดลองใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารประเภทอื่น ๆ เพื่อให้ได้อุณหภูมิ และอัตราการไหลของน้ำร้อน ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละประเภท

2) ถ้านำพลังงานอื่น ๆ เช่น พลังงานชีวมวลมาใช้ร่วมกับเครื่องอบแห้งกึ่งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน จะช่วยเพิ่มเสริมประสิทธิภาพของเครื่องและกระบวนการอบแห้งให้สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2560). [ออนไลน์]. แนวโน้มอุตสาหกรรม. [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2563]. จาก <https://kasikornresearch.com/TH/analysis/k-econ/business/Pages/index.aspx?c=359>.
- [2] สมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทย. (2559). [ออนไลน์]. Shrimp. [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2563]. จาก <https://thai-frozen.or.th/index.php/product-gallery/shrimp>.
- [3] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2533). [ออนไลน์]. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกุ้งแห้ง มอก.1003-2533. [สืบค้นเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2563]. จาก https://www.acfs.go.th/standard/download/dried_shrimp.pdf.
- [4] กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). [ออนไลน์]. สารพาราฟิน. [สืบค้นเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2563]. จาก <http://oldweb.most.go.th/main/index.php/media-library/sci-daily-words/2899-paraffin-wax-.html>.
- [5] ทวีวัฒน์ สุภารส. (2548). สมรรถนะทางความร้อนของระบบกักเก็บพลังงานในรูปความร้อนสัมผัสเพื่อใช้เป็นพลังงานเสริมในการอบแห้งระหว่างกระบวนการประจุความร้อนและกระบวนการดึงความร้อน. การประชุมวิชาการครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.