



เครื่องอบแห้งแบบใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นเรียบแบบร่อนตัวร่วมกับระบบอากาศคืนกลับ

A Dryer Using Solar Collector of U-Groove Flat Plate Combined with Recirculation Air System

ไพโรจน์ จันท์แก้ว*, อภิรักษ์ ชัดวิลาส, อนุรัตน์ เทวตา, ประสาท เจาะบำรุง และ จักรพันธ์ ถาวรงามยิ่งสกุล

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี *E-mail: phairoac9@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสมรรถนะเครื่องอบแห้งแบบใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์รูปแบบร่อนตัวร่วมกับระบบอากาศคืนกลับ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย ห้องอบแห้งขนาด 0.7 x 0.5 x 1.0 m³ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นเรียบแบบร่อนตัวที่มีพื้นที่ผิวขนาด 1.45 x 1.37 m² สำหรับใช้เพิ่มอุณหภูมิอากาศร้อนในการอบแห้ง ระบบอากาศคืนกลับมาใช้ใหม่ ใช้พัดลมขับด้วยมอเตอร์กระแสตรง ซึ่งใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ ร่วมกับแบตเตอรี่ พร้อมตัวควบคุมความเร็วมอเตอร์พัดลม และระบบอากาศมีวาล์วปล่อยอากาศทิ้งได้บางส่วน การทดสอบทำการอบแห้งพริกชี้ฟ้าในเครื่องอบแห้งโดยควบคุมอัตราการไหลอากาศก่อนเข้าห้องอบแห้ง 0.0308 m³/s และอากาศกลับมาใช้ใหม่ 94% ใช้พริกชี้ฟ้าจำนวน 400 g ซึ่งมีความชื้นเริ่มต้น 264.25 ± 0.33 % dry basis และอบแห้งจนมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 5.10 ± 1.09 % dry basis ทำการทดสอบในช่วง 2-7 กุมภาพันธ์ 2557 (เวลา 9.00 - 17.00) นอกจากนั้นทำการอบแห้งพริกชี้ฟ้าด้วยวิธีตากแดดธรรมดาสำหรับเปรียบเทียบระยะเวลาการอบแห้งพบว่า การอบแห้งพริกชี้ฟ้าที่ตากแดดธรรมดาใช้เวลา 32 ชั่วโมง ส่วนการอบแห้งพริกชี้ฟ้าในเครื่องอบแห้ง ใช้เวลาในการอบแห้งในช่วงมีแสงอาทิตย์ 24 ชั่วโมง ประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 53.29 ± 8.31 % ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งเฉลี่ย 29.52 ± 3.65 % อัตราการอบแห้งเฉลี่ย 2.98 g/h และคุณภาพด้านสีของพริกอบแห้ง มีสีคล้ำน้อยกว่าพริกชี้ฟ้าที่ขายในท้องตลาด

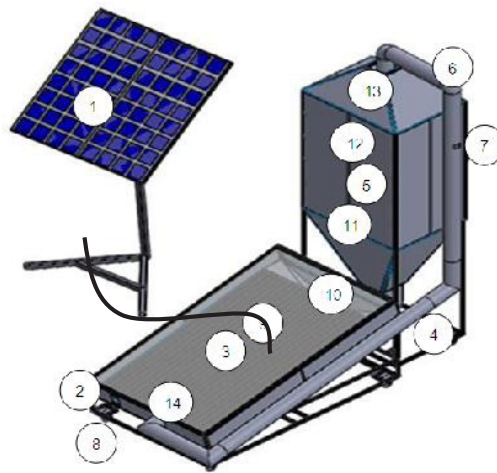
คำสำคัญ: เครื่องอบแห้ง, ตัวเก็บรังสีอาทิตย์, ระบบอากาศเวียนกลับบางส่วน, พริก

1. บทนำ

ปัจจุบันการแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรมีการพัฒนาหลายรูปแบบ การอบแห้งได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุดิบ และรักษาคุณสมบัติด้านสี ตลอดจนคุณค่าทางอาหารให้คงอยู่มากที่สุด อีกทั้งการอบแห้งยังช่วยการเพิ่มเวลาในการจัดเก็บหรือการขนส่งให้มีความสะดวกมากขึ้น ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งขึ้นมามากมายสำหรับตอบสนองต่อกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม ตลอดจนลดต้นทุนและลดเวลาการผลิตลง แต่ก็พบว่ามีการใช้แหล่งพลังงานในการอบแห้งเช่น ไฟฟ้า ก๊าซ และฟืน ซึ่งเป็นต้นทุนของการผลิตผลิตภัณฑ์อบแห้งถึง 20-60 % [1] นอกจากนี้จะเป็นต้นทุนที่สูงแล้วยังพบว่าพลังงานเหล่านี้ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโลกอีกด้วย ดังนั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนในการใช้พลังงานจึงได้มีการคิดค้นใช้พลังงานจากธรรมชาติที่ไม่ทำให้เกิดมลภาวะ ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และยังช่วยลดปัญหาโลกร้อนนั่นก็คือพลังงานจากแสงอาทิตย์ ซึ่งปัจจุบันพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทางเลือกชนิดหนึ่งที่มีความสนใจเป็นอย่างมาก ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศที่จัดอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งด้วยอาทิตย์ในประเทศไทย พบว่า สามารถแบ่งตามวิธีการรับรังสีอาทิตย์ได้ 3 แบบ คือ รับรังสีอาทิตย์โดยตรง, โดยอ้อม และแบบผสม มีลักษณะการหมุนเวียนอากาศภายใน 2 ลักษณะ คือหมุนเวียนตามธรรมชาติ (Passive system) และหมุนเวียนแบบบังคับ (Active system) โดยปัจจัยหลักของการเพิ่มสมรรถนะการอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์ คือ อุณหภูมิ, ความเร็ว และความชื้นของอากาศในระบบ [2-3] นอกจากนี้ลักษณะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ มีผู้ศึกษาในรูปแบบแผ่นเรียบ แบบร่อนตัว [4] และแผ่นเรียบรูปแบบต่างๆร่วมกับครีป [5] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งที่ใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นเรียบแบบร่อนตัวซึ่งลักษณะเหมือนลอนสังกะสีสำหรับใช้มุ่งหลังคาซึ่งจะหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาดเป็นแหล่งจ่ายความร้อนร่วมกับระบบอากาศคืนกลับที่ใช้พัดลมจากแหล่งจ่ายของระบบแผงโซลาร์เซลล์

2. วัสดุและวิธีการ

2.1 อุปกรณ์ทดลอง เครื่องอบแห้งแบบใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นเรียบแบบร่อนตัวร่วมกับระบบอากาศคืนกลับ ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญคือ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบแบบร่อนตัว ตัวเก็บรังสีอาทิตย์มีพื้นที่ผิวขนาด 11.45 x 1.37 m² ซึ่งทำสีกด้วยสีดำ และด้านล่างมีการหุ้มฉนวนกันความร้อนเอียงทำมุมกับแนวราบ 17 องศา ใช้มอเตอร์พัดลมกระแสตรง 12 V, 4 Amp (48 W) สำหรับให้อากาศไหลเวียนในห้องอบแห้ง ห้องอบแห้งมีขนาด 70 x 50 x 100 cm³ โดยมีระยะห่างระหว่างชั้น 20 cm เพื่อให้มีขนาดที่เหมาะสมกับตัวรับรังสีอาทิตย์ และสามารถเพิ่มชั้นวางได้อีกให้อากาศไหลคืนกลับ ใช้ท่อลูมินีเยียมแบบยึดได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10.16 cm ช่องวาล์วปล่อยอากาศทิ้งบางส่วน และแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์เอียงทำมุมกับแนวราบ 17 องศา ขนาด 120 Watt ร่วมกับแบตเตอรี่ขนาด 32 Ah พร้อมตัวควบคุมความเร็วมอเตอร์พัดลม ตามรูปที่ 1 สำหรับวัสดุที่ใช้ทดสอบคือ พริกชี้ฟ้า (ซื้อมาจากตลาดตาก จังหวัดตาก) มีความชื้นเริ่มต้น 264.85 ± 2.14 % dry basis



1 แผงโซลาร์เซลล์; 2 วาล์วเปิดอากาศเข้า; 3 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบร่องตัวยู; 4 มอเตอร์พัดลม 12 V; 5 ห้องอบแห้ง; 6 ท่ออากาศไหลคืนกลับ; 7 วาล์วปล่อยอากาศทั้งบางส่วนและตำแหน่งวัดความชื้นสัมพัทธ์ออกห้องอบแห้ง(RH_i); 8 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อม(T_{amb}, RH_{amb}); 9 อุณหภูมิตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์(T_{coll}) และตำแหน่งวัดความเข้มรังสีอาทิตย์(I_r); 10 อุณหภูมิอากาศออกจากตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์(T_{coll,out}); 11 อุณหภูมิอากาศห้องอบแห้งชั้นล่าง(T_{drying,1}); 12 อุณหภูมิอากาศห้องอบแห้งชั้นบน(T_{drying,2}); 13 อุณหภูมิอากาศทางออกห้องอบแห้ง(T_{drying,3}) และ 14 อุณหภูมิอากาศทางออกท่อไหลกลับ(T_{rc})

รูปที่ 1 เครื่องอบแห้งแบบใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นเรียบแบบร่องตัวยูร่วมกับระบบอากาศคืนกลับ

2.2 วิธีการทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแห้ง

2.2.1 นำพริกชี้ฟ้าจำนวน 400 g วางบนถาดจำนวน 4 ถาดถาดละ 100 g และปิดตู้อบแห้งให้สนิท ขณะเดียวกันนำพริกชี้ฟ้ามาทดสอบตากแดดธรรมดาโดยไม่ใช้ตู้อบแห้ง

2.2.2 เครื่องอบแห้งแบบใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นเรียบแบบร่องตัวยูร่วมกับระบบอากาศคืนกลับทำการควบคุมอัตราการไหลอากาศก่อนเข้าห้องอบแห้ง 0.0308 m³/s และอากาศกลับมาใช้ใหม่ 94 %

2.2.3 ติดตั้งชุดแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 120 Watt ร่วมกับแบตเตอรี่ขนาด 32 Ah พร้อมตัวควบคุมความเร็วมอเตอร์พัดลมเพื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับชุดมอเตอร์พัดลม

2.2.4 ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิล ตามจุดต่างๆสำหรับวัดอุณหภูมิที่กำหนดไว้ในรูปที่ 1 และใช้ Data logger รุ่น ID8-K120บันทึกอุณหภูมิ ใช้ solar power meter รุ่น DT-1307 วัดความเข้มรังสีอาทิตย์ และใช้เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ ยี่ห้อK bokles รุ่น BK 8621C สำหรับตรวจสอบความชื้นอากาศ ทำการบันทึกผลการตรวจวัดทุกๆ 30 นาทีตั้งแต่เวลา 9.00น. – 17.00 น. ส่วนน้ำหนักพริกใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลยี่ห้อ Huaji รุ่น DJ1002C จะเก็บข้อมูลเป็นเวลา 17.00 น ของทุกวันเท่านั้นเพื่อลดการสูญเสียความร้อนออกจากเครื่องอบแห้ง และเก็บข้อมูลจนพริกมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 5.10 ± 1.09 % dry basis สำหรับมาตรฐานพริกแห้งจะต้องมีความชื้นไม่เกิน 13 % [6]

2.2.5 นำพริกอบแห้งมาตรวจสอบคุณภาพด้านสี ใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น Miniscan XE Plus ซึ่งค่าสีที่วัดได้แสดงด้วยค่าความสว่าง (Lightness, L*) ค่าความเป็นสีแดง (Redness, a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness, b*) ในระบบ CIE LABโดยเปรียบเทียบกับพริกสดและพริกที่ขายในท้องตลาด

2.3 การวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องอบแห้ง ได้นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง และอัตราการอบแห้ง

2.3.1 ประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ (Collector efficiency, η_{coll}) หาได้จาก

$$\eta_{coll} = \frac{\dot{Q}_{coll}}{I_T A_c} = \frac{\dot{m}_a C_p (T_{coll,out} - T_{coll,in})}{I_T A_c} \quad (1)$$

เมื่อ \dot{Q}_{coll} คือ อัตราความร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์, \dot{m}_a คือ อัตราการไหลของมวลอากาศ, C_p คือค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ, $T_{coll,out}$ คือ อุณหภูมิของอากาศออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์, $T_{coll,in}$ คือ อุณหภูมิของอากาศเข้าตัวเก็บรังสีอาทิตย์, I_T คือค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ และ A_c คือพื้นที่รับแสงของตัวเก็บรังสีอาทิตย์

2.3.2 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง (Dryer efficiency, η_{dryer})

$$\eta_{dryer} = \frac{\dot{Q}_{dryer}}{I_T A_c} = \frac{\dot{m}_a C_p (T_{drying,1} - T_{coll,in})}{I_T A_c} \quad (2)$$

เมื่อ \dot{Q}_{dryer} คือ อัตราความร้อนของเครื่องอบแห้ง, $T_{drying,1}$ คือ อุณหภูมิของอากาศเข้าเครื่องอบแห้ง

2.3.3 อัตราการอบแห้ง (Drying rate) สามารถหาได้จากปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากวัสดุอบแห้งหารด้วยเวลาที่ใช้

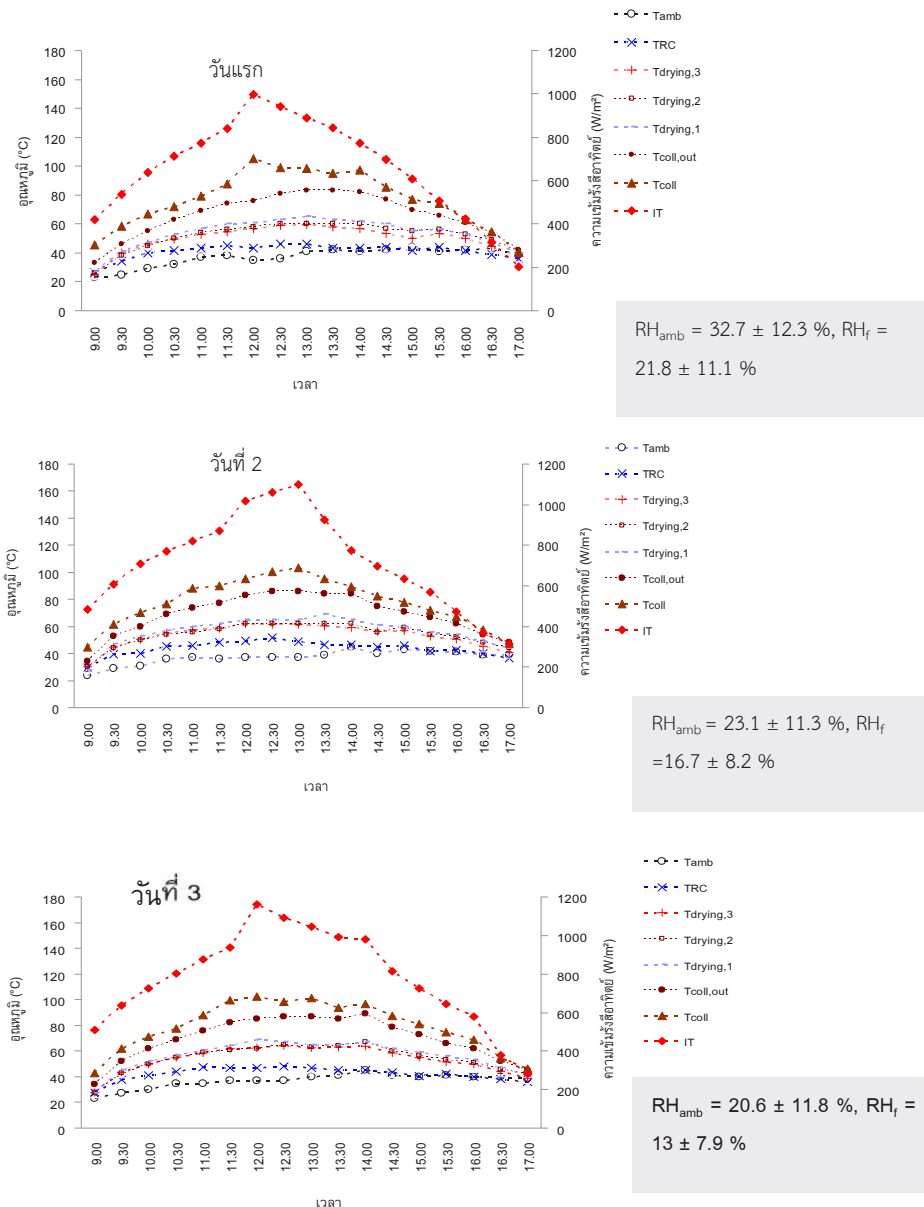
3. ผลและวิจารณ์

ผลจากการอบแห้งพริกชี้ฟ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นเรียบแบบรูดตัวร่วมกับระบบอากาศคืนกลับ ความเข้มข้นรังสีอาทิตย์ไม่สามารถควบคุมได้ซึ่งจะแปรเปลี่ยนตามเวลาในช่วงมีแสงแดด และอาจมีเมฆบัง รูปที่ 2 แสดงรายละเอียดของอุณหภูมิ และความเข้มข้นรังสีอาทิตย์ พบว่าวันที่ 1 ความเข้มข้นรังสีอาทิตย์อยู่ในช่วง 202 – 998 W/m² เฉลี่ย 653.8 W/m² สามารถทำให้อุณหภูมิก่อนเข้าห้องอบแห้งชั้นล่างเฉลี่ย 53.5 °C วันที่ 2 ความเข้มข้นรังสีอาทิตย์อยู่ในช่วง 315 – 1099 W/m² เฉลี่ย 716 W/m² สามารถทำให้อุณหภูมิก่อนเข้าห้องอบแห้งชั้นล่างเฉลี่ย 56.5 °C และวันที่ 3 ความเข้มข้นรังสีอาทิตย์อยู่ในช่วง 283 – 1162 W/m² เฉลี่ย 775 W/m² สามารถทำให้อุณหภูมิก่อนเข้าห้องอบแห้งชั้นล่างเฉลี่ย 56.3 °C

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิของอากาศเวียนกลับมาใช้ใหม่จะเห็นว่า ในช่วงประมาณ 9.00 – 14.00 น มีค่าสูงกว่าอากาศแวดล้อมอย่างเห็นได้ชัดทั้ง 3 วัน แต่ภายหลังจากเวลา 14.00 น ไปแล้วจะเห็นความแตกต่างน้อยมาก เนื่องจากความร้อนที่ออกจากห้องอบแห้งสูญเสียไปกับผนังท่อลมเหนียวและผนังของระบบท่อทาง

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศที่ห้องอบแห้งชั้นล่าง (T_{drying,1}) พบว่าต่ำกว่า อุณหภูมิอากาศออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์(T_{coll,out}) เนื่องจากความร้อนบางส่วนสูญเสียไปกับโครงสร้างของเครื่องอบแห้ง และอีกส่วนสูญเสียไปกับผนังห้องอบแห้ง

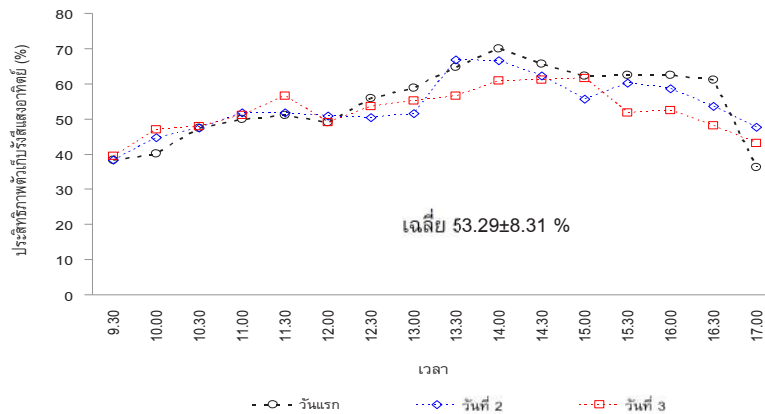
ส่วนอุณหภูมิอากาศที่ห้องอบแห้งชั้นล่าง (T_{drying,1}) สูงกว่าอุณหภูมิอากาศที่ห้องอบแห้งชั้นบน (T_{drying,2}) หรืออากาศชั้นที่ 4 เพราะว่า ความร้อนถูกใช้ในการอบแห้งพริกชี้ฟ้าที่ถาดชั้นล่างถึงถาดชั้นที่ 3 และบางส่วนสูญเสียไปกับโครงสร้าง รายละเอียดอุณหภูมิที่จุดอื่นๆ แสดงไว้ในรูปที่ 2



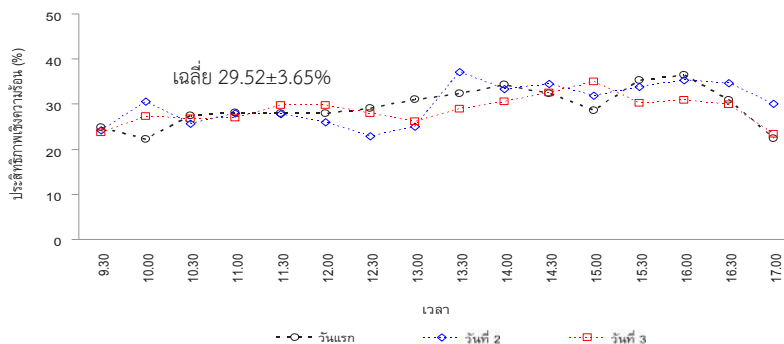
รูปที่ 2 อุณหภูมิที่จุดตำแหน่งต่างๆสำหรับเครื่องอบแห้งและความเข้มข้นรังสีอาทิตย์สัมพันธ์กับระยะเวลาการอบแห้ง ช่วง 2-7 กุมภาพันธ์ 2557 (เวลา 9.00 - 17.00)

จากรูปที่ 3 แสดงผลของสมรรถนะของเครื่องอบแห้งด้านประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์พบว่ามีประสิทธิภาพเฉลี่ย 53.29 ± 8.31 % ซึ่งจะมีประสิทธิภาพสูงสุดประมาณ 66 % ที่เวลา 14.00 น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Momtero *et al.* (2010) [7] ที่ใช้ตัวเก็บรังสีแผ่นเรียบโดยมีพัดลมสำหรับเพิ่มอัตราการไหลของอากาศ ใช้ระบบอากาศแบบเปิด พบว่าในช่วงความเข้มรังสีอาทิตย์ 980 W/m^2 ที่อัตราการไหลของอากาศเชิงมวล 0.06 kg/s ตัวเก็บรังสีอาทิตย์มีประสิทธิภาพประมาณ 48 % นอกจากนี้ อีริคคิต์ หุดากร (2552) [1] ศึกษาตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นเรียบขนาด $3 \times 1 \text{ m}^2$ ซึ่งมีลักษณะเป็นร่องรูปตัววี ใช้อัตราการไหลของอากาศเชิงมวล 0.04 kg/s พบว่าในช่วงเวลา 9.00 - 17.00 น. ของวันที่มีท้องฟ้าแจ่มใสอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งเฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ $47.0 \text{ }^\circ\text{C}$ มีอุณหภูมิสูงสุดที่ $54.10 \text{ }^\circ\text{C}$ และประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์ สูงสุดที่ 56.23 %

รูปที่ 4 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง พบว่ามีประสิทธิภาพเฉลี่ย 29.52 ± 3.65 % ทั้งนี้มีค่าน้อยกว่าประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์ เนื่องจาก ความร้อนส่วนหนึ่งมีการสูญเสียไปในโครงสร้าง ผนังเครื่องอบแห้ง และระบบท่อทางของอากาศที่นำอากาศไหลเวียนกลับมาใช้ใหม่

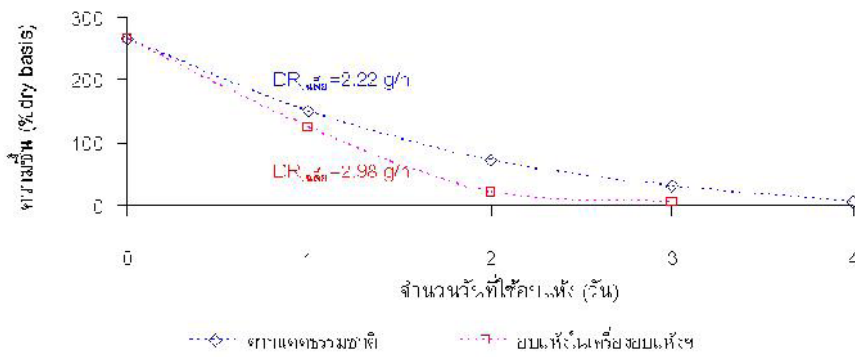


รูปที่ 3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์ตามระยะเวลาการอบแห้ง ช่วง 2-7 กุมภาพันธ์ 2557 (เวลา 9.00 - 17.00)



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งตามระยะเวลาการอบแห้ง ช่วง 2-7 กุมภาพันธ์ 2557 (เวลา 9.00 - 17.00)

พิจารณาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อบแห้ง ในด้านการลดลงของความชื้นของพริกชี้ฟ้าพบว่า การอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้ง ใช้เวลาช่วงมีแสงแดด 24 ชั่วโมง มีอัตราการอบแห้งเฉลี่ย 2.98 g/h ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่า การตากแดดตามธรรมชาติ 8 ชั่วโมงโดยการตากแดดตามธรรมชาติมีอัตราการอบแห้งเฉลี่ย 2.22 g/h ตามรูปที่ 5 ดังนั้นเครื่องอบแห้งแบบใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นเรียบแบบร่องตัวร่วมกับระบบอากาศคืนกลับสามารถเพิ่มอุณหภูมิได้สูง ซึ่งผลิตภัณฑ์อบแห้งจะมีอัตราการอบแห้งสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้น [8] และเมื่อพิจารณาคุณภาพด้านสี รูปที่ 6 แสดงลักษณะสีของพริกชี้ฟ้าที่เวลาการอบแห้งต่างๆ จากตารางที่ 1 การวิเคราะห์สีในค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ค่าความเป็นสีแดง (Redness, a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness, b^*) ของพริกชี้ฟ้า พบว่าค่าความสว่างมีค่าลดลง ค่าความเป็นสีแดงและค่าความเป็นสีเหลืองมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับพริกสด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับพริกชี้ฟ้าอบแห้งจากเครื่องอบแห้ง กับพริกชี้ฟ้าอบแห้งที่ขายในท้องตลาด พบว่าค่าความเป็นสีแดงและค่าความเป็นสีเหลืองของเครื่องอบแห้ง มีค่าน้อยกว่าพริกชี้ฟ้าอบแห้งที่ขายในท้องตลาด ซึ่งสีพริกจากเครื่องอบแห้งจะออกสีคล้ำน้อยกว่า



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบการลดลงของความชื้นพริกตามจำนวนวันที่ใช้อบแห้งระหว่างตากแดดธรรมชาติกับการอบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นเรียบแบบร่องตัวคู่ร่วมกับระบบอากาศคืนกลับ



พริกชี้ฟ้าสด

อบแห้ง 8 h (วันแรก)

อบแห้ง 16 h (วันที่ 2)

อบแห้ง 24 h (วันที่ 3)

รูปที่ 6 ลักษณะของพริกชี้ฟ้าที่อบแห้งโดยใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบร่องตัวคู่

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบสีด้วยค่าความสว่าง (Lightness, L*) ค่าความเป็นสีแดง (Redness, a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness, b*) ของพริกชี้ฟ้า

รายการ	L*	a*	b*
ก่อนอบ	76 ± 6.4 ^a	7.7 ± 2.9 ^a	2.4 ± 1.1 ^a
เครื่องอบแห้งฯ	51.9 ± 5.3 ^b	11.4 ± 3.5 ^b	4.5 ± 2.2 ^b
ตลาดขาย	50.3 ± 5.4 ^b	14.2 ± 4.3 ^c	6.3 ± 2.5 ^c

^{a-c} หมายถึง การเปรียบเทียบในคอลัมน์เดียวกันที่มีความแตกต่างกันที่ p < 0.05

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

เครื่องอบแห้งแบบใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นเรียบแบบร่องตัวคู่ร่วมกับระบบอากาศคืนกลับจากความร้อนที่เหลือออกจากห้องอบแห้งสำหรับทำให้อุณหภูมิที่ออกตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่มีพื้นที่ผิวขนาด 1.45 × 1.37 m² และเอียงทำมุมกับแนวราบ 17 องศา มีค่าสูงชัน ซึ่งจะส่งผลให้อัตราการอบแห้งสูงขึ้น โดยระบบไหลเวียนอากาศได้ออกแบบใช้พัดลมมอเตอร์กระแสตรง 12 V ซึ่งใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าจาก แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 120 Watt เอียงทำมุมกับแนวราบ 17 องศา ร่วมกับแบตเตอรี่ขนาด 32 Ah ซึ่งมีอุปกรณ์สำหรับการควบคุมความเร็วมอเตอร์พัดลมได้ สภาวะการทดสอบสำหรับหาสมรรถนะของเครื่องอบแห้ง ได้ทำการควบคุมอัตราการไหลอากาศก่อนเข้าห้องอบแห้ง 0.0308 m³/s และควบคุมอากาศกลับมาใช้ใหม่ 94% ใช้พริกชี้ฟ้าจำนวน 400 g ซึ่งมีความชื้นเริ่มต้น 264.25 ± 0.33 % dry basis และอบแห้งจนมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 5.10 ± 1.09 % dry basis ทำการทดสอบในช่วง 2 – 7 กุมภาพันธ์ 2557 (เวลา 9.00 - 17.00) นอกจากนั้นทำการอบแห้งพริกตากแดดธรรมดาสำหรับเปรียบเทียบระยะเวลาการอบแห้ง พบว่าการอบแห้งพริกตากแดดธรรมดาใช้เวลา 32 ชั่วโมง (4 วัน) มีอัตราการอบแห้งเฉลี่ย 2.22 g/h ส่วนการอบแห้งพริกในเครื่องอบแห้ง ใช้เวลาในการอบแห้งในช่วงมีแสงอาทิตย์ 24 ชั่วโมง (3 วัน) มีประสิทธิภาพตัวเก็บรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 53.29 ± 8.31 % ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งเฉลี่ย 29.52 ± 3.65 % อัตราการอบแห้งเฉลี่ย 2.98 g/h และคุณภาพด้านสีของพริกอบแห้ง มีค่าความสว่าง (L*) 51.9 ± 5.3 ค่าความเป็นสีแดง (a*) 11.4 ± 3.5 และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) 4.5 ± 2.2

ข้อเสนอแนะระบบท่อทางสำหรับให้อากาศไหลเวียนกลับมาใช้ใหม่ควรใส่ฉนวนกันความร้อนเพื่อลดการสูญเสียความร้อนที่จะออกจากเครื่องอบแห้ง ควรเพิ่มปริมาณพริกชี้ฟ้าในการอบแห้งซึ่งจะทำให้อัตราการอบแห้งสูงขึ้น



5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่เอื้ออำนวยสถานที่และเครื่องมือวัด ในการศึกษาและวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] อธิษฐาน หุดาการ “การศึกษาสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบแบบร่องรูปตัววีสำหรับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์” ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ และ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2552
- [2] Jareanjit, J., “A Solar Dryer Technology and Its Development,” *KKU Res. J.*, 17(1), pp.110-124, 2012.
- [3] Belessiotis, V. and Delyannis, E., “Solar drying,” *Solar Energy*, 85, pp. 1665–1691, 2011.
- [4] Karim, M.A. and Hawlader, M.N.A., “Performance evaluation of a v-groove solar air collector for drying applications,” *Applied Thermal Engineering*, 26, pp.121–130, 2006.
- [5] Hussain, F. Othman, M.Y.H. Sopian, K. Yatim, B. Ruslan, H. and Othman, H., “Design development and performance evaluation of photovoltaic/thermal(PV/T) air base solar collector,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, pp. 431–441, 2013.
- [6] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ “กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร: พริกแห้ง” เล่ม ๑๒๗ ตอนพิเศษ ๑๕๐ ง ราชกิจจานุเบกษา พ.ศ. 2553
- [7] Montero, I. Blanco, J. Miranda, T. Rojas, S. and Celma, A.R., “Design, construction and performance testing of a solar dryer for agro industrial by-products,” *Energy Conversion and Management*, 51, pp. 1510–1521, 2010.
- [8] Chunkaew, P., Acharyaviriya, A., Acharyaviriya, S., James, C. M. and Sriwattana, S., “Operating parameters effects on drying kinetics and salted sunflower seed quality utilizing a fluidized bed,” *International Journal of Advanced Research in Engineering & Technology (IJARET)*, 4 (6), pp. 256-268, 2013.