O-CT10

การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

Performance Improvement of Solar Green House Dryer: Case study Thung Bo Paen Village Enterprise Group Hang Chat District Lampung.

วรานนท์ อินต๊ะธรรม[1*], วรจิตต์ เศรษฐพรรค์ [1], รวิภา ยงประยูร [2]

[1]สถาบันพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ติดต่อ E-Mail: Waranon.intatam@gmail.com,เบอร์โทรศัพท์ 053 - 885-871, เบอร์โทรสาร 053 - 885-871

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตชุมชนเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการใช้งานเครื่องอบแห้งที่ถูกออกแบบและติดตั้ง ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ซึ่งมีรูปร่างเป็นพาราโบลากว้าง 1.50 เมตร ความยาว 2 เมตร สูง 0.50 เมตร พื้นของเครื่องอบเทด้วยคอนกรีตเพื่อป้องกันไม่ให้มีความชื้นระเหยจากพื้นดิน โดยเครื่องอบแห้งดังกล่าวคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตซึ่งเป็นวัสดุโปร่งใสเพื่อทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก พร้อมทั้งติดตั้งพัดลมดูดอากาศโดยใช้กำลังไฟฟ้าจากแผงโซลาเซลล์ขนาด 12 วัตต์ เพื่อช่วยในการระบายความชื้นซึ่งเป็นพัดลมแบบ DC FAN SLEEVE BEARING 12 V-DC ขนาด 8x8 เซนติเมตร จำนวน 6 ตัว

ผลการวิจัยจากการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งที่พัฒนาแล้วนั้น พบว่าสามารถอบแห้งเห็ดนางฟ้าสดมวล 5 กิโลกรัม ให้เหลือเพียง 0.5 กิโลกรัม ด้วยระยะเวลาเพียง 6 ชั่วโมง ซึ่งเร็วกว่าการตากแดดตามธรรมชาติโดยการตากแดดแบบธรรมชาติและการตากด้วยเครื่องอบที่ยังไม่พัฒนา ซึ่งใช้เวลา 12 ชั่วโมงและ 8 ชั่วโมงตามลำดับ โดยเมื่อคำนวณประสิทธิภาพเครื่องอบมีค่าเท่ากับ 26 % มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเครื่องอบแห้งเดิมก่อนที่จะทำการพัฒนาขึ้นใหม่ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกที่พัฒนาขึ้นมานี้จึงเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานอบแห้งของผู้ประกอบการในการแปรรูปเห็ดต่อไป

คำสำคัญ: เครื่องอบแห้ง, พลังงานแสงอาทิตย์, เรือนกระจก

1.บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างมากไม่ว่าจะเป็นพลังงานไฟฟ้า น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติและอื่นๆ พลังงานเหล่านี้ได้จากวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ทับถมมากกว่า 40 ล้านปีซึ่งในอนาคตอาจจะหมดไปดังนั้น จึงมีผู้ที่มีความรู้จำนวนมากคิดค้นหาพลังงานทดแทนวัตถุดิบธรรมชาติดังกล่าว เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ และพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ซึ่งถือได้ว่าเป็นแหล่งพลังงานและแหล่งความร้อนขนาดใหญ่ของโลกมนุษย์ ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์มากมายหลายรูปแบบ ทั้งที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น หอรวมแสงเพื่อผลิตไฟฟ้า หรือแม้แต่ไม่พึ่งพาเทคโนโลยีเลย เช่น การตากแห้งโดยตรงจากแสงอาทิตย์ การอบแห้งหรือการตากแห้ง ถือได้ว่าเป็นการใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์ที่เก่าแก่มากวิธีการหนึ่งและมักจะใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่อดีตมนุษย์ มักจะไม่คำนึงรูปแบบ หรือต้องใช้อุปกรณ์ช่วยในการเก็บความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ในการอบแห้ง ทำให้พืชผลทางการเกษตร หรือวัตถุดิบที่ต้องการตากแห้ง ต้องใช้เวลานานกว่าจะใช้ประโยชน์ได้ และบางครั้งอาจเกิดความเสียหายแก่พืชผลทางการเกษตรเสียด้วยซ้ำ และบางฤดูกาลไม่สามารถตากแห้งได้ ก่อเกิดความเสียหายให้ผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก

จากปัญหาการของอาชีพการเพาะเห็ดในชุมชนบ้านทุ่งบ่อแป้นนั้น เกิดขึ้นตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2531 จากผู้ใหญ่บ้านถาวร มณียศ โดยผู้ใหญ่ได้ผ่านการอบรมการสร้างอาชีพเสริมด้วยการเพาะเห็ด จากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ โดยนำความรู้ที่ได้มาสร้างโรงเพาะเห็ดที่บ้านของตนในช่วงปีแรกนั้นอาศัยแรงงานจากสมาชิกในครอบครัว ซึ่งต่อมาเมื่อเกิดผลกำไรจากการเพาะเห็ดจึงมีลูกบ้านสนใจที่จะเรียนรู้การเพาะเห็ดจากผู้ใหญ่บ้านถาวร มากขึ้น จนกลายเป็นกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น โดยในปัจจุบันมีหัวหน้ากลุ่มวิสาหกิจเพาะเห็ด คือ นายอรุณ ปินใจ และสมาชิกจำนวน 21 ครัวเรือน เฉลี่ยครัวเรือนละ 5 โรงเรือนที่การประกอบเพาะเห็ด ซึ่งระยะเวลาและประสบการณ์ที่ชุมชนมีต่อการเพาะเห็ดเท่ากับ 24 ปี ด้วยการเพาะเห็ด 5 ชนิด ได้แก่ เห็ดนางฟ้า เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดขอนขาว เห็ดนางลม เป็นต้น

ตารางที่ 1 รายละเอียดผลผลิตเห็ดในชุมชน

ชนิดของเห็ด	ราคาขายต่ำสุด(บาท)	ราคาขายสูงสุด(บาท)	กำไรต่ำสุด(บาท)	กำไรสูงสุด(บาท)
เห็ดขอนขาว	32,000	50,000	-13,185	10,614
เห็ดขอนดำ	24,000	48,000	-13,185	10,614
เห็ดนางฟ้าขาว	24,000	45,000	-13,766	10,233
เห็ดนางฟ้าดำ	32,000	50,000	-13,766	7,233
เห็ดเป๋าฮื้อ	20,000	38,500	-17,842	4,157

จากตารางที่ 1 แสดงชนิดของเห็ดที่เพาะโดย กลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง มีจำนวน 5 ชนิด โดยมีราคาขายและกำไรที่แต่งต่างกันไปปริมาณของเห็ดที่ผลิตได้ตามฤดูกาล ทั้งนี้ กำไรจากการขายเห็ดนางฟ้าดำมีค่าต่ำที่สุด จากการขายผลผลิต

ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดในการแปรรูปเห็ดนางฟ้าขาวและนางฟ้าเห็ดดำ ด้วยเป้าหมายในการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มความหลากหลายให้กับเห็ดซึ่งเป็นผลิตผลหลักของกลุ่มวิสาหกิจ ด้วยกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและคุณลักษณะของสินค้า ลดปัญหาสินค้าเกษตรกินเนื้อที่มากและเน่าเสียง่าย อันเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะในการแข่งขัน และถูกนำเสนอเป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าเห็ดโดยใช้เทคโนโลยีซึ่งเป็นการหาทางออกร่วมกันระหว่างชุมชนและนักวิชาการด้วยการทำงานร่วมกันจนทำให้เกิดการแปรรูปเห็ดนางฟ้า 2 รูปแบบได้แก่ “เห็ดสมุนไพร” และ “เห็ดสวรรค์”

จากการใช้ใช้งานเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก ภายหลังการเปลี่ยนวัสดุคลุมเครื่องอบเป็นแผ่นโพลีคาร์บอนเนต และยังพบข้อบกพร่องในประเด็นของอุณหภูมิและการระบายความชื้นของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อใช้อบแห้งเห็ดในกระบวนการแปรรูปเป็นเห็ดสวรรค์ และเห็ดสมุนไพร ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ดังกล่าวเพื่อให้สอดรับกับลักษณะการใช้งานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปางต่อไป

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาแนวทางการปรับปรุงระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก ที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตชุมชน ทดสอบสมรรถนะทางเทคนิคและวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก

3. ขอบเขตการวิจัย

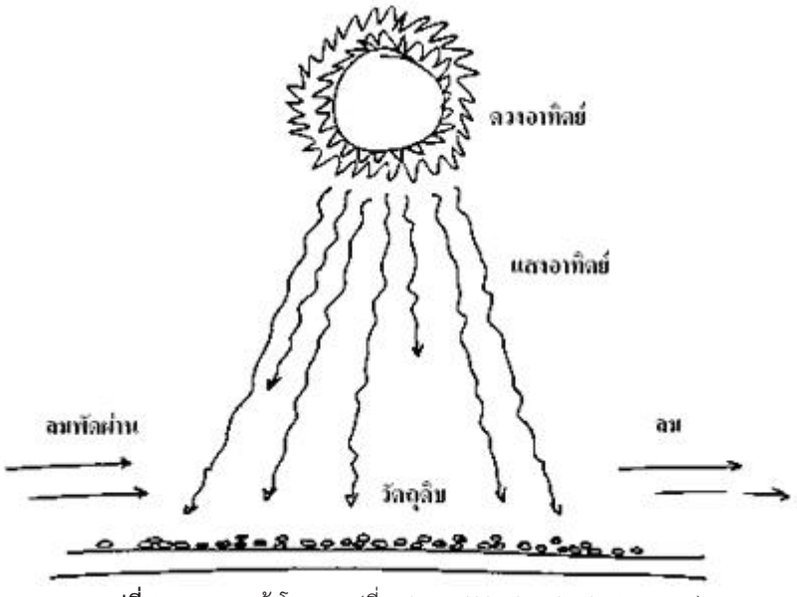
ศึกษาและพัฒนากระบวนการแปรรูปเห็ดด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปกยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

4. ทฤษฎี สมมุติฐาน

การอบแห้ง เป็นการแยกน้ำออกจากวัตถุชื้น (moist material) โดยการทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำโดยอาศัยความร้อน สำหรับการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตรมักเป็นการอบแห้งแบบการพาความร้อน (convective drying) โดยจะเป่าอากาศร้อนผ่านผลิตผลที่เป็นวัตถุชื้น ความร้อนจากอากาศจะถูกถ่ายเทไปยังวัตถุมีอุณหภูมิสูงขึ้น น้ำในวัตถุจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำและระเหยออกมา การถ่ายเทมวลของน้ำจากวัตถุชื้นไปยังอากาศจะหยุดเมื่อความดันไอน้ำที่ผิววัตถุเท่ากับความดันไอน้ำที่ผิววัตถุเท่ากับความดันไอน้ำในอากาศ

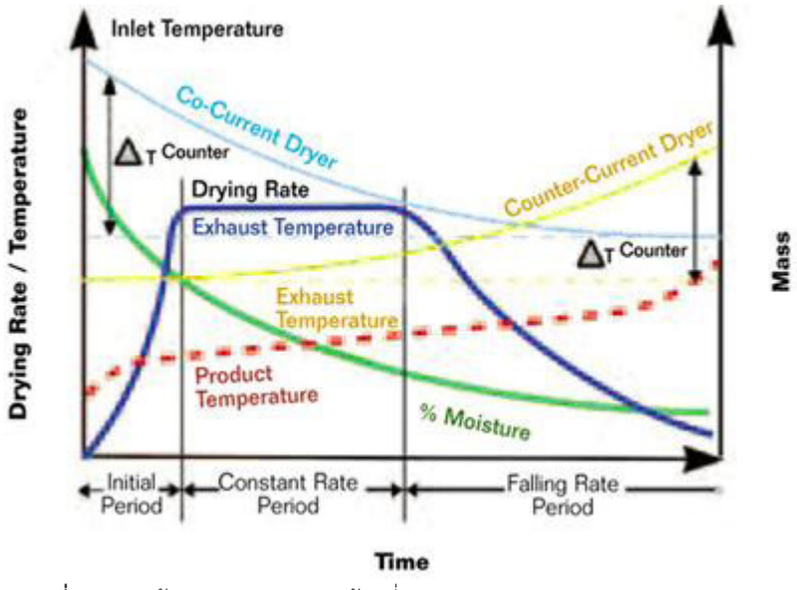
ดังนั้น การพัฒนาระบบการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพ ใช้งานง่าย ลงทุนน้อย หรือแม้แต่ใช้งานได้ทุกฤดูกาล จึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญ เพื่อให้ผู้ผลิต หรือเกษตรกรของไทยได้มีผลผลิตที่มีคุณภาพ และขายได้ราคา และยังส่งผลต่อเศรษฐกิจโดยรวมของไทยด้วย

หลักการอบแห้ง (Drying)



รูปที่ 1 การตากแห้งโดยตรง (ที่มา:http://thailandindustry.com)

แนวกรอบแนวคิดของงานวิจัยนี้จะปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตชุมชน เป็นกระบวนกำจัดความชื้น หรือน้ำ ในผลิตภัณฑ์ให้ลดลง ซึ่งอาหารหรือผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีค่าไม่เท่ากัน การกำจัดความชื้นในผลิตภัณฑ์ สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับการเลือกวิธีการ และเครื่องอบแห้ง ของผู้ออกแบบ กระบวนการอบแห้งเพื่อลดความชื้นของผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปจะเป็นไปตามกราฟของการอบแห้ง (Drying Curve) ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขของการอบแห้งคงที่ เช่น มีอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมคงที่ การเปลี่ยนแปลงมวลและอุณหภูมิของอาหารหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการอบแห้งจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และส่วนใหญ่เป็นไปตามกราฟของการอบแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงเส้นกราฟของการอบแห้ง (ที่มา http://www.process-heating.com)

จากกราฟ ในรูปที่ 2 การอบแห้งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วง คือ ช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ (Initial Period) ช่วงการอบแห้งความเร็วคงที่ (Constant Rate Period) และช่วงการอบแห้งความเร็วลดลง (Falling Rate Period)

ช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ (Initial Period) ของการอบแห้ง ช่วงนี้ วัสดุที่ใช้ในการอบแห้งมีปริมาณความชื้นอยู่มาก ผิวของวัสดุจะมีลักษณะเปียกชื้นมาก อุณหภูมิพื้นผิวของวัสดุจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของกระแสลมร้อน ดังนั้น ช่วงเวลานี้ ความร้อนที่ใช้ในการอบแห้งจึงไปเพิ่มอุณหภูมิให้กับวัสดุ ทำให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้น

ช่วงการอบแห้งความเร็วคงที่ (Constant Rate Period) จะเป็นช่วงที่สองของการอบแห้งอุณหภูมิของวัสดุจะมีค่าคงที่ ประมาณอุณหภูมิกระเปาะเปียกของกระแสลม พลังงานความร้อนที่วัสดุได้รับจะใช้ในการระเหยความชื้นของวัสดุเท่านั้น ทำให้อัตราส่วนความชื้นเฉลี่ยของวัสดุจะลดลงเป็น

สัดส่วนกับเวลาในการอบแห้ง ดังนั้น ช่วงนี้อัตราการระเหยจะคงที่ (Constant Drying Rate) การคำนวณอัตราการอบแห้งในช่วงนี้ สามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$R_c = \frac{h_v}{\lambda}(T_v - T_i)$$ (สมการที่ 1)

เมื่อ RC คือ อัตราการอบแห้งในช่วงความเร็วคงที่

hv คือ สัมประสิทธิ์การเทความร้อน, W/m2 OC

Tv คือ อุณหภูมิของลมร้อน, OC

Ti คือ อุณหภูมิที่ผิวชิงวัสดุ เท่ากับ TW, OC

ช่วงการอบแห้งความเร็วลดลง (Falling Rate Period) ช่วงนี้ความชื้นที่ผิวของวัสดุจะเริ่มค่อย ๆ หมดไป เพราะ การถ่ายเทความชื้นจากด้านในของวัสดุเกิดขึ้นไม่ทันกับการระเหยของความชื้นที่ผิวของวัสดุ ดังนั้น ที่ผิวของวัสดุจะเริ่มค่อย ๆ แห้งและอุณหภูมิของวัสดุจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการอบแห้งของช่วงนี้จะค่อย ๆ ลดลงนั่นเอง การอบแห้งจะสิ้นสุดลงเมื่อความชื้นของวัสดุลดลงถึงค่าความชื้นสมดุล ซึ่งความชื้นของวัสดุจะไม่ลดลงอีก ถึงแม้จะใช้เวลาในการอบแห้งนานเท่าไดก็ตาม

การคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนระจก

จากสูตร $$\eta = \frac{m_w L}{A H_T N_D} x100$$ (สมการที่ 2)

เมื่อ η คือ ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (%)

m_w คือ มวลของน้ำที่ระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ (kg)

H_T คือ ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนเครื่องอบ (Kwh/m^2)

L คือ ความร้อนที่ต้องใช้ในการระเหยน้ำ (J/kg)

A คือ พื้นที่รับรังสีดวงอาทิตย์ (m^2)

N_D คือ จำนวนวันที่ต้องการใช้การอบแห้งแต่ละครั้ง (day)

4.1 การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ (Solar Drying)

เนื่องจากประเทศไทยอยู่บริเวณศูนย์สูตร ซึ่งมีศักยภาพด้านการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 18.2 MJ/m2-day และสืบเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม พืชผลทางการเกษตรมากมาย ส่วนหนึ่งก็จำหน่ายในรูปของสด และบางส่วนก็ทำการอบแห้ง หรือตากแห้ง เพื่อเพิ่มมูลค่า ยืดอายุการจัดเก็บ หรือความสะดวกต่อการขนส่ง การอบแห้งหรือตากแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ก็เป็นทางเลือกที่ของเกษตรกรหรือผู้ประกอบการเลือกใช้ เนื่องจาก ต้นทุนต่ำ และง่าย มีอุปกรณ์ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

ปัจจุบันประเทศไทย หลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ได้ให้ความสำคัญกับการใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้น เนื่องจากกระแสการอนุรักษ์พลังงาน และลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีรูปแบบพัฒนาหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น เครื่องอบแห้งแบบธรรมชาติ แบบบังคับ หรือแบบมีตัวรับรังสี แต่ยังไม่ได้รับความนิยมมากนักในระดับเกษตรกร ครัวเรือน หรือระดับชุมชน

เนื่องจากปริมาณการอบยังมีปริมาณน้อย ขาดการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสม และความไม่แน่นอนของปริมาณแสงอาทิตย์ แต่อย่างไรก็ตาม การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ก็ยังข้อดีกว่าการใช้แหล่งความร้อนจากเชื้อเพลิงอื่น ๆ ซึ่งสามารถแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบการใช้การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์และแหล่งความร้อนจากเชื้อเพลิงอื่น

รายการ	ความร้อนจากแสงอาทิตย์	เชื้อเพลิงน้ำเตา	ไฟฟ้า
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน	ไม่มี	ราคาถูก(แนวโน้มเพิ่มขึ้น)	ราคาแพง
เงินลงทุนเครื่องอบแห้ง	ราคาแพง	ราคาปานกลาง	ราคาต่ำ
ระยะเวลาในการคุ้มทุน	ระยะเวลายาว แต่คุ้มทุน	ปานกลาง	ต่ำ
อายุการใช้งาน	ยาวนาน	ปานกลาง	ต่ำ
ค่าความร้อน-หน่วย	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
ความสะดวกในการใช้งาน	ง่ายและสะดวก	ปานกลาง	สะดวก
การประหยัดพลังงาน	ไม่มีค่าใช้จ่าย	ปานกลาง	สิ้นเปลืองพลังงาน

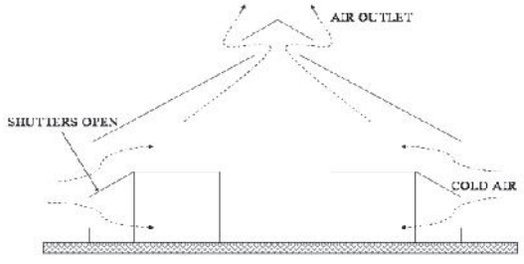
พื้นที่ในการติดตั้ง	ใช้พื้นที่มาก การติดตั้งยาก	ปานกลาง	น้อย
ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม	ไม่มีผลกระทบ	ปานกลาง	น้อย

กระบวนในการอบแห้งหรือตากแห้งเป็นการระเหยน้ำที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ออกไปให้เหลือปริมาณที่เหมาะสมซึ่งผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีค่าความชื้นสุดท้ายไม่เท่ากัน โดยอาศัยพลังงานความร้อนเพื่อทำให้น้ำระเหย หรืออาจกล่าวได้ว่า พลังงานจากดวงอาทิตย์มีความร้อนอยู่ในแสงอาทิตย์ โดยปกติแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นโลกจะประกอบด้วยรังสีต่าง ๆ 3 ช่วง คือ อัลตราไวโอเลต (UV) เป็นช่วงรังสีที่ฆ่าเชื้อโรคบางชนิดได้ ทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ และจะทำให้สีซีดจาง อัตราไวโอเลตมีประมาณ 3% ของแสงอาทิตย์ การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์สามารถบ้างได้ตามลักษณะการไหลได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. อบแห้งแบบพาความร้อนตามธรรมชาติ (Natural-convection solar dryer) เครื่องอบแห้งแบบนี้ยังสามารถแบ่งได้ เป็น 2 ประเภท

ก. แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง (direct mode)

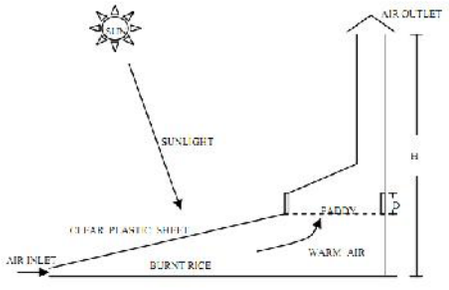
เครื่องอบแห้งแบบนี้ รังสีดวงอาทิตย์จะตกลงบนผลผลิตที่ต้องการอบแห้งโดยตรง ความชื้นจากผลิตผลจะถูกพาขึ้นไปด้านบนโดยการไหลของอากาศที่เกิดจากการพาความร้อนตามธรรมชาติ รังสีดวงอาทิตย์จะส่งผ่านวัตถุโปร่งแสง ซึ่งอาจเป็นพลาสติกหรือกระจกก็ได้ แผ่นโปร่งแสงดังกล่าวทำหน้าที่ปกป้องกันสูญเสียความร้อนโดยการพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน ทั้งยังป้องกันฝุ่นละออง ฝน และแมลงรบกวนต่าง ๆ ด้วย



รูปที่ 3 แสดงเรื่องอบแห้งแบบรับแสงอาทิตย์โดยตรง (ที่มา: Sodha et al.,1987)

ข. แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อม (Indirect mode)

เครื่องอบแห้งแบบนี้จะมีแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งทำงานโดยอาศัยการพาความร้อน แบบธรรมชาติ (Natural Convection) อากาศร้อนที่ได้จะลอยตัวและไหลผ่านผลผลิตที่ต้องการอบแห้ง

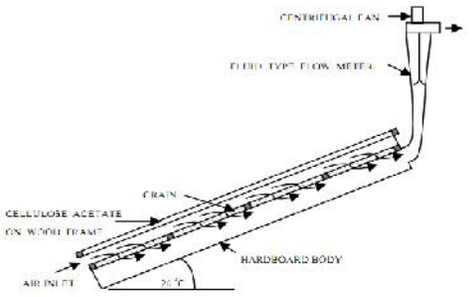


รูปที่ 4 แสดงเครื่องอบแห้งแบบรับพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อม (ที่มา: Bala, 1998)

2. อบแห้งแบบร้อนโดยบังคับอากาศ (Forced-convection solar dryer)

ก. แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง

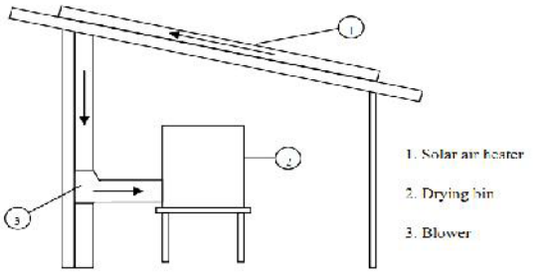
เครื่องอบแห้งแบบนี้ผลผลิตที่ต้องการอบแห้งจะรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง อากาศร้อนจะถูกดูดผ่านผลิตผลโดยอาศัยพัดลมดังตัวอย่างในรูป 6.6



รูปที่ 5 แสดงเครื่องอบแห้งแบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรงและใช้พัดลม (ที่มา: Sodha et al.,1987)

ข. แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อม (indirect mode)

เครื่องอบแห้งแบบนี้จะมีแผงรับรังสีดวงอาทิตย์แบบแผ่นราบซึ่งทำหน้าที่ผลิตอากาศร้อนแล้วเป่าหรือดูดผ่านส่วนที่บรรจุผลิตผล ซึ่งอยู่แยกส่วนจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ดังตัวอย่างในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงเครื่องอบแห้งแบบรับพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อมและใช้พัดลมดูดอากาศ
(ที่มา: Thongprasert et al., 1985)

5. ผลงานวิจัยและการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านมา

อนิรุทธิ์ ต่ายขาว[1] และคณะได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์โดยทำการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ที่สามารถอบแห้งกระดาษจากการทดลองอบแห้งกระดาษสาและทำการทดสอบหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 40°C ที่สภาวะอุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32°C ความเร็วอากาศภายในเครื่องอบแห้งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.45m/s ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 740 W/m2 โดยที่กระดาษสามีความชื้นเริ่มต้น 900% มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 6.5 มาตรฐานแห้ง และใช้เวลาในการอบแห้ง 2 ชั่วโมงซึ่งใช้ระยะเวลาสั้นกว่าการตากแห้งแบบตั้งประมาณ 2 ชั่วโมง จากการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์พบว่ามีค่าเท่ากับ 53.14 %

รูปที่ 7 อบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์

วุฒิชัย เพียรโคตร[2] ได้ทำการศึกษา ออกแบบ สร้างและทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับอบแห้งกระชายดำในท้องที่ชนบทจังหวัดขอนแก่น เครื่องอบแห้งที่ได้พัฒนาขึ้นมีพื้นที่แผงรับแสงอาทิตย์มีขนาด 1.25 ตารางเมตร ปิดทับด้วยกระจกใสหนา 5 มิลลิเมตร ปิดทับแผงรับแสงอาทิตย์ เอียงทำมุม 16 องศาเทียบกับแนวระดับ และฐานของเครื่องอบแห้งใช้หินกรวดขนาด 10-15 มิลลิเมตร เพื่อที่จะช่วยปรับปรับการดูดซับความร้อน ผนังทั้ง 2 ข้างของเครื่องอบแห้งปิดด้วยกระจกใสหนา 5 มิลลิเมตร เพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่รับแสงอาทิตย์ โดยใช้แผงรับ

แสงอาทิตย์แบบถาดราบและทดสอบโดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์แบบถาดเอียงโดยใช้หินเป็นแหล่งดูดซับความร้อนทั้ง 2 กรณี แสดงให้เห็นว่าการอบแห้งแบบถาดราบสามารถอบกระชายดำ 0.3 kg จากความชื้นเริ่มต้น 65.41 % มาตรฐานเปียก ถึงความชื้นสุดท้าย 8.1% มาตรฐานเปียกภายในเวลา 8 ชั่วโมง ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดของระบบมีค่าเท่ากับ 20.49% ส่วนในกรณีการทดสอบโดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์แบบถาดเอียงอบกระชายดำสด 0.3 kg ถูกทำให้แห้งจากความชื้นเริ่มต้น จากความชื้นเริ่มต้น 65.83 % มาตรฐานเปียก ถึงความชื้นสุดท้าย 8.08% มาตรฐานเปียกภายในเวลา 8 ชั่วโมง ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดของระบบมีค่าเท่ากับ 20.43% ผลการทดสอบทั้งสองแบบมีค่าใกล้เคียงกัน การตากแดดแบบธรรมชาติใช้เวลาถึง 3 วัน ดังนั้นเครื่องอบแห้งที่ได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า

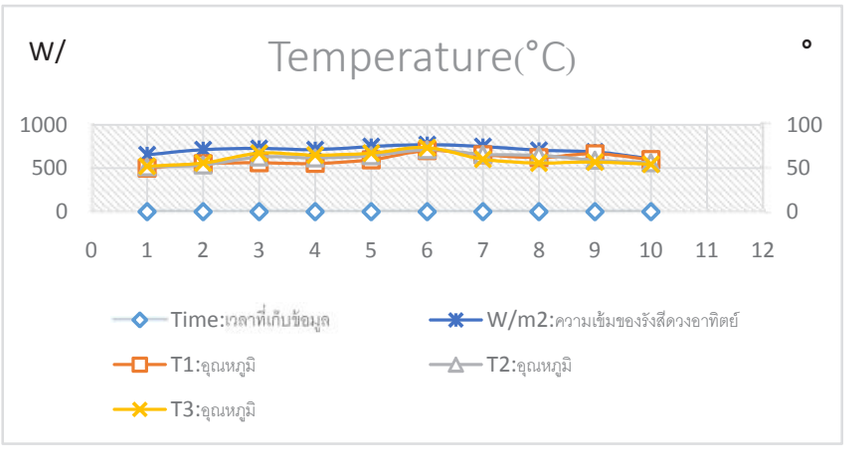
นางสาวกสิณา หน่อไชย และ นางสาววราภรณ์ จันตาคำ [3] ได้พัฒนากระบวนการแปรรูปเห็ดของกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก โดยงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะศึกษาพัฒนากระบวนการแปรรูปเห็ดของกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก เพื่อแก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาดเพิ่มมูลค่าผลผลิต โดยนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการตากเห็ดนางฟ้าซึ่งเป็นกระบวนการในการแปรรูปเห็ดสวรรค์และเห็ดสมุนไพรของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ต.ปงยางคก อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก 2 ชั้น พบว่าการตากเห็ดนางฟ้าแบบธรรมชาติใช้เวลานานเพื่อพัฒนาศักยภาพในการแปรรูปเห็ดโดยพิจารณาจากศักยภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก เปรียบเทียบระหว่างตากแบบธรรมชาติและการอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก อีกทั้งเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้แสงอาทิตย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการแปรรูปเห็ดนางฟ้าด้วย พบว่าเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกจะใช้เวลาน้อยกว่าการตากแบบธรรมชาติจากเดิมใช้ 12 ชั่วโมง ลดลงเหลือ 8 ชั่วโมง ส่วนการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก พบว่ามีค่าประมาณ 2% และได้ทำการเผยแพร่โดยการติดตั้งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกไว้ที่บ้านผู้ประกอบการ เพื่อให้ผู้ประกอบได้ใช้เครื่องอบแห้งนี้ ทำผลิตภัณฑ์อบแห้ง เครื่องอบแห้งดังกล่าวได้รับการยอมรับจากผู้ใช้ โดยผู้ใช้สามารถทำผลิตภัณฑ์อบแห้งในเชิงพาณิชย์ได้และส่งเสริมให้ชุมชนมีรายได้เสริมจากการแปรรูปเห็ด ส่วนการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเห็ดแปรรูป พบว่าเมื่อมีการลงทุนสำหรับประยุกต์ใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก มียอดขายส่งอยู่ที่ 140 บาทหรือยอดขายปลีกอยู่ที่ 40 บาท มีระยะคืนทุนในราคาส่งอยู่ที่ 361.35 วัน และมีระยะคืนทุนในราคาปลีกอยู่ที่ 244.55 วัน/ตามลำดับด้วยเงินลงทุน 8,000 บาท และได้รับเงินสดสุทธิรายปีในราคาส่งอยู่ที่ 97,644 บาท/ปี ในขณะที่ราคาปลีก 145,644 บาท/ปี เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกใช้ระยะเวลาคืนทุนเร็วเพราะมีการลงทุนต่ำจึงใช้ระยะเวลาคืนทุนเร็ว ลักษณะของเครื่องอบแห้งแสดงไว้ในรูปที่ 9

รูปที่ 8 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก

6. ผลการดำเนินงานวิจัย

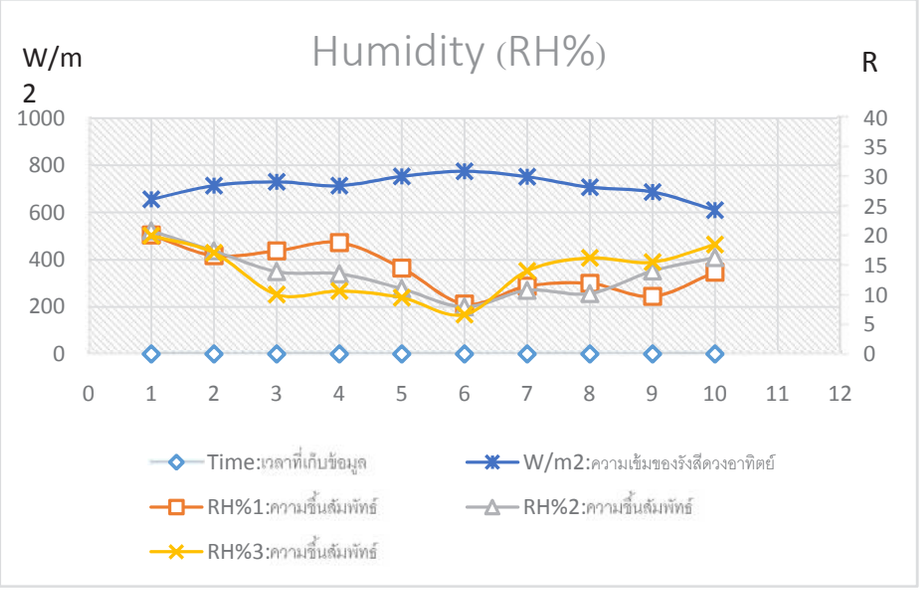
6.1.ผลการทดลองเมื่อไม่มีภาระ

ในการทดลองเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก โดยไม่มีผลิตภัณฑ์ในตู้อบแห้ง แสดงผลการทดลอง ได้ดังนี้



รูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ แต่ละตำแหน่งต่างๆ และความเข้มแสงของรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา

จากกราฟได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ แต่ละตำแหน่งต่างๆ และระหว่างค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงของรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนสิงหาคม พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มแสงของรังสีดวงอาทิตย์ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก มีอุณหภูมิ 50.1°C - 74.0°C ในช่วงเวลา 8.00 น. ถึงเวลา 17.00 น. โดยบริเวณกึ่งกลางอบแห้งจะมีอุณหภูมิที่สูงสุด 74.0°C เนื่องจากพลังงานที่ตกกระทบลงบนแผ่นโพลีคาร์บอเนตซึ่งเป็นวัสดุโปร่งใสเพื่อทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก พร้อมทั้งติดตั้งพัดลมดูดอากาศโดยใช้กำลังไฟฟ้าจากแผงโซลาเซลล์ขนาด 12 วัตต์ เพื่อช่วยในการระบายความชื้นซึ่งเป็นพัดลมแบบ DC FAN SLEEVE BEARING 12 V-DC ในรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงความชื้นสัมพันธ์ระหว่างแต่ละตำแหน่งต่างๆ และความเข้มแสงของรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา

ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ แต่ละตำแหน่งต่างๆ และค่าเฉลี่ยความเข้มแสงของรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาของวัน พบว่าความเข้มแสงของรังสีดวงอาทิตย์ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก มีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 24..2% - 0.80% ในช่วงเวลา 8.00 น. ถึงเวลา 17.00 น. พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นในบริเวณกึ่งกลางอบแห้งจะมีอุณหภูมิที่สูงสุด 74.0°C จะทำให้ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว

6.2. ผลการทดลองอบแห้งแบบเรือนกระจกด้วยเห็ดนางฟ้า

ผลการทดลองนั้น พบว่าสามารถอบแห้งเห็ดนางฟ้าสดมวล 5 กิโลกรัม ให้เหลือเพียง 0.5 กิโลกรัม ด้วยระยะเวลาเพียง 6 ชั่วโมง ซึ่งเร็วกว่าการตากแดดตามธรรมชาติโดยการตากแดดแบบธรรมชาติและการตากด้วยเครื่องอบที่ยังไม่พัฒนา ซึ่งใช้เวลา 12 ชั่วโมงและ 8 ชั่วโมงตามลำดับ โดยเมื่อคำนวณประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเครื่องอบแห้งเดิมก่อนที่จะทำการพัฒนาขึ้นใหม่ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกที่พัฒนาขึ้นมานี้จึงเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานอบแห้งของผู้ประกอบการในการแปรรูปเห็ดดังรูปที่ 12 – 13

รูปที่ 12 เริ่มการอบแห้ง

รูปที่ 13 หลังจากการอบแห้ง

7. ผลการวิเคราะห์

ผลการทดลองอบแห้งแบบเรือนกระจกด้วยเห็ดนางฟ้า 10 กิโลกรัม ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก โดยให้น้ำหนักรวมอยู่ที่ 0.50 กรัม ในช่วงเวลา 1 วัน วันละ 10 ชั่วโมง ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนพัดลมดูดอากาศโดยใช้กำลังไฟฟ้าจากแผงโซลาเซลล์ เพื่อช่วยในการระบายความชื้นซึ่งเป็นพัดลมแบบ DC FAN SLEEVE BEARING 12 V-DC ขนาด จำนวน 6 ตัว ตัวละ 1.5 วัตต์ ดังนั้นในการอบแห้งจะมีการใช้พลังงานทั้งหมด 0.409 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง และการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกในช่วงเวลาค่าเฉลี่ยประมาณ 26% ดังนั้นในการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบเรือนกระจกมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นค่าเฉลี่ยประมาณ 10% ต่อการอบแห้งแต่ละครั้ง

8. สรุปผลการวิจัย

จากการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตชุมชน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการใช้งานเครื่องอบแห้งที่ถูกออกแบบและติดตั้ง ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ซึ่งมีรูปร่างเป็นพาราโบลากว้าง 1.50 เมตร ความยาว 2 เมตร สูง 0.50 เมตร พื้นของเครื่องอบเทด้วยคอนกรีตเพื่อป้องกันไม่ให้มีความชื้นระเหยจากพื้นดิน โดยเครื่องอบแห้งดังกล่าวคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตซึ่งเป็นวัสดุโปร่งใสเพื่อทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก พร้อมทั้งติดตั้งพัดลมดูดอากาศโดยใช้กำลังไฟฟ้าจากแผงโซลาเซลล์ขนาด 12 วัตต์ เพื่อช่วยในการระบายความชื้นซึ่งเป็นพัดลมแบบ DC FAN SLEEVE BEARING 12 V-DC ขนาด 8x8 เซนติเมตร จำนวน 6 ตัว ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งที่พัฒนาแล้วจากการคำนวณ

พบว่าสามารถอบแห้งเห็ดนางฟ้าสดมวล 5 กิโลกรัม ให้เหลือเพียง 0.5 กิโลกรัม มีความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ย 710 W/m^2 อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก มีอุณหภูมิ 50.1°C - 74.0°C ในช่วงเวลา 8.00 น. ถึงเวลา 17.00 น. โดยบริเวณกึ่งกลางอบแห้งจะมีอุณหภูมิที่สูงสุด 74.0°C ส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ของเห็ดสดลดลงอย่างรวดเร็วระหว่าง 24..2% - 0.80% ด้วยระยะเวลาเพียง 6 ชั่วโมง ซึ่งเร็วกว่าการตากแดดตามธรรมชาติโดยการตากแบบธรรมชาติและการตากด้วยเครื่องอบที่ยังไม่พัฒนา ซึ่งใช้เวลา 12 ชั่วโมงและ 8 ชั่วโมงตามลำดับ โดยเมื่อคำนวณประสิทธิภาพเครื่องอบมีค่าประมาณ 26% มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเครื่องอบแห้งเดิมก่อนที่จะทำการพัฒนาขึ้นใหม่ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกที่พัฒนาขึ้นมานี้จึงเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานอบแห้งของผู้ประกอบการในการแปรรูปเห็ดต่อไป

9. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สถาบันพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และได้รับทุนโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม(พวอ.) รุ่นที่ 2 ประจำปี 2557 กองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.)

เอกสารอ้างอิง

[1] ฉัทนา พันธุ์เหล็ก และคณะ “การปรับปรุงสมรรถนะเครื่องอบแห้งลำไยโดยการติดตั้งแผงรังแสงอาทิตย์”รายงานโครงการคณะวิศวกรรมศาสตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548

[2] อนิรุทธิ์ ต่ายขาวและคณะ “ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์”รายงานโครงการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2548

[3] วุฒิชัย เพียรโคตร “การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก”รายงานโครงการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2553