

การออกแบบและพัฒนาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระดับครัวเรือน

วรณูช แจ้งสว่าง^{1*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ

*woranuch@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในครัวเรือน มีขั้นตอนในการศึกษา 2 ขั้นตอนคือ การออกแบบและสร้างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และการศึกษาการเก็บกักความร้อนของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละแบบที่พัฒนา โดยวิเคราะห์จากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งเปรียบเทียบกับ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายนอก ในการออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือนมีการดำเนินการเริ่มต้นจากการกำหนดข้อกำหนดในการออกแบบที่สอดคล้องกับการใช้งานตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในครัวเรือน ปัจจัยด้านต่างๆที่นำมาพิจารณาในการกำหนดข้อกำหนดในการออกแบบได้แก่ ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านรูปทรง ด้านขนาด และด้านต้นทุน โดยนำมาพิจารณาร่วมกับหลักการทางเทคนิคและวิศวกรรมในด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะการรับรังสีอาทิตย์ ประเภทของวัสดุโปร่งแสง ประเภทของวัสดุที่ใช้ในการทำโครงของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และจำนวนชั้นของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ จากการวิเคราะห์ทำให้ได้รูปแบบของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือนเป็น 4 รูปแบบ ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งขณะไม่มีภาระที่เวลาต่างๆพบว่าอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งแต่ละแบบที่พัฒนามีค่าอุณหภูมิสูงสุด 54 55 45 และ 46 องศาเซลเซียสตามลำดับ โดยอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งแต่ละแบบมีระดับอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 4 รูปแบบมีความสามารถในการรับและเก็บกักความร้อนในระดับสูง โดยความสามารถในการรับและเก็บกักความร้อนของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นกับวัสดุที่ใช้ในการสร้างตู้อบแห้งและระบบฉนวนความร้อนเป็นสำคัญ

คำสำคัญ: ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ระดับครัวเรือน ข้อกำหนดในการออกแบบ และการเก็บกักความร้อน



Design and Development of Solar Cabinet Dryer for Household

Woranuch Jangsawang^{1*}

¹Department of Energy Engineering, Faculty of Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, Thailand.

*woranuch@pnru.ac.th

Abstract

The objective of this study is to design and develop of the solar cabinet dryer that suitable for application use in household. The methodology to study in this topic comprises of two steps: the first step focus on the design and develop of the solar cabinet dryer and the second step focus on testing of the air temperature within of the being developed solar cabinet dryers compare with the ambient temperature. To meet the benchmark of the solar cabinet dryer for household in the aspect of the benefit in the usage of solar cabinet dryer, the series of the design was conducted. Starting from determining of the concept design by considering from the design criteria in the view of the operation, feature, size and cost aspect. And follow with determining of the detail design from the mutual considering between the concept design and the technical aspect. Four types of the solar cabinet dryers for household were designed and constructed. The results of the thermal performance testing with no load for all types of the dryer showed that the air temperature inside the solar cabinet dryer is much higher than the air temperature at the outside. The maximum air temperature inside the cabinet dryer for each type is 54, 55, 45 and 46 degree Celsius respectively. These imply that ability for receiving and retention heat of solar cabinet dryer mostly depending on the materials used for construction of solar cabinet and insulating system.

Keywords: solar cabinet dryer, household, design criteria, and retention heat.

1. บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้นได้รับรังสีอาทิตย์ตลอดทั้งปี ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีมีค่าสูงถึง 17 เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน [1] การประยุกต์นำพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น การอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหารทั้งที่อยู่ในรูปของผัก ผลไม้ และผลิตภัณฑ์อาหารจากเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานในการผลิตสินค้าและเป็นการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน เป็นแนวทางที่ทั้งหน่วยงานภาครัฐและผู้ประกอบการให้ความสนใจ ดังจะเห็นได้ว่าปัจจุบันมีหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องและนักวิจัยได้ทำการศึกษาวิจัยและเผยแพร่ความรู้เรื่องการประยุกต์นำพลังงานความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น จากข้อมูลด้านการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในการอบแห้งพบว่าปัจจุบันการทำวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ส่วนใหญ่มีการศึกษาในระดับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก [2] สำหรับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในระดับครัวเรือนยังมีนักวิจัยและหน่วยงานที่ทำการศึกษาในเรื่องนี้ไม่มากนัก การตากแห้งในระดับครัวเรือนยังคงนิยมใช้วิธีการแบบดั้งเดิมคือการตากแห้งในที่โล่ง การตากแห้งในที่โล่งมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ได้แก่ ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เพื่อให้ความชื้นลดลงภายในระยะเวลาที่เหมาะสมได้ เนื่องจากการตากแห้งในที่โล่งทำในระบบเปิดไม่มีระบบเก็บกักความร้อนทำให้ผลิตภัณฑ์ดูดซับความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้ช้าเพราะขณะที่ผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะเกิดการสูญเสียความร้อนกับสิ่งแวดล้อมภายนอก

เนื่องจากเกิดการพาความร้อนและนอกจากนี้การตกในที่โล่งทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของสุขอนามัย เนื่องจากมีการปนเปื้อนของฝุ่นละออง แมลงและเชื้อโรค [3] ปัจจุบันตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดที่ใช้ในครัวเรือนยังมีการใช้งานไม่แพร่หลาย เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาออกสู่ตลาดมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้งานในระดับครัวเรือน มีการใช้วัสดุในท้องถิ่น สร้างและประกอบง่าย ราคาถูก โดยในการออกแบบจะยึดหลักการพื้นฐาน 3 ด้านคือ ด้านเทคนิค ด้านรูปลักษณะและด้านต้นทุนการผลิต โดยทางด้านเทคนิคจะออกแบบโดยยึดหลักการทางด้านวิศวกรรมพลังงานทั้งด้านวัสดุและการจัดวางองค์ประกอบต่างๆ ด้านรูปลักษณะจะออกแบบโดยให้มีรูปลักษณะที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในครัวเรือนโดยคำนึงถึงขนาด น้ำหนัก ความสวยงามและความสะดวกในการใช้งาน และในด้านต้นทุน ในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงต้นทุนราคาที่เหมาะสม การศึกษาวิจัยในหัวข้อนี้นอกจากจะเกิดประโยชน์โดยตรงในการประยุกต์นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในระดับครัวเรือนแล้วยังเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตและทำให้เกิดความตระหนักในการใช้พลังงานอย่างยั่งยืนในครัวเรือนอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในครัวเรือน
2. เพื่อตรวจวัดและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละแบบที่พัฒนาเปรียบเทียบกับเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายนอก

3. ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาในหัวข้อการออกแบบและพัฒนาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนมีขั้นตอนหลักที่ดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ (1) การออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือน และ (2) การศึกษาการเก็บกักความร้อนของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละแบบ โดยการตรวจวัดและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละแบบที่พัฒนาเปรียบเทียบกับเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายนอก

3.1 การออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือน

การออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือนมีวิธีในการดำเนินงานแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดข้อกำหนดในการออกแบบ (Design criteria) ที่สอดคล้องกับการใช้งานตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในครัวเรือน โดยพิจารณาจากปัจจัยด้านต่างๆที่ใช้ในการออกแบบได้แก่ ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านรูปทรง ด้านขนาด และด้านต้นทุน

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ลักษณะของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือน โดยนำหลักการทางวิศวกรรมมาพิจารณาข้อกำหนดในการออกแบบที่ได้ในขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ตามผลสรุปจากขั้นตอนที่ 1 และ 2

3.2 การทดลองศึกษาการเก็บกักความร้อนของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละแบบ

การทดลองศึกษาการเก็บกักความร้อนของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละแบบจะศึกษาโดยการตรวจวัดและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละแบบที่พัฒนาขณะไม่มีภาระเปรียบเทียบกับเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายนอก เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิในการศึกษานี้ใช้หัววัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิล โดยเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้เป็นแบบเค (type K) หัววัดอุณหภูมิจะรับสัญญาณจากเทอร์โมคัปเปิลที่ต่อกับจอแสดงผล หัววัดอุณหภูมิแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 หัววัดอุณหภูมิ

4. ผลการศึกษาวิจัย

การศึกษาในหัวข้อการออกแบบและพัฒนาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนมีขั้นตอนหลักที่ดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ (1) การออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือน และ(2) การศึกษาการเก็บกักความร้อนของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละแบบ โดยการตรวจวัดและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละแบบที่พัฒนาเปรียบเทียบกับ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายนอก ผลการศึกษาวิจัยในแต่ละขั้นตอนจะเสนอตามลำดับต่อไปนี้

4.1 การออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือน

การออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มี 3 ขั้นตอน ในขั้นตอนที่ 1 เป็นการกำหนดข้อกำหนดเริ่มต้นในการออกแบบ โดยในการกำหนดข้อกำหนดเริ่มต้นในการออกแบบนั้นได้ใช้การวิเคราะห์ปัจจัยด้านต่างๆ 4 ด้าน ได้แก่ (1) ปัจจัยด้านลักษณะการใช้งานตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (2) ปัจจัยด้านรูปทรงของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (3) ปัจจัยด้านขนาดของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และ (4) ปัจจัยด้านต้นทุนในการสร้างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆได้ข้อกำหนดเริ่มต้นในการออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ดังสรุปในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดเริ่มต้นในการออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ปัจจัยด้านต่างๆที่พิจารณาในการออกแบบ	ข้อกำหนดเริ่มต้นในการออกแบบตู้อบแห้ง
1.ด้านการใช้งานตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	1. สามารถใช้ตากแห้งผลิตภัณฑ์ได้หลายประเภท 2. มีการใช้งานง่าย มีองค์ประกอบไม่ซับซ้อน 3. ทำความสะอาดง่าย 4. มีความแข็งแรง
2.ด้านรูปทรงของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	1.มีรูปทรงเหมาะสมสำหรับใช้งานในครัวเรือน 2. มีความสวยงาม
3. ด้านขนาดของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	1.มีขนาดกะทัดรัด 2. มีน้ำหนักไม่มากเกินไป 3. มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย
4.ด้านต้นทุนในการสร้างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	1. มีต้นทุนการสร้างไม่สูงมากนัก 2. สามารถผลิตได้โดยใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่น

เพื่อให้ได้ลักษณะของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือน หลังจากที่ได้ข้อกำหนดเริ่มต้นในการออกแบบแล้ว จะดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 2 โดยใช้วิธีวิเคราะห์ข้อกำหนดเริ่มต้นที่ได้ตั้งรายละเอียดในตารางที่ 1 โดยใช้หลักการทางวิศวกรรมที่เกี่ยวกับการออกแบบการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มาพิจารณา

จากการวิเคราะห์ข้อกำหนดเริ่มต้นที่ใช้ในการออกแบบร่วมกับหลักการทางวิศวกรรมของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะการรับรังสีอาทิตย์ ประเภทของวัสดุโปร่งแสง ประเภทของวัสดุที่ใช้ในการทำโครงของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และจำนวนชั้นของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ จะได้รายละเอียดของลักษณะตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะพัฒนาสรุปได้ดังนี้

1) ลักษณะการรับรังสีอาทิตย์ของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ จากหลักการทางทฤษฎีเพื่อให้ได้ความเข้มรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวรับรังสีมีค่าสูงสุด รังสีอาทิตย์จะต้องตกกระทบบนแนวตั้งฉากกับพื้นผิวที่ตกกระทบ [4] เนื่องจากกรุงเทพมหานครอยู่ในตำแหน่งละติจูดที่ 14.7 องศาเหนือ [5] ดังนั้นการที่รังสีอาทิตย์จะตกกระทบบนแนวตั้งฉากกับพื้นผิวรับรังสีจะต้องวางเอียงทำมุม 14.7 องศา กับแนวราบ จากหลักการนี้จึงได้ออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีลักษณะการรับรังสีอาทิตย์ของตู้อบแห้งเป็น 3 แบบ ได้แก่ (1) แบบที่มีการรับรังสีอาทิตย์ผ่านวัสดุโปร่งแสงที่เอียงทำมุม 14.7 องศา โดยรังสีอาทิตย์ทะลุผ่านด้านเดียว (2) แบบที่มีการรับรังสีอาทิตย์ผ่านวัสดุโปร่งแสงที่เอียงทำมุม 14.7 องศา รอบด้านเพื่อรับรังสีอาทิตย์ได้ทุกแนว และ (3) แบบที่ออกแบบให้วัสดุโปร่งแสงที่รับรังสีอาทิตย์วางตัวในแนวระนาบ แต่ทำขาตั้งเสริมเพื่อใช้วางตู้อบแห้งโดยทำขาให้เอียงทำมุม 14.7 องศา

2) ประเภทของวัสดุโปร่งแสงที่ทำหน้าที่รับรังสีอาทิตย์ ตามหลักการทางทฤษฎี ในการออกแบบส่วนที่รับรังสีอาทิตย์ จะต้องเป็นวัสดุโปร่งแสง ในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกใช้วัสดุโปร่งแสง 2 ประเภทคือ กระดาษใส และแผ่นพลาสติกใสทนความร้อน

3) ประเภทของวัสดุที่ใช้ในการทำกรอบของตู้อบแห้ง ส่วนที่เป็นฝาหรือกรอบของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ทำจากวัสดุทึบแสงและโปร่งแสง ในการศึกษาครั้งนี้วัสดุทึบแสงที่ใช้คือเศษไม้และกรอบที่ใช้คือโครงเหล็กติดด้วยวัสดุโปร่งแสง

4) จำนวนชั้นของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากตู้อบแห้งที่พัฒนาใช้หลักการระบายความร้อนโดยธรรมชาติ ดังนั้น ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาจึงออกแบบเป็นตู้อบแห้งที่มีจำนวนชั้นไม่มากนัก คือออกแบบเป็นแบบชั้นเดียว และเป็นแบบสองชั้นเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการตากแห้ง

หลังจากที่ได้ข้อสรุปลักษณะของตู้อบแห้งดังรายละเอียดข้างต้นแล้ว ในขั้นตอนที่ 3 จะออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยพิจารณาและวิเคราะห์จากผลสรุปที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 และ 2 ทำให้ได้รูปแบบของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือนเป็น 4 รูปแบบซึ่งมีลักษณะและรูปแบบต่างๆ ดังนี้

4.1.1 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 1

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 1 ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วน คือห้องรับรังสีอาทิตย์และห้องรับอากาศจากภายนอก รายละเอียดของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 1 และการเคลื่อนที่ของความร้อนมีรายละเอียดดังนี้

ห้องรับรังสีอาทิตย์ เป็นห้องที่รังสีอาทิตย์ผ่านเข้ามายังผลิตภัณฑ์ทางแผ่นกระจก โดยได้ออกแบบให้รังสีอาทิตย์ผ่านเข้ามายังห้องอบแห้งได้ 3 ทาง คือทางแผ่นกระจกที่ปิดด้านบนของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และทางแผ่นกระจกที่ปิดด้านข้าง 2 ด้าน โดยกระจกที่ใช้เป็นกระจกใสหนา 4 มิลลิเมตร เพื่อให้รังสีอาทิตย์อาทิตย์ตกกระทบบนแนวตั้งฉากกับแผ่นกระจกที่ปิดด้านบนจึงออกแบบให้แผ่นกระจกเอียงทำมุม 14.7 องศา กับแนวระนาบซึ่งเป็นมุมที่ตรงกับตำแหน่งละติจูดของกรุงเทพมหานคร ส่วนด้านหลังปิดด้วยแผ่นไม้ทาสีดำด้านและเจาะแผ่นไม้ที่ด้านหลังสุดเพื่อให้เป็นช่องระบายอากาศ ฐานของห้องรับรังสีอาทิตย์ปิดด้วยตะแกรง โดยตะแกรงจะเป็นชั้นวางผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง ส่วนของห้องรับรังสีอาทิตย์มีขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร และสูง 25 เซนติเมตร

ห้องรับอากาศจากภายนอก ห้องนี้เป็นห้องที่อากาศจากภายนอกไหลเข้ามาภายใน ห้องทำจากไม้เนื้ออ่อนที่เป็นเศษไม้ ด้านหน้าเจาะแผ่นไม้และปิดด้วยตาข่ายอลูมิเนียมเพื่อเปิดเป็นช่องลมให้อากาศผ่านเข้าได้ โดยส่วนด้านในของห้องรับอากาศจะทาสีดำด้าน ส่วนด้านล่างปิดด้วยแผ่นโฟมเพื่อเป็นฉนวนความร้อน ส่วนด้านบนของห้องรับอากาศปิดด้วยตะแกรงที่ใช้วางผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง ส่วนของห้องรับอากาศจากภายนอกมีขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร และสูง 15 เซนติเมตร

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 1 มีขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร และสูง 40 เซนติเมตร มีพื้นที่ตากแห้งผลิตภัณฑ์ 1,600 ตารางเซนติเมตรหรือ 0.16 ตารางเมตร โดยลักษณะการเคลื่อนที่ของความร้อนภายในตู้อบแห้ง



พลังงานแสงอาทิตย์เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ เมื่ออากาศจากภายนอกไหลเข้ามาภายในห้องรับอากาศจะทำให้เกิดการไหลเวียนอากาศ โดยจะทำให้อากาศร้อนลอยสูงขึ้นและไหลผ่านช่องตะแกรงที่วางผลิตภัณฑ์ที่อบแห้ง เมื่ออากาศร้อนผ่านผลิตภัณฑ์จะทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้งระเหยออกมาและไหลออกจากห้องอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางช่องระบายอากาศที่อยู่ด้านหลัง ลักษณะของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 1 ที่พัฒนา แสดงดังภาพที่ 2



(ก) มุมมองด้านหน้า



(ข) มุมมองด้านหลัง



(ค) มุมมองด้านข้าง



(ง) มุมมองด้านบน

ภาพที่ 2 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 1

4.1.2 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 2

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 2 ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ห้องรับรังสีอาทิตย์และห้องรับอากาศจากภายนอกตู้อบ สำหรับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 2 เป็นแบบที่ออกแบบให้วัสดุโปร่งแสงที่รับรังสีอาทิตย์วางตัวในแนวราบ แต่ทำขาตั้งเสริมเพื่อใช้วางตู้อบแห้งโดยทำขาให้เอียงทำมุม 14.7 องศา รายละเอียดของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 2 และการเคลื่อนที่ของความร้อน มีรายละเอียดดังนี้

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 2 มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด กว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร และสูง 40 เซนติเมตร มีพื้นที่อบแห้งผลิตภัณฑ์ 3,200 ตารางเซนติเมตร ภายในกล่องแบ่งเป็น 2 ห้องโดยมีชั้นตะแกรงเป็นส่วนแบ่ง ด้านล่างเป็นห้องรับอากาศจากภายนอกโดยเปิดด้านหน้าให้เป็นช่องอากาศและปิดด้วยตะแกรง กล่องส่วนบนเป็นห้องที่รับรังสีอาทิตย์โดยผาด้านบนของกล่องปิดด้วยกระจกใส ส่วนด้านข้างเป็นแผ่นไม้ประกบยึดเป็นกล่องสี่เหลี่ยม เพื่อให้รังสีอาทิตย์ตกกระทบตั้งฉากกับแผ่นรับรังสีที่ปิดด้านบน ได้ออกแบบโดยให้ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 2 วางบนขาตั้งทำจากเหล็กฉาก โดยออกแบบให้โดยขาด้านหลังยาวกว่าขาด้านหน้าเพื่อทำให้นานาที่วางบนขาตั้งเอียงทำมุม 14.7 องศา

ลักษณะของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 2 ที่พัฒนา แสดงดังภาพที่ 3



(ก) มุมมองด้านหน้า



(ข) มุมมองด้านหลัง



(ค) ขาตั้ง



(ง) ตู้อบแห้งแสงอาทิตย์แบบที่ 2 ขณะวางบนขาตั้ง

ภาพที่ 3 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 2

4.1.3 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 3

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 3 ได้ออกแบบเป็นตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก โดยวัสดุโปร่งแสงที่ใช้เป็นพลาสติกใสทนความร้อน ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ห้องรับรังสีอาทิตย์ และห้องรับอากาศจากภายนอก

ห้องรับรังสีอาทิตย์ เป็นห้องที่รังสีอาทิตย์ผ่านเข้ามาทางพลาสติกใสทนความร้อน โดยรังสีอาทิตย์ผ่านเข้ามาภายในห้องอบแห้งทางฝาปิดด้านบนและทางด้านข้างทั้งสามด้าน แผ่นพลาสติกใสทนความร้อนที่ฝาปิดด้านบนเอียงทำมุม 14.7 องศากับแนวราบ ทางด้านหลังปิดด้วยแผ่นไม้และทำเป็นลิ้นชักเพื่อความสะดวกในการวางเรียงและเก็บผลิตภัณฑ์ที่อบแห้ง โดยเจาะและติดตั้งแกรงมุ้งลวดที่ด้านบนเพื่อเป็นช่องระบายอากาศร้อน ห้องรับรังสีอาทิตย์ก็เป็นสองห้องพื้นที่แต่ละห้องวางตะแกรงเพื่อวางผลิตภัณฑ์ที่จะอบแห้ง โดยออกแบบให้ระยะห่างแต่ละชั้นมีค่า 20 เซนติเมตร ห้องอบแห้งผลิตภัณฑ์มีขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร และสูง 40 เซนติเมตร

ห้องรับอากาศจากภายนอก เป็นห้องอากาศจากภายนอกไหลเข้ามาภายใน ปิดด้วยแผ่นไม้ทั้งสี่ด้าน มีขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร โดยทางด้านหน้าเจาะเป็นช่องและติดตั้งตะแกรงมุ้งลวดเพื่อให้อากาศจากภายนอกเคลื่อนที่เข้ามาภายในห้อง

ลักษณะของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 3 ที่พัฒนา แสดงดังภาพที่ 4



(ก) มุมมองด้านหน้า



(ข) มุมมองด้านหลัง



(ค) มุมมองด้านข้าง



(ง) มุมมองด้านหลังและตระแกรงตากแห้ง

ภาพที่ 4 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 3

4.1.4 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 4

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 4 เป็นตู้อบแห้งแบบเรือนกระจก ทำจากวัสดุโปร่งแสงทั้งตู้ วัสดุโปร่งแสงที่ใช้คือแผ่นพลาสติกใสทนความร้อน ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วน คือห้องรับรังสีอาทิตย์และห้องรับอากาศจากภายนอก ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 4 มีการออกแบบที่มีลักษณะของการระบายความร้อนออกจากตู้อบแห้งเจาะเป็นช่องตรงกลางของตู้ทั้งสี่ด้าน

ห้องรับรังสีอาทิตย์ เป็นห้องที่รับรังสีอาทิตย์ผ่านทางผาด้านบนสุดของตู้อบ โดยแผ่นปิดผาด้านบนยึดด้วยแผ่นพลาสติกใสทนความร้อนเอียงทำมุม 14.7 องศาทั้งสี่ด้าน และด้านบนสุดเจาะเป็นช่องระบายอากาศที่ตำแหน่งตรงกลางทั้งสี่ด้าน และส่วนด้านข้างของตู้อบทั้งสามด้านบุด้วยพลาสติกใสทนความร้อน ห้องรับรังสีอาทิตย์แบ่งเป็นสองชั้น แต่ละชั้นสูง 20 เซนติเมตร ห้องรับรังสีอาทิตย์มีขนาดความกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร และสูง 40 เซนติเมตร

ห้องรับอากาศจากภายนอก เป็นห้องที่อากาศจากภายนอกไหลเข้ามาภายใน โดยทางด้านหน้าของห้องรับอากาศปิดด้วยตาข่ายเพื่อให้อากาศจากภายนอกเคลื่อนที่เข้ามาภายในห้อง ห้องรับอากาศจากภายนอกมีขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร

ลักษณะของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 4 ที่พัฒนา แสดงดังภาพที่ 5



(ก) มุมมองด้านหน้า



(ข) มุมมองด้านหลัง



(ค) มุมมองด้านหลังและตระแกรงตากแห้ง

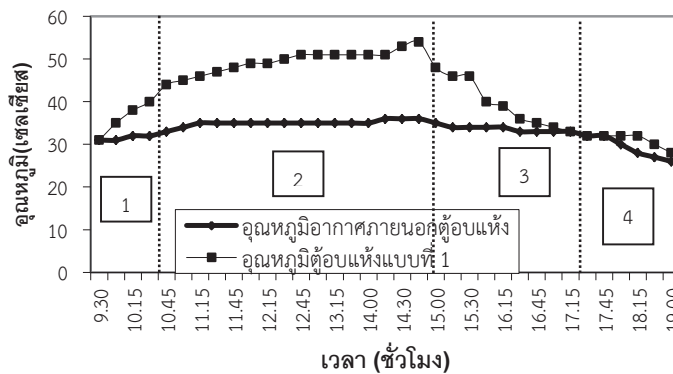
ภาพที่ 5 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับครัวเรือนแบบที่ 4

4.2 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกของตู้อบแห้ง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายนอกเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบต่างๆทั้ง 4 แบบที่ได้ออกแบบและพัฒนาในการศึกษานี้ ได้ทำการทดลองศึกษาในวันที่ 20 มีนาคม 2564 โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 9.30 น ถึงเวลา 19.00 น. ผลการทดลองตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละแบบจะนำเสนอเป็นลำดับไป

4.2.1 การศึกษาอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระดับครัวเรือนแบบที่ 1

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 1 ได้ออกแบบเป็นตู้ไม้ที่มีส่วนโปร่งแสงทำจากกระจกใสหนา 4 มิลลิเมตร จากการทดลองวัดค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 1 ขณะไม่มีภาระ ผลการทดลองตั้งแต่ช่วงเวลา 9.30 น ถึง 19.00 น. แสดงดังกราฟการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกแสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 1 เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก

จากกราฟในภาพที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 1 เทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ตั้งแต่ช่วงเวลา 9.30 น ถึงเวลา 19.00 น. จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าอุณหภูมิตลอดช่วงเวลาที่ทำการวัดสามารถแบ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้เป็น 4 ช่วงดังนี้

ช่วงที่ 1 ช่วงระหว่างเวลา 9.30 - 11.00 น. เป็นช่วงเวลาสายถึงเวลาอ่อนเที่ยง เป็นช่วงที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าต่ำ มีแดดอ่อนๆ อุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งในช่วงระยะเวลานี้มีค่าเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียสเป็น 45 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 31 องศาเซลเซียสเป็น 34 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สามารถเก็บกักความร้อนได้ดีทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

ช่วงที่ 2 ช่วงระหว่างเวลา 11.01-14.45 น. เป็นช่วงที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าสูง ดังแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 45 องศาเซลเซียส เป็น 54 องศาเซลเซียส ขณะที่อากาศภายนอกมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 34 องศาเซลเซียสเป็น 36 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลานี้อุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 18 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 3 ช่วงระหว่างเวลา 14.46-17.15 น. เป็นช่วงเวลาบ่ายถึงช่วงเย็น ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าลดลง พบว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งมีค่าลดต่ำกว่าในช่วงที่ 2 ค่าอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งเริ่มลดลงเป็นลำดับจากอุณหภูมิที่สูงสุด 54 องศาเซลเซียส ลดลงเป็น 48 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งในช่วงระยะเวลานี้เริ่มลดลงจากอุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียสเป็น 33 องศาเซลเซียส และค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลานี้มีค่าลดลงจาก 35 องศาเซลเซียสเป็น 33 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 4 ช่วงระหว่างเวลา 17.15 - 19.00 น. เป็นช่วงเวลาเย็นถึงพลบค่ำที่ไม่มีรังสีอาทิตย์ พบว่าอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งมีค่าลดลงแต่ยังคงสามารถรักษาระดับอุณหภูมิให้อยู่ในระดับอุณหภูมิสูงสุดที่ 33 องศาเซลเซียส และต่ำสุดอยู่ที่ 28 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิอากาศภายนอกอยู่ระหว่าง 32 - 26 องศาเซลเซียส จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าในช่วงที่ไม่มีรังสีอาทิตย์แล้วอุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งยังคงสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก

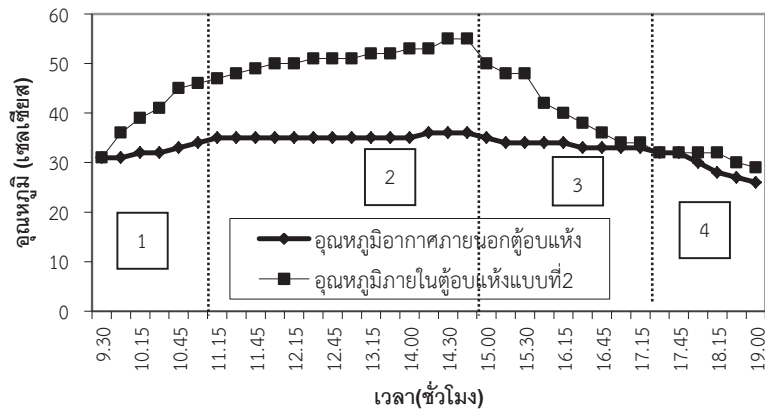
จากการศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 1 ตั้งแต่ช่วงเวลาที่ไม่มีรังสีอาทิตย์จนถึงช่วงเวลาที่ไม่มีรังสีอาทิตย์ พบว่าในช่วงเวลาที่ไม่มีรังสีอาทิตย์อุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งสามารถขึ้นไปได้สูงสุดถึง 54 องศาเซลเซียส และขณะที่ไม่มีความเข้มรังสีอาทิตย์อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งยังสามารถรักษาระดับอุณหภูมิให้สูงกว่าอุณหภูมิ



อากาศภายนอกได้ประมาณ 2 - 3 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตู้อบแห้งแสงอาทิตย์แบบที่ 1 ที่พัฒนามีความสามารถในการเก็บกักความร้อนได้ดีและมีความเป็นฉนวนความร้อน

4.2.2 การศึกษาอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระดับครัวเรือนแบบที่ 2

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 2 เป็นตู้อบแห้งที่มีพื้นที่ส่วนของห้องอบแห้งมากกว่าแบบที่ 1 และมีส่วนโปร่งแสงเฉพาะส่วนฝาด้านบน จากการทดลองวัดค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 2 ขณะไม่มีภาระ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกตั้งแต่ช่วงเวลา 9.30 น ถึง 19.00 น. แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 2 เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก

จากกราฟในภาพที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 2 เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก ตั้งแต่ช่วงเวลา 9.30 น ถึงเวลา 19.00 น. จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าอุณหภูมิตลอดช่วงเวลาที่ทำการวัดสามารถแบ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้เป็น 4 ช่วงดังนี้

ช่วงที่ 1 ช่วงระหว่างเวลา 9.30 - 11.00 น. ช่วงนี้จะมีแดดอ่อนๆ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งในช่วงระยะเวลานี้เปลี่ยนแปลงจากอุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียสเป็น 46 องศาเซลเซียส ช่วงนี้เป็นช่วงที่ตู้อบแห้งเริ่มเก็บกักความร้อนไว้ภายในตู้อบแห้ง อุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลานี้มีค่าอยู่ระหว่าง 31 - 34 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งแสงอาทิตย์แบบที่ 2 จะสูงกว่าค่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 12 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 2 ช่วงระหว่างเวลา 11.01-14.45 น. ช่วงนี้อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งในช่วงเวลานี้มีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 47-55 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลานี้มีค่าอยู่ระหว่าง 35-36 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงนี้มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตลอดช่วงเวลาและคงที่ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งแบบที่ 2 ในช่วงเวลานี้มีค่าสูงกว่าค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดถึง 20 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 3 ช่วงระหว่างเวลา 14.46 -17.15 น. เป็นช่วงเวลาที่บ่ายถึงเย็น อยู่ในช่วงเวลาที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าลดลง ซึ่งเห็นได้จากอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลานี้มีค่าลดลงจากช่วงที่ 2 เนื่องจากในช่วงบ่ายถึงเวลาเย็น ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าเริ่มต่ำลงอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลานี้มีค่าอยู่ระหว่าง 33-35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าลดลงจาก 50 องศาเซลเซียส ไปเป็น 34 องศาเซลเซียส

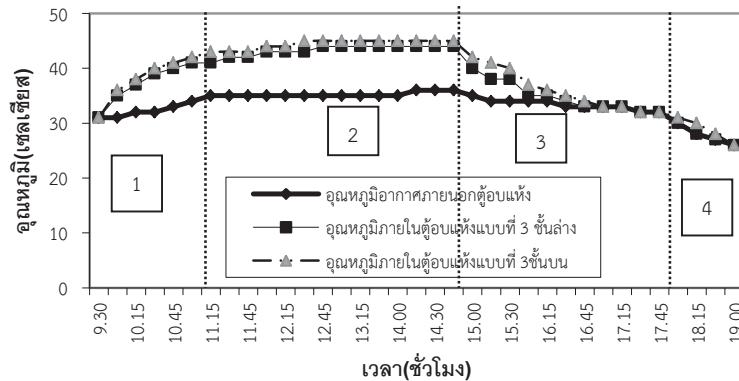
ช่วงที่ 4 ช่วงระหว่างเวลา 17.15 - 19.00 น. เป็นช่วงเวลาที่เย็นถึงพลบค่ำอยู่ในช่วงเวลาที่ไม่มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ พบว่าภายในตู้อบแห้งยังคงสามารถรักษาระดับของอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งอยู่ในระดับอุณหภูมิสูงสุดที่ 32 องศาเซลเซียส และลดลงมาต่ำสุดอยู่ที่ 29 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิอากาศภายนอกลดลงจาก 32 ไปเป็น 26 องศาเซลเซียส

จากการเปรียบเทียบระดับอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งและอุณหภูมิอากาศภายนอกแสดงว่าอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งที่ออกแบบสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก และแม้ในช่วงเวลาที่ไม่มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งยังคงสามารถรักษา

ระดับอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอยู่ โดยมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกประมาณ 2 - 3 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตู้อบแห้งแสงอาทิตย์แบบที่ 2 ที่พัฒนานี้สามารถในการเก็บกักความร้อนได้ดี

4.2.3 การศึกษาอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระดับครัวเรือนแบบที่ 3

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 3 ได้ออกแบบเป็นตู้อบแห้งแบบ 2 ชั้น จากการทดลองวัดค่าอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งแสงอาทิตย์แบบที่ 3 ขณะไม่มีภาระ โดยวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งแสงอาทิตย์ที่ชั้นล่างและชั้นบนและอุณหภูมิอากาศภายนอก จากผลการทดลองแสดงดังกราฟการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 3 เทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกตู้อบแห้งดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 3 เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก

จากกราฟในภาพที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 3 เทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกตู้อบแห้ง ตั้งแต่ช่วงเวลา 9.30 น ถึงเวลา 19.00 น. พบว่าอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งแบบที่ 3 มีค่าเปลี่ยนแปลงตามระดับความเข้มรังสีอาทิตย์ที่ได้รับโดยในช่วงเวลาที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าสูงทำให้ระดับอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นและในช่วงที่รังสีอาทิตย์มีค่าต่ำอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งแสงอาทิตย์จะมีค่าลดลง ในช่วงระยะเวลาที่มีความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งแบบที่ 3 มีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งแสงอาทิตย์ในช่วงเวลาต่างๆ จากค่าระดับอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งแสงอาทิตย์ในช่วงเวลาต่างๆสามารถแบ่งช่วงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้เป็น 4 ช่วง

ช่วงที่ 1 ช่วงระหว่างเวลา 9.30 - 11.00 น. เป็นช่วงที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าต่ำ มีลักษณะแดดอ่อนๆ เนื่องจากเป็นช่วงเวลาสายถึงเวลาก่อนเที่ยง อุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งในช่วงระยะเวลานี้ที่ชั้นบนและชั้นล่างมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักโดยมีอุณหภูมิตอนเริ่มต้นที่เวลา 9.30 น. มีค่า 31 องศาเซลเซียสและมีอุณหภูมิสูงสุดสำหรับในช่วงเวลานี้ที่ชั้นล่างมีค่า 41 องศาเซลเซียส ชั้นบนมีค่า 43 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลานี้มีค่าอยู่ระหว่าง 31-34 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งแบบที่ 3 มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 8 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 2 ช่วงระหว่างเวลา 11.01 - 14.45 น. เป็นช่วงที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าสูงกว่าในช่วงที่ 1 ช่วงนี้อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งในช่วงเวลานี้มีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก อุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งที่ชั้นบนมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 43 เป็น 45 องศาเซลเซียส และชั้นล่างมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 41 เป็น 44 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตลอดช่วงเวลา โดยมีค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 35-36 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งแบบที่ 3 ในช่วงเวลานี้ มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุด 9 องศาเซลเซียส

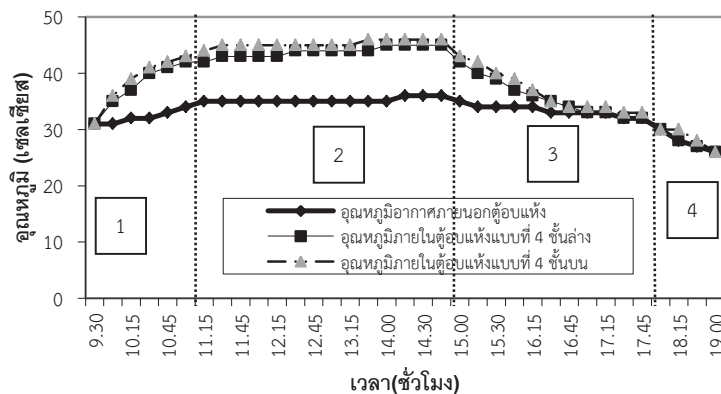
ช่วงที่ 3 ช่วงระหว่างเวลา 14.46-17.15 น. เป็นช่วงบ่ายถึงเย็นที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าลดลง ค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลานี้มีค่าลดลงโดยอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าอยู่ระหว่าง 33 - 34 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องโดยชั้นบนมีอุณหภูมิลดลงจาก 42 ไปเป็น 33 องศาเซลเซียส และชั้นล่างมีอุณหภูมิลดลงจาก 40 ไปเป็น 33 องศาเซลเซียส



ช่วงที่ 4 ช่วงระหว่างเวลา 17.16 - 19.00 น. เป็นช่วงเวลาเย็นถึงพลบค่ำ เป็นช่วงที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าต่ำมากซึ่งสามารถสังเกตได้จากไม่มีแดดและอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าลดลง อุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าลดลงจาก 32 เป็น 26 องศาเซลเซียส ในช่วงนี้อุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งชั้นบนและชั้นล่างมีค่าไม่แตกต่างกันโดยอุณหภูมิมีค่าลดลงจาก 32 เป็น 26 องศาเซลเซียส

4.2.4 การศึกษาอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระดับครัวเรือนแบบที่ 4

จากการทดลองวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 4 ขณะไม่มีภาระ ระดับอุณหภูมิขณะเวลาต่างๆ นำมาเขียนกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลาต่างๆ ผลแสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 4 เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก

ช่วงที่ 1 ช่วงระหว่างเวลา 9.30 - 11.00 น. เป็นช่วงที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าต่ำ มีลักษณะแดดอ่อนๆ อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งในช่วงระยะเวลานี้ที่ชั้นบนและชั้นล่างมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักโดยอุณหภูมิที่ชั้นล่างมีค่า 41 องศาเซลเซียส ชั้นบนมีค่า 43 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลานี้มีค่าอยู่ระหว่าง 31-34 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งแบบที่ 4 มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอยู่ 9 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 2 ช่วงระหว่างเวลา 11.01 - 14.45 น. เป็นช่วงบ่ายที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าสูง ช่วงนี้อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งในช่วงเวลานี้มีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก อุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 43 ไปเป็น 46 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตลอดช่วงเวลา โดยมีค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 35-36 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งแบบที่ 3 ในช่วงเวลานี้ มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดถึง 10 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 3 ช่วงระหว่างเวลา 14.46 - 17.15 น. เป็นช่วงบ่ายถึงเย็นที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าลดลง ค่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลานี้มีค่าลดลงโดยอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าอยู่ระหว่าง 33-34 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยชั้นล่างมีอุณหภูมิลดลงจาก 42 ไปเป็น 33 องศาเซลเซียส และชั้นบนมีอุณหภูมิลดลงจาก 43 ไปเป็น 34 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 4 ช่วงระหว่างเวลา 17.16-19.00 น. เป็นช่วงเวลาเย็นถึงพลบค่ำ เป็นช่วงที่ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าต่ำมากซึ่งสามารถสังเกตได้จากไม่มีแดดและอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าลดลง อุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่า 30-26 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งที่ชั้นบนและชั้นล่างยังคงสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเล็กน้อย โดยอุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งชั้นบนมีค่า 33 องศาเซลเซียส และลดลงเป็น 26 องศาเซลเซียส และชั้นล่างมีค่า 32 องศาเซลเซียส และลดลงเป็น 26 องศาเซลเซียส

5. สรุปผลการศึกษาวิจัย

การออกแบบและพัฒนาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือนมีการดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ การกำหนดข้อกำหนดที่ใช้ในการออกแบบที่คำนึงถึงประโยชน์การใช้งานตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นสำคัญ ปัจจัยด้านต่างๆ ที่นำมาพิจารณาในการกำหนดข้อกำหนดในการออกแบบประกอบด้วยปัจจัยสี่ด้านได้แก่ (1) ปัจจัยด้านลักษณะการใช้งานตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (2) ปัจจัยด้านรูปทรงของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (3) ปัจจัยด้านขนาดของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และ(4) ปัจจัยด้านต้นทุนในการสร้างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ จากข้อกำหนดข้างต้นนำมาพิจารณาร่วมกับหลักการทางด้านเทคนิคและวิศวกรรม ในด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะการรับรังสีอาทิตย์ ประเภทของวัสดุโปร่งแสง ประเภทของวัสดุที่ใช้ในการทำโครงของตู้อบแห้งแสงอาทิตย์ และจำนวนชั้นของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้ออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในครัวเรือนได้เป็นสรุบบน

จากการวิเคราะห์อุณหภูมิอากาศภายในตู้อบแห้งเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกพบว่า อุณหภูมิสูงสุดในตู้อบแห้งในแต่ละแบบมีค่า 54 55 45 และ 46 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ว่าตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ออกแบบมีค่าอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งสูงเพียงพอในการอบแห้ง ทั้งนี้ความสามารถในการรับและเก็บกักความร้อนของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นกับวัสดุที่ใช้ในการสร้างตู้อบแห้งและระบบฉนวนความร้อนเป็นสำคัญ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วรณัฐ แจ่มสว่าง. (2552). พลังงานหมุนเวียน. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.(2560). โครงการสนับสนุนการลงทุนติดตั้งใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (พาราโบลาดอม) ประจำปี 2560.คั่นเมื่อ 10 มีนาคม 2565 จาก <http://www.solardrydede.com>
- [3] บริษัทเฮอริเทจอินเตอร์เนชั่นแนลดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด.ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์. คั่นเมื่อ 10 เมษายน 2564. จาก <http://heritage-int.co.th>
- [4] นัฐพร ไชยญาติ.(2562). การออกแบบเทคโนโลยีและระบบพลังงานทดแทนด้านพลังงาน(Thermal Renewable Energy Technology and System Design).เชียงใหม่. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- [5] จิราภรณ์ แก้วเดียม. พงศ์สถิต ศรภักดี. ชูรัตน์ ธารารักษ์. นิกราน หอมดวง. เสริมสุข บัวเจริญ. ศิริณัฐ จินดารักษ์และณัฐภูมิ ดุษฎี. (2561). การจำลองการไหลอากาศและการออกแบบเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์แบบลาดหมุนร่วมกับรังสีอินฟราเรด สำหรับผลิตภัณฑ์ปลา การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14 หน้าที่ 78-89. 13-15 มิถุนายน.