

การศึกษาการควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์รูปทรงพาราโบล ด้วยเทอร์โมสแตท

STUDY OF TEMPERATURE CONTROL INSIDE A PARABOLIC SOLAR DRYER USING A THERMOSTAT

อาทิตย์ สารสมบุรณ์¹ เสาวลักษณ์ ชาญชัยฤกษ์^{1*} ประธาน ประจวบโชค² ชิตติพงศ์ วุฒิศาสตร์³
และ สมเจตน์ ภัทรพานิชชัย⁴

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220

²วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220

³คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600

⁴ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม 73000

Arthit Sansomboon¹, Saowaluck Chanchairoek^{1*}, Prathan Prachopchok²,
Thitipong Wutisart³ and Somjet Pattarapanitchai⁴

¹Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220

²College of Teacher Education, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220

³Faculty of Education Dhonburi Rajabhat University, Bangkok 10600

⁴Department of Physics, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakhon Pathom 73000

*E-mail: saowaluck_bh@yahoo.com

Received: 2025-03-17

Revised: 2025-06-05

Accepted: 2025-06-09

บทคัดย่อ

การใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรมีข้อดีหลายประการ ทั้งการรักษาผลผลิตให้อยู่ได้ยาวนานมากขึ้น สามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้นทั้งในแง่ของความสะอาดและสุขอนามัย นอกจากนี้ยังลดต้นทุนด้านพลังงานในการอบแห้งทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ปัจจุบันมีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์หลากหลายประเภทตามความเหมาะสมตามผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรแต่ละชนิด ทั้งนี้ การใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิอากาศในช่วงที่มีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงอาจทำให้อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งสูงถึง 70 องศาเซลเซียส ทำให้ไม่เหมาะสมกับการอบแห้งผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ไม่ต้องการอุณหภูมิสูงเกินไป งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้เทอร์โมสแตทเพื่อควบคุมความเร็วการหมุนของพัดลมระบายอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์รูปทรงพาราโบลขนาด 1.5 x 2.0 ตารางเมตร ระบบควบคุมมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่ออุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งสูงกว่าค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ที่เทอร์โมสแตท พัดลมจะหมุนด้วยกำลังสูงสุดเพื่อระบายอากาศร้อนออกไป และเมื่ออุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งมีค่าลดลงต่ำกว่าค่าอุณหภูมิ

ที่ตั้งไว้ที่เทอร์โมสแตท พัฒลจะหมุนด้วยความเร็วต่ำลง การศึกษานี้ดำเนินการทดสอบในช่วงวันที่ 7 ถึง 19 มกราคม พ.ศ. 2568 โดยตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสแตทไว้ที่ 30 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าเครื่องอบแห้งสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในได้ดีที่อุณหภูมิ 40 และ 45 องศาเซลเซียส ดังนั้นเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ควบคุมอุณหภูมิด้วยเทอร์โมสแตทนี้สามารถนำไปใช้ในการผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ไม่ต้องการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจนเกินไปได้ เนื่องจากสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะในการอบแห้งผลิตภัณฑ์นั้น นอกจากนี้ยังช่วยให้กระบวนการอบแห้งมีความสม่ำเสมอมากขึ้นด้วย

คำสำคัญ: อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์ เทอร์โมสแตท

ABSTRACT

The use of solar drying equipment for agricultural products offers several advantages, including prolonging product shelf life, better control of product quality in terms of cleanliness and hygiene, and reducing energy costs, thereby increasing farmers' income. Currently, various types of solar dryers are available to suit different agricultural products. However, the use of solar dryers without climate temperature control systems during periods of high solar radiation can cause internal temperatures to reach up to 70°C, which may be unsuitable for drying certain products that do not require high temperatures. This research aims to study the use of thermostats to control the speed of the exhaust fan in a parabolic-shaped solar dryer measuring 1.5 x 2.0 square meters. The control system operates on the following principle: when the internal temperature exceeds the set thermostat temperature, the fan operates at maximum speed to expel hot air. And when the internal temperature drops below the set point, the fan will slow down. The study was conducted from January 7 to January 19, 2025, with thermostat settings at 30, 35, 40, and 45°C. The results showed that the dryer could effectively control the internal temperature at 40 and 45°C. Therefore, solar dryers equipped with thermostat-based temperature control can be suitable for drying certain products that do not require excessive temperatures while maintaining optimal drying conditions. This control method also ensures more uniform drying processes.

Keywords: Air temperature inside the drying chamber, Solar dryer, Solar energy, Thermostat

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม บางครั้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรมีปริมาณมากตามฤดูกาลเพาะปลูก เกิดภาวะสินค้าล้นตลาด ดังนั้นการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรด้วยการอบแห้งจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความนิยม ทำให้ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ได้รับการแปรรูปเก็บรักษาได้นานขึ้น และยังเป็นทางเลือกเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรอีกด้วย แม้ว่าการทำให้แห้งโดยการนำผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรไปตากกับแสงอาทิตย์โดยตรงจะเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกที่สุด แต่ก็จะมีปัญหาเรื่องความสะดวก ฝุ่นละออง แมลงและสัตว์ต่าง ๆ มารบกวน นอกจากนี้สภาพอากาศที่ควบคุมไม่ได้ เช่น ฝนที่ตกอย่างกะทันหันก็อาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรนั้นเสียหายไปทั้งหมดได้

ดังนั้นเกษตรกรจึงใช้การอบแห้งด้วยตู้อบไฟฟ้าเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งตู้อบไฟฟ้านี้มีประโยชน์หลายด้าน เช่น การควบคุมอัตราการแห้งของผลิตภัณฑ์ ความสะอาด รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งที่แน่นอน ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มีผลอย่างมากในเชิงธุรกิจ แต่ข้อเสียคือตู้อบแห้งไฟฟ้ามีราคาสูงและต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการอบแห้ง และราคาพลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในกระบวนการผลิตที่สูง การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จึงได้รับความสนใจจากนักวิจัยมายาวนาน เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ถูกพัฒนาขึ้นนั้นมีหลายรูปแบบตามการใช้งานของเกษตรกรหรืออุตสาหกรรมในท้องถิ่นนั้น ๆ นอกจากนี้ยังขึ้นกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการนำมาอบแห้งด้วย (Janjai et al., 2009; Janjai et al., 2012; Janjai, 2017)

ในประเทศไทยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน เช่น ระบบโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก (แบบ พพ.) มีพื้นที่อบแห้ง 3 ขนาด คือ 6x8 8x12 และ 8x20 ตารางเมตร โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ร่วมกับ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยเป็นระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีความเหมาะสมในการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรในเชิงการค้าทั้งในระดับวิสาหกิจชุมชน ผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อมไปจนถึงผู้ประกอบการขนาดใหญ่ (Mahayothee & Boonrod, 2019) ซึ่งโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 8x20 ตารางเมตร สามารถอบแห้งกล้วยได้มากถึง 1,000 กิโลกรัมต่อการอบหนึ่งครั้ง (Janjai et al., 2011, Maisont et al., 2022)

จากการลงพื้นที่ชุมชนที่อยู่ในความรับผิดชอบของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หลายครั้งพบว่าเกษตรกรในพื้นที่บางครัวเรือนมีความต้องการใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีขนาดเล็กที่สามารถอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรในจำนวนไม่มากได้ (Maisont et al., 2023) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์บางชนิดไม่ต้องการอุณหภูมิสูงจนเกินไป จากการศึกษาการอบแห้งกระเทียมหลังเก็บเกี่ยวพบว่าเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิสูงกว่า 45°C กลีบกระเทียมบางส่วนเปลี่ยนเป็นสีเหลือง นิ่ม และเหนียว การอบแห้งกระเทียมที่อุณหภูมิ 35°C เป็นวิธีที่ดีที่สุด ช่วยรักษาคุณภาพลดการสูญเสียน้ำหนัก และลดการเน่าเสียระหว่างการเก็บรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bayat et al., 2010) ในการอบแห้งจึงต้องมีการควบคุมอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง (Wattanasri et al., 2022)

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและศึกษาการใช้เทอร์โมสแตท (Thermostat) เป็นอุปกรณ์ในการควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีขนาด 1.5 x 2.0 ตารางเมตร ซึ่งเป็นเครื่องอบแห้งที่เหมาะสมในระดับครัวเรือน โดยเทอร์โมสแตทจะทำหน้าที่ควบคุมความเร็วการหมุนของพัดลมระบายอากาศในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเทอร์โมสแตทนั้นเป็นอุปกรณ์ที่หาง่าย ราคาถูก และมีความทนทาน ดังนั้นการศึกษาคอมพิวเตอร์อุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยเทอร์โมสแตทจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรให้ดีขึ้น และทำให้การอบแห้งมีความสม่ำเสมอตามหลักการของการอบแห้ง

วิธีการทดลอง

1. การสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานอาทิตย์

เครื่องอบแห้งพลังงานอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลองนี้ แสดงได้ดังภาพที่ 1 ฐานทำจากแผ่นหลังคาโลหะสีดำที่มีฉนวนสำเร็จรูป (Metal sheet) มีความกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2.0 เมตร โครงสร้างทำด้วยเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว

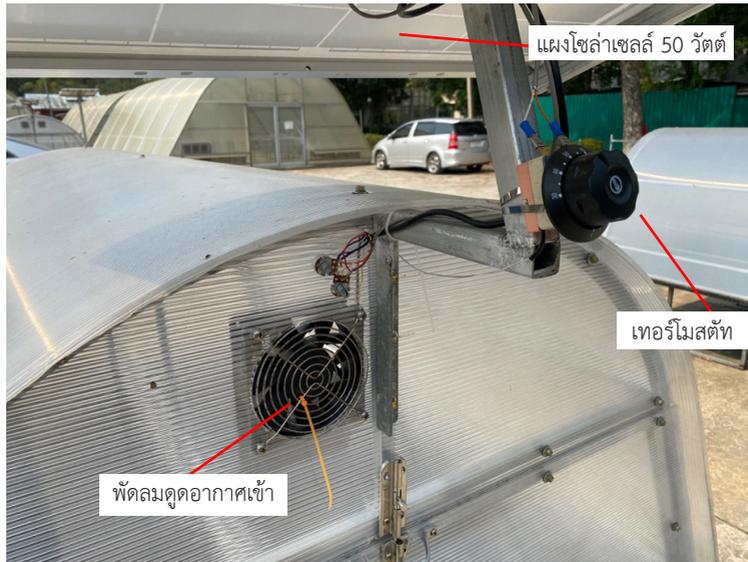
ติดตั้งรูปเป็นทรงพาราโบลา (Parabola shape) ปิดคลุมทุกด้านด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate sheet) ด้านหนึ่งมีช่องอากาศไหลออก อีกด้านหนึ่งมีพัดลมขนาด 30 วัตต์ ซึ่งใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงโซลาร์เซลล์ 50 วัตต์ เพื่อดูดอากาศเข้า มีการติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบด้วยเทอร์โมสแตท (Thermostat) แสดงได้ดังภาพที่ 2 ภายในมีถาดและราวแขวนสำหรับวางผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง เครื่องอบแห้งที่ได้นี้มีน้ำหนักไม่มาก จึงเคลื่อนย้ายได้ง่าย สามารถนำไปวางบนโต๊ะหรือวางกับพื้นที่สะอาด เมื่อไม่ได้ใช้งานแล้วสามารถนำไปเก็บในพื้นที่จัดเก็บที่ต้องการได้ แสงอาทิตย์ส่องผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตเข้าไปในเครื่องอบแห้งได้ดีเนื่องจากรูปทรงพาราโบลา ที่ช่วยให้การรับแสงอาทิตย์ทำได้ตลอดวัน นอกจากนี้ รูปทรงพาราโบลายังมีความสวยงามและช่วยลดแรงปะทะจากลมได้ การใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตนอกจากสามารถตัดให้โค้งงอได้ง่ายแล้วยังมีความทนทาน รวมทั้งมีการเคลือบสารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งที่ได้มีสีสวยสวยงาม



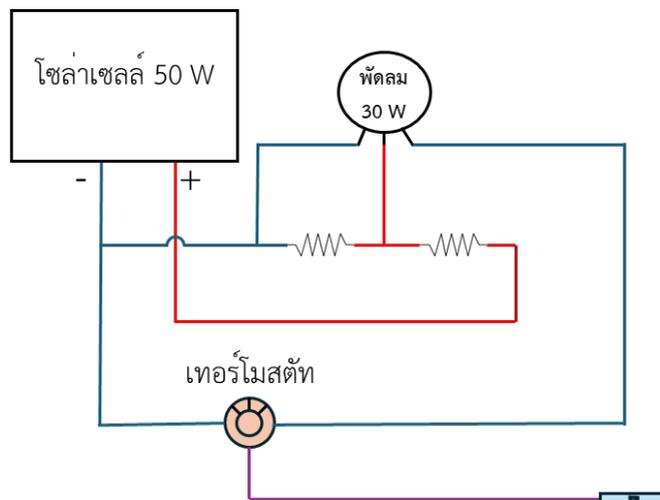
ภาพที่ 1 เครื่องอบแห้งพลังงานอาทิตย์ขนาด 1.5 x 2.0 ตารางเมตร
ที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิอากาศด้วยเทอร์โมสแตท

หลักการการทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์คือ แสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตเข้าไปในเครื่องอบแห้งจะถูกดูดกลืนด้วยวัสดุต่าง ๆ ภายในเครื่องอบแห้ง แล้ววัสดุเหล่านั้นจึงคายความร้อนออกมาทำให้อุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งสูงขึ้น ในขณะเดียวกันนี้เซ็นเซอร์ของเทอร์โมสแตทจะตรวจวัดอุณหภูมิอากาศ

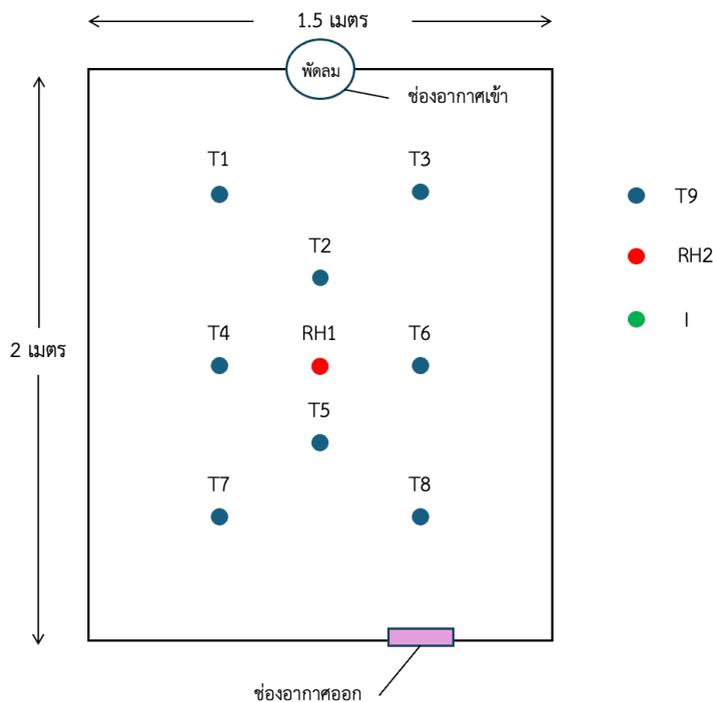
ภายในเครื่องอบแห้ง ซึ่งเทอร์โมสตัทจะควบคุมการหมุนของพัดลมที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแผงโซลาร์เซลล์ หากอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้ง (Drying chamber) ต่ำกว่าค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้พัดลมจะหมุนด้วยความเร็วรอบต่ำ และหากอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้พัดลมจะหมุนด้วยความเร็วรอบสูงสุดตามกำลังไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ที่ได้รับจากแสงอาทิตย์ในขณะนั้นเพื่อระบายอากาศร้อนและความชื้นที่ระเหยจากผลิตภัณฑ์ให้ออกนอกเครื่องอบแห้งไป โดยผังวงจรไฟฟ้าของการทำงานของเทอร์โมสตัทแสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 แสดงเทอร์โมสตัทที่ใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของการหมุนของพัดลมตามอุณหภูมิภายในของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ 3 แผนภาพวงจรไฟฟ้าแสดงการทำงานของเทอร์โมสตัทที่ควบคุมความเร็วการหมุนของพัดลมระบายอากาศ



ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งของการวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ ในเครื่องอบแห้ง กำหนดให้ T เป็นตำแหน่งการวัด อุณหภูมิ RH เป็นตำแหน่งของการวัดความชื้นสัมพัทธ์ และ I เป็นตำแหน่งการวัดความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์

2. การประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นั้น โดยทั่วไปจะวัดความเข้ม รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง ในการศึกษาครั้งนี้จะสนใจผลของการควบคุม อุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งด้วยเทอร์โมสแตท จึงไม่มีการวัดการแห้งของผลิตภัณฑ์ การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ และความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในและภายนอกเครื่องอบแห้ง แสดงรายละเอียดของตัวแปรดังภาพที่ 4

2.1 รังสีดวงอาทิตย์

รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบลงบนส่วนรับรังสีหรือบนวัสดุที่ต้องการอบแห้งเป็นตัวแปรที่สำคัญ สำหรับใช้ประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทั่วไปเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ จะใช้ประโยชน์ทั้งจากรังสีตรงและรังสีกระจาย หรือรังสีรวมในช่วงความยาวคลื่นกว้าง (0.3 - 3.0 μm) ดังนั้นในการ ประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้ง จะทำการวัดรังสีรวมโดยใช้ไพราโนมิเตอร์ที่มีช่วงการตอบสนองต่อสเปกตรัม รังสีจากดวงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นกว้าง ในงานวิจัยนี้จะใช้ไพราโนมิเตอร์ยี่ห้อ Kipp & Zonen รุ่น CM 11 แสดงได้ดังภาพที่ 5 (ก)

2.2 อุณหภูมิอากาศ

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน การใช้ เเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) วัดอุณหภูมิของอากาศตามจุดต่าง ๆ ภายในเครื่องอบแห้งนั้นมีความสะดวกมาก

เทอร์โมคัปเปิลประกอบด้วยเส้นลวดโลหะ 2 ชนิด ที่พันปลายด้านหนึ่งติดกันเป็นตัววัดอุณหภูมิ เมื่อนำไปสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัดอุณหภูมิจะเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นที่ปลายอีกด้านหนึ่ง ค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นนี้สามารถแปลงเป็นค่าอุณหภูมิได้ในการทดลองนี้จะใช้เทอร์โมคัปเปิล ชนิด K ดังแสดงได้ดังภาพที่ 5 (ข) อุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในเครื่องอบแห้งจะถูกวัดที่ตำแหน่ง T1 ถึง T9 โดยตำแหน่ง T9 จะเป็นอุณหภูมิอากาศแวดล้อม (T9 (Ambient)) จากนั้นจะนำข้อมูล T1 ถึง T8 มาเฉลี่ยเป็นข้อมูลตัวแทนอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้ง (Tin)

2.3 ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ

การวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative humidity) จะถูกวัดสองตำแหน่งคือภายในเครื่องอบแห้ง และภายนอกเครื่องอบแห้ง (อากาศแวดล้อม) โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ไฮโกรมิเตอร์ยี่ห้อ ZTS-3002-WS-V05 แสดงดังภาพที่ 5 (ค) ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าที่ถูกรวบรวมและบันทึกไว้ด้วยเครื่องบันทึกข้อมูลเชิงตัวเลข (Data logger)

ข้อมูลทั้งหมดจากเครื่องบันทึกข้อมูลเชิงตัวเลข (Data logger) ประกอบด้วย รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ จะถูกนำไปวิเคราะห์ต่อยอดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เครื่องบันทึกข้อมูลควรจะต้องมีช่องรับสัญญาณเหมาะสมกับสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ มีช่องที่สามารถรับสัญญาณศักย์ไฟฟ้าจากเทอร์โมคัปเปิลได้โดยตรง และมีจำนวนช่องรับสัญญาณเพียงพอกับเครื่องวัดที่ใช้ งาน สำหรับเครื่องบันทึกข้อมูลเชิงตัวเลขที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นเครื่องบันทึกข้อมูลเชิงตัวเลข ยี่ห้อ EURO THERM CHESSELL รุ่น 6100A แสดงในภาพที่ 5 (ง) โดยข้อมูลจากหัววัดจะถูกบันทึกทุก 10 วินาที จากนั้นจะทำการเฉลี่ยเป็นข้อมูลราย 10 นาที เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลการทดสอบในรูปแบบกราฟการแปรค่าของข้อมูล



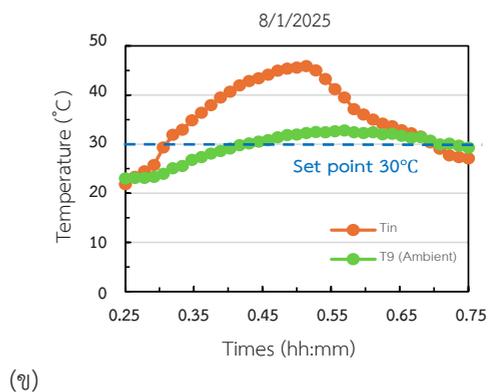
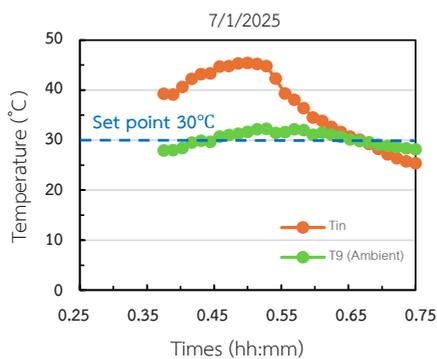
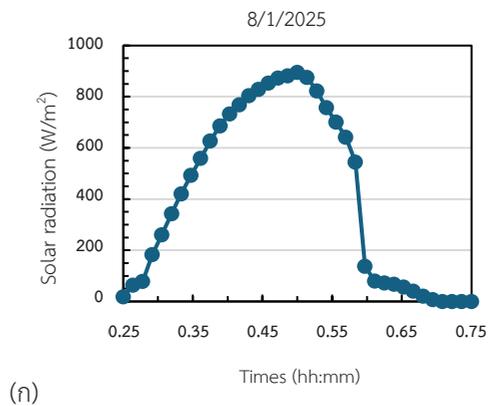
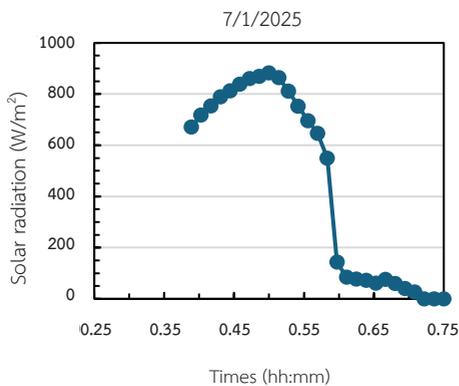
ภาพที่ 5 แสดงเครื่องมือวัด (ก) ไพราโนมิเตอร์ยี่ห้อ Kipp & Zonen รุ่น CM 11 (ข) เทอร์โมคัปเปิล ชนิด K (ค) ไฮโกรมิเตอร์ยี่ห้อ ZTS-3002-WS-V05 (ง) เครื่องบันทึกข้อมูลเชิงตัวเลข ยี่ห้อ EURO THERM CHESSELL รุ่น 6100A

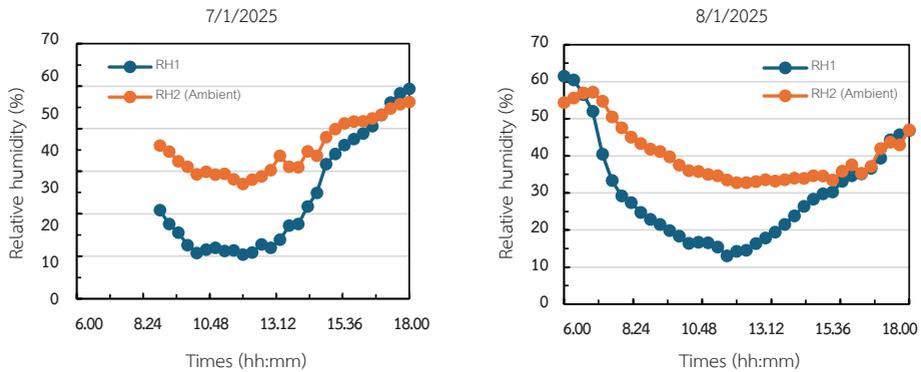
ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองในช่วงวันที่ 7-19 มกราคม พ.ศ. 2568 โดยได้ตั้งค่าอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัท (Set point temperature) ดังรายละเอียดต่อไปนี้ ตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัท 30 องศาเซลเซียส ในวันที่ 7 และ 8 มกราคม พ.ศ. 2568 ตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัท 35 องศาเซลเซียส ในวันที่ 9 10 15 และ 16 มกราคม พ.ศ. 2568 ตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัท 40 องศาเซลเซียส ในวันที่ 11 17 18 และ 19 มกราคม พ.ศ. 2568 และตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัท 45 องศาเซลเซียส ในวันที่ 12 และ 13 มกราคม พ.ศ. 2568

1. ผลการตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัท 30 องศาเซลเซียส

จากภาพที่ 6 (ก) พบว่าในวันที่ 7 และ 8 มกราคม พ.ศ. 2568 บริเวณเครื่องอบแห้งได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูงตลอดทั้งวัน ประกอบกับอุณหภูมิอากาศแวดล้อมมีค่าสูงประมาณ 33 องศาเซลเซียส แม้จะทำการตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัท 30 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้ง (Tin) ก็ขึ้นไปสูงสุดที่ 45 องศาเซลเซียส ในช่วงกลางวัน แสดงได้ดังภาพที่ 6 (ข) จะเห็นว่าระบบจะไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งให้อยู่ในระดับที่ต้องการได้ เนื่องจากอุณหภูมิอากาศแวดล้อม (T9 (Ambient)) สูงกว่าค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ที่เทอร์โมสตัท ภาพที่ 6 (ค) แสดงความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในเครื่องอบแห้ง (RH1) และแสดงความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อม (RH2) เนื่องจากอุณหภูมิอากาศในห้องอบแห้งที่สูงทำให้ความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในเครื่องอบแห้งลดลงเป็นอย่างมาก จุดต่ำสุดอยู่ในช่วงร้อยละ 11-12 ในช่วงเที่ยงวัน อากาศที่แห้งระดับนี้เหมาะสมอย่างมากที่จะใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (Janjai, 2012)



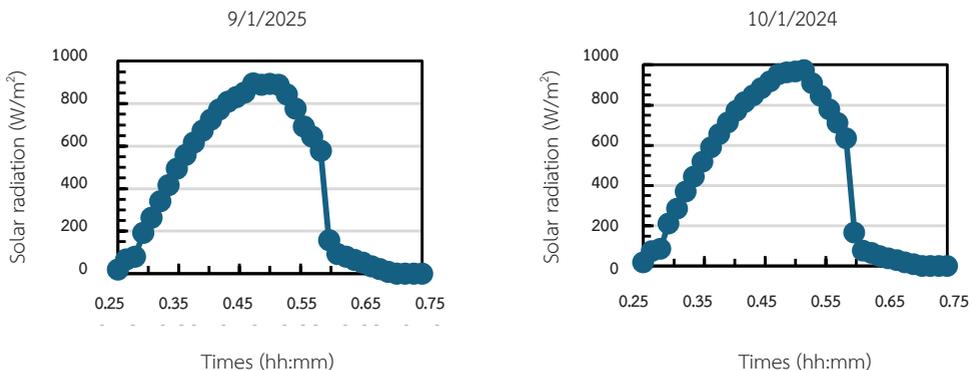


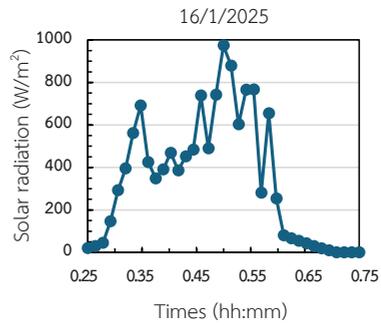
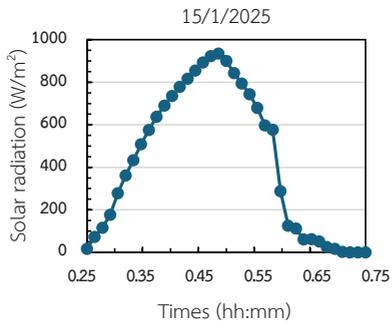
(ค)

ภาพที่ 6 แสดงการแปรค่าของตัวแปรต่าง ๆ ในวันที่ 7 และ 8 มกราคม พ.ศ. 2568 (ก) ความเข้มแสงอาทิตย์ (ข) อุณหภูมิอากาศ (ค) ความชื้นสัมพัทธ์

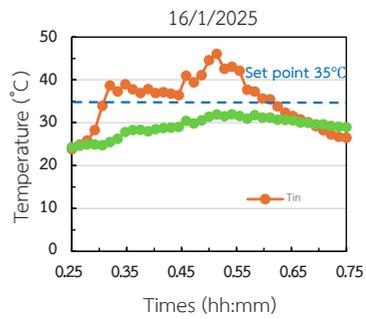
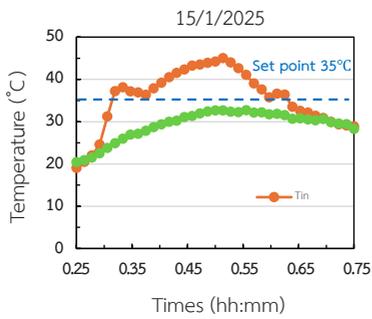
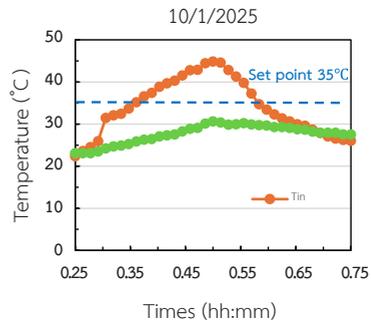
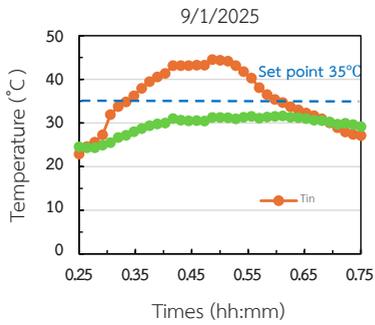
2. ผลการตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัท 35 องศาเซลเซียส

ผลการทดสอบการตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่ 35 องศาเซลเซียส ทั้งหมด 4 วัน ได้แก่วันที่ 9 10 15 และ 16 มกราคม พ.ศ. 2568 เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งพบว่าสามารถควบคุมได้ในระดับ 37 องศาเซลเซียส ได้ในช่วงเช้าเท่านั้น จะมีเพียงวันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2568 ที่ควบคุมได้จนเวลาประมาณ 11 นาฬิกา จากนั้นในช่วงเที่ยงวันอุณหภูมิอากาศจะขึ้นไปอยู่ในระดับ 42-43 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ จากภาพที่ 7 (ก) พบว่ามี 3 วันที่ห้องฟ้าไม่มีเมฆ ยกเว้นวันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2568 บางช่วงเวลาของวันที่ห้องฟ้ามีเมฆบดบังดวงอาทิตย์ทำให้บริเวณอบแห้งไม่ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์มากนัก จากนั้นอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งจึงค่อยๆ ลดลงในช่วงหลัง 14 นาฬิกา เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอบแห้งที่ไม่มีการควบคุมการหมุนของพัดลมอุณหภูมิอากาศภายในจะสูงไปได้ถึง 60 องศาเซลเซียส (Maison, 2023) ส่วนความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในห้องอบแห้งในตอนเช้ามืดมีค่าประมาณร้อยละ 50 และลดลงเหลือ 20-25 ในช่วงกลางวัน ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมภายนอกเครื่องอบแห้งมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละ 50 ดังนั้นสภาวะอากาศในเครื่องอบแห้งจึงเหมาะสมสำหรับการอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรมากกว่า

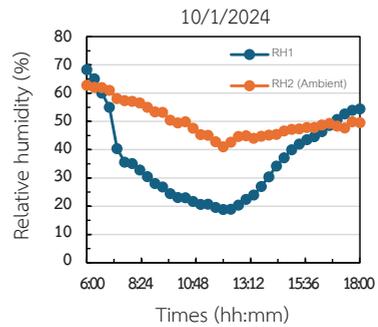
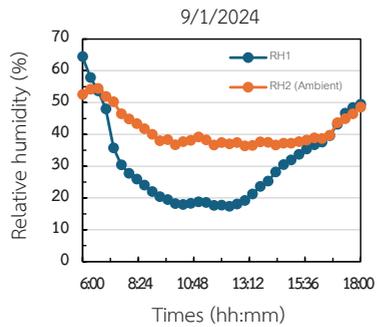


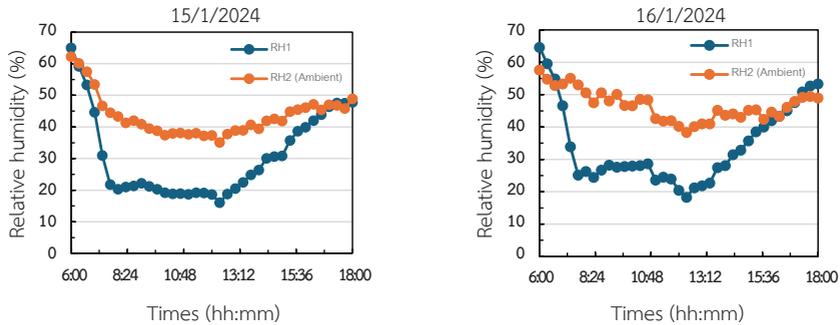


(f)



(g)





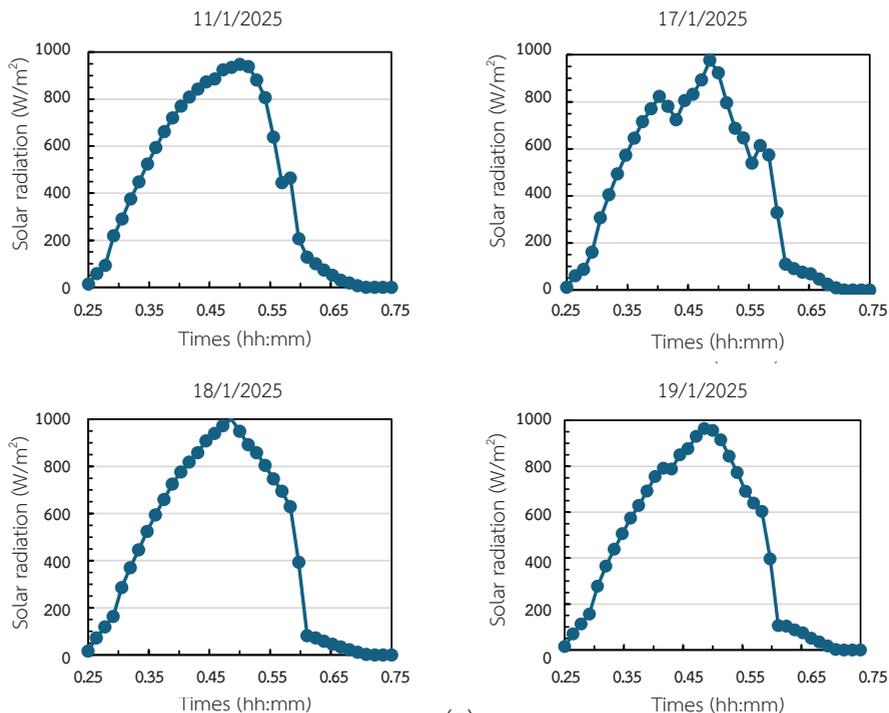
(ค)

ภาพที่ 7 แสดงการแปรค่าของตัวแปรต่าง ๆ ในวันที่ 9 10 15 และ 16 มกราคม พ.ศ. 2568

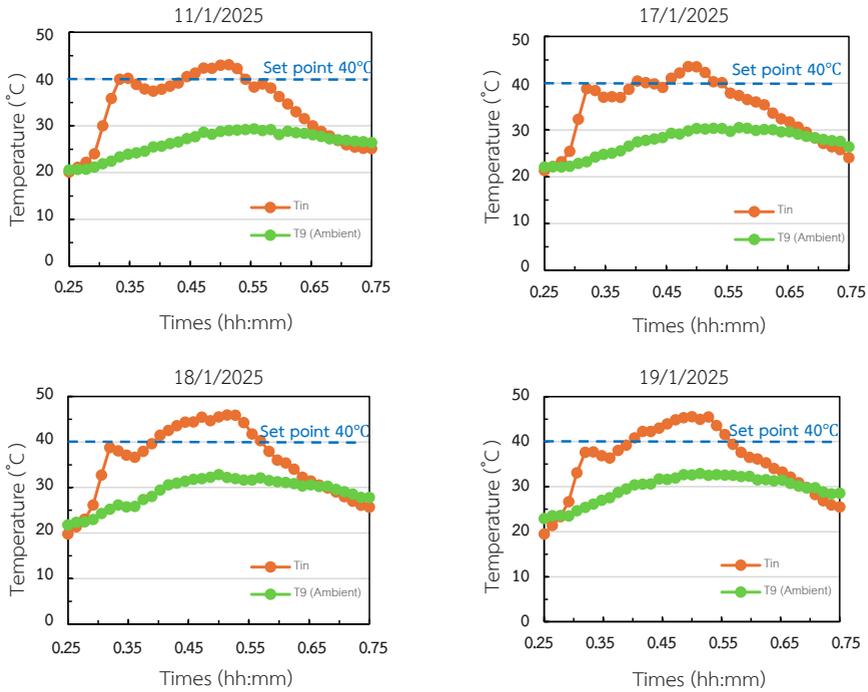
(ก) ความเข้มแสงอาทิตย์ (ข) อุณหภูมิอากาศ (ค) ความชื้นสัมพัทธ์

3. ผลการตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัท 40 องศาเซลเซียส

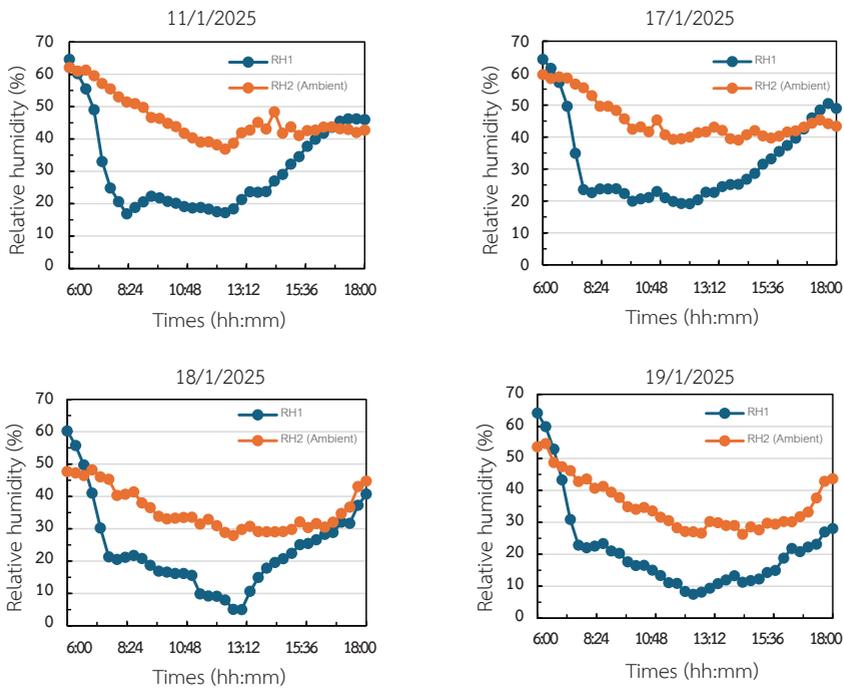
ผลการทดลองวันที่ 11 17 18 และ 19 มกราคม พ.ศ. 2568 จากภาพที่ 8 (ก) พบว่าทั้ง 4 วันที่ทำการทดสอบเครื่องอบแห้งได้รับพลังงานแสงอาทิตย์สม่ำเสมอ ทำให้พัดลมได้รับพลังงานมากพอเมื่อต้องการความเร็วรอบสูงสุด ส่งผลให้การควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งมีประสิทธิภาพมาก แสดงได้ดังภาพที่ 8 (ข) อุณหภูมิอากาศแวดล้อมมีค่าไม่สูงมากต่ำสุดอยู่ที่ 20 องศาเซลเซียส สูงสุดอยู่ที่ 31 องศาเซลเซียส สองปัจจัยนี้ทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในห้องอบแห้งได้ในระดับ 40 องศาเซลเซียส ได้เกือบตลอดทั้งวันยกเว้นช่วงเที่ยงวันจะขึ้นไปที 45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในห้องอบแห้งยังคงมีค่าประมาณร้อยละ 20 ในช่วงกลางวัน



(ก)



(ข)

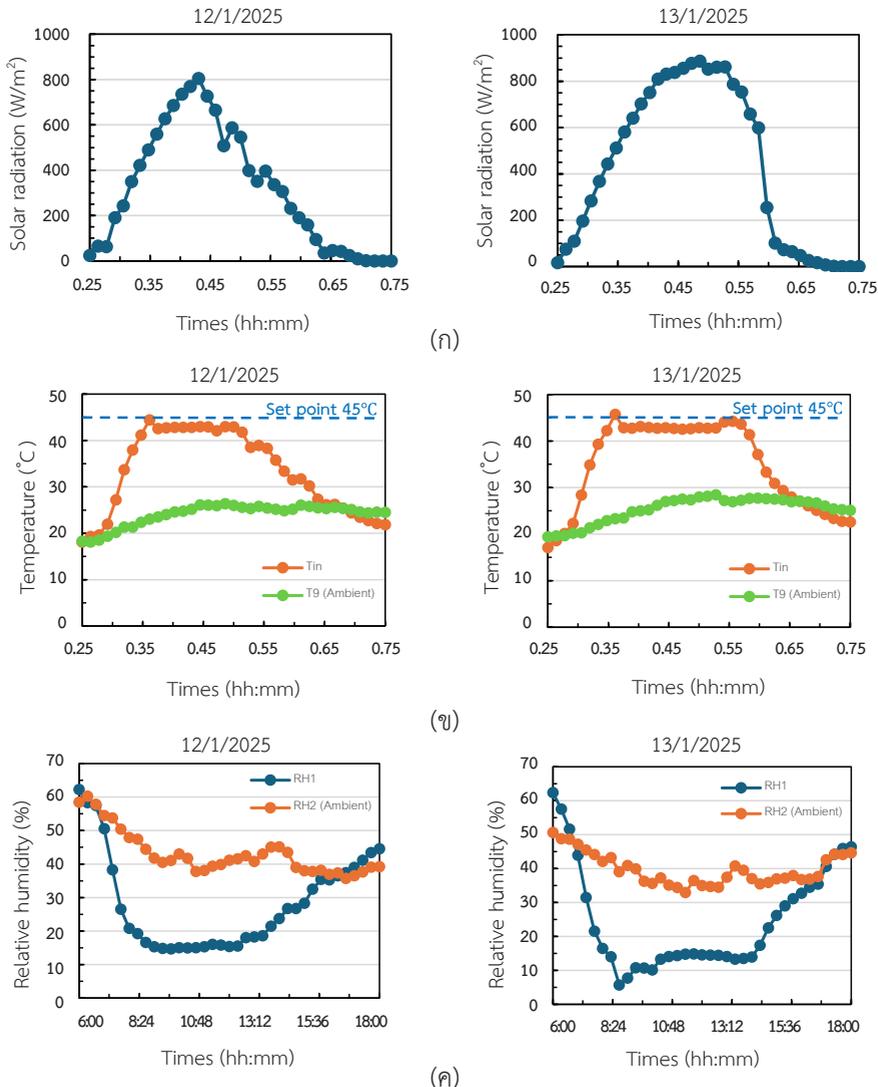


(ค)

ภาพที่ 8 แสดงการแปรค่าของตัวแปรต่างๆ ในวันที่ 11 17 18 และ 19 มกราคม พ.ศ. 2568 (ก) ความเข้มแสงอาทิตย์ (ข) อุณหภูมิอากาศ (ค) ความชื้นสัมพัทธ์

4. ผลการตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัท 45 องศาเซลเซียส

ในวันที่ 12 และ 13 มกราคม พ.ศ. 2568 ได้ทำการตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัทไว้ที่ 45 องศาเซลเซียส จากภาพที่ 9 (ก) และ (ข) พบว่า ตลอดทั้งวันบริเวณอบแห้งได้รับพลังงานแสงอาทิตย์สม่ำเสมอทั้งวัน และด้วยอุณหภูมิอากาศแวดล้อมที่อยู่ในช่วง 20-27 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งได้ในระดับ 43 องศาเซลเซียส ในตอนกลางวันความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในเครื่องอบแห้งลดต่ำลงอยู่ในระดับร้อยละ 15 ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อมมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 35-40 ดังภาพที่ 9 (ค) ด้วยการควบคุมสภาวะอากาศที่ดีนี้ทำให้สามารถใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นี้อบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ต้องการอุณหภูมิอบแห้งในช่วง 40-45 องศาเซลเซียส ยกตัวอย่างเช่น นำไปใช้การอบแห้งกระเทียมที่เพิ่งเก็บเกี่ยวต้นกระเทียมยังมีสีเขียว เมื่ออบแห้งแล้วเกษตรกรสามารถนำไปขายได้เร็วมากขึ้นโดยที่หัวกระเทียมยังไม่เสียหายจากการอบแห้ง



ภาพที่ 9 แสดงการแปรค่าของตัวแปรต่าง ๆ ในวันที่ 12 และ 13 มกราคม พ.ศ. 2568 (ก) ความเข้มแสงอาทิตย์ (ข) อุณหภูมิอากาศ (ค) ความชื้นสัมพัทธ์

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยการตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการที่เทอร์โมสแตท 30 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส พบว่าในช่วงเดือนมกราคมที่ทำการทดสอบสามารถควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ได้ดีที่อุณหภูมิ 40 และ 45 องศาเซลเซียส การควบคุมอุณหภูมิให้เป็นไปตามค่าที่ต้องการยังขึ้นอยู่กับสภาพอากาศแวดล้อมด้วย หากอุณหภูมิแวดล้อมสูงจะทำให้อุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งสูงขึ้นมากจนไม่เป็นไปตามอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ที่เทอร์โมสแตท สำหรับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์รูปทรงพาราโบลาชนิดนี้เหมาะสมกับเกษตรกรในระดับครัวเรือน เนื่องจากมีขนาดกะทัดรัด สามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งที่ตั้งได้ง่าย และทำให้กระบวนการอบแห้งที่มีความสม่ำเสมอด้วย อย่างไรก็ตามการควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งให้อยู่ในช่วงต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส นั้นอาจจะต้องศึกษาการปรับปรุงความเร็วของการระบายอากาศโดยการเพิ่มกำลังไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์และพัดลมระบายอากาศซึ่งจะเป็นหัวข้อสำหรับการศึกษาในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 (ทุนวิจัยเลขที่ 01.23/2566)

เอกสารอ้างอิง

- Bayat, F., Rezvani, S. & Nosrati, A.E. (2010). Effect of harvesting time and curing temperature on some properties of Iranian white garlic. *Acta Horticulturae*, **877**, 869–875.
- Janjai, S. (2012). A greenhouse type solar dryer for small-scale dried food industries: Development and dissemination. *International Journal of Energy and Environment*, **3**(3), 383–398.
- Janjai, S. (2017). *Solar Drying Technology*. Department of Physics, Faculty of Science, Silpakorn University. (In Thai)
- Janjai, S. & Bala, B.K. (2012). Solar drying technology. *Food Engineering Review*, **4**, 16-54.
- Janjai, S., Intawee, P., Kaewkiew, J., Sritus, C. & Khamvongsa, V. (2011). A large-scale solar greenhouse dryer using polycarbonate cover: Modeling and testing in a tropical environment of Lao People's Democratic Republic. *Renewable Energy*, **36**(3), 1053- 1062.
- Janjai, S., Lamlert N., Intawee, P., Mahayothee, B., Bala, B.K., Nagle, N. & Müller, J. (2009). Experimental and simulated performance of a PV-ventilated solar greenhouse dryer for drying peeled longan and banana. *Solar Energy*, **83**, 1550-1565.
- Mahayothee, B. & Yuttasak, B. (2019). *Manual for the Solar Energy Drying System Installation Investment Support Project 2019*. (Report) Department of Food Technology, Silpakorn University. (In Thai)

-
- Maisont, S., Samutsri, W. & Sansomboon, A. (2023). Drying medical plants in Chai Badan, Lopburi by solar dryer for producing Thai herb products. **Phranakhon Rajabhat Research Journal**, **18**(2), 41-50.
- Maisont, S., Samutsri, W., Sansomboon, A. & Limsuwan, P. (2022). Drying edible jellyfish (*Lobonema smithii*) using a parabolic greenhouse solar dryer. **Food Research**, **6**(6), 165-173
- Wattanasri, S., Jaroentia, P., Wannasopa, N., Khiewbanyang, N., Wutisart, T., Phadungchob, B. & Kruawan, S.(2022). Development of automatic control system for solar drying cabinet. **Suan Sunandha Science and Technology Journal**, **9**(1), 1-4.