

การออกแบบและพัฒนาตู้อบแห้งแบบใช้พลังงานร่วม เพื่อควบคุมอุณหภูมิในทุกสภาวะอากาศ

เอกราช นาคนวล¹, แม้นวาด รชนิกรไกรลาศ²

^{1,2} สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

Email: aekarath9586835@gmail.com¹

Received: May 01, 2024

Revised: Apr 23, 2024

Accepted: Apr 30, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาตู้อบแห้งโดยใช้การนำพลังงานความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบการถ่ายเทให้เป็นพลังงานความร้อน สามารถใช้ได้ทั้งในสภาวะแปรปรวนไม่มีแสงอาทิตย์ หรือในสภาวะอากาศฝนตกมีลมแรง มีอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ กรณีในสภาวะอากาศปกติมีแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งคงที่ระบบชุดควบคุมพลังงานจะทำการจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าผ่านแผงโซลาร์เซลล์ (พลังงานแสงอาทิตย์) ไว้ในแบตเตอรี่ กรณีสภาวะอากาศแปรปรวนไม่มีแสงอาทิตย์ ฝนตก อากาศเย็นชุดควบคุมอุณหภูมิจะทำงานโดยดึงพลังงานจากแบตเตอรี่ให้ความร้อนผ่านหัวเผาไปยังท่อทองแดงถ่ายเทกระจายรังสีความร้อนภายในตู้อบแห้ง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานคือ ทำการออกแบบโครงสร้างของตู้อบแห้งที่มีขนาด 1,500x1,500x1,850 ลูกบาศก์มิลลิเมตร วิธีการทดสอบมีวิธีการดังนี้ การควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งให้คงที่ โดยกำหนดอุณหภูมิอยู่ที่ 35 - 40 °C ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง พบว่าการควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบสามารถคุมอุณหภูมิได้คงที่ตามที่กำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ตู้อบแห้ง, พลังงานร่วม, ควบคุมอุณหภูมิ

Design and development of a combined energy drying cabinet for controlling the temperature in all weather conditions

Aekarath Naknual¹, Maenwad Rajaneekronkrilas²

^{1,2} Department of Production Technology, Faculty of Industrial Technology, Surin Rajabhat University
Email: aekarath9586835@gmail.com¹

Received: May 01, 2024

Revised: Apr 23, 2024

Accepted: Apr 30, 2024

Abstract

In this research, the researcher has an idea to develop a drying cabinet using solar thermal energy to transfer it into heat energy. It can be used in fluctuating conditions without sunlight or rainy and windy weather conditions. There is an automatic temperature control device. In the case of typical weather conditions, there is sunlight and the temperature inside the drying cabinet is constant; the energy control system will store electrical energy through solar panels. (Solar energy) in the battery. In the case of inclement weather, no sunlight, rain, or cold weather, the temperature control unit will work by drawing energy from the battery to heat it through the burner to the copper pipe to distribute heat radiation inside the drying cabinet. The operating steps are design the structure of the drying cabinet with dimensions 1,500x1,500x1,850-cubic millimeters. The testing methods are followed: controlling the temperature inside the drying cabinet to be constant. The temperature was set to be 35 - 40 °C. A total of 3 tests were conducted. It was found that the temperature control inside the incubator could effectively control the temperature as specified.

Keywords : Drying cabinet, Combined energy, Temperature control

บทนำ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในบางฤดูกาลจะมีผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิดออกสู่ตลาดมากเกินไปกว่าจะบริโภคได้ทัน จึงจำเป็นต้องหาวิธีการแปรรูปหรือเก็บถนอมในรูปแบบต่าง ๆ ให้เก็บไว้ได้นานขึ้น วิธีการตากแห้งโดยแสงแดดตามธรรมชาติเป็นวิธีการหนึ่งในการเก็บถนอมอาหาร ซึ่งการแปรรูปและการถนอมผลผลิตทางการเกษตรประเภทอาหารนี้เริ่มแรกอาจทำเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนซึ่งจะทำได้ไม่ยาก การลงทุนต่ำ เมื่อทำได้ผลดีแล้วอาจขยายเป็นอุตสาหกรรมขนาดโตได้ [11]จึงมีการพัฒนาเครื่องอบแห้งต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับมาตรฐานตามผู้บริโภคต้องการ [12] เนื่องจากประเทศไทยมีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปีมีพลังงานแสงอาทิตย์สูงถึง 18.2 เมกะจูลต่อวันต่อตารางเมตร สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนในการอบแห้งได้ ซึ่งมีหลากหลายงานวิจัยที่ได้ศึกษาเรื่องเครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีลักษณะและรูปแบบที่แตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานให้เหมาะสมกับการอบแห้งผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยได้รับความร้อนจากแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ใช้หลักการธรรมชาติแบบเรือนกระจก การพาความร้อนแบบบังคับ [3] การใช้พัดลมทำหน้าที่ดูดอากาศจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ (Solar Collector) และถ่ายเทความร้อนให้เคลื่อนที่ หมุนเวียนในทิศทางที่ต้องการผ่านผลิตภัณฑ์ในห้องอบแห้ง (Homchad, 2018) หลายปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้หลักการพื้นฐานในการออกแบบเครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเริ่มต้นการดูดอากาศเย็นจากภายนอก ด้วยพัดลมดูดอากาศไหลผ่านตัวเก็บรังสีอาทิตย์แผ่นราบโดยตรงทำให้ความร้อนที่อยู่ในผิวตัวเก็บรังสีอาทิตย์ส่งผ่านให้อากาศเย็น ปัจจุบันกระทรวงพลังงานพร้อมส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนให้เพิ่มเป็นสัดส่วน 30% ในอนาคตจากระดับ 10% โดยจะส่งเสริมการพัฒนา

พลังงานชีวมวล ควบคู่พลังงานแสงอาทิตย์ [6] การนำพลังงานแสงอาทิตย์ถ่ายเทให้เป็นพลังงานความร้อนให้สามารถใช้อบแห้งได้ในเวลาที่มีสภาวะอากาศแปรปรวน ไม่มีแสงอาทิตย์ หรือมีฝนและลมแรง โดยการจับเก็บพลังงานไฟฟ้าผ่านแผงโซลาร์เซลล์ (พลังงานแสงอาทิตย์) หรือผ่านลูกหมุน (พลังงานลม) ไว้ในแบตเตอรี่ โดยมีอุปกรณ์ควบคุมทั้งแรงดันและอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ จะทำให้พลังงานความร้อนกระจายได้สม่ำเสมอภายในตู้อบ [9]

กระบวนการเก็บรังสีแบบแผ่นราบนั้นจะมีความเหมาะสมกับงานที่ต้องการความร้อนที่ไม่สูงมากนัก การลดพื้นที่ ที่เกิดการสูญเสียความร้อนจะทำให้การถ่ายเทความร้อนมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นในตัวดูดกลืนที่มีขนาดเล็กจะมีการสูญเสียความร้อนที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวเก็บรังสีแบบแผ่นราบที่อุณหภูมิเดียวกัน และตัวรวมรังสีนั้นสามารถใช้ในงานที่มีอุณหภูมิสูงได้ [10] การออกแบบการไหลของอากาศร้อนไปยังห้องอบแห้งผลิตภัณฑ์แบบกระจายความร้อนทำให้อุณหภูมิภายในห้องอบแห้งผลิตภัณฑ์แต่ละชั้นมีค่าไม่แตกต่างกัน [5]

การใช้แหล่งทรัพยากรทดแทนเป็นการพัฒนาพลังงานให้มีความสำคัญในการจัดการให้เกิดประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ คำนวณในเชิงพาณิชย์และเกิดประโยชน์ต่อคุณภาพชีวิตและมีส่วนร่วมของคนในสังคม อีกทั้งยังยึดอายุการใช้งานของแหล่งทรัพยากร แร่ ปิโตรเลียม และถ่านหินให้สามารถใช้ได้อย่างยั่งยืน และยาวนาน [7]

เนื่องจากการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถควบคุมแสงแดดที่มาจากธรรมชาติได้ ยังคงต้องอาศัยช่วงเวลาและความร้อนจากแสงแดดทำให้การอบทำได้ไม่ต่อเนื่อง อีกทั้งยังไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในห้องอบพลังงานแสงอาทิตย์ได้อีกด้วย นอกจากนั้นเมื่อฝนตกอากาศเย็น โดยเฉพาะฤดูฝน ฤดูหนาว หรือในสภาวะอากาศแปรปรวนไม่มีแสงอาทิตย์ จะทำให้

เกิดผลเสียต่อผลิตภัณฑ์ คือความชื้น ซึ่งอาจมีเชื้อราทำให้เก็บไว้ได้ไม่นาน การอบแห้ง ควรใช้ตู้อบที่มีพัดลมระบายอากาศ และควรเลือกอุณหภูมิให้เหมาะสมดังนี้ คือ ดอก ใบ และพืชล้มลุกใช้ทั้งต้น ควรใช้อุณหภูมิไม่เกิน 20-40 °C เปลือกต้น เนื้อไม้ ราก และกิ่งไม่เกิน 30-65 °C ผล(ควรผ่า) และเมล็ด ไม่เกิน 70-90 °C สมุนไพรที่มีสารระเหยง่าย ไม่เกิน 30 °C สมุนไพรก่อนบดควรมีสภาพแห้งกรอบ ความชื้น ไม่เกิน 5% [8]

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการออกแบบตู้อบแห้งผลิตภัณฑ์ในทุกสภาวะอากาศ โดยการนำพลังงานแสงอาทิตย์ถ่ายเทให้เป็นพลังงานความร้อนให้สามารถใช้ออบแห้งได้ในช่วงเวลาที่มีสภาวะอากาศแปรปรวน ไม่มีแสงอาทิตย์ หรือมีฝนตกและลมแรงโดยการจับเก็บพลังงานไฟฟ้าผ่านแผงโซลาร์เซลล์ (พลังงานแสงอาทิตย์) ไว้ในแบตเตอรี่ โดยมีอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ จะทำให้พลังงานความร้อนกระจายได้สม่ำเสมอภายในตู้อบ โดยการนำพาความร้อนผ่านหัวเผาถยนต์ไปยังแผงท่อทองแดง ถ่ายเทกระจายรังสีความร้อนภายในตู้อบแห้ง ซึ่งไม่เสียค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงและใช้ได้ไม่มีวันหมด ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมช่วยลดปัญหาการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองและการรบกวนจากแมลง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีขึ้นช่วยลดระยะเวลาในการตากแห้ง เป็นการควบคุมวัตถุดิบทางการเกษตรในการอบแห้งให้มีคุณภาพแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมให้มีการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ให้เป็นประโยชน์อย่างแพร่หลาย ในโอกาสต่อไป

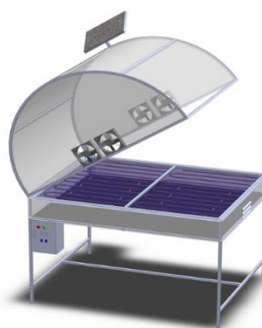
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาตู้อบแห้งพลังงานร่วม เพื่อควบคุมอุณหภูมิในทุกสภาวะอากาศ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพตู้อบแห้งพลังงานร่วม เพื่อควบคุมอุณหภูมิในทุกสภาวะอากาศ

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพตู้อบแห้งพลังงานร่วม เพื่อควบคุมอุณหภูมิในทุกสภาวะอากาศ ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานและรายละเอียดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การออกแบบตู้อบแห้งแบบใช้พลังงานร่วมเพื่อควบคุมอุณหภูมิในทุกสภาวะอากาศ



รูปที่ 1 ภาพฉายไอโซเมตริกตู้อบแห้งแบบใช้พลังงานร่วมเพื่อควบคุมอุณหภูมิในทุกสภาวะอากาศ

ขั้นตอนการทำงานของผลงาน

1.1 พลังงานแสงอาทิตย์กระจายความร้อนโดยตรงจากแสงอาทิตย์เข้าตู้อบมีแผ่นโพลีคาร์บอเนต สีใส หนา 6 มิลลิเมตร โดยรอบ (เป็นลักษณะโดมโค้ง) เพื่อรับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ มีตะแกรงทำมาจากมุ้งลวด เพื่อตากหรืออบชิ้นงานผลิตภัณฑ์ ด้านล่างปิดทึบมีหัวเผาถยนต์ในการทำอุณหภูมิความร้อนให้กับท่อทองแดงขนาด 4.8 มิลลิเมตร เป็นตัวพาความร้อนไปกระจายภายในตู้อบแห้งภายในตู้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ

1.2 กรณีสภาวะอากาศแปรปรวนไม่มีแสงอาทิตย์ ฝนตก อากาศเย็น ภายในตู้อบมีชุดให้ความร้อนหัวเผาถยนต์นำพาความร้อนผ่านท่อทองแดงถ่ายเทกระจายความร้อนในตู้อบ ภายในตู้อบติดตั้งระบบควบคุมความร้อนทำงานอัตโนมัติ

พลังงานที่ทำให้หัวเผาถยนต์ร้อนไฟกระแสดตรงจากแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ ที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านแผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 12 โวลต์ พร้อมติดตั้งระบบควบคุม

1.3 ลักษณะการทำงานของตู้อบแห้งผลิตภัณฑ์ในทุกสภาวะอากาศจะทำงานอัตโนมัติในทุกสภาวะอากาศ กรณีสภาวะอากาศปกติรับความร้อนโดยตรงจากแสงอาทิตย์เข้าตู้อบมีแผ่นโพลีคาร์บอเนต สีใส หนา 6 มิลลิเมตร โดยรอบ (เป็นลักษณะโดมโค้ง) เพื่อรับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์มีอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิวัดค่าอุณหภูมิภายในตู้อบให้เป็นไปตามที่กำหนดหากอุณหภูมิเกินพัดลมไฟกระแสดตรงหมุนเพื่อระบายอุณหภูมิภายในตู้อบให้คงสภาวะปกติ กรณีสภาวะอากาศแปรปรวนไม่มีแสงอาทิตย์ ฝนตก อากาศเย็น ภายในตู้อบมีชุดให้ความร้อนหัวเผาถยนต์นำพาความร้อนผ่านท่อทองแดงถ่ายเทกระจายความร้อนในตู้อบ ภายในตู้อบติดตั้งระบบควบคุมความร้อนทำงานอัตโนมัติพลังงานที่ทำให้หัวเผาถยนต์ร้อนไฟกระแสดตรงจากแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ ที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านแผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 12 โวลต์ พร้อมติดตั้งระบบควบคุม ซึ่งลักษณะการทำงานสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบได้ในทุกสภาวะอากาศ

2. การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมลงแบบบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพของตู้อบแห้งการใช้พลังงานเพื่อควบคุมอุณหภูมิ

2.1 ทดสอบความร้อนภายในตู้อบเปรียบเทียบกับความร้อนนอกตู้อบ ในช่วงระยะเวลาตามที่กำหนด จำนวน 3 ชั่วโมง

2.2 ทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ

ผลการวิจัย

จากการสร้างและพัฒนาตู้อบแห้งแบบใช้พลังงานร่วม เพื่อควบคุมอุณหภูมิในทุกสภาวะอากาศเรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการทดสอบและ

บันทึกผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของตู้อบแห้งแบบใช้พลังงานร่วม โดยทดสอบความร้อนภายในตู้อบเปรียบเทียบกับความร้อนนอกตู้อบ ในช่วงระยะเวลาตามที่กำหนด จำนวน 3 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ตารางการทดลองตู้อบแห้งแบบใช้พลังงานร่วมเพื่อควบคุมความร้อน ครั้งที่ 1

เวลา	อุณหภูมิในตู้ (°C)	อุณหภูมิ นอกตู้ (°C)	หมายเหตุ
08:00	27.4 - 27.7	26.7	หัวเผาทำงาน
09:00	34.7 - 35.0	27.4	หัวเผาทำงาน
10:00	39.7 - 40.1	34.0	พัดลมทำงาน
11:00	42.8 - 43.5	36.0	พัดลมทำงาน
12:00	44.3 - 45.2	36.6	พัดลมทำงาน
13:00	45.2 - 46.0	38.1	พัดลมทำงาน
14:00	44.1 - 45.5	37.0	พัดลมทำงาน
15:00	43.3 - 44.5	37.6	พัดลมทำงาน
16:00	40.0 - 40.7	37.0	พัดลมทำงาน
17:00	38.8 - 39.1	35.4	หัวเผาและพัดลมไม่ทำงาน
18:00	36.0 - 36.4	32.8	หัวเผาและพัดลมไม่ทำงาน

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพตู้อบแห้งแบบใช้พลังงานร่วมเพื่อควบคุมความร้อน ในครั้งที่ 1 ในช่วงเวลา 08.00 - 09.00 น. หัวเผาได้ทำงานและชุดเซย์อุณหภูมิภายในตู้อบให้อุณหภูมิอยู่ที่ 27-35 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิภายนอกตู้อบอยู่ที่ 26-27 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิถึงเกณฑ์ที่ควบคุมที่ 37-40 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงเกินเกณฑ์ที่ควบคุมพัดลมจะทำงานเพื่อลดอุณหภูมิภายในตู้อบออก เพื่อลดอุณหภูมิภายในตู้อบในช่วงเวลา 10.00-16.00 น. ที่มีอุณหภูมิภายในตู้อบที่ 39-45 องศาเซลเซียส และช่วงเวลา 17.00-18.00 น. มีอุณหภูมิภายในตู้อบที่ 35-40 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิภายนอกตู้อบอยู่ที่ 32-35 องศาเซลเซียส หัวเผาได้ทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ที่ควบคุมและพัดลมทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าเกณฑ์ที่ควบคุมไว้เมื่ออุณหภูมิถึงตามที่กำหนดพัดลมหยุดการทำงานอุณหภูมิจะอยู่ระหว่าง 35-40

องศาเซลเซียส จะทำให้พัดลมและหัวเผารถยนต์หยุดการทำงาน

ตารางที่ 2 ตารางการทดลองดูอุณหภูมิในห้องปรับอากาศ เพื่อควบคุมความชื้น ครั้งที่ 2

เวลา	อุณหภูมิในตู้ (°C)	อุณหภูมิ นอกตู้ (°C)	หมายเหตุ
08:00	27.4 - 27.7	26.7	หัวเผาทำงาน
09:00	34.7 - 35.0	27.4	หัวเผาทำงาน
10:00	39.5 - 39.8	32.8	หัวเผาหยุดทำงาน
11:00	38.3 - 38.4	34.5	หัวเผาหยุดทำงาน
12:00	39.0 - 40.0	36.5	พัดลมทำงาน
13:00	42.5 - 43.0	37.8	พัดลมทำงาน
14:00	41.4 - 41.8	36.0	พัดลมทำงาน
15:00	41.1 - 41.6	37.0	พัดลมทำงาน
16:00	38.6 - 39.0	35.2	พัดลมทำงาน
17:00	38.0 - 38.2	34.6	หัวเผาทำงาน
18:00	38.0 - 38.2	34.1	หัวเผาทำงาน

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการทดสอบ ครั้งที่ 2 ในช่วงเวลา 08.00 -09.00 น. หัวเผาได้ทำงาน และชุดเซนเซอร์อุณหภูมิภายในตู้ให้อุณหภูมิอยู่ที่ 27-35 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิภายนอกตู้ อยู่ที่ 26-27 องศาเซลเซียส และตอนช่วงเวลา 10.00-11.00 น. หัวเผาได้หยุดทำงานที่อุณหภูมิภายในตู้ อยู่ที่ 35-39 องศาเซลเซียส โดยที่ โดยอุณหภูมิภายนอกตู้ อยู่ที่ 32-34 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิถึงเกณฑ์ที่ควบคุมที่ 35-40 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงเกินเกณฑ์ที่ควบคุมพัดลมจะทำงานเพื่อลดอุณหภูมิภายในตู้ ออก เพื่อลดอุณหภูมิภายในตู้ ในช่วงเวลา 12.00-16.00 น. มีอุณหภูมิภายในตู้ อยู่ที่ 39-42 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิภายนอกตู้ อยู่ที่ 34-37 องศาเซลเซียส โดยช่วงเวลา 17.00-18.00 น. มีอุณหภูมิภายในตู้ อยู่ที่ 38-38.2 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิภายนอกตู้ อยู่ที่ 35 องศาเซลเซียส หัวเผาได้ทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ที่ควบคุมและพัดลมทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าเกณฑ์ที่ควบคุมไว้

ตารางที่ 3 ตารางการทดลองดูอุณหภูมิในห้องปรับอากาศ เพื่อควบคุมความชื้น ครั้งที่ 3

เวลา	อุณหภูมิในตู้ (°C)	อุณหภูมิ นอกตู้ (°C)	หมายเหตุ
08:00	27.1 - 27.3	25.2	หัวเผาทำงาน
09:00	34.4 - 34.5	28.0	หัวเผาทำงาน
10:00	39.0 - 39.2	31.8	หัวเผาทำงาน
11:00	39.6 - 39.8	33.9	หัวเผาหยุดทำงาน
12:00	38.6 - 39.3	35.6	พัดลมทำงาน
13:00	39.6 - 41.0	37.5	พัดลมทำงาน
14:00	38.4 - 39.5	36.8	พัดลมทำงาน
15:00	38.2 - 39.1	35.8	พัดลมทำงาน
16:00	36.6 - 37.3	35.9	พัดลมทำงาน
17:00	36.4 - 37.2	34.3	พัดลมหยุดทำงาน
18:00	34.7 - 35.0	34.5	หัวเผาทำงาน

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการทดสอบ ครั้งที่ 3 ในช่วงเวลา 08.00 -11.00 น. หัวเผาได้ทำงาน และชุดเซนเซอร์อุณหภูมิภายในตู้ให้อุณหภูมิอยู่ที่ 27.1-39.8 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิภายนอกตู้ อยู่ที่ 25.2-33.9 องศาเซลเซียส และตอนช่วงเวลา 11.00 น. หัวเผาได้หยุดทำงานที่อุณหภูมิภายในตู้ อยู่ที่ 39.6-39.8 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิภายนอกตู้ อยู่ที่ 33.9 องศาเซลเซียส และเมื่อถึงเกณฑ์ที่ควบคุมที่ 35-40 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงเกินเกณฑ์ที่ควบคุมพัดลมจะทำงานเพื่อลดอุณหภูมิภายในตู้ ออก เพื่อลดอุณหภูมิภายในตู้ ในช่วงเวลา 12.00-17.00 น. มีอุณหภูมิภายในตู้ อยู่ที่ 38.2-41.0 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิภายนอกตู้ อยู่ที่ 34.3-37.5 องศาเซลเซียส ช่วงเวลา 17.00-18.00 น. มีอุณหภูมิภายในตู้ อยู่ที่ 34.7-37.2 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิภายนอกตู้ อยู่ที่ 34.3-34.5 องศาเซลเซียส หัวเผาได้ทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ที่ควบคุมและพัดลมทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าเกณฑ์ที่ควบคุมไว้

สรุปและอภิปรายผล

จากการทำวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาตู้อบแห้งแบบใช้พลังงานร่วมเพื่อควบคุมอุณหภูมิในทุกสภาวะอากาศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างตู้อบแห้งที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในทุกสภาวะอากาศ ทำการออกแบบและพัฒนาตู้อบแห้งแบบใช้พลังงานร่วมเพื่อควบคุมอุณหภูมิ ภายในตู้อบแห้งให้คงที่ โดยกำหนดอุณหภูมิอยู่ที่ 35 - 40 °C ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง พบว่าการควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบสามารถควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ตามที่กำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำได้อย่างปกติในสภาวะที่ไม่มีแสงอาทิตย์หัวเผาเครื่องยนต์ทำความร้อนให้อยู่ในอุณหภูมิที่ควบคุมจะมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยภายในเครื่อง 35-40 องศาเซลเซียส เนื่องจากตู้อบแห้งที่สร้างขึ้นใช้หลักการถ่ายเทความร้อนเมื่อแสงอาทิตย์ ส่องผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนต ถาดตะแกรงและวัตถุดิบที่อยู่ในตู้จะทำหน้าที่ดูดกลืนความร้อนสะสมไว้ทำให้อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งสูงขึ้น 40 องศาเซลเซียส อากาศร้อนในตู้อบจะถ่ายเทความร้อนที่มีอยู่ในวัตถุดิบให้ระเหยออกมาเกิดการลอยตัวไปทางช่องระบายอากาศของตู้อบแห้ง อากาศเย็นที่อยู่ภายนอกจะไหลเข้ามาแทนที่อากาศร้อน สอดคล้องกับงานวิจัยของ [9] ศึกษาเรื่อง การพัฒนาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีประสิทธิภาพในทุกสภาวะอากาศ และ [5] ศึกษาเรื่อง ตู้อบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดอากาศร้อนไหลลงแบบกะทัดรัด ดังนั้นตู้อบแห้งแบบใช้พลังงานร่วมเพื่อควบคุมอุณหภูมิ ในทุกสภาวะอากาศที่จัดทำขึ้น สามารถควบคุมอุณหภูมิโดยอัตโนมัติทำให้ความร้อนกระจายได้สม่ำเสมอภายในตู้อบ โดยการนำพาความร้อนผ่านหัวเผาเครื่องยนต์ไปยังแผงท่อทองแดงถ่ายเทกระจายรังสีความร้อนภายในตู้อบแห้ง กรณีในสภาวะอากาศปกติมีแสงอาทิตย์และอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งคงที่ระบบชุดควบคุมพลังงานจะทำการจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าผ่านแผงโซลาร์เซลล์ (พลังงานแสงอาทิตย์) ไว้ในแบตเตอรี่

กรณีสภาวะอากาศแปรปรวนไม่มีแสงอาทิตย์ ฝนตก อากาศเย็นชุดควบคุมอุณหภูมิจะทำงานโดยดึงพลังงานจากแบตเตอรี่ให้ความร้อนผ่านหัวเผารถยนต์ไปยังแผงท่อทองแดงถ่ายเทกระจายรังสีความร้อนภายในตู้อบแห้ง การใช้ตู้อบแห้งจึงสามารถอบแห้งได้ดีและ เร็วกว่าการตากแห้งด้วยแสงแดดโดยตรง ซึ่งไม่เสียค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงและใช้ได้ไม่มีวันหมด ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมช่วยลดปัญหาการบ่มเปื้อนจากฝุ่นละอองและการรบกวนจากแมลง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีขึ้นช่วยลดระยะเวลาในการตากแห้ง เป็นการควบคุมวัตถุดิบทางการเกษตรในการอบแห้งให้มีคุณภาพแล้วยังเป็นการส่งเสริมให้มีการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ให้เป็นประโยชน์อย่างแพร่หลายในโอกาสต่อไป

References

- [1] K. Suwantaraj, "A study and Development of solar hybrid energy oven," Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, 2010.
- [2] B. Wasuri, J. Pornputthasri and T. Muangpool, "Automatic control system for heat retention gel dryers," *Journal of project in computer science and information technology*, Vol. 4, No. 2, pp.66-73, July-December. 2018.
- [3] A. Taikhao & S. Teekasap, "Natural convection and forced convection solar dryers," *EAU Heritage Journal Science and Technology*, vol. 7, No. 1, pp.23-31, 2013.

- [4] H. Kuanpradit, A. Kunchornrat and T. Tavattana, "The Development of Solar Parabolic concentrators in drying process for agricultural products," *Journal of industrial education* 2013, Vol. 7, No. 2, pp.81-90, June-December. 2013.
- [5] W. Jangsawang. "The Thermal Performance of a Compact Solar Cabinet Dryer based on Downdraft Design," *Research and Development Journal*, Vol. 24, No. 1, pp. 37-41, January-March. 2013.
- [6] Green Coop, May. 25, 2023, "Keep an eye on Thai energy trends in 2019," (1nd ed.) [online]. Available: <http://www.greennetworkthailand.com>
- [7] K. Leepaophan, Bangkok: Chulalongkorn University Press (CUPrint), 2010.
- [8] Food and Drug Administration, Bangkok: The War Veterans Organization of Thailand Press, 2001.
- [9] A. Wathanakuljarus, "The Development of Applying Solar Energy to an Oven Under any Circumstances Effectively," Institute of Research and Development, Chandrakasem Rajabhat University, Bangkok, Thailand, 2018.
- [10] J. Hiranlap, Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi Press, 1998.
- [11] S. Jirachai, Kanchanaburi: Kanchanaburi Rajabhat university, 1999.
- [12] P. Buanak, Thesis, M. S. , (Food science and Technology), Chiangmai university, Chiangmai, Thailand 2003.