

การออกแบบและพัฒนาเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้

Design and Development of a Knock-Down Hot Air Drying

วรรณพร ชีววุฒิปงศ์^{1*} ชัยณัฐช พรหมนวล¹ ประวิทย์ หนูจันทร์¹ และ จีระศักดิ์ เพียรเจริญ¹¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000Wattthanaphon Cheewawuttipong^{1*} Chainutat Phromnuan¹ Prawit Nuchan¹ and Jeerasak Peanjaroen¹¹Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Mueang, Songkhla 90000

*Corresponding author Email: wattthanaphon.c@rmutsv.ac.th

(Received: December 12, 2024; Revise: December 27, 2024; Accepted: December 27, 2024)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อออกแบบและสร้างเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้ที่เหมาะสำหรับการอบผัก ผลไม้ และผลิตผลทางการเกษตร โดยคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งานและการเคลื่อนย้าย โดยระบบการทำงานของเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้ แหล่งพลังงานใช้เครื่องทำความร้อนที่ติดตั้งระบบควบคุมเพื่อปรับอุณหภูมิภายในเตาอบและเซ็นเซอร์เพื่อวัดอุณหภูมิ นอกจากนี้ยังมีการควบคุมการหมุนของพัดลมเพื่อช่วยกระจายความร้อนให้กับวัตถุดิบ ซึ่งช่วยลดระดับความชื้นได้ โดยเตาอบลมร้อนนิยมใช้อย่างแพร่หลายในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็กเกี่ยวกับการผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องใช้ต่าง ๆ ในท้องตลาดจะมีน้ำหนักมาก ราคาแพง ด้วยเหตุนี้ทางผู้วิจัยทำการการพัฒนาเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้เพื่อตอบสนองต่อข้อจำกัดเหล่านี้ โดยเตาอบลมร้อนนี้มีน้ำหนักเบาและเคลื่อนย้ายได้ง่าย และสามารถทำงานทำงานต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 4 – 8 ชั่วโมง ตั้งค่าอุณหภูมิได้สูงสุดถึง 120 องศาเซลเซียส หลักการทำงานของลมร้อนคือพัดลมจะดูดความร้อนที่เกิดจากฮีตเตอร์ที่อยู่ด้านล่างของอุปกรณ์ขึ้นไปด้านบน เพื่อให้ความร้อนกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งวัสดุ เวลาการอบแห้งขึ้นอยู่กับรูปร่างและชนิดของวัตถุดิบ โดยเฉลี่ยใช้เวลาในการอบประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง การพัฒนาเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบนี้สามารถปรับระดับระยะห่างระหว่างถาดอบได้ตามความต้องการ จากการทดสอบประสิทธิภาพการอบแห้งพบว่า ความร้อนภายในเตาอบมีความสม่ำเสมอโดยภายในเตามีระบบควบคุมอุณหภูมิตามที่ผู้ใช้งานต้องการ การใช้งานง่ายตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของภาคเกษตรกรรม

คำสำคัญ: เตาอบลมร้อน ถอดประกอบได้ การอบแห้ง

Abstract

This research aims to design and create a detachable hot air oven suitable for drying vegetables, fruits, and agricultural products, considering ease of use and mobility. The operational system of the detachable hot air oven uses a heating device with a control system to adjust the internal temperature of the oven and sensors to measure the temperature. Additionally, it controls the rotation of the fan to help distribute heat to the materials, which helps reduce moisture levels. The hot air oven is widely used in community enterprises or small-scale industries that are involved in the production of food products and various household items. In the

market, these ovens are heavy and expensive. Therefore, the researchers developed a detachable hot air oven to address these limitations, which is lightweight, simple to move, and can operate continuously for no less than 4–8 hours, with a maximum temperature setting of up to 120 degrees Celsius. The principle of hot air operation is that the fan draws heat generated by the heater at the bottom of the device upwards to evenly distribute heat throughout the material. The drying time depends on the shape and type of the raw materials, averaging about 2–3 hours. The development of this detachable hot air oven allows for adjustable distances between the drying trays as needed. Testing the drying efficiency found that the heat inside the oven is consistent, with a temperature control system according to user requirements. It is easy to use and meets the diverse needs of the agricultural sector.

Keywords: Hot air drying, Detachable, Drying

1. บทนำ

เทคโนโลยีการอบแห้งที่หลากหลาย ประกอบด้วย การอบแห้งด้วยลมร้อน (Hot Air Drying) ใช้การถ่ายเทความร้อนผ่านลมร้อนเข้าสู่ห้องอบ การออกแบบที่ดีช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอของความร้อน ลดระยะเวลาในการอบ และลดการใช้พลังงาน การอบแห้งด้วยพลังงานแบบผสม การใช้พลังงานผสม เช่น ชีวมวลและไฟฟ้า หรือพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อน แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการลดต้นทุนและการเพิ่มประสิทธิภาพในระยะยาว แนวโน้มการพัฒนาในระดับสากล การพัฒนาเทคโนโลยีอบแห้งในระดับสากลให้ความสำคัญกับการประหยัดพลังงานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การออกแบบระบบเผาไหม้ภายนอกที่สามารถถ่ายโอนความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดการสูญเสียความร้อน และการพัฒนาเตาอบลมร้อนแบบหมุนเพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอในการกระจายความร้อน เนื่องจากช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้ได้ การออกแบบและพัฒนาเตาอบลมร้อนจึงเป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ [1-2] โดยมีทฤษฎีและพัฒนาเตาอบลมร้อนในหลากหลายรูปแบบเพื่อตอบสนองความต้องการในเชิงพาณิชย์ จากค้นคว้างานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าเตาอบลมร้อนที่ผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิมหรือสแตนเลสทั้งภายในและภายนอก ช่วยให้อุณหภูมิคงที่ มาตรฐาน Good Manufacturing Practice โดยระบบที่มีการไหลเวียนของลมร้อนและการระบายความชื้น รวมถึงถาดหมุนแบบลอยตัวที่ควบคุมด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า มีความสามารถในการเพิ่มประสิทธิภาพการอบแห้งได้สูงกว่าตู้อบแบบถาดทั่วไปถึง 25.6% และลดการใช้พลังงานลงกว่า 10.57% [3-4] นอกจากนี้ มีการพัฒนาเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานชีวมวลร่วมกับขดลวดไฟฟ้า โดยใช้เตาชีวมวลเป็นแหล่งผลิตความร้อน อากาศร้อนที่ได้จะถูกลำเลียงไปยังห้องอบแห้งผ่านพัดลม ระบบนี้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์อบแห้งได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ขึ้นกับสภาพอากาศ และยังสามารถใช้พลังงานเสริมจากขดลวดไฟฟ้าในกรณีที่ความร้อนจากชีวมวลไม่เพียงพอ [5]

หลักการของการอบแห้ง คือ 1) การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) ในการอบแห้ง ความร้อนจะถูกส่งผ่านเข้าสู่ผลิตภัณฑ์เพื่อทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกมา โดยอาจใช้แหล่งพลังงานจากลมร้อน รังสีแสงอาทิตย์ หรือพลังงานอื่น ๆ 2) การถ่ายเทมวลสาร (Mass Transfer) หลังจากน้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกมา ไอน้ำจะถูกลำเลียงออกไปจากพื้นผิวผลิตภัณฑ์ กระบวนการนี้ช่วยให้ผลิตภัณฑ์แห้งอย่างต่อเนื่อง และ 3) สมดุลความชื้น (Moisture Equilibrium) การอบแห้งจะสิ้นสุดลงเมื่อผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นสมดุลกับสภาพแวดล้อม หรือปริมาณความชื้นต่ำพอที่จะหยุดกระบวนการเสื่อมสภาพ ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง พิจารณาจาก 1) อุณหภูมิความร้อนที่สูงขึ้นช่วยเร่งกระบวนการอบแห้ง แต่ต้องไม่สูงเกินไปจนทำลายคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 2) ความชื้นในอากาศส่งผลต่ออัตราการถ่ายเทน้ำจากผลิตภัณฑ์ 3) การไหลเวียนของ

อากาศ การหมุนเวียนอากาศช่วยกระจายความร้อนและลำเลียงไอน้ำออกไปจากผลิตภัณฑ์ และ 4) คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ รูปทรง ขนาด และความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ส่งผลต่อเวลาและประสิทธิภาพในการอบแห้ง [6]

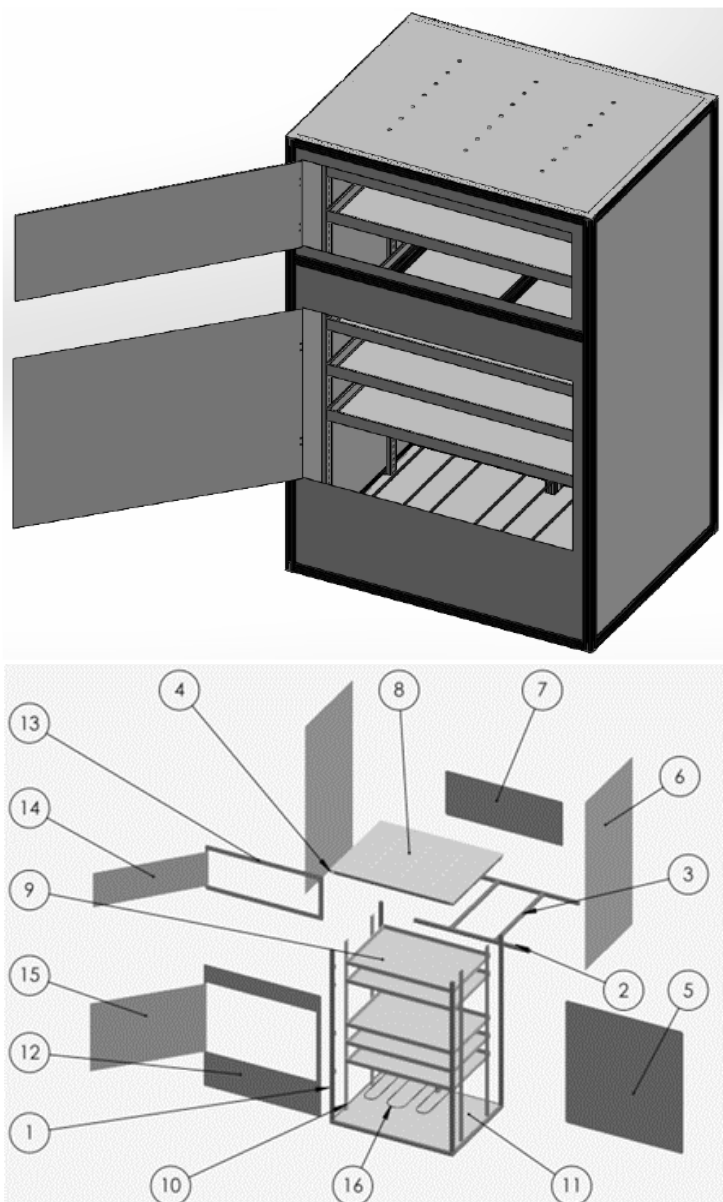
งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการเพิ่มองค์ความรู้ด้านการออกแบบและพัฒนาเตาอบลมร้อน จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารและการเกษตร โดยเน้นที่การตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม รวมถึงการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมอาหารและการเกษตร ผ่านการใช้งานที่มีประสิทธิภาพ ต้นทุนที่คุ้มค่า และความยืดหยุ่นในการใช้งานสามารถถอดประกอบและขนย้ายได้ง่าย นอกจากนี้ทางผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุโลหะอะลูมิเนียมเนื่องจากมีคุณสมบัติในการนำความร้อนที่ดีช่วยให้อุณหภูมิภายในเตาอบคงที่และกระจายความร้อนได้สม่ำเสมอ น้ำหนักเบาทำให้เตาอบเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้ง่าย และสามารถใช้สำหรับเป็นส่วนประกอบของเตาอบอาหารได้ โดยเฉพาะในส่วนโครงสร้างภายนอกหรือถาดอบที่เคลือบผิวเพื่อความปลอดภัย และเลือกถาดอะลูมิเนียมใช้งานกับอาหารมาทดแทนการวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีราคาแพง

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการอบแห้งเพื่อลดความชื้นของวัตถุดิบและผลิตผลทางการเกษตรเพื่อการถนอมอาหารด้วยวิธีการต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบเตาอบลมร้อนแบบน็อคดาวน์เพื่อใช้ในการอบแห้งวัตถุดิบและผลิตผลทางการเกษตร โดยเตาอบดังกล่าวสามารถถอดประกอบและสะดวกในการเคลื่อนย้ายด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2 และ รูปที่ 3 โครงสร้างจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ เตาอบที่สามารถถอดประกอบและปรับระยะ/เพิ่มจำนวนของถาดอบได้ ระบบนำพาความร้อนและชุดควบคุม สามารถควบคุมอุณหภูมิตั้งแต่ 30 – 200 องศาเซลเซียส แหล่งให้พลังงานความร้อนจากฮีตเตอร์และมีพัดลมระบายความร้อนทำหน้าที่การนำพาความร้อนโดยต่อผ่านชุดควบคุมทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิและแรงลมในการหมุนของพัดลม และใช้เทอร์โมคัปเปิล Type K เป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ และส่งค่าไปยังชุดควบคุม เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในเตาอบลมร้อนให้สม่ำเสมอ

ขั้นตอนที่ 3 สร้างเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้ ดังแสดงในรูปที่ 3 และทดสอบประสิทธิภาพโดยการวัดค่าความร้อนภายในห้องอบ โดยใช้กล้อง FLIR Thermal Imaging ยี่ห้อ Ulefone Power Armor และดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ FLUKE รุ่น 289 ดังแสดงในรูปที่ 4 และ รูปที่ 5 และการทดสอบโดยการอบแห้งผักทองและกล้วยน้ำว้า โดยการกำหนดอุณหภูมิห้องอบ 90 องศาเซลเซียส และทำการบันทึกข้อมูลเป็นระยะเวลา 150 นาที



รูปที่ 1 เตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้

หมายเลข 1-3	อะลูมิเนียมโปรไฟล์ (Aluminum Profile)
หมายเลข 4	แบล็คเก็ตชนิดต่อเข้ามุม 3 ทาง
หมายเลข 5-8	แผ่นผนังอะลูมิเนียม
หมายเลข 9	ถาดสำหรับใส่วัตถุดิบ
หมายเลข 10	เทอร์มินอลแบบใส่ราง (Terminal Rail)
หมายเลข 11	ฐานเตาอบลมร้อน
หมายเลข 12 -15	โครงสร้างและบานประตู
หมายเลข 16	ชุดควบคุม (Control Unit)



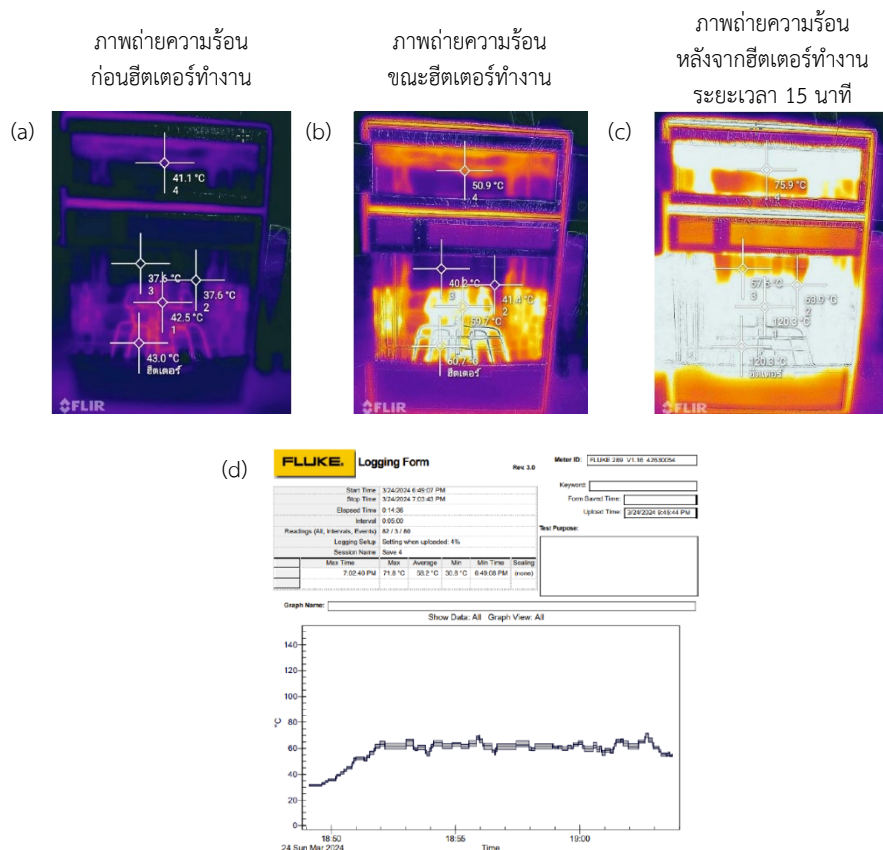
รูปที่ 2 การติดตั้งเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้



รูปที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้

3. ผลการวิจัย

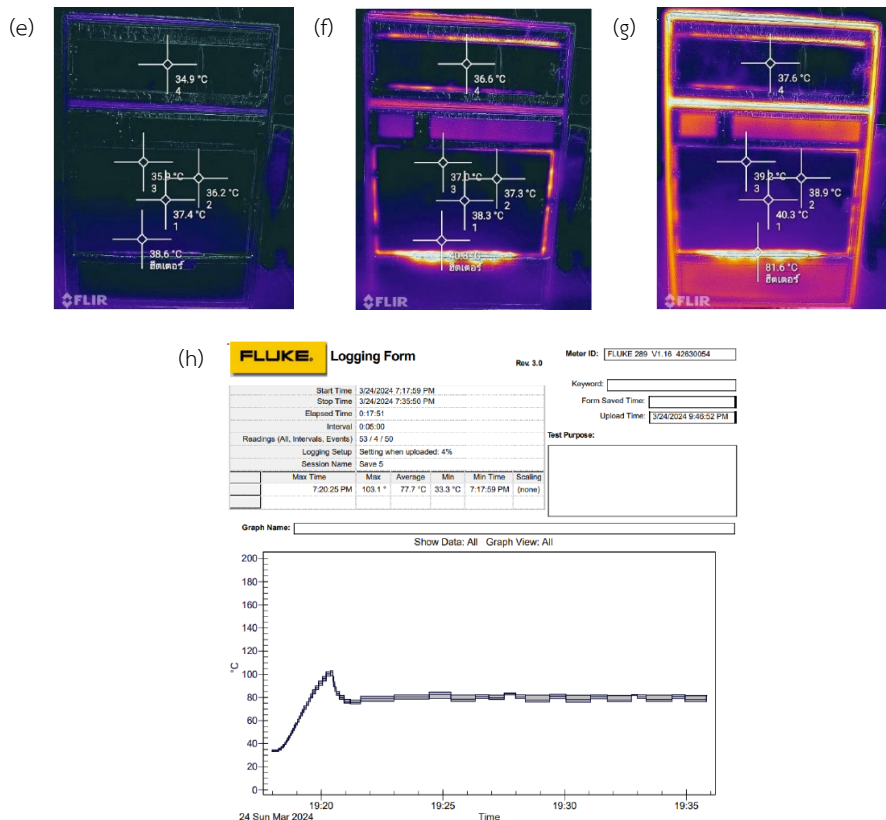
3.1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้



รูปที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพการกระจายความร้อนภายในเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้ขณะเปิดประตูเตา

(a) ภาพถ่ายความร้อนก่อนฮีตเตอร์ทำงาน (b) ภาพถ่ายความร้อนขณะฮีตเตอร์ทำงาน

(c) ภาพถ่ายความร้อนหลังจากฮีตเตอร์ทำงาน (d) ขณะเปิดประตูเตาอบอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในเตา



รูปที่ 5 การทดสอบประสิทธิภาพการกระจายความร้อนภายในเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้ขณะเปิดประตูเตา

(a) ภาพถ่ายความร้อนก่อนฮีตเตอร์ทำงาน (b) ภาพถ่ายความร้อนขณะฮีตเตอร์ทำงาน

(c) ภาพถ่ายความร้อนหลังจากฮีตเตอร์ทำงาน (d) ขณะเปิดประตูเตาอบอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในเตา

จากการออกแบบและสร้างเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้ ที่มีน้ำหนักเบา สามารถขนย้ายและติดตั้งได้ง่าย แหล่งพลังงานความร้อนฮีตเตอร์ขนาด 2,000 วัตต์ จำนวน 1 ชุดต่ออนุกรมกับชุดพัดลมทำหน้าที่ในการควบคุมการไหลเวียน ความร้อนภายในห้องอบ การทดสอบประสิทธิภาพกำหนดให้ควบคุมอุณหภูมิห้องผสมที่ 80 องศาเซลเซียส และพัดลมทำงาน เมื่ออุณหภูมิห้องผสมที่ 75 องศาเซลเซียส โดยการทดสอบแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ 1) ขณะเปิดประตูเตาอบ และ 2) ขณะปิดประตูเตาอบ ภาพถ่ายความร้อนด้วยกล้องความร้อน ทำการวัดอุณหภูมิความร้อน 5 ตำแหน่ง คือ (1) ด้านบน 1 ตำแหน่ง (2) ส่วนกลาง 3 ตำแหน่ง และ (3) ฮีตเตอร์ 1 ตำแหน่ง ดังแสดงในภาพที่ 4 จากผลการทดลองพบว่า 1) ขณะเปิดประตูเตาอบ เมื่อฮีตเตอร์ ทำงานสีแดงความร้อนที่วัดโดยแสดงสีน้ำเงิน-สีแดง (อุณหภูมิต่ำ-อุณหภูมิสูง) เมื่อระยะเวลาผ่านไป 15 นาที พบว่าภายใน เตาอบลมร้อนแสดงสีม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และจากภาพแสดงให้เห็นว่าความร้อนเปลี่ยนเป็นสีเหลือง จากรูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ความร้อนจากฮีตเตอร์แพร่กระจายโดยมีอุณหภูมิภายในห้องผสมใกล้เคียงกันในเตาอบลมร้อน แต่ที่บริเวณฮีตเตอร์พบว่าแสดง สีแดง วัดอุณหภูมิได้ 120 องศาเซลเซียส นอกจากนี้บริเวณห้องผสมส่วนบนมีอุณหภูมิเป็นอันดับรองลงมาเป็นอันดับที่สอง เนื่อง ด้วยบริเวณด้านบนของเตาอบลมร้อนที่มีการบุด้วยฉนวนกันความร้อน (M-PE) ทำให้เกิดความร้อนสะสมบริเวณด้านบนของเตา จากผลการวัดอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในห้องอบไม่เป็นเส้นตรงเนื่องจากมีอากาศไหลผ่านจากเปิด-ปิดประตู จากรูปที่ 4 (d) แสดงอัตราการเพิ่มอุณหภูมิภายในเตาอบลมร้อน อยู่ระหว่าง 60 – 79 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ผลการทดสอบประสิทธิภาพ รูปที่ 5 แสดงประสิทธิภาพของเตาอบลมร้อนขณะปิดเตาอบพบว่าบริเวณบานประตูเตาอบลมร้อน สามารถป้องกันการถ่ายโอน

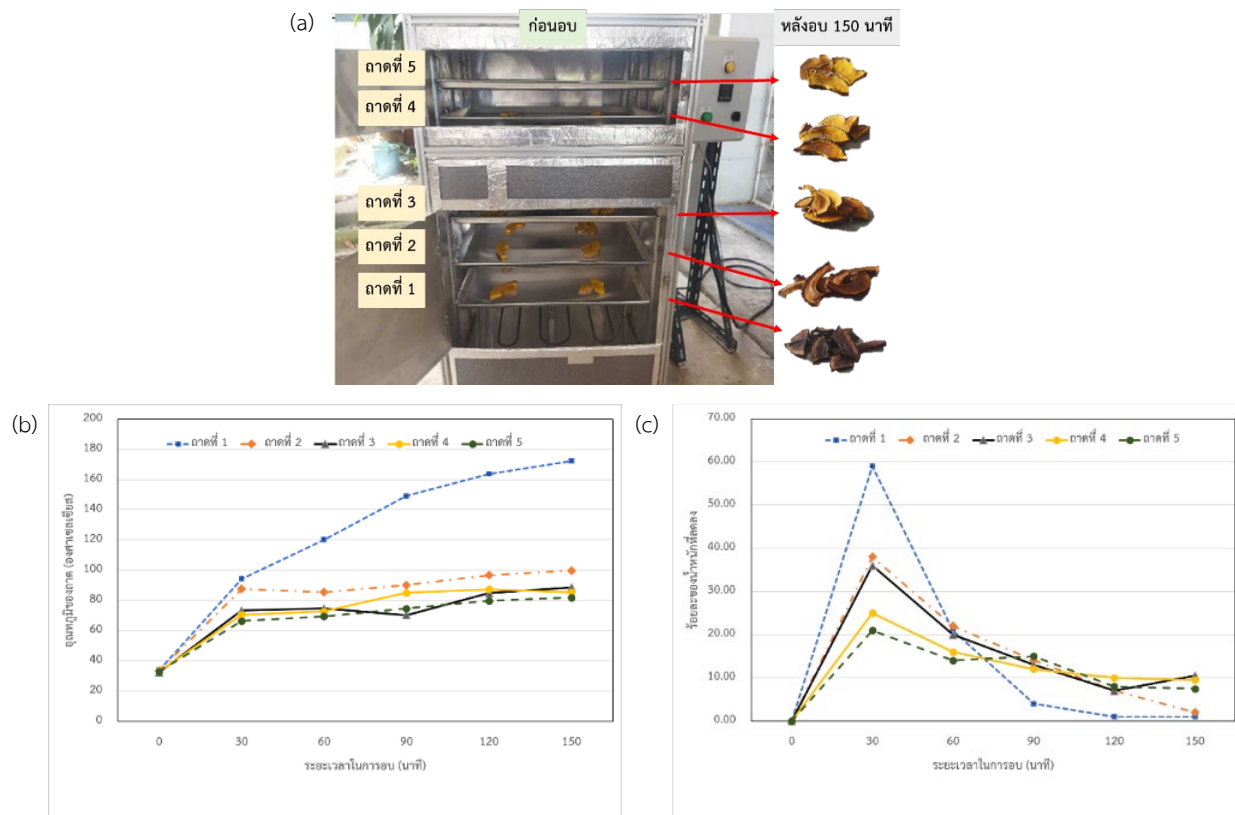
ความร้อนจากภายในเตาอบสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก พบว่าบริเวณพื้นผิวของบานประตู แสดงอุณหภูมิระหว่าง 37 – 40 องศาเซลเซียส และจากข้อมูลในรูปที่ 5 (d) แสดงอัตราการเพิ่มอุณหภูมิภายในเตาอบลมร้อน 100 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลา 10 นาที และเมื่อถึงอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ชุดควบคุมสั่งงานให้พัดลมหมุนส่งผลให้ความร้อน สามารถกระจายอย่างสม่ำเสมอในเตาอบลมร้อน แสดงข้อมูลอุณหภูมิภายในเตาอบมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง ที่อุณหภูมิ 80 ± 3 องศาเซลเซียส

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้ในการอบวัตถุดิบ

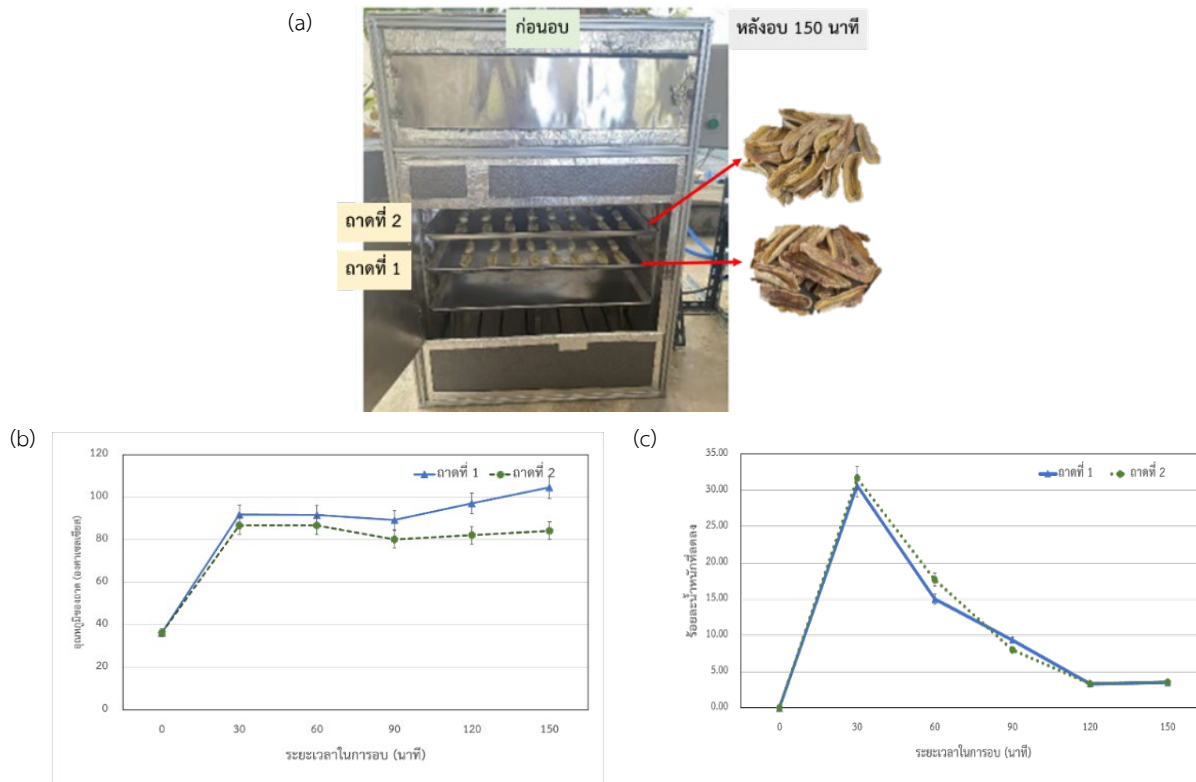
การทดสอบประสิทธิภาพเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้ โดยศึกษาการอบวัตถุดิบจากฟักทองและกล้วยน้ำว้า โดยกำหนดอุณหภูมิการอบ 90 องศาเซลเซียส และพัดลมเริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิภายในห้องผสมเป็น 85 องศาเซลเซียส โดยทำการวัดความร้อนและชั่งน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงของวัตถุดิบ ทุก 30 นาที เป็นระยะเวลา 150 นาที สามารถปรับตำแหน่งของการแขวนถาดได้ ในการทดลองนี้กำหนดให้ระยะห่างระหว่างถาดแต่ละชั้นเท่ากับ 15 เซนติเมตร โดยห้องผสมส่วนกลาง จำนวน 3 ถาด พัดลมสำหรับพาความร้อน และห้องผสมส่วนบน จำนวน 2 ถาด

การทดลองที่ 1 นำฟักทองหั่นเป็นแผ่นบาง ความหนาประมาณ 3-5 มิลลิเมตร โดยจัดเรียงในถาดดังแสดงในรูปที่ 6 พบว่า เมื่อฮีตเตอร์ทำงานส่งผลให้อุณหภูมิของภายในเตาอบเพิ่มสูงขึ้น จากการวัดความร้อนบนพื้นผิวของถาด พบว่าถาดที่ 1 มีอุณหภูมิสูงที่สุดและอุณหภูมิสะสมสูงกว่าถาดอื่น ๆ (ตำแหน่งวางเหนือฮีตเตอร์ 15 เซนติเมตร) อุณหภูมิของถาดจะลดลงตามระยะห่างของถาดกับฮีตเตอร์ หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักฟักทองทุก 30 นาที พบว่าร้อยละของน้ำหนักที่ลดลงของฟักทองในแต่ละถาด ถาดที่ 1 แสดงอัตราการย่อยของน้ำหนักลดลงมากที่สุด รองลงมาเป็นถาดที่ 2 และถาดที่ 5 ตามลำดับ และเมื่อทำการอบต่อไปพบว่าร้อยละของน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปลดลงและมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงกล่าวคือความชื้นของฟักทองลดลงและมีความชื้นคงที่ เมื่อพิจารณาภาพถ่ายของฟักทองหลังจากอบลมร้อนเป็นระยะเวลา 150 นาที สีของฟักทองแตกต่างกัน โดยถาดที่ 1 พบว่าฟักทองมีเป็นสีน้ำตาลไหม้ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความร้อนสูงสุดเนื่องจากใกล้แหล่งพลังงานความร้อน ถาดที่ 2 ฟักทองเป็นสีน้ำตาล และสีของฟักทองเป็นสีเหลืองในถาดที่ 3 ถาดที่ 4 และ ถาดที่ 5

การทดลองที่ 2 ทดสอบการอบลมร้อนกล้วยน้ำว้าหั่นเป็นแผ่น ความหนาประมาณ 3 – 5 มิลลิเมตร โดยจัดเรียงในถาดดังแสดงในรูปที่ 7 คือ จากการศึกษาในการทดลองที่ 1 พบว่าตำแหน่งการวางถาดควรจะมีระยะห่างจากฮีตเตอร์ 15 เซนติเมตร จึงเป็นที่มาของการกำหนดตำแหน่งของถาดที่ 1 ห่างจากฮีตเตอร์ 30 เซนติเมตร และถาดที่ 2 ห่างจากฮีตเตอร์ 45 เซนติเมตร ตามลำดับ การเพิ่มอุณหภูมิของถาดในห้องอบพบว่าถาดที่ 1 และถาดที่ 2 มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาของการอบและความร้อนระหว่างสองถาดมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน จากผลการทดลองสรุปได้ว่าอุณหภูมิของถาดลดลงตามระยะห่างระหว่างถาดกับฮีตเตอร์ นอกจากนี้การชั่งน้ำหนักของกล้วยน้ำว้า พบว่า กล้วยน้ำว้ามีร้อยละของน้ำหนักที่ลดลงอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลา 30 นาทีแรก อัตราร้อยละของน้ำหนักลดลงของฟักทองถาดที่ 1 มากที่สุด และถาดที่ 2 เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นพบว่าร้อยละของน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปลดลงและกราฟแสดงเป็นเส้นตรง ทั้งนี้จากอบกล้วยน้ำว้าพบว่าสีของกล้วยในถาดที่ 1 และถาดที่ 2 มีสีใกล้เคียงกัน



รูปที่ 6 ทดสอบการอบฟักทอง (a) ภายในเตาอบลมร้อน (b) อุณหภูมิของถาด (c) ร้อยละของน้ำหนักที่ลดลง



รูปที่ 7 ทดสอบการอบกล้วยน้ำว้า (a) ภายในเตาอบลมร้อน (b) อุณหภูมิของถาด (c) ร้อยละของน้ำหนัที่ลดลง

4. สรุป

การออกแบบและทดสอบเตาอบลมร้อนแบบถอดประกอบได้ (Knock-down Hot Air Oven) ที่มีคุณสมบัติน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายและติดตั้งได้สะดวก โดยใช้ฮีตเตอร์ขนาด 2,000 วัตต์ร่วมกับพัดลมเกรดอุตสาหกรรมเพื่อควบคุมการไหลเวียนของ ความร้อน ผลการทดลองแบ่งออกเป็นทดสอบขณะเปิดและปิดประตูเตาอบ พบว่าในขณะที่เปิดประตู อุณหภูมิในห้องอบ เปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอ โดยฮีตเตอร์มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 120 องศาเซลเซียส ส่วนในขณะที่ปิดประตู อุณหภูมิในห้องอบสามารถ เพิ่มขึ้นถึง 100 องศาเซลเซียส ภายใน 10 นาที และรักษาอุณหภูมิที่ 80 ± 3 องศาเซลเซียส ได้อย่างสม่ำเสมอ ประตูเตาอบช่วยลด การถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอก โดยอุณหภูมิบริเวณประตูอยู่ระหว่าง 37 – 40 องศาเซลเซียส การทดลองอบวัตถุดิบพบว่า ฟักทองในถาดใกล้ฮีตเตอร์มีอุณหภูมิสูงสุดและแห้งเร็วที่สุด โดยสีของฟักทองแตกต่างกันตามระยะห่างจากฮีตเตอร์ นอกจากนี้ผล จากการอบกล้วยน้ำว้าพบว่า น้ำหนักของกล้วยน้ำว้ามีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 30 นาทีแรก และสีของกล้วยในถาดใกล้ ฮีตเตอร์มีความใกล้เคียงกัน สรุปได้ว่าตำแหน่งของถาดและการควบคุมอุณหภูมิส่งผลต่อประสิทธิภาพการอบ โดยเตาอบที่ ออกแบบสามารถรักษาอุณหภูมิได้สม่ำเสมอ เหมาะสำหรับการใช้งานในอุตสาหกรรมขนาดเล็กและกลาง โดยต้นทุนการผลิตเตา อบลมร้อนแบบถอดประกอบได้ ประมาณ 6,500 บาทกับท้องตลาด

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบในการทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วง

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Science Publishing Group, “Design and construction of hybrid gas-electric drying ovens,” *American Journal of Mechanical and Materials Engineering*, vol. 8, no. 3, pp. 95–103, 2023.
- [2] K. Sukramul, C. Chaiyanam, S. Phatthorn, S. Boonchuwit, U. Phosuwan, and N. Sukpaiboon, “Development of Biomass Energy Dryer with Electric Coil,” *Journal of Science Technology and Innovation*, Suan Sunandha Rajabhat University, vol. 12, no. 1, pp. 79–92, 2024.
- [3] W. Monatrakul, “Design and construction of a rotating tray hot air oven for commercial use,” *Journal of Science and Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 91–100, 2019.
- [4] W. Monatrakul, S. Passago, P. Wengsungnern, and P. Siripiyasingh, “Design and Development of a Rotary Tray Hot Air Dryer for Commercial Dry Food Production,” *Journal of Farm Engineering and Automatic Control Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 49–59, 2018.
- [5] T. Khunkaew, and S. Chanchay, “Development of a small-scale solar dryer for household use: a preliminary study of performance and simulation,” *Master’s thesis, Department of Physics, Silpakorn University*, 2018.
- [6] N. Krajang, “Drying of turmeric using a hot air dryer with infrared radiation,” *Master’s thesis, Department of Physics, Faculty of Science, Burapha University*, 2017.
- [7] C. Phromnuen, and P. Noojun, “Knockdown Hot Air Oven,” *Thesis, Bachelor of Engineering Program, Department of Manufacturing Engineering, Faculty of Engineering*, 2023.
- [8] S. Jaidee, “Development of portable solar dryer for household use,” *Research and Development Journal*, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, vol. 8, no. 2, pp. 45–55, 2021.
- [9] P. Saetang, and S. Krachotnok, “Performance study of wind tunnel solar dryer using volcanic rock as heat collector,” in *Proceedings of the 5th Academic Conference*, Naresuan University, pp. 514–519.