

การศึกษาระบบเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อควบคุมอุณหภูมิสำหรับการจัดส่งอาหาร

STUDY OF THERMOELECTRIC SYSTEMS FOR FOOD DELIVERY

TEMPERATURE CONTROL

ธนากร ยูบอล*, เอื้อบุญ ที่พึ่ง, นิวัตร พัฒนะ

Tanakorn Yoobol*, Ueaboon Teephung, Niwat Pattana

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: tanakorn.kong4@gmail.com

วันที่รับระบบ 26 มกราคม 2564

วันที่แก้ไขบทความ 2 สิงหาคม 2564

วันที่ตอบรับบทความ 3 สิงหาคม 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อควบคุมอุณหภูมิสำหรับการจัดส่งอาหาร โดยภาชนะถนอมอาหารถูกออกแบบเพื่ออุ่นอาหารสำหรับเพิ่มความปลอดภัยทางด้านอาหารในธุรกิจฟู้ดเดลิเวอรี่ อุปกรณ์หลัก คือ เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล รุ่น THC1-12706 จำนวน 2 โมดูล และวงจรตัดต่ออุณหภูมิ รุ่น FK934 กำหนดเงื่อนไขให้ชุดระบายความร้อนภายในภาชนะเท่ากับ 70°C โดยทำการทดลองและเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น (1) การวัดอุณหภูมิสูงสุดของชุดกระจายความร้อนภายในภาชนะถนอมอาหาร อุณหภูมิเฉลี่ยที่อาหารตัวอย่าง 2 ประเภท อาหารประเภทแห้ง (ข้าวผัดไข่) และอาหารประเภทน้ำ (ต้มจืด) โดยการทดลอง ใช้ภาชนะถนอมอาหารกับไม่ใช่ภาชนะถนอมอาหาร (2) วัดการใช้พลังงานของภาชนะถนอมอาหาร

ผลการทดลองพบว่า (1) ชุดกระจายความร้อนภายในมีอุณหภูมิสูงสุด 72.97°C อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 68.27°C ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 อาหารตัวอย่างประเภทแห้ง ข้าวผัดไข่ใช้ภาชนะถนอมอาหารมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 56.44°C ไม่ใช่ภาชนะถนอมอาหารอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 42.29°C อาหารตัวอย่างประเภทน้ำ ต้มจืดใช้ภาชนะถนอมอาหารมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 55.83°C ไม่ใช่ภาชนะถนอมอาหารอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 42.41°C (2) พลังงานไฟฟ้าที่ใช้มีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 A และมีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 44.13 W พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ประมาณ 0.04 kW-h การทดลองใช้ภาชนะถนอมอาหารสามารถอุ่นอาหารได้ที่อุณหภูมิมากกว่า 50°C ทำให้อาหารไม่เสียรสชาติและยังสามารถทำลายแบคทีเรียที่อุณหภูมิ 50°C ได้ในขณะที่ทำการขนส่งอาหารมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในตลาดธุรกิจฟู้ดเดลิเวอรี่อยู่ในเกณฑ์ด้านความปลอดภัยทางอาหาร ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้บริโภคมากขึ้น

คำสำคัญ: เทอร์โมอิเล็กทริก, ความปลอดภัยด้านอาหาร, การถนอมอาหาร

Abstract

The objective of this research was to study the thermoelectric systems for food delivery temperature control. Food preservation containers were designed to be able to warm food. This is to increase food safety in food delivery business. The main tools consist of two modules of THC1-12706 thermoelectric module and FK934 temperature cutting cycle. The condition of the heat sink was set at 70 °C. The experiment was conducted and the data were collected and divided into (1) measuring the maximum temperature of the heat spreader inside a food preservation container to find the average temperature of the two food examples, dry food (egg fried rice) and liquid food (soup), by using the food preservation containers and without using the food preservation containers, and (2) measuring the energy consumed by the food preservation containers.

The result of experiment showed that (1) the highest temperature inside the heat spreader was at 72.97 °C, and the average temperature was at 68.27 °C, and the standard deviation was 0.47. The average temperature of the example of dry food (egg fried rice) in the food preservation containers was 56.44°C, while the average temperature of the dry food without the food preservation containers was 42.29°C. For the liquid food (soup), it was found that the average temperature of the food in the food preservation containers was 55.83°C, while the average temperature of the food without the food preservation containers was 42.41°C. (2) The average electrical energy consumed was 3.68 A and the average electric power was 44.13 W. The electrical energy consumed was approximately 0.04 kW-h. From the testing, it was found that the food preservation container can be used to warm the food at the temperature higher than 50 °C and this had no effect on the taste of the food. In addition, the bacteria could also be destroyed at the temperature of 50 °C. Based on food safety criteria, this was found proper for food delivery business and this increases safety for consumers.

Keywords: Thermoelectric, Food safety, Food preservation

1. บทนำ

ปัจจุบันรูปแบบของธุรกิจร้านอาหารปรับเปลี่ยนตามพฤติกรรมของผู้บริโภคเพื่อตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภค การสั่งอาหารผ่านทางออนไลน์ มีแนวโน้มสูงขึ้นสอดคล้องกับมูลค่าตลาดธุรกิจฟู้ดเดลิเวอรีในประเทศไทย แต่สิ่งสำคัญของการขนส่งอาหารที่จำเป็นมากสิ่งหนึ่งได้แก่ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการถนอมอาหารด้วยความร้อน มีขนาดกระทัดรัดใช้พลังงานจากยานพาหนะที่ใช้เดินทาง การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกสำหรับภาชนะถนอมอาหาร จึงเป็นอุปกรณ์สำคัญในส่วนให้ความร้อนในการถนอมอาหารให้อุ่นตลอดเวลา โดยเฉพาะเรื่องอาหารที่ปรุงสำเร็จแล้ว จำเป็นต้องอุ่นตลอดเพื่อชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และเอนไซม์ อุปกรณ์ที่ใช้ทำความร้อนส่วนใหญ่จะใช้ขดลวดทำความร้อนซึ่งต้องใช้พลังงานไฟฟ้าสูง สิ้นเปลืองพลังงานมาก จึงมีการพัฒนาระบบทำความร้อนด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก

ผู้บริโภคบางส่วนพบว่าการรสชาติเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากอุณหภูมิที่รับประทานต่างจากการรับประทานอาหารที่ร้าน ซึ่งจากการศึกษาตัวอย่างอาหาร พืชฯ เมื่อควบคุมอุณหภูมิพร้อมรับประทานใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ร้าน ผลการทดสอบพบว่ารสชาติและองค์ประกอบโดยรวมพืชฯ ใกล้เคียงกับการนั่งรับประทานที่ร้าน (Baskentli, 2020) หรือมีกลิ่นหากไม่มีการควบคุมอุณหภูมิโดยทั่วไปอาหารจะมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องหรืออุณหภูมิสิ่งแวดล้อมภายในเวลาครึ่งชั่วโมง (ทัตพงศ์ แผ่เกียรติวงศ์ และคณะ, 2554) แบบที่เรียเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิประมาณ 5-50 °C (Trickett, 2001) และอากาศประเทศไทยมีอุณหภูมิประมาณ 30-40 °C จึงเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้เป็นอย่างดีหากไม่มีการควบคุมอุณหภูมิของอาหารแบบที่เรียในอาหารก่อให้เกิดโรคต่างๆได้ อาทิ โรคอาหารเป็นพิษ โรคติดเชื้อจากอาหาร (กันยา หวานณรงค์, 2555) การอุ่นอาหารที่อุณหภูมิ 50-60 °C เป็นเวลา 10 นาที สามารถทำลายแบคทีเรียบางชนิดได้ แต่แบคทีเรียบางชนิดที่ทนความร้อนสูงจะต้องใช้ความร้อนประมาณ 65 °C (ILSI Europe Emerging Microbiological Issue Task Force, 2011) มาตรฐานการควบคุมอุณหภูมิอาหารของบางประเทศระบุว่าอาหารที่ปรุงสุกและพร้อมรับประทานและอยู่ระหว่างการรอจำหน่ายต้องควบคุมอุณหภูมิให้ไม่น้อยกว่า 60 °C (NSW Food Authority, 2009) การใช้งานเครื่องอุ่นอาหารจึงเป็นส่วนสำคัญสำหรับความปลอดภัยของอาหาร การให้ความร้อนแก่อาหารมีหลายวิธี ที่ใช้ในบทความนี้เป็น การให้ความร้อนโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริก การถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน อาศัยหลักการที่ว่าความร้อนสามารถทำลายจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสียเพราะความร้อนจะทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพธรรมชาติ จุลินทรีย์และเอนไซม์ประกอบด้วยโปรตีน ดังนั้นการใช้ความร้อนทำลายเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารและลดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค การถนอมอาหารโดยการควบคุมอุณหภูมิ เนื่องจากการเน่าเสียของอาหารมีสาเหตุมาจากเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของเอนไซม์ ทั้งจุลินทรีย์และเอนไซม์จะทำงานได้ดีในอุณหภูมิที่

15-38 °C ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 40 °C จะชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และเอนไซม์ อุณหภูมิสูงถึง 100 °C จะสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด (Sinthalai, 1977) เพื่อรับประกันความปลอดภัยของอาหารในการบริการอาหารต้องดำเนินการหลายประการ ต้องดำเนินการเกี่ยวกับหลักปฏิบัติด้านสุขอนามัยอาหารที่เพียงพอ การจัดการการป้องกันการปนเปื้อนข้ามเวลาและอุณหภูมิการควบคุม (Onyeneho & Hedberg, 2013) ในบรรดามาตรการควบคุมเหล่านี้การควบคุมเวลาและอุณหภูมิมีความสำคัญเป็นพิเศษเนื่องจากอาจเป็นสองปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Adams & Moss, 2008; Roccato *et al.*, 2017). การจัดการอาหารที่เน่าเสียง่ายให้กับผู้บริโภคภายในอายุการเก็บรักษาเพื่อให้มั่นใจในคุณภาพและความปลอดภัยในขณะขนส่ง มีความสำคัญอย่างยิ่งในการรักษาคุณภาพของอาหารที่เน่าเสียง่ายซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของการเก็บรักษาและการขนส่ง (Rong *et al.*, 2011) การควบคุมอุณหภูมิจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อรับรองคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารที่เน่าเสียง่าย (Nahmias, 1982)

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้งานเทอร์โมอิเล็กทริกในรูปแบบของการทำความร้อนและความเย็นโดยนำคุณสมบัติดังกล่าว มาศึกษาระบบเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อควบคุมอุณหภูมิสำหรับการจัดส่งอาหาร โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้เป็นภาชนะควบคุมอุณหภูมิความร้อนสำหรับใช้เก็บรักษาคุณภาพสำหรับความปลอดภัยด้านอาหาร เมื่อต้องการถนอมอาหารเป็นระยะเวลานานบนพาหนะเดินทาง ปัจจุบันมีบริการจัดส่งอาหารถึงที่อยู่อาศัยโดยบรรจุในกล่องติดท้ายรถจักรยานยนต์ไม่มีระบบอุณหภูมิจัดส่ง เพื่อการพัฒนาอุปกรณ์ดังกล่าวให้เหมาะสมกับการขนส่งอาหารที่กำลังพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

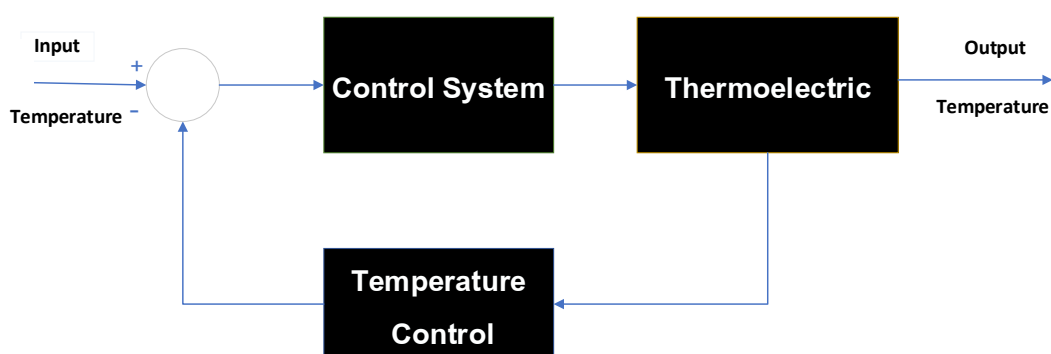
เพื่อศึกษาระบบเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อควบคุมอุณหภูมิสำหรับการจัดส่งอาหาร

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาระบบเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อควบคุมอุณหภูมิสำหรับการจัดส่งอาหาร ขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 23.5 x 32 x 35 cm ขนาดความจุ 10 ลิตร โครงสร้างของภาชนะทำมาจากกล่องพลาสติกแข็ง ภายในเคลือบด้วยอลูมิเนียม โดยเจาะผนังด้านข้างเพื่อทำการติดตั้งชุดผลิตความร้อนภายในภาชนะถนอมอาหาร ประกอบด้วย ฮีทซิงค์ (Heat sink) ขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 20 x 11.5 x 8.2 cm เทอร์โมอิเล็กทริก (Model TEC1-12706) จำนวน 2 โมดูล และพัดลมระบายความร้อน จำนวน 1 ตัว และชุดระบายความเย็นภายนอกภาชนะถนอมอาหาร ประกอบด้วย ฮีทซิงค์ (Heat sink) ขนาดกว้าง x ยาว เท่ากับ 6 x 10 cm และพัดลมระบายความเย็น จำนวน 2 ชุด นำเซ็นเซอร์ของเทอร์โมมิเตอร์ระบบดิจิตอลไปติดตั้งเข้ากับชุดผลิตความร้อนภายในภาชนะถนอมอาหาร

ซึ่งจะแสดงผลการวัดอุณหภูมิเป็นจอแสดงผลตัวเลขดิจิทัลไว้ภายนอกภาชนะถนอมอาหาร และติดตั้งชุดตัดต่ออุณหภูมิเข้ากับ ชุดผลิตความร้อนภายในภาชนะถนอมอาหาร เพื่อทำหน้าที่ตัดการทำงานของวงจรเมื่อถึงอุณหภูมิที่กำหนดเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในภาชนะถนอมอาหาร ให้อุ่นตลอดเวลาพกพาได้สะดวก

3.1 การออกแบบภาชนะถนอมอาหาร หลักการทำงานของภาชนะถนอมอาหาร ดังภาพที่ 1 โดยการนำภาชนะขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ $23.5 \times 32 \times 32$ cm ขนาดปริมาตรความจุ 10 L ประกอบด้วย



ภาพที่ 1 หลักการทำงานของภาชนะถนอมอาหาร

3.2 ขั้นตอนการสร้าง อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ภาชนะกล่องถนอมอาหารทรงสี่เหลี่ยมเทอร์โมอิเล็กทริกชุดกระจายความร้อนภายใน ชุดระบายความร้อนภายนอก ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ วงจรตัดต่ออุณหภูมิ ฟิวส์หลอดแก้วและสวิตช์ไฟฟ้า มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.2.1 นำภาชนะกล่องถนอมอาหารทรงสี่เหลี่ยม ขนาดปริมาตรความจุ 10 L มาติดแผ่นฉนวนกันความร้อนภายในเพื่อป้องกันการกระจายความร้อนออกไปภายนอก

3.2.2 กล่องภาชนะถนอมอาหารมีผนัง 2 ชั้น ติดตั้งอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก 2 โมดูลชุดผลิตความร้อนในติดพัดลม 1 ตัว และชุดระบายความร้อนภายนอกมีพัดลม 2 ตัว

3.2.3 ติดตั้งดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ เพื่อวัดอุณหภูมิภายในภาชนะถนอมอาหาร โดยมีระบบวงจรตัดต่ออุณหภูมิ (Model FK934) เป็นตัวควบคุมสั่งงานรีเลย์ตัดต่ออุณหภูมิ กำหนดเงื่อนไขให้ชุดกระจายความร้อนภายในภาชนะถนอมอาหารเท่ากับ 70°C

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิอัตโนมัติ (Data logger, Ellab รุ่น E-Val Flex) ที่ได้รับรองมาตรฐานเครื่องมือจากสถาบันแห่งชาติของมาตรฐานและเทคโนโลยี (NIST) จากการสอบเทียบ International temperature scale 1990 (ITS-90) เป็นสเกลอุณหภูมิมาตรฐานซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดยคณะกรรมการที่ปรึกษาว่าด้วยการวัด

อุณหภูมิ ในปี ค.ศ. 1990 โดยเป็นการประมาณค่าสเกลอุณหภูมิ อุณหภูมิ เพื่อความสะดวกและส่งผลให้การวัดอุณหภูมิในระดับนานาชาติมีค่าเป็นหนึ่งเดียวกัน เทอร์โมคัปเปิลแบบ K-type ช่วงการวัดอุณหภูมิได้ 200 ถึง 400 °C ความละเอียด ± 0.01 °C ติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิอัตโนมัติที่ชุดกระจายความร้อนภายในภาชนะถนอมอาหาร เพื่อใช้สำหรับการเก็บบันทึกข้อมูลการทดลอง และติดตั้งเครื่องบันทึกข้อมูลตัวอย่างอาหาร 2 ประเภท ระหว่างใช้ภาชนะถนอมอาหารกับไม่ใช้ภาชนะถนอมอาหาร ใช้ระยะเวลาในการทดสอบ 60 นาที บันทึกผลการทดลองอุณหภูมิในระยะเวลาทุกๆ 5 นาที รวม 15 ครั้ง

3.3.1 ทดลองการวัดอุณหภูมิภายในภาชนะถนอมอาหารมีขั้นตอน ดังนี้

3.3.1.1 เครื่องบันทึกอุณหภูมิอัตโนมัติ (Data logger) ติดตั้งเข้ากับสายเทอร์โมคัปเปิลแบบ K-type ที่ชุดกระจายความร้อนภายในภาชนะถนอมอาหารและอาหารตัวอย่างภายในกล่องภาชนะถนอมอาหาร ภายนอกติดสายเทอร์โมคัปเปิลแบบ K-type เข้ากับอาหารตัวอย่าง เพื่อใช้สำหรับการเก็บบันทึกข้อมูลการทดลอง

3.3.1.2 เปิดสวิตช์ระบบควบคุมอุณหภูมิด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกสำหรับภาชนะถนอมอาหาร

3.3.1.3 เปิดโปรแกรม Basic val Suite แล้วสั่งโปรแกรมบันทึกค่าอุณหภูมิภายในและภายนอกภาชนะถนอมอาหาร โดยข้อมูลที่ทำการบันทึกจะบันทึกทุกๆ 5 นาที เป็นระยะเวลา 60 นาที

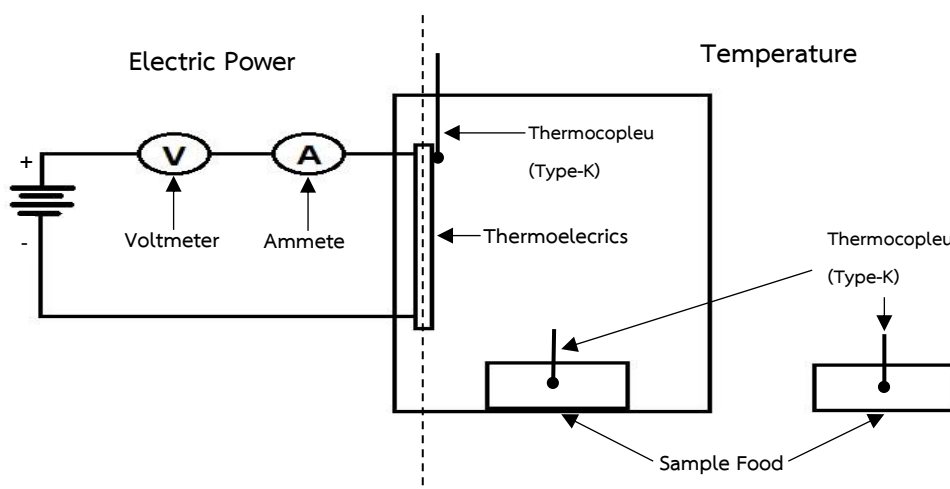
3.3.2 ทดลองการวัดค่ากำลังไฟฟ้ามีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 เปิดสวิตช์ระบบควบคุมอุณหภูมิด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกสำหรับภาชนะถนอมอาหาร

3.3.2.2 ติดตั้งแคลมป์มิเตอร์ จำนวน 2 ตัว โดยคล้องแคลมป์มิเตอร์เข้ากับสายไฟขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้า

3.3.2.3 บันทึกข้อมูลของกระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าทุก ๆ 5 นาที เป็นระยะเวลา 60 นาที รวมผลการบันทึกจำนวน 13 ครั้ง

3.3.2.4 ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้ นำมาคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ kW-h



ภาพที่ 2 จุดวัดพลังงานไฟฟ้าและจุดวัดอุณหภูมิภายในและ
ภายนอกภาชนะถนอมอาหาร

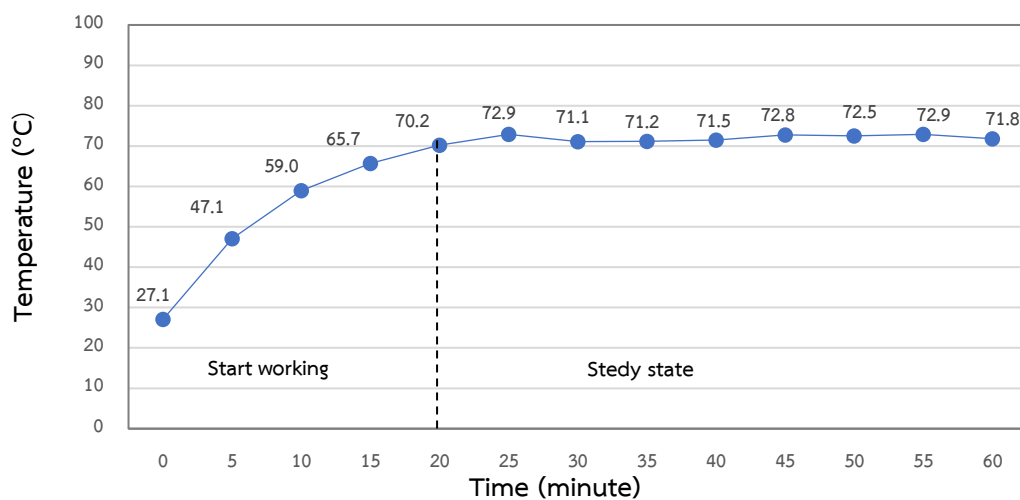
3.3.3 สรุปผลการทดลอง โดยนำผลการคำนวณมาแปรค่าสรุปผล

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยนำผลของการวัดอุณหภูมิวัดกระแสไฟฟ้าและวัดกำลังไฟฟ้าภายในภาชนะถนอมอาหาร ทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 60 นาที รวมผลการบันทึก จำนวน 13 ครั้ง

4. ผลการวิจัย

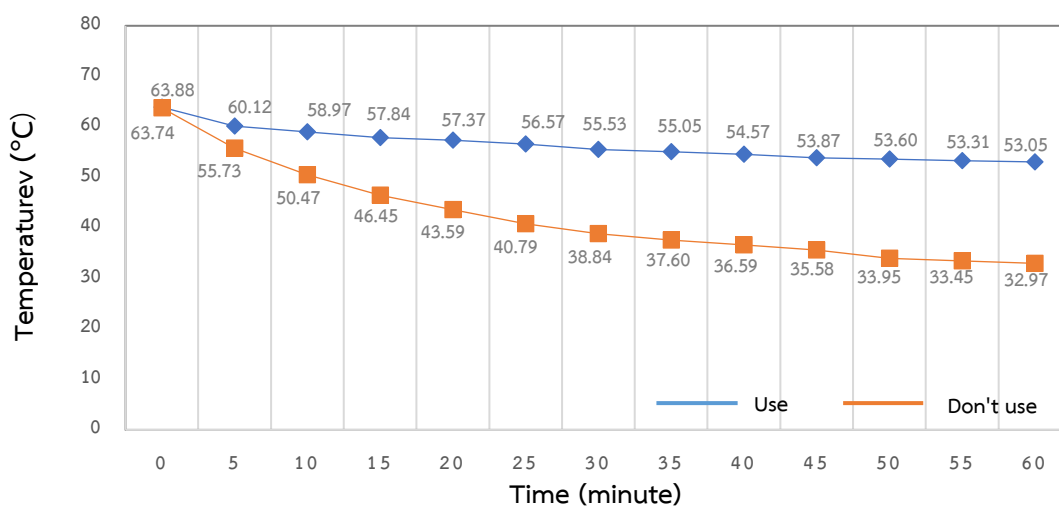
การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาระบบเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อควบคุมอุณหภูมิสำหรับการจัดส่งอาหาร ทำการทดลองและเก็บข้อมูลของเครื่องต้นแบบภาชนะถนอมอาหารโดยทดสอบอาหารตัวอย่าง 2 ประเภท อาหารประเภทแห้ง (ข้าวผัดไข่) และอาหารประเภทน้ำ (ต้มจืด) โดยการทดลองใช้ภาชนะถนอมอาหารกับไม่ใช้ภาชนะถนอมอาหาร ผลการทดสอบระยะเวลา 60 นาที การทดลองวัดอุณหภูมิภายในภาชนะถนอมอาหารที่ชุดกระจายความร้อน อุณหภูมิที่อาหารตัวอย่าง กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาโดยภาชนะถนอมอาหาร ใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสตรง 12 V ดังภาพที่ 3-6 ได้ผลจากการทดลอง ดังนี้

ภาพที่ 3 ภาชนะถนอมอาหาร ที่เวลา 20 นาที สามารถทำอุณหภูมิสูงสุดตามกำหนดเงื่อนไขให้ชุดกระจายความร้อนภายในภาชนะถนอมอาหารเท่ากับ 70 °C อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 72.97 °C อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 68.27 °C ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47



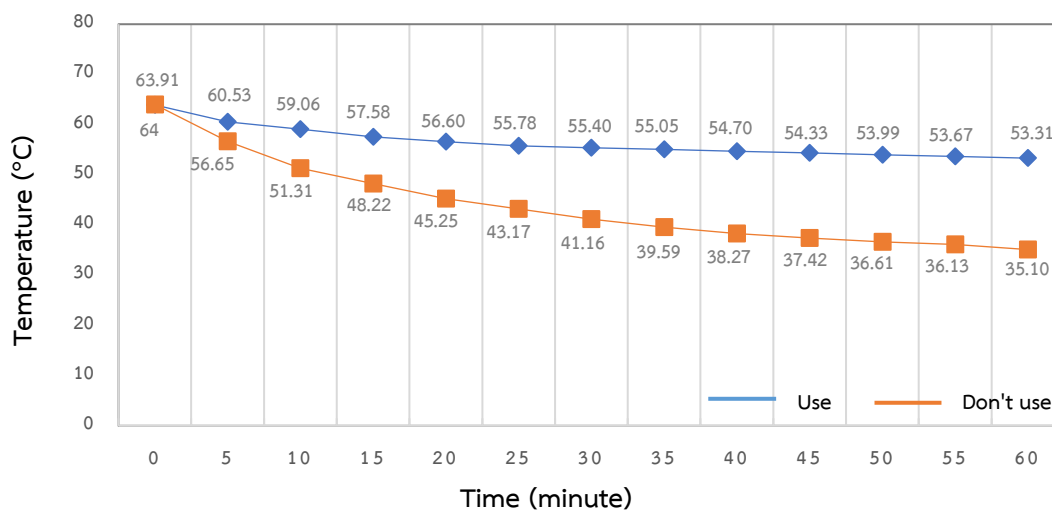
ภาพที่ 3 อุณหภูมิเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดกระจายความร้อน
ภายในภาชนะถนอมอาหาร ที่เวลา 60 น

ภาพที่ 4 อุณหภูมิเฉลี่ยของข้าวผัดไข่ในช่วงเวลา 60 นาที ใช้ภาชนะถนอมอาหาร อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 56.44 °C ไม่ใช้ภาชนะถนอมอาหารอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 42.29 °C



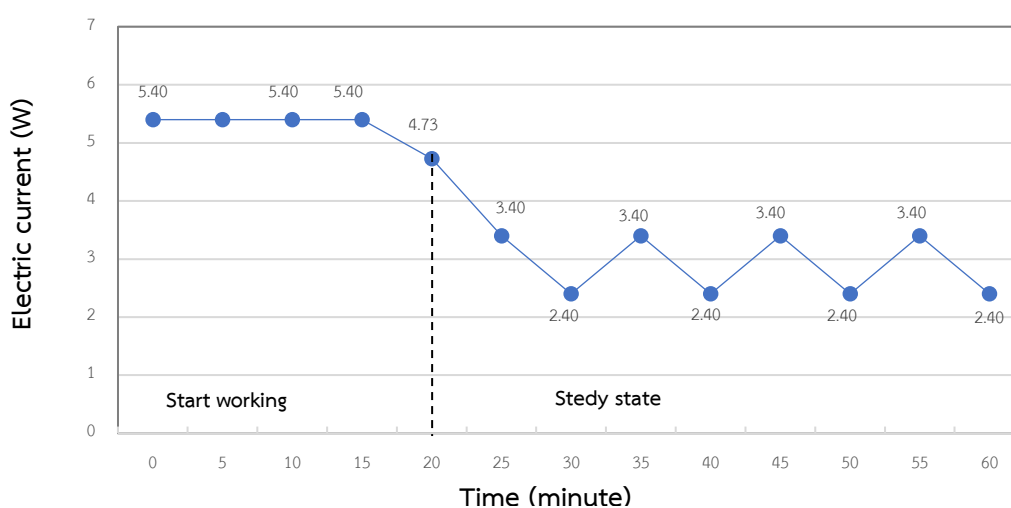
ภาพที่ 4 อุณหภูมิเฉลี่ยของอาหารประเภทแห้ง ข้าวผัดไข่ระหว่างใช้ภาชนะถนอมอาหาร
กับไม่ใช้ภาชนะถนอมอาหาร ที่เวลา 60 นาที

ภาพที่ 5 อุณหภูมิเฉลี่ยของต้มจืด ในช่วงเวลา 60 นาที ใช้ภาชนะถนอมอาหารอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 55.83 °C ไม่ใช้ภาชนะถนอมอาหารอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 42.41 °C

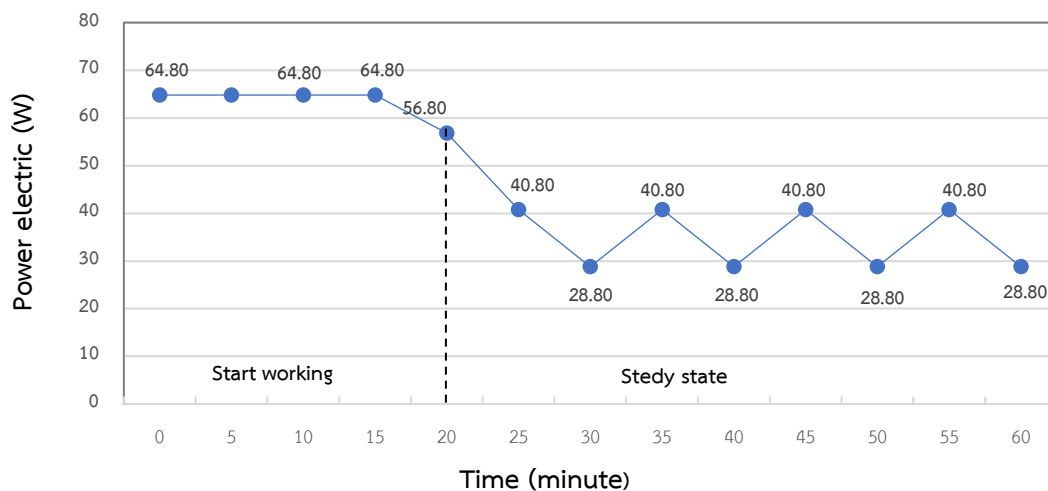


ภาพที่ 5 อุณหภูมิเฉลี่ยของอาหารประเภทน้ำ ต้มจืดระหว่างใช้ภาชนะถนอมอาหาร กับไม่ใช้ภาชนะถนอมอาหาร ที่เวลา 60 นาที

ภาพที่ 6 กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยและกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยภายในภาชนะถนอมอาหารในช่วงเวลา 60 นาที มีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 A (ก) และมีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 44.13 W (ข) พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปประมาณ 0.04 kW-h



(ก)



(ข)

ภาพที่ 6 ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย

(ก) ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (ข) ไฟฟ้าภายในภาชนะถนอมอาหารที่เวลา 60 นาที

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

การศึกษาระบบเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อควบคุมอุณหภูมิสำหรับการจัดส่งอาหารสามารถช่วยควบคุมอุณหภูมิอาหารให้ผ่านเกณฑ์ด้านความปลอดภัยทางอาหารได้ ภายในภาชนะถนอมอาหารชุดกระจายความร้อนสามารถทำอุณหภูมิได้ถึง 70 °C ในระยะเวลา 20 นาที โดยการทดลองจะมีตัวอย่างอาหาร 2 ประเภท อาหารประเภทแห้ง(ข้าวผัดไข่) และอาหารประเภทน้ำ (ต้มจืด) ผลการทดลองพบว่า ในระยะเวลา 60 นาที ชุดกระจายความร้อนภายในภาชนะถนอมอาหารมีอุณหภูมิสูงสุด 72.97 °C อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 68.27 °C ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 อาหารตัวอย่างประเภทแห้ง ข้าวผัดไข่ใช้ภาชนะถนอมอาหารมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 56.44 °C ไม่ใช้ภาชนะถนอมอาหารอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 42.29 °C อาหารตัวอย่างประเภทน้ำ ต้มจืดใช้ภาชนะถนอมอาหารมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 55.83 °C ไม่ใช้ภาชนะถนอมอาหารอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 42.41 °C และค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยและกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยภายในภาชนะถนอมอาหารในช่วงเวลา 60 นาที มีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 A และมีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 44.13 W พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ประมาณ 0.04 kW-h ผลการทดลองใช้ภาชนะถนอมอาหารสามารถอุ่นอาหารได้อุณหภูมิมากกว่า 50 °C ทำให้อาหารไม่เสียรสชาติและยังสามารถทำลายแบคทีเรียได้ในขณะทำการขนส่งอาหาร ภาชนะถนอมอาหารจึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในตลาดธุรกิจฟู้ดเดลิเวอรี่ทำให้ผ่านเกณฑ์ด้านความปลอดภัยทางด้านอาหารช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้บริโภคมากขึ้น

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ (Ekburanawat, 2019) ได้ศึกษากระทะเทอร์โมอิเล็กทริกสำหรับการใช้งานความร้อนและความเย็น ใช้เทอร์โมอิเล็กทริก รุ่น TEC1-12710 จำนวน 6 โมดูล การทำงานในโหมดร้อนได้อุณหภูมิสูงสุดที่ 107 °C โดยใช้เวลาประมาณ 50 นาที ในโหมดอุ่นได้อุณหภูมิสูงสุดที่ 79 °C ใช้เวลาประมาณ 50 นาที และในโหมดเย็นได้อุณหภูมิต่ำสุด 14 °C ใช้เวลาประมาณ 30 นาที โดยการทำงานในโหมดร้อนสามารถทำให้ไข่ไก่สุกใช้เวลา ประมาณ 7 นาทีและแป้งทอดสุกใช้เวลาประมาณ 10 นาที ในโหมดอุ่นสามารถละลายน่องไก่แช่แข็ง 2 กิโลกรัมใช้เวลาประมาณ 25 นาที ใช้กำลังไฟฟ้า 300 W (Jino, 2014) ได้ศึกษาระบบทำน้ำร้อนและน้ำเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก ร่วมกับโซลาร์เซลล์ โดยระบบใช้กำลังไฟฟ้าขนาด 210 W ใช้เทอร์โมอิเล็กทริก รุ่น TEC1-12710 จำนวน 4 โมดูล ใช้พลังงานในการทำน้ำร้อนอุณหภูมิเฉลี่ย 0.41 และมีอัตราการทำน้ำให้เย็นที่ 0.25 องศาเซลเซียสต่อนาที และมีอัตราการทำน้ำให้ร้อนอยู่ที่ 0.35 องศาเซลเซียสต่อนาที สามารถทำน้ำเย็นมีอุณหภูมิต่ำสุดที่ 15.4 °C และทำน้ำร้อนมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 66.9 °C (Cheng, 2017) ได้พัฒนาระบบทำความร้อนแบบเทอร์โมอิเล็กทริก แบบใช้พลังงานทดแทนซึ่งสามารถใช้แทนระบบทำความร้อนในปัจจุบันเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าเทอร์โมอิเล็กทริก อาจเป็นทางเลือกสำหรับการทำความร้อนให้กับพื้นที่ภายในบ้านพักอาศัย ผลการทดลองการประยุกต์ใช้งานโมดูลความร้อนในห้องปฏิบัติการ สามารถสร้างอุณหภูมิได้ 19-21 °C ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำประมาณ 1-5 °C

ผลการทดลองของภาชนะถนอมอาหารในบทความนี้ใช้ด้านความร้อนด้านเดียวเทอร์โมอิเล็กทริกสามารถผลิตได้ทั้งด้านความร้อนและด้านความเย็น ดังนั้นทางผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการพัฒนาภาชนะถนอมอาหารให้สามารถถนอมอาหารได้ทั้งความร้อนและความเย็น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่สนับสนุนการค้นหาค้นหาข้อมูลและอุปกรณ์สำหรับการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- กันยา หว่านณรงค์. (2555). แคมป์ที่เรียในอาหาร. **ว.เพื่อการวิจัยและพัฒนา องค์การเกษตรกรรม**, 19(2), 12-15.
- หัตพงษ์ แผ่เกียรติวงศ์, ยศธร ทองคา และวชิรพล แสนโซ้ง. (2554). **เครื่องอุ่นอาหารด้วยแสง**. โครงการงานคณะกรรมการศาสตร์ ศรีราชา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา, ชลบุรี.
- Adams, M.R., & Moss, M. O. (2008). **Food microbiology** (3rd edition). Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

- Amir, Y.F., & Aliakbar, A. (2014). Analysis of a symbiotic thermoelectric system for power generator and liquid preheating. **Applied Thermal Engineering**, 71, 501-507.
- Baskentli, S., Block, L., & Morrin, M. (2020). The serving temperature effect: Food temperature, expected satiety, and complementary food purchases, **Appetite**, 160, 1-12.
- Bimrew, T.A., Xiaobing, L., & Jiawei, Y. (2013). Effects of temperature non-uniform it over the heat spreader on the outputs of thermoelectric power generation system. **Energy Conversion and Management**, 76, 533-540.
- Casano, G., & Piva, S. (2011). Experimental investigation of performance of thermoelectric generator. **Experimental Thermal and Fluid Science**, 35, 660-669.
- Ekburanawat, J. (2019). A Thermoelectric Pan for Heating and Chilling Application. Master of Engineering. Electrical Engineering. **RMUTI Journal Science and Technology**, 12(3), 96-109.
- Jino, P., Pinthong, T., & Maimun, K. (2014). The study of heat to water and cold to water from thermoelectric with solar cell. **Burapha Science Journal**, 6, 231-243.
- Nahmias, S. (1982). Perishable inventory theory: a review. **Operations Ressearch**, 30(4), 680–708
- NSW Food Authority, (2009). **Microbiological quality guide for ready-to-eat foods: A guide to interpreting microbiological results.**
- Onyeneho, S.N., & Hedberg, C. W. (2013). An assessment of food safety needs of restaurants in owerri, imo state, Nigeria. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 10, 3296–3309.
- Rong, A., Akkerman, R., & Grunow, M. (2011). An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain. **International Journal of Production Economics**, 131(1), 421–9.
- Sinthalai, S. (1977). **Food Theory**. Bangkok: Bamrungnukulkit Printing House.
- Sitawan, T. (2015). **Thermoelectric Technology**. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Sofrata, H. (1996). Heat rejection alternative for thermoelectric refrigerators. **Energy Convers**, 37, 269-280.
- Trickett, J. (2001). **The prevention of food poisoning** (4th Edition), Nelsonthornes: Cheltenham.



Wang, C., Calderona, C., & Wang, Y. (2017). An experimental study of a thermoelectric heat exchange module for domestic space heating, **Energy and Buildings**, 1-21.