การประยุกต์ใช้ระบบเหนี่ยวนำความร้อนสำหรับเตาทองม้วน

Application of Induction Heating for Thai Crispy Roll

เฉลียว เกตุแก้ว[1*] วีรภัทร บูรณสมภพ[1] ศราวุฒิ บำรุงเวช[1] และ สายชล ชุดเจือจีน[2]

Chaliew Ketkaew[1*], Weraphat Buranasompob[1], Sarawut Bumrungwet[1] and Saichol Chudjuejuen[2]

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและจัดสร้างเตาทองม้วนด้วยระบบเหนี่ยวนำความร้อน เพื่อศึกษาและพัฒนาเตาทองม้วนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นจากเดิม โดยทำการทดสอบและเปรียบเทียบผลในการทำขนมทองม้วนทั้งทางด้านความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ผลที่ได้พบว่าเตาทองม้วนระบบเหนี่ยวนำความร้อนที่ได้รับการพัฒนานี้ สามารถให้ความร้อนได้สม่ำเสมอ ให้ขนมทองม้วนที่ได้มีความสุกกรอบ สามารถประหยัดพลังงานมากยิ่งขึ้นกว่าเดิมถึง 65.47 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : ทองม้วน เตาอบ การเหนี่ยวนำความร้อน การประกอบอาหารด้วยระบบเหนี่ยวนำความร้อน

Abstract

This paper presents the design and construction of Thai crispy roll (Thong Muan)baking oven by induction cooking system. This work aims to study and develop of Thai crispy roll baking oven for more efficiency by testing and comparing the results of both thermal and electrical performance. It was found that the Thong Muan baking oven has higher efficiency than the original. The electrical energy can be decreased to 65.47 percent.

Keywords : Thai Crispy Roll, Baking Oven, Induction Heating, Induction Cooking

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี

[1] Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Suphanburi Center

[2] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

[2] Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology KrungThep

* Corresponding author. E-mail: chaliew.k@rmutsb.ac.th

บทนำ

เริ่มแรกของการจัดสร้างเตาทองม้วนระบบเหนี่ยวนำความร้อนขึ้น เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานกับเตาแบบขดลวดความร้อน แต่เนื่องจากเตาทองม้วนแบบเหนี่ยวนำความร้อนที่จัดสร้างขึ้นในครั้งแรกยังทำขนมทองม้วนได้ไม่ดีพอ เนื่องจากขนมทองม้วนที่ได้มีลักษณะ สุกไม่ทั่วทั้งแผ่นบางแผ่นไหม้เกรียม เนื่องจากอุณหภูมิหน้าเตาไม่สม่ำเสมอ ปกติเตาทองม้วนต้องการอุณหภูมิในการทำขนมที่ 100 – 120 องศา อาจเป็นเพราะ โครงสร้างเตาหรือระบบควบคุมความร้อนของวงจรเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า จึงจำเป็นต้องศึกษาวงจรเหนี่ยวนำความร้อน วงจรควบคุมเพื่อให้เหมาะสมกับโครงสร้างของเตาทองม้วน และเห็นสมควรว่าควรนำเตาทองม้วนระบบขดลวดเหนี่ยวนำมาพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากเตาชนิดนี้มีข้อดีหลายด้าน เช่น ประหยัดพลังงาน เกิดความร้อนขึ้นที่ชิ้นงานอย่างรวดเร็ว สม่ำเสมอ สามารถกำหนดอุณหภูมิได้

จากการศึกษาข้อมูลและหลักการเบื้องต้นของเตาทองม้วนระบบเหนี่ยวนำความร้อนทำให้พบกับปัญหาที่กล่าวไว้ข้างต้น คณะผู้จัดทำจึงได้มีการศึกษา พัฒนาวงจรเหนี่ยวนำความร้อน วงจรควบคุมออกแบบโครงสร้างเตาทองม้วนแบบใหม่ให้เหมาะสมกัน เพื่อให้ประหยัดพลังงานมากขึ้น มีการควบคุมและกระจายความร้อนให้สม่ำเสมอ

วิธีการศึกษา

การเหนี่ยวนำความร้อน

วงจรระบบความร้อนเหนี่ยวนำ(Induction Cooking) (Renesas Technology, 2008; Gary et al, 2011) ปัจจุบันนิยมใช้เป็นอย่างมาก เนื่องจากทำความร้อนได้อย่างรวดเร็ว มีหลักการใช้กระแสไฟฟ้าสร้างสัญญาณเหนี่ยวนำความถี่สูง จากวงจรเรโซแนนซ์ (Resonance Circuit) จากหัวเตา เหนี่ยวนำให้วัสดุประเภทเหล็ก (Ferrous Material) เกิดการสั่นตัวของโมเลกุลและคายพลังงานความร้อนออกมา หรือมองในรูปของกระแสไหลวน (Eddy Current) (ไชยนรินทร์, 2555)

ศึกษาปัญหาจากเตารูปแบบเก่า

เตาเหนี่ยวนำที่สร้างขึ้นครั้งแรก (ปิยะธิดา และคณะ, 2556) มีความร้อนไม่สม่ำเสมอ ดัง (Figure 1) จะสังเกตเห็นได้ว่าขนมทองม้วนที่ได้จากเตาเหนี่ยวนะมีลักษณะสีผิวไม่สม่ำเสมอกันในแต่ละชิ้น บางชิ้นมีสีเข้มคือค่อนข้างเกรียมมาก บางชิ้นมีสีขาวซีดคือเนื้อแป้งไม่สุกทั่ว

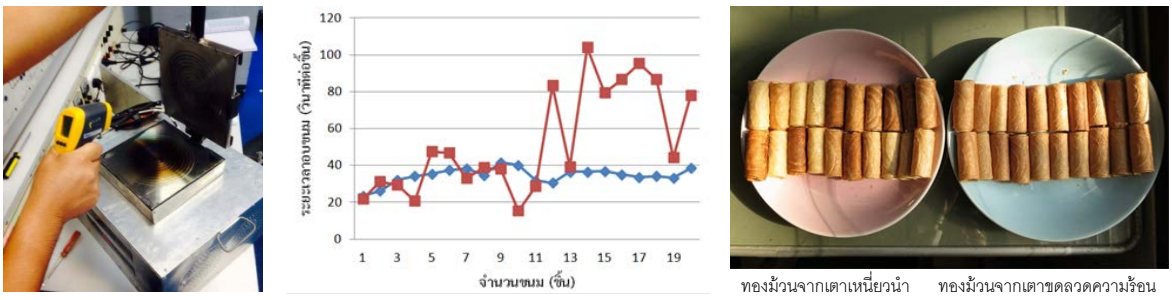

Figure 1 ความร้อนที่ไม่สม่ำเสมอของเตาเหนี่ยวนำที่จัดสร้างในครั้งแรก

ออกแบบโครงสร้างเตาและวงจรเหนี่ยวนำ

ทำการออกแบบโครงสร้างเตาให้มีขนาดที่กะทัดรัดกว่าเดิม และออกแบบวงจรเรโซแนนซ์และวงจรควบคุมการปรับความถี่ และทำการทดสอบปรับความถี่เพื่อควบคุมความร้อนให้ได้อยู่ในช่วง 100 ถึง 120 องศา ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการทำขนมทองม้วนดัง (Figure 2)

Figure 2 การออกแบบโครงสร้างเตาและวงจรเหนี่ยวนำความร้อน

ผลการศึกษา

ใน (Figure 3) แสดงความถี่ของรูปคลื่นสัญญาณแรงดันและกระแส หลังจากการทดลองปรับความถี่หลายความถี่แล้ววัดค่าอุณหภูมิหลายครั้งจนกระทั่งพบว่าความถี่ประมาณ 38 กิโลเฮิรตซ์ของเตาชุดนี้ จะได้อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการทำขนมทองม้วน

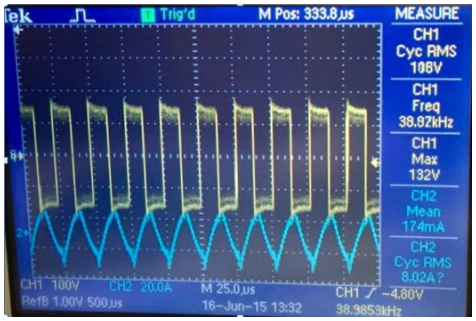

Figure 3 การปรับความถี่สำหรับเตาเหนี่ยวนำ

จากการทดสอบเพื่อดูระยะเวลาในการทำทองม้วนแต่ละชิ้น สังเกตว่าเตาเหนี่ยวนำชุดเดิมเมื่อทำทองม้วนไปได้สักระยะหนึ่งเกิน 10 ชิ้นขึ้นไป ดัง (Figure 4) จะใช้ระยะเวลาในการทำทองม้วนแต่ละชิ้นมากบ้างน้อยบ้าง ไม่มีความสม่ำเสมอ เนื่องจากมีการตัดการทำงานของวงจร แต่เตาชุดใหม่ที่สร้างขึ้นสามารถทำทองม้วนแต่ละชิ้นด้วยระยะเวลาที่สม่ำเสมอคือไม่เกิน 40 วินาทีต่อชิ้น

Figure 4 ระยะเวลาในการทำทองม้วนแต่ละชิ้น

Figure 5 ค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า

Table 1 ผลการเปรียบเทียบการใช้พลังงาน

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	
	เครื่องปัจจุบัน	เครื่องเดิม
วัดกระแสขณะไม่มีโหลด (A)	4.69	8.93
วัดกระแสขณะมีโหลด (A)	4.42	8.60
แรงดันตกคร่อมของเตาทองม้วน(V)	217	217
กำลังไฟฟ้าของเตาทองม้วน(W)	673.30	1950

ใน (Figure 5) แสดงค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าได้แก่กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าขณะใช้งาน (Operating Voltage)และกำลังไฟฟ้า โดยใน (Table 1) แสดงการเปรียบเทียบค่าการกินกระแสของโหลดคือเตาทองม้วนชนิดเหนี่ยวนำความร้อนทั้งเครื่องเดิมและเครื่องที่จัดสร้างขึ้นใหม่ และการกินกำลังไฟฟ้าของเครื่องทั้งสอง

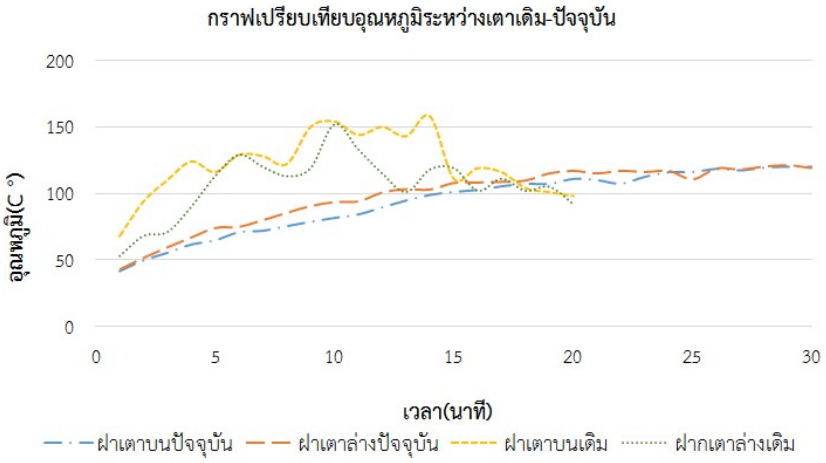

Figure 6 เปรียบเทียบอุณหภูมิของหน้าเตา

Figure 7 ขนมทองม้วนที่ได้จากเตาเหนี่ยวนำที่จัดสร้างขึ้น

ใน (Figure 6) เป็นกราฟที่เปรียบเทียบให้เห็นว่าเตาที่จัดทำขึ้นใหม่ สามารถควบคุมความร้อนที่เหมาะสมกับการทำขนมได้อย่างสม่ำเสมอ และใน (Figure 7) ขนมที่ได้จากเตาทองม้วนแบบเหนี่ยวนำความร้อนเครื่องใหม่นี้ เนื้อแป้งมีความสุกกรอบ สม่ำเสมอ ไม่มีชิ้นที่มีสีเข้มไหม้เกรียม เหมาะสมต่อการทำขนมเป็นอย่างมาก

สรุป

จากการทดลองและเก็บผล ทำให้ทราบว่าโครงงานเตาทองม้วนระบบอินดักชั่นที่ได้รับการพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพดีขึ้น ทั้งทางด้านเวลาในการทำขนม และการใช้พลังงานไฟฟ้ายังน้อยลงอีกด้วย ดัง (Table 1) โดยจะเห็นได้ว่าเตาทองม้วนระบบอินดักชั่นปัจจุบันที่พัฒนาขึ้น ใช้กระแสเพียง 4.696 แอมป์ และใช้กำลังไฟฟ้า 673.3 วัตต์ ส่วนโครงงานเตาทองม้วนระบบอินดักชั่นเดิมที่ได้บันทึกไว้นั้น ใช้กระแส 8.93 แอมป์ และใช้กำลังไฟฟ้า 1950 วัตต์ จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจนทำให้ประหยัดพลังงานมากขึ้น และยังพบว่าระยะเวลาในการทำขนมของตัวโครงงานเตาทองม้วนระบบอินดักชั่นใหม่นี้ สามารถทำขนมได้ 20 ชิ้น ได้ในเวลาประมาน 10 นาทีโดยไม่รวมเวลาอุ่นเครื่อง และเมื่อรวมเวลาอุ่นเครื่อง แล้วเท่ากับว่า สามารถทำขนม 20 ชิ้น โดยใช้เวลาประมานแค่ 20 นาที และขนมทองม้วนที่ทำยังสุกกรอบทั่วทั้งแผ่น สีผิวค่อนข้างสม่ำเสมอ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพและสมาชิกกลุ่มหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์แก้วเจ้าจอม อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

เอกสารอ้างอิง

ไชยนรินทร์ อัครวโรดม. 2555. เตาหุงต้มไฟฟ้าสำหรับครัวเรือนยุคใหม่ จากหลักการความร้อนเหนี่ยวนำ สู่นวัตกรรมเพื่อการประหยัดพลังงาน. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 หน้า 127-138

ปิยธิดาจารมัย, นฤมลแจ่มศรี และวัชรพงษ์วงษ์เวียง. 2556.การออกแบบและจัดสร้างเตาผลิตทองม้วนสำหรับโอทอป. โครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิศุนย์สุพรรณบุรี

C. K. Alexander and M. N. O. Sadiku. 2004. Fundamental of Electric Circuit Analysis. second edition. McGraw-Hill.

Gary Nola, Claudia Fajardo and Devid Meade. 2011. Energy Saving Improvements for Industrial Ovens.Western Michigan University.

Renesas Technology Europe. 2008. Induction Cooking Basic.