



การออกแบบเครื่องย่างปลาขนาดเล็กแบบกึ่งอัตโนมัติ

The Design Grilled Fish Machine a small size Semi - Automatic

จutasinee พรพุทธรศรี^{1*}, บุญธง วสุรีย์¹, อานนท์ อิศรมงคลรักษ์¹, จารุวรรณ บัวทิน¹

Jutasinee PORNPUTHASRI^{1*}, Boontong WASURI¹, Arnon ISARAMONGKOLRAK¹, Charuwan BUATHIN¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม, 73000

¹ Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Muang, Nakhon Pathom 73000

*Corresponding author: Tel: +66-9-0979-9478, E-mail: jutasinee@webmail.npru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบเครื่องย่างปลาขนาดเล็กแบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องย่างปลาขนาดเล็กแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้หลอดฮาโลเจนเป็นแหล่งพลังงานความร้อน ประกอบด้วยหลอดฮาโลเจน แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ความถี่ไฟฟ้า 50 เฮิร์ต กำลังไฟ 1,300 วัตต์ ให้ความร้อนสูงสุด 250 °C โดยทำการศึกษาอุณหภูมิความร้อนในเตาย่างโดยใช้หลอดฮาโลเจนพบว่า การย่างปลาน้ำหนัก 800 g ด้วยอุณหภูมิ 116.6 °C ใช้เวลา 20 นาที ลักษณะเนื้อปลาสุก และแห้งพอเหมาะ

คำสำคัญ: เครื่องย่างปลา, หลอดฮาโลเจน, ปลาอย่าง

Abstract

The purpose of this research was to study and design grilled fish machine a small size semi-automatic and determine performance by using a Halogen bulb heater which is composed of Halogen lamps Voltage at 220 - 240 V, 50 Hz, 1300 Watt, and the maximum temperature 250 °C. The study was found grilled fish mass 80 g with temperature 166.6 °C after got continuous heat for 20 min found well-done meat

Keywords: Grilled Fish Machine, Halogen Lamp, Grilled Fish

1 บทนำ

อาหารปิ้งย่างเป็นอาหารที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น หมูย่าง ไก่ย่าง ปลาอย่างและอาหารทะเลย่าง เป็นต้น แต่ภายใต้ความอร่อยกลับแฝงไปด้วยอันตราย อันเกิดจากกระบวนการปิ้งย่างอาหารที่ให้ความร้อนผ่านเข้าสู่กล้ามเนื้อของเนื้อสัตว์ที่ทำให้อาหารสุกและมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน แต่ในกระบวนการปิ้งย่างจะเกิดควันไฟซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ จึงทำให้เกิดสารพิษประเภท Polycyclic Aromatic Hydrocarbon : PAH ที่เป็นสารก่อมะเร็งแก่ผู้บริโภคได้ เพราะเมื่อความร้อนจากการปิ้งย่างสัมผัสกับเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะไขมันจะทำให้ไขมันละลายหยดลงไปที่ถ่านก่อนจะก่อให้เกิดควันไฟที่อันตรายจึงจำเป็นต้องหาวิธีการหรืออุปกรณ์เพื่อช่วยลดควันไฟจากการปิ้งย่างอาหาร

จากการสำรวจตามท้องตลาดพบว่ามีเตาปิ้งย่างขนาดเล็กหลายชนิด อาทิ เตापิ้งย่างแบบใช้ถ่าน เตापิ้งย่างแบบใช้แก๊ส เตापิ้งย่างแบบใช้ไฟฟ้าหรือน้ำมันเชื้อเพลิง แสดงดังใน

Figure 1 ซึ่งเตาย่างเหล่านี้ยังมีข้อบกพร่องในเรื่องของควันไฟที่เกิดจากกระบวนการปิ้งย่าง จึงต้องมีการพัฒนาเตापิ้งย่างดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพในการกำจัดควันไฟและยกระดับคุณภาพของอาหารปิ้งย่างให้มีสุขภาพดีที่สะอาดปลอดภัยต่อผู้บริโภค



Figure 1 Traditional fish grill

ปัจจุบันมีการใช้พลังงานความร้อนจากหลอดไฟประเภทแก้วเข้ามาช่วยในกระบวนการปิ้งย่างหรืออบแห้งอาหาร โดยเฉพาะหลอดฮาโลเจนซึ่งเป็นนวัตกรรมด้านพลังงานไฟที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างดีซึ่งสามารถช่วยลดควันไฟที่เกิดจากกระบวนการปิ้งย่าง นอกจากนั้นยังลดความเสี่ยงต่อการเกิดสารก่อมะเร็งที่เป็นอันตรายต่อร่างกายและลดพลังงานการปิ้งย่างได้

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่กล่าวจึงได้คิดที่จะพัฒนาเครื่องอย่างปลาขนาดเล็กแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับโดยใช้พลังงานความร้อนจากหลอดฮาโลเจนมาช่วยในกระบวนการปรุงย่างเพื่อลดควันไฟ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ย่างอาหารได้หลากหลายประเภท

1.1 หลอดฮาโลเจน

หลอดฮาโลเจนเป็นหลอดที่อาศัยการกำเนิดแสงจากความร้อนโดยการให้กระแสไหลผ่านไส้หลอดที่ทำด้วยทังสเตนจนร้อนแล้วเปล่งแสงออกมา มีสีของลำแสงขาว ปกติหลอดจะมีลักษณะยาวตรงแต่ก็มีรูปทรงอย่างอื่นเพื่อให้เหมาะกับลักษณะงานที่ต่างกัน เช่น หลอดที่ใช้ในเครื่องฉายภาพข้างศีรษะหรือเครื่องฉายสไลด์ หลักการทำงาน เมื่อมีกระแสไหลผ่านไส้หลอด ทังสเตนจะทำงานที่อุณหภูมิสูงประมาณ 2,726.8 °C ภายในหลอดแก้วควอทซ์ ที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 196.85 °C ปัจจุบันมีการใช้หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำกันมากขึ้นเนื่องจากมีการเคลือบสารพิเศษเรียกว่า Dichroic Film ที่งานสะท้อนแสงทำให้ความร้อนส่วนใหญ่ประมาณ 60 % กระจายออกไปทางด้านหลังของหลอดลำแสงที่ได้รับจึงแรงกว่าเดิม เมื่อนำไปส่องวัตถุใด จึงไม่ทำให้วัตถุใดเสียหายมากนัก

ด้วยเทคโนโลยีจากหลอดไฟฮาโลเจนที่สามารถให้ความร้อนได้สูงสุด 250 °C มีความสามารถทำให้อาหารสุกได้ จึงมีการพัฒนาและออกแบบเครื่องครัวขึ้นมารองรับในส่วนนี้โดยมีคุณสมบัติของการทำความร้อนของหลอดฮาโลเจน มาใช้งานกับเครื่องครัวเนื่องจากจะได้ประหยัดเวลาด้วยความร้อนที่เร็วและพลังสูง แสดงดัง Figure 2

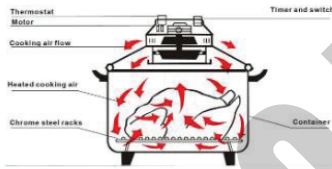


Figure 2 The flow of hot air from a halogen lamp

1.2 ทฤษฎีการย่าง

การย่าง คือ การทำให้สุกด้วยการวางไว้เหนือไฟ เพื่อให้สุกระอุทั่วกัน หรือให้แห้งมักใช้แก๊สของสตู โดยปกติใช้เวลาานกว่าปิ้ง ใช้ไฟกลางๆ ไม่แรงมาก เพื่อให้ให้อาหารสุก นิยมนำมาเสียบไม้หรือวางเรียงบนตะแกรง ใช้ระยะเวลาทำน้อย อาหารสุกเนื้อข้างนอกจะแห้งหรือเกรียม ส่วนข้างในสุกและนุ่ม ส่วนระยะเวลาที่จะทำให้ให้อาหารสุกก็ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ โดยอุณหภูมิเฉลี่ยของอาหารที่ย่างเสร็จแล้วอยู่ที่ 80 °C เช่นการย่างปลาจะใช้ อุณหภูมิที่ 180 – 220 °C ประมาณ 30-40 นาที (ขึ้นอยู่กับขนาดตัวปลา) ปลาจึงสุกพอดี

1.3 การถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อน สามารถจำแนก ได้ออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

1.3.1 การนำความร้อน (heat conduction)

เป็นปรากฏการณ์ที่พลังงานความร้อนถ่ายเทภายในวัตถุหนึ่งๆ หรือระหว่างวัตถุสองชิ้นที่สัมผัสกัน โดยมีทิศทางของการเคลื่อนที่ของพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยที่ตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่ การนำความร้อน เป็นหนึ่งในกระบวนการถ่ายเทความร้อน ในโลหะ การนำความร้อนเป็นลักษณะการถ่ายเทความร้อนผ่าน โดยตรงจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งโดยการสัมผัสกัน เช่น การเอามือไปจับกาน้ำร้อน จะทำให้ความร้อนจากกาน้ำถ่ายเทไปยังมือ จึงทำให้รู้สึกร้อน เป็นต้น วัสดุใดจะนำความร้อนดีหรือไม่ดี ขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

1.3.2 การพาความร้อน (heat convection)

เป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นได้ในสสารสองสถานะคือของเหลวและก๊าซเนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยจะมีทิศทางลอยขึ้นเนื่องจากเมื่อสสารได้รับความร้อนจะมีการขยายตัว ทำให้ความหนาแน่นต่ำลง และสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าก็จะลงมาแทนที่

1.4 กฎของโอห์ม, กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า

จากกฎของโอห์มอธิบายได้ว่ากระแสไฟฟ้าในวงจรจะมีค่าเพิ่มขึ้นถ้าแรงดันที่แหล่งจ่าย มีค่าเพิ่มขึ้น และในทางกลับกันถ้าแหล่งจ่ายไฟฟ้ามี่ค่าคงที่ กระแสไฟฟ้าจะมีค่าลดลง เมื่อค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น สรุปค่าความสัมพันธ์ได้ว่า “กระแสไฟฟ้านั้นวงจรไฟฟ้านั้น จะแปรผกผันตรงกับ แรงดันของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแต่จะแปรผกผันกับค่า ความต้านทานในวงจรไฟฟ้า” ดังสมการที่ (1)

$$I = \frac{E}{R} \quad (1)$$

I = กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมป์แอมป์ (A)

E = แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

R = ความต้านทาน มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

กำลังไฟฟ้า คำนวณได้จากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับค่าของกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะเปลี่ยนไปตามความสัมพันธ์จากกฎของโอห์ม ดังสมการที่ (2)

$$P = EI \quad (2)$$

P = กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) คือพลังงานที่ใช้ไปมีความสัมพันธ์กับเวลา ดังสมการที่ (3)

$$W = Pt \quad (3)$$

W = พลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็นจูล (J)

t = เวลา มีหน่วยเป็นวินาที (s)

1.5 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ธีรพงศ์ บริรักษ์ (2560) ทำการพัฒนาระบบการผลิตหมูปังเพื่อลดคว้นและกลิ่นรบกวนจากการผลิตหมูปัง โดยทำการออกแบบและสร้างเครื่องปังหมูปังอัตโนมัติ ทำจากสแตนเลส 304 ขนาดกว้าง 70 cm ยาว 60 cm และสูง 110 cm ระบบให้ความร้อนในการปังใช้อินฟราเรดฮีตเตอร์จำนวน 4 แห่ง กำลังไฟฟ้ารวม 2,150 W ขับเคลื่อนชุดโซ่ลำเลียงด้วยมอเตอร์ขนาด 8 W 12V DC ใช้โซ่ลำเลียงพร้อมติดตั้งชุดหนีบไม้ทำจากสแตนเลสในการลำเลียงหมูปังกำหนดให้กระบวนการผลิตหมูปังสุกภายใต้เงื่อนไขการหมุนของมอเตอร์ลำเลียงหมุนครบ 1 รอบ โดยทำการควบคุมมอเตอร์ต้นกำลังที่ความเร็วรอบ 3 ระดับ ได้แก่ 0.16, 0.2, 0.24 รอบ/นาทีที่ควบคุมอุณหภูมิของอินฟราเรดฮีตเตอร์ระหว่าง 210 – 220 °C จากการทดสอบความเร็วรอบที่เหมาะสมของชุดลำเลียงอยู่ที่ 0.2 รอบต่อนาที สามารถผลิตหมูปังได้สูงสุดเฉลี่ย 450 ไม้ต่อชั่วโมงค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเท่ากับ 32%

อุดมศักดิ์ กิจทวี และนฤมล บุญกระจ่าง (2558) ทำการออกแบบเครื่องย่างหมูหัน ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยใช้มอเตอร์ขนาด ½ hp สายพานพร้อมพูลเล่เพื่อปรับรอบจนเหลือ 30 รอบต่อนาที เครื่องประกอบด้วย กระจับอย่างครึ่งทรงกระบอกภายในมีตระแกรงย่าง(160 × 50 × 50 cm³) และท่อสแตนเลสขนาด 1 ½ in เพื่อเป็นแกนหมุนหมูหันตลอดเวลา

ธีรศาสตร์ คณาศรี (2558) ทำการพัฒนาเตาอบย่างไก่ด้วยความร้อนจากพลังงานไฟฟ้า โดยใช้เทคนิคการสะสมความร้อนให้กระจายในห้องอบย่างไก่ การออกแบบและสร้างเตาอบทำจากสแตนเลสมีลักษณะเป็นถังทรงกลมมีขนาดความจุ 200 ลิตร ขนาดความกว้าง × สูง เท่ากับ 56 × 90 cm เจาะรูกลมด้านล่างเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร สำหรับให้น้ำไหลออกภายในห้องมีราวเป็นชั้นแขวนไก่จากผนัง 10 cm จำนวน 3 ชั้น เว้นระยะห่างแต่ละชั้นๆ ละ 20 cm การเตรียมการทดลองก่อนอบ ช้าแหละแบ่งอกทั้งตัวเกี่ยวตะขอแขวนไก่ในห้องอบย่างทดสอบอย่างอุณหภูมิที่ 110, 120 และ 130 °C ผลการทดลองอบย่างไก่ด้วยความร้อนจากไฟฟ้า พบว่า เตาอบย่างไก่มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนร้อยละ 65 การอบย่างไก่จะสุกและมีสีน้ำตาลน่ารับประทานที่อุณหภูมิ 120 และ 130 °C ใช้ระยะเวลา 50-60 นาที ตามลำดับ ความพึงพอใจของผู้บริโภคไก่ย่างที่มีต่อเตาอบย่างจากพลังงานไฟฟ้าระดับมากต่อความสะดวกในการใช้งานมีค่าเฉลี่ย 4.31

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ลงพื้นที่สำรวจการย่างปลาตามท้องตลาด

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาด้านการย่างปลาตามร้านขายปลาอย่าง ในอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม และเก็บข้อมูลชนิดของเตาที่ย่าง อุณหภูมิที่ใช้ย่าง อุณหภูมิความร้อนที่ผิวของปลา และระยะเวลาที่ใช้ย่างโดยผู้วิจัยสุ่มเก็บข้อมูล จำนวน 3 ร้าน

2.2 การศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้หลอดฮาโลเจน

ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้หลอดฮาโลเจนในการย่างปลา โดยการนำปลานิลสด น้ำหนัก 800 g มาย่างในเตาหลอดฮาโลเจน ตั้งอุณหภูมิความร้อน ที่ 250 °C จากนั้นเก็บข้อมูลด้านอุณหภูมิที่ใช้ย่าง อุณหภูมิความร้อนที่ผิวของปลา และระยะเวลาที่ใช้ย่าง เวลาทุกๆ 10 นาที

2.3 การออกแบบเครื่องย่างปลาแบบกึ่งอัตโนมัติ

ทำการออกแบบเครื่องย่างปลาแบบกึ่งอัตโนมัติ ขนาด 50x100x50 cm โดยใช้หลอดฮาโลเจนเป็นตัวทำความร้อน ด้านในมีตะแกรงสำหรับวาง และพัดลมเพื่อช่วยให้ความร้อนในเครื่องไหลเวียน แสดงดัง Figure 3

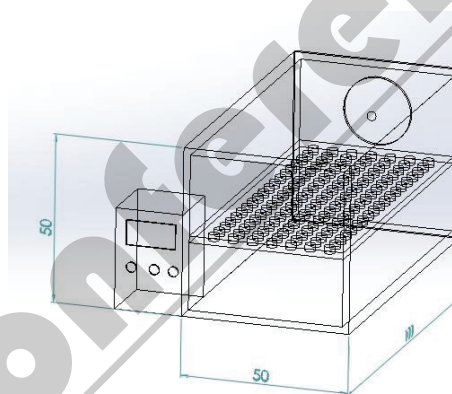


Figure 3 Prototype Grilled Fish Machine

2.4 การทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า

ทดสอบโดยการใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบดิจิทัลไปตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (W) และค่าแรงดันไฟฟ้า (V) และบันทึกผล

2.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาอย่าง

ทำการทดสอบชิมด้วยผู้ทดสอบชิม จำนวน 20 คนนำปลาอย่างที่ได้จากการย่างด้วยเครื่องย่างปลาที่พัฒนาขึ้น มาทดสอบประสาทสัมผัสเทียบกับ ปลาอย่างที่ใช้เครื่องย่างแบบถาดตามท้องตลาดโดยทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัส แบบ Hedonic Scaling Test โดยการชิมและการให้คะแนนของระดับการย่างทั้ง 9 ระดับ (ปราณี อ่านเป็รื่อง, 2551)

3. ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการสำรวจกระบวนการย่างปลาตามท้องตลาด

Table 1 Results of the survey for traditional grilled fish

ชื่อร้าน	ชนิดของเตา	อุณหภูมิที่ใช้ย่าง (°C)	อุณหภูมิที่ผิวปลา (°C)	เวลา (min)
เมี่ยงปลาเผา	เตาถ่าน	550	62	30
เอนกปลาเผา	เตาถ่าน	494	60	30
ปาร์ตี้ปลาเผา	เตาถ่าน	450	58	30

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 20 วันที่ 14-15 มีนาคม 2562

ผลการสำรวจกระบวนการย่างปลาตามท้องตลาด จำนวน 3 ร้าน พบว่า การย่างปลาตามท้องตลาดจะใช้เตาถ่านในการย่างปลา อุณหภูมิที่ใช้ย่าง เฉลี่ยอยู่ที่ 498 °C ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิความร้อนที่ผิวของปลา เฉลี่ยอยู่ที่ 60 °C และระยะเวลาที่ใช้ย่างเฉลี่ยอยู่ที่ 30 นาที

3.2 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้หลอดฮาโลเจน

Table 1 The study of the use of halogen lamps

จำนวนครั้ง	อุณหภูมิในเตาย่าง (°C)	อุณหภูมิที่ผิวปลา (°C)	เวลา (min)
1	122	69	20
2	118	57	20
3	110	55	20

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้หลอดฮาโลเจนในการย่างปลา พบว่า ในการย่างปลา อุณหภูมิในเตาย่างเฉลี่ยอยู่ที่ 116.66 °C อุณหภูมิความร้อนที่ผิวของปลา เฉลี่ยอยู่ที่ 60.33 °C และระยะเวลาที่ใช้ย่าง เฉลี่ยอยู่ที่ 20 min

3.3 ผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบวัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ 229.8 V และค่ากระแสไฟฟ้าได้ 5.6 A ทำการคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า ตามสมการ (3) จะได้ค่าพลังงานที่ใช้ 0.64 kWh

3.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาย่าง

Table 3 The results of the sensory test for the grilled fish

การย่าง	สี	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส			ความชอบโดยรวม
		เนื้อสัมผัส	กลิ่น	รสชาติ	
ย่างด้วยเครื่องกึ่งอัตโนมัติ	8.75	8.75	8.30	8.70	8.75
ย่างด้วยเตาถ่าน	7.80	8.40	7.20	8.10	8.45

4. สรุป

จากการออกแบบและสร้างเครื่องย่างปลาแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้หลอดฮาโลเจนเป็นแหล่งพลังงานความร้อน ใช้เวลาเพียง 20 นาที เนื้อปลาสุก และแห้งพอเหมาะ ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.64 kWh โดยมีการให้คะแนนทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคอยู่ที่ 8.75 คะแนน

5. เอกสารอ้างอิง

Borirak, J. 2017. The Design and construction Semi-Automatic Roasting Machine by Using infrared Heater. Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering University of Eastern Asia. (in Thai)

Kitthawee, U., Bunkrachang N. 2015. Designation of Preliminary Movable Local Roasted Swine Machine. Journal of Rajamangala University of Technology Tawan-ok. (in Thai)

Kanasri, T. 2015. Development of Direct Fired Oven a Roasted Chicken Using Heat Electric. Academic Conference Program 17 National and international "4th Rajabhat Research" (Group 18, Science and Technology). (in Thai)