

การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบโองสำหรับการผลิตไก่อบโอง
โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล และการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบโอง
A Study on Thermal Efficiency of Jar Oven for Producing Roasted Chicken
in Jar Using Heat Transfers from Far-infrared Ray and Sensory Evaluation of
Roasted Chicken

วรรณวิมล พุ่มโพธิ์¹ วิษณุวัฒน์ คงงาม² สุริยา หล้าบัววงศ์³ ภาณุวัฒน์ อวาส⁴ และ ภูมิใจ สอาดโฉม⁵

Wanvimon Pumpho, Visanuvat Khon-ngam, Suriya Labuawong, Panuwat Arwat and Poomjai Sa-adchom

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบโองสำหรับการผลิตไก่อบโอง โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล และประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบโอง โดยใช้รังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์ อบไก่หมักมีมวลเริ่มต้นประมาณ 1,650 กรัม จนไก่อบมีมวลสุดท้ายต่ำกว่า 1,220 กรัม จากผลการทดลองพบว่า การผลิตไก่อบโองที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลสูงมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบโอง มากกว่าการผลิตไก่อบโองที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบโองพบว่า ไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์ มีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวมมากกว่าไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,400 วัตต์ และไก่อบโองด้วยเตาถ่านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า ไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,200 วัตต์ ไม่มีความแตกต่างของคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และความชอบโดยรวมกับไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 และ 1,400 วัตต์ อย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($P > 0.05$)

คำสำคัญ : การประเมินทางประสาทสัมผัส, ไก่อบโอง, ประสิทธิภาพเชิงความร้อน, รังสีอินฟราเรดไกล

¹ อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก, wanvimon.pumpho@gmail.com, 08-3556-4163

² นักศึกษาปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

³ นักศึกษาปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

⁴ นักศึกษาปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

⁵ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

Abstract

The objectives of this research were to study the thermal efficiency of jar oven for production of roasted chicken in jar using heat transfers from far-infrared ray and to evaluate the sensory of roasted chicken in jar. By using far-infrared radiation at 1,000, 1,200 and 1,400 watts roasted chicken that had an initial mass of about 1,650 grams until the final mass of roasted chicken had a lower than 1,220 grams. From the experimental results, it was found that the production of roasted chicken in jar at high far-infrared radiation level had more thermal efficiency of jar oven than that at low far-infrared radiation level with statistically significant ($P \leq 0.05$). The sensory evaluation of roasted chicken was found that roasted chicken with far-infrared radiation at 1,000 watts had more sensory scores of colors, texture (softness) and overall preference than that at 1,400 watts and using charcoal stove with statistically significant ($P \leq 0.05$). Moreover, roasted chicken with far-infrared radiation at 1,200 watts was not significant differences in sensory scores of colors, appearance, flavor and overall preference with that at 1,000 and 1,400 watts ($P > 0.05$).

Keywords : Far-infrared ray, Roasted chicken in jar, Sensory evaluation, Thermal efficiency

1. บทนำ

“ไถ่ย่าง” เป็นอาหารของภาคอีสานและเป็นอาหารยอดนิยมของคนไทยใช้รับประทานได้ตั้งแต่อาหารจานหลัก อาหารว่าง และอาหารเรียกน้ำย่อยซึ่งในแต่ละพื้นที่มีสูตรเฉพาะแตกต่างกันออกไป แต่ส่วนใหญ่มักนิยมทำให้หนังกรอบ เนื้อนุ่ม มีกลิ่นหอมจากเครื่องเทศ และอาจมีการปรุงรสเพิ่มเติม เช่น ไถ่ย่างสมุนไพร ไถ่ย่างนมสด ไถ่ย่างน้ำผึ้ง และไถ่ย่างอบ เป็นต้น ทั้งนี้ไถ่ย่างเป็นอาหารที่คนไทยนิยมรับประทานกันทั่วประเทศ ซึ่งมีจุดเด่นที่แตกต่างกันไปตามภูมิภาค เช่น ภาคเหนือเน้นพริกแกง ภาคกลางเน้นกระเทียมพริกไทย ภาคใต้เน้น ขมิ้น และภาคอีสานเน้นสมุนไพร (ตะไคร้ ใบมะกรูด กระเทียม และใบแมงลัก) เมื่อผ่านการอบไถ่ย่างจนไถ่ย่างสุกแล้วไถ่ย่างจะมีรสชาติที่กลมกล่อมและมีกลิ่นหอม นอกจากนี้เนื้อไถ่ย่างยังเป็นอาหารที่ย่อยง่าย มีไขมันต่ำ โปรตีนสูง เส้นใย กล้ามเนื้อมีความละเอียดและอ่อนนุ่ม ทำให้เคี้ยวกลืนได้ง่ายเหมาะสำหรับเป็นอาหารของคนทุกช่วงวัย ดังนั้นจึงมี คนนิยมรับประทานไถ่ย่างเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไถ่ย่าง ได้แก่ นิพนธ์ ภูวเกียรติกำจร (2556) ได้ติดตั้งท่อความร้อนชนิดเทอร์โม ไซฟอนภายในถังอบไถ่ย่าง เพื่อศึกษาการกระจายอุณหภูมิภายในถังอบไถ่ย่าง และลดปริมาณเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งที่ใช้ ในการผลิตไถ่ย่าง โดยใช้ถังอบไถ่ย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.58 เมตร และมีความสูง 0.85 เมตร ท่อเทอร์โม ไซฟอนที่ติดตั้งทำจากเหล็กไร้สนิมมาตรฐาน AISI 304 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร ผลการทดลอง พบว่า ถังอบไถ่ย่างที่ติดตั้งท่อความร้อนเทอร์โม ไซฟอนมีการกระจายอุณหภูมิภายในถังอบไถ่ย่างที่สม่ำเสมอมากกว่า แต่ใช้เชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งปริมาณน้อยกว่าถังอบไถ่ย่างที่ไม่ติดตั้งท่อความร้อนเทอร์โม ไซฟอน โดยถังอบไถ่ย่างที่ติดตั้ง ท่อความร้อนเทอร์โม ไซฟอนสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ถึงร้อยละ 25 หรือ 6 บาทต่อการอบ 1 ครั้ง เมื่อเทียบกับถังอบไถ่ย่างที่ไม่ติดตั้งท่อความร้อนเทอร์โม ไซฟอน และ อิศาสตร์ คณาศรี (2559) ได้พัฒนาเตาอบย่างไก่ ด้วยความร้อนจากพลังงานไฟฟ้า โดยใช้เทคนิคการสะสมความร้อนให้กระจายในห้องอบย่าง เตาอบย่างไก่ทำ จากสแตนเลสมีลักษณะเป็นถังขนาดความจุ 200 ลิตร มีความกว้าง 56 เซนติเมตร และความสูง 90 เซนติเมตร ด้านล่างเตาอบย่างไถ่ย่างมีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร สำหรับให้น้ำไหลออกภายในเตาอบย่างไถ่ย่างเป็นชั้นสำหรับแขวนไถ่ย่างมีระยะห่างจากผนัง 10 เซนติเมตร จำนวน 3 ชั้นเว้นระยะห่างแต่ละชั้น ๆ ละ 20 เซนติเมตร และอบย่างไถ่ย่างอุณหภูมิ 110 120 และ 130 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่า เตาอบย่างไถ่ย่างมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนร้อยละ 65 โดยที่อุณหภูมิอบย่างไถ่ย่าง 110 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบย่างไถ่ย่างนานเกิน 60 นาที และที่อุณหภูมิอบย่างไถ่ย่าง 120 และ 130 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบย่างไถ่ย่าง 60 และ 50 นาที ตามลำดับ ซึ่งได้ไถ่ย่างสุกและมีสีน้ำตาลน่ารับประทาน และพบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจเตาอบย่างไถ่ย่างด้วยความร้อนจากพลังงานไฟฟ้าในระดับมาก นอกจากนี้ สนทยา สุนทรารักษ์ และสันติ ศรีภูมิ (2562) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพของเตา อบไฟฟ้าไถ่ย่างดิน รวมทั้งศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้ใช้งานเตาอบไฟฟ้าไถ่ย่างดิน ผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการใช้เตาอบไฟฟ้าไถ่ย่างดินจาก

การอบไก่จำนวน 3 ตัว (รอบละ 1 ตัว) หมูหมักจำนวน 1.5 กิโลกรัม (รอบละ 0.5 กิโลกรัม) และพิซซ่าขนาด 9 นิ้ว จำนวน 3 ถาด (รอบละ 1 ถาด) โดยอบผลิตภัณฑ์ชนิดละ 3 รอบ มี ประสิทธิภาพร้อยละ 98 ส่วนความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเตาอบไฟฟ้าไอน์ดินจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน พบว่า มีความพึงพอใจต่อเตาอบไฟฟ้าไอน์ดินอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.16, S.D.=0.85) โดยมีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด คือ เครื่องใช้งานง่าย ($\bar{X}$ =4.35, S.D.=0.85) รองลงมา คือ เครื่องทำอาหารได้ตามวัตถุประสงค์ ($\bar{X}$ =4.30, S.D.=0.83) โครงสร้างแข็งแรงสวยงามและมีความแปลกใหม่ ($\bar{X}$ =4.20, S.D.=0.81) สามารถนำไปประกอบอาชีพได้ ($\bar{X}$ =4.10, S.D.=0.89) และเครื่องมีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\bar{X}$ =3.85, S.D.=0.85) ตามลำดับ

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นพบว่า เตาอบไอน์ได้พัฒนาจากการใช้ความร้อนจากเตาถ่านมาเป็นการใช้ความร้อนจากพลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ให้อาหารสัมผัสกับควันไฟและเปลวไฟโดยตรง เนื่องจากขณะปิ้งย่าง ไขมันหรือน้ำมันจะหยดไปบนเตาไฟทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์และก่อให้เกิดสารกลุ่มโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbon) ลอยขึ้นมาพร้อมเขม่าควันเกาะที่บริเวณผิวของอาหาร โดยสารนี้พบมากในบริเวณที่ไหม้เกรียมของอาหารปิ้งย่าง หากรับประทานเข้าไปเป็นประจำมีโอกาเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังมีสารไพโรไลเซต (Pyro lysates) ซึ่งสารกลุ่มนี้บางชนิดมีฤทธิ์ร้ายแรงทาง พันธุกรรมมากกว่าสารอะฟลาทอกซินตั้งแต่ 6-100 เท่า (กรมอนามัย, 2556) ทั้งนี้เตาอบไอน์ที่มีการนำความร้อนจากหลอดรังสีอินฟราเรดไกลมาอบไก่ก็เป็นทางเลือกวิธีหนึ่งที่สามารถแทนการใช้ความร้อนจากเตาถ่านได้ และไม่ทำให้เกิดสารอันตรายต่าง ๆ

การแผ่รังสีอินฟราเรดไกลเป็นการแผ่รังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากหลอดรังสีอินฟราเรดไกลไปยัง ผลิตภัณฑ์ รังสีอินฟราเรดไกลสามารถทะลุผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุ ทำให้โมเลกุลในเนื้อผลิตภัณฑ์เกิดการสั่นสะเทือนแล้วเปลี่ยนเป็นความร้อนจนถึงระยะความหนาผลิตภัณฑ์ที่รังสีอินฟราเรดไกลไม่สามารถทะลุผ่านได้ แล้วจึงมีการนำความร้อนในเนื้อผลิตภัณฑ์ชั้นต่อไป เมื่อน้ำในผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนแล้วจะเกิดการแพร่ออกไปยังที่ ผิวผลิตภัณฑ์ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นแห้งลง นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดไกลยังมีคุณภาพดี (ภูมิใจ สอาดโณม, 2548) ดังนั้น คณะผู้วิจัยเห็นว่า ควรนำความร้อนจากหลอดรังสีอินฟราเรดไกลมาอบไก่ โดยสร้างเตาอบไอน์สำหรับการผลิตไก่อบไอน์โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล และศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไอน์สำหรับการผลิตไก่อบไอน์โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล รวมทั้งประเมินทาง ประสาทสัมผัสของไก่อบไอน์

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไอน์สำหรับการผลิตไก่อบไอน์โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล และประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบไอน์

3. อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ไก่สด (ไก่เนื้อพันธุ์ลูกผสม (Hybrid) หรือไก่กระทง) ที่ใช้อบไ้มีมวลเฉลี่ยตัวละ 1,650 กรัม

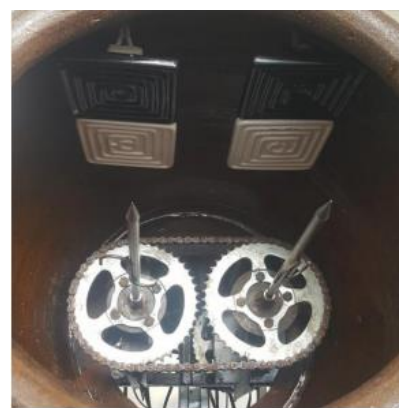
3.1.2 เครื่องปรุงรส ได้แก่ กระเทียม พริกไทย เกลือป่น รากผักชีหั่น ซีอิ๊วหวาน น้ำตาลทราย น้ำตาลปี๊บ และผงปรุงรสน้ำหอมรสดี

3.2 เตาอบไ้สำหรับการผลิตไก่อบไ้โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไ้ไกล

ลักษณะภายนอกและภายในของเตาอบไ้สำหรับการผลิตไก่อบไ้โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไ้ไกลแสดงดังภาพที่ 1 ตามลำดับ การทำงานของเตาอบไ้เริ่มจากบรรจุไก่ที่หมักแล้วจำนวน 2 ตัว ๆ ละประมาณ 1,650 กรัม ในเตาอบไ้ทำจากดินเผาเคลือบ โดยส่วนปากและก้นไ้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 43 เซนติเมตร ส่วนตัวไ้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร และมีความสูง 58 เซนติเมตร จากนั้นไก่หมักถูก หมุนด้วยความเร็ว 10.5 รอบต่อนาที โดยขับเคลื่อนด้วยเฟืองโซ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18.6 เซนติเมตร 45 ฟัน จำนวน 2 อัน และมอเตอร์ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น GM-SB ขนาด 200 วัตต์ ไ้หมักถูกให้ความร้อนโดยหลอดรังสีอินฟราเรดไ้ไกลยี่ห้อ Infrapara รุ่น AW-2-800 ขนาด 800 วัตต์ จำนวน 4 หลอด ซึ่งติดตั้งที่ผนังด้านบนของเตาอบไ้ โดยใช้ระดับกำลังไฟฟ้าของหลอดรังสีอินฟราเรดไ้ไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์ ซึ่งควบคุมด้วยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้ายี่ห้อ Sanwa รุ่น DCM60L และเครื่องปรับโวลตียี่ห้อ Sangi ขนาด 8 A 220 V เมื่อผ่านกระบวนการอบไ้แล้วอากาศร้อนจะไหลออกด้านข้างซ้ายของเตาอบไ้เพื่อระบายความชื้นออกจากเตาอบไ้ ทั้งนี้การไหลของอากาศร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมนี้เป็นการพาความร้อนแบบตามธรรมชาติ และปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ถูกวัดด้วยมิเตอร์ไฟฟ้ายี่ห้อ Dai-ichi รุ่น DD28



(ก) ลักษณะภายนอกของเตาอบไ้



(ข) ลักษณะภายในของเตาอบไ้

ภาพที่ 1 ลักษณะภายนอกและภายในของเตาอบไ้สำหรับการผลิตไก่อบไ้โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไ้ไกล

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การหมักไก่

นำไก่สดที่มีมวลตัวละ 1.5-1.6 กิโลกรัม (ไก่อายุอยู่ระหว่าง 6-7 สัปดาห์ จากตลาดสดเทศบาล อำเภอเมือง จังหวัดตาก) มาหมักกับส่วนผสมปรุงรสตามอัตราส่วนไก่สด 1 ตัว (1.5-1.6 กิโลกรัม) กระเทียม 20 กลีบ รากผักชีหั่น 2 ช้อนโต๊ะ พริกไทย 10 เม็ด เกลือป่น 2 ช้อนชา ซีอิ๊วหวาน 1 ช้อนโต๊ะ น้ำตาลทราย 1 ช้อนโต๊ะ น้ำตาลปี๊บ 1 ช้อนโต๊ะ และผงปรุงรสน้ำพริก 2 ช้อนโต๊ะ ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที แล้วเก็บไว้ในภาชนะเพื่อรออบในเตาอบ

3.3.2 การอบไก่หมัก

นำไก่ที่หมักแล้วมาเสียบที่แทงหมูนซึ่งอยู่ในเตาอบ แล้วเปิดสวิตช์มอเตอร์เพื่อทำให้ไก่หมุนด้วยความเร็ว 10.5 รอบต่อนาที และเปิดสวิตช์หลอดรังสีอินฟราเรดไกลแล้วควบคุมกำลังไฟฟ้าของหลอดรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์ อบไก่จนไก่สุกและค่อนข้างแห้ง (โดยใช้สายตาและการสัมผัส เนื้อไก่ตรวจวิเคราะห์ตามลักษณะทั่วไปของไก่ย่างในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไก่ย่าง มพข. 1028/2548 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548))

ทั้งนี้จากการทดลองเบื้องต้น เมื่อนำไก่หมักก่อนอบไ้มีมวลเฉลี่ยเท่ากับ 1645.67 ± 9.66 กรัม มาอบไ้โดยใช้ความร้อนจากเตาถ่านจะได้ไ้อบไ้ที่มีลักษณะทั่วไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไก่ย่าง มพข. 1028/2548 และมีมวลเฉลี่ยหลังอบไ้เท่ากับ 1216.17 ± 1.31 กรัม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ในแต่ละการทดลอง (การผลิตไ้อบไ้หมูนโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์) ใช้ไ้หมักมีมวลเริ่มต้นประมาณ 1,650 กรัม อบจนไ้มีมวลสุดท้ายต่ำกว่า 1,220 กรัม)

3.4 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไ้สำหรับการผลิตไ้อบไ้โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไ้สำหรับการผลิตไ้อบไ้โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล หาได้จากอัตราส่วนของปริมาณความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากไ้อบไ้ต่อปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตไ้อบไ้ดังสมการ (มณฑนา รังสิโยภาส และนัทธิธนนท์พงษ์พานิช, 2556)

$$n_{th} = \frac{M_w h_{fg} \times 100}{E_{elec}}$$

โดยที่ n_{th} คือประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไอน้ำสำหรับการผลิตไก่อบไอน้ำโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล (%) M_w คือปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากไก่อบไอน้ำ (kg_{water}) h_{fg} คือค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำที่ความดันบรรยากาศ (2,257.92 kJ/kg) และ E_{elec} คือปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตไก่อบไอน้ำ (kWh)

3.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไก่อบไอน้ำ (วันชลี เพ็งพงศา, 2549)

ส่วนนอกของไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์ถูกเปรียบเทียบทางประสาทสัมผัสกับส่วนนอกของไก่อบไอน้ำโดยใช้ความร้อนจากเตาถ่าน โดยใช้ผู้ประเมินเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จำนวน 100 คน (มีอายุระหว่าง 19-22 ปี และไม่เคยผ่านการฝึกฝนการประเมินทางประสาทสัมผัสมาก่อน) แบบประเมินนี้ใช้วิธี Hedonic test ซึ่งเป็นการประเมินความชอบของผู้บริโภค ประกอบด้วยคำถาม 5 ข้อ ได้แก่ ลักษณะด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนเป็นความแตกต่างแบบ 9-point hedonic scale คือ 1=ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3=ไม่ชอบปานกลาง 4=ไม่ชอบเล็กน้อย 5=เฉยๆ 6=ชอบเล็กน้อย 7=ชอบปานกลาง 8=ชอบมาก และ 9=ชอบมากที่สุด

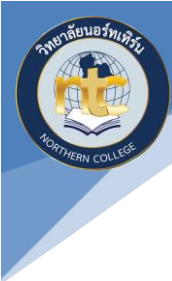
3.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไอน้ำ และผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบไอน้ำใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ One-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไอน้ำสำหรับการผลิตไก่อบไอน้ำโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไอน้ำสำหรับการผลิตไก่อบไอน้ำโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 W แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า การผลิตไก่อบไอน้ำที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลสูงมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยของเตาอบไอน้ำมากกว่าการผลิตไก่อบไอน้ำที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากการผลิตไก่อบไอน้ำที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลสูงใช้ปริมาณไฟฟ้าเฉลี่ยน้อยกว่าการผลิตไก่อบไอน้ำที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลต่ำ ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้บรรจุไก่ไว้ในเตาอบไอน้ำเพียง 2 ตัว น้ำที่ระเหยออกจากผลิตภัณฑ์จึงมีปริมาณไม่มาก ส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไอน้ำมีค่าค่อนข้างต่ำ



ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (n_{th}) ของเตาอบไอน้ำสำหรับการผลิตไก่อบไอน้ำโดยใช้ความร้อนจากรังสี อินฟราเรดไกล

รังสีอินฟราเรดไกล (W)	การทดลอง	เวลาอบ (min)	ปริมาณไฟฟ้า (kWh)	ปริมาณไฟฟ้าเฉลี่ย (kWh)	ปริมาณน้ำระเหย (g)	n_{th} (%)	n_{th} เฉลี่ย (%)
1,000	ครั้งที่ 1	210	3.56	3.60	860.20	15.15	15.07±0.22 ^c
	ครั้งที่ 2	220	3.60		850.60	14.82	
	ครั้งที่ 3	220	3.65		886.20	15.23	
2,000	ครั้งที่ 1	180	3.53	3.49	897.60	15.95	15.66±0.25 ^b
	ครั้งที่ 2	190	3.42		849.60	15.58	
	ครั้งที่ 3	180	3.52		867.80	15.46	
1,400	ครั้งที่ 1	140	3.34	3.38	882.60	16.57	16.25±0.37 ^a
	ครั้งที่ 2	150	3.41		888.80	16.35	
	ครั้งที่ 3	150	3.38		853.80	15.84	

หมายเหตุ : อักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันให้ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบไอน้ำ

ส่วนนอกของไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์ถูกนำมาประเมินทางประสาทสัมผัส และเปรียบเทียบทางประสาทสัมผัสกับส่วนนอกของไก่อบไอน้ำด้วยเตาถ่าน ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบไอน้ำแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า ไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,400 วัตต์มีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีน้อยกว่าไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 W อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากการอบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ระดับกำลังสูง ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิสูงขึ้นรวดเร็ว ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบเมลลาร์ด (Maillard reaction) (ภูมิใจ สอาดโฉม และคณะ, 2556) มากกว่าการอบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ระดับกำลังต่ำ ๆ อย่างไรก็ตาม ไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,200 วัตต์ไม่มีความแตกต่างของคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีกับไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 และ 1,400 วัตต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 2 พบว่า ไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์มีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) มากกว่าไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,200 และ 1,400 วัตต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากการอบไอน้ำที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลสูง ทำให้อุณหภูมิเนื้อสัตว์สูงขึ้น โปรตีนใน

เนื้อสัตว์จึงเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ (โสรยา เกิดพิบูลย์, 2558) โครงสร้างของเนื้อสัตว์จึงเกิดการหดตัวมากขึ้น ส่งผลให้เนื้อไก่มีความแข็งเพิ่มขึ้น (มีความนุ่มน้อย) ซึ่งจากผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) ดังกล่าวส่งผลให้ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์ ได้รับคะแนนมากที่สุด ทั้งนี้คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นรสของไก่อบไอน้ำด้วย รังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อเปรียบเทียบไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์กับไก่อบไอน้ำด้วยเตาถ่านแล้ว ไก่อบไอน้ำด้วยเตาถ่านมีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม และความชอบโดยรวมน้อยกว่าไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) เนื่องจากการอบไอน้ำด้วยเตาถ่านมีอุณหภูมิอบที่ค่อนข้างสูง จึงทำให้เนื้อไก่เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบเมลลาร์ด และทำให้โครงสร้างของเนื้อไก่เกิดการหดตัวมาก ส่งผลให้เนื้อไก่มีความแข็งมากกว่าไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์ อย่างไรก็ตาม คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นรสของไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์กับไก่อบไอน้ำด้วยเตาถ่านไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบไอน้ำ

ผลิตภัณฑ์	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	ความชอบโดยรวม
ไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 W	7.72±0.91 ^a	7.62±0.85 ^a	7.80±1.03 ^a	8.04±0.93 ^a	7.83±0.91 ^a
ไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,200 W	7.53±1.05 ^a ^b	7.70±0.89 ^a	7.91±1.01 ^a	7.63±0.84 ^b	7.68±1.02 ^a ^b
ไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,400 W	7.35±1.02 ^b	7.78±0.87 ^a	7.73±0.98 ^a	7.35±0.88 ^c	7.50±0.85 ^b
ไก่อบไอน้ำด้วยเตาถ่าน	7.28±1.09 ^b	7.56±0.94 ^a	7.81±0.96 ^a	6.93±0.97 ^d	7.22±0.89 ^c

หมายเหตุ : 1. ระดับคะแนนของการประเมินทางประสาทสัมผัส : 1=ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก

3=ไม่ชอบปานกลาง 4=ไม่ชอบเล็กน้อย 5=เฉยๆ 6=ชอบเล็กน้อย 7=ชอบปานกลาง 8=ชอบมาก และ 9=ชอบมากที่สุด

2. อักขระต่างกันในกลุ่มเดียวกันให้ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไอน้ำสำหรับการผลิตไก่อบไอน้ำโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล พบว่า การผลิตไก่อบไอน้ำที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลสูงมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยของเตาอบไอน้ำมากกว่าการผลิตไก่อบไอน้ำที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลต่ำ ส่วนการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบไอน้ำ พบว่า ไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์ ได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม มากกว่าไก่อบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,200 และ 1400 วัตต์ และไก่อบไอน้ำด้วยเตาถ่าน โดยไก่อบไอน้ำด้วย รังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์ มีจุดเด่นทางด้านสีและเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) ซึ่งได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัส ด้านสีอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (7.72 ± 0.91) และได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัส ด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) อยู่ในระดับชอบมาก (8.04 ± 0.93) ส่วนข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป คือ ควรหาสมบัติทางกายภาพด้านสี ความนุ่ม ปริมาณผลผลิต และความสามารถในการอุ้มน้ำของไก่อบไอน้ำเพื่อใช้เป็นข้อมูลและทำประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการวิจัยเพื่อบูรณาการการเรียนการสอนร่วมกับงานวิจัยและบริการวิชาการของนักศึกษาปฏิบัติงานวิจัยร่วมกับอาจารย์ต่อผลผลิตงานวิจัย มทร.ล้านนา ประจำปี 2563 ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ทั้งนี้ความคิดเห็นในบทความวิจัยเป็นของผู้รับทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป และขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร ตำบลไม้งาม อำเภอมะนัง จังหวัดตาก ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัยนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมอนามัย. (2556). กรมอนามัย ชี้ 3 สารอันตรายจากอาหารปิ้งย่าง ร้ายเท่าควันท่อไอเสีย เตือนกินบ่อยเสี่ยงมะเร็ง. สืบค้นจาก https://www.anamai.moph.go.th/ewt_news.php?nid=5882.
- ธีรศาสตร์ คณาศรี. (2559). การพัฒนาเตาอบย่างไก่ด้วยความร้อนจากพลังงานไฟฟ้า. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ราชภัฏวิจัยครั้งที่ 4, 22-24 พฤศจิกายน 2559, บุรีรัมย์.
- นิพนธ์ ภูวเกียรติกำจร. (2556). การประยุกต์ใช้เทอร์โมไซฟอนสำหรับประหยัดพลังงานในเตาอบไก่อบ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- ภูมิใจ สอาดโฉม. (2548). การจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งกล้วยหอมทองด้วยระบบสุญญากาศร่วมกับรังสีอินฟราเรดไกล. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงานมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ภูมิใจ สอาดโฉม , ธนิต สวัสดิ์เสวี , ทศนะ ถมทอง, ปฏิพล สมุทธารินทร์และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์. (2556). การอบแห้งเนื้อปลาบดแผ่นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. 7(2), 74 - 86.
- มณฑนา รังสิโยภาส และนัทธิธนนท์ พงษ์พานิช. (2556). การศึกษาการอบแห้งแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์แบบแอ็คทีฟสำหรับกล้วยสไลซ์. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 27, 16-18 ตุลาคม 2556, ชลบุรี.
- วันชลี เฟื่องพงศา. (2549). การอบแห้งเนื้อหุ้บปรุงรสด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งร่วมกับบีบความร้อน. วิทยาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สนทยา สุนทรารักษ์และสันติ ศรีงมี. (2562). การพัฒนาเตาอบไฟฟ้าไอน้ำดิน. วารสารวิชาการ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. 4(3), 21 - 29.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไก่ย่าง (มผช.1028/2548). กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
- โสธยา เกิดพิบูลย์. (2558). การใช้กระบวนการซูวิดในการผลิตสติกเนื้อพร้อมปรุงและมัสมั่นเนื้อ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.