

การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบโอ่งสำหรับการผลิตไก่อบโอ่ง
โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล และการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบโอ่ง
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 อาวาส⁴ และ ภูมิใจ สอาดโฉม⁵

Wanvimon Pumpho, Visanuvat Khon-ngam, Suriya Labuawong,

Panuwat Arwat and Poomjai Sa-adchom

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบโอ่งสำหรับการผลิตไก่อบโอ่ง โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล และประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบโอ่ง โดยใช้รังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์ อบไก่หมักมีมวลเริ่มต้นประมาณ 1,650 กรัม จนไก่อบมีมวลสุดท้ายต่ำกว่า 1,220 กรัม จากผลการทดลองพบว่า การผลิตไก่อบโอ่งที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลสูงมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบโอ่ง มากกว่าการผลิตไก่อบโอ่งที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบโอ่งพบว่า ไก่อบโอ่งด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์ มีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวมมากกว่าไก่อบโอ่งด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,400 วัตต์ และไก่อบโอ่งด้วยเตาถ่านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า ไก่อบโอ่งด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,200 วัตต์ไม่มีความแตกต่างของคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และความชอบโดยรวมกับไก่อบโอ่งด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 และ 1,400 วัตต์ อย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($P > 0.05$)

คำสำคัญ : การประเมินทางประสาทสัมผัส, ไก่อบโอ่ง, ประสิทธิภาพเชิงความร้อน, รังสีอินฟราเรดไกล

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

²⁻⁵ นักศึกษาปริญญาตรี 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

บทนำ

“ไก่ย่าง” เป็นอาหารของภาคอีสานและเป็นอาหารยอดนิยมของคนไทยใช้รับประทานได้ตั้งแต่อาหารจานหลัก อาหารว่าง และอาหารเรียกน้ำย่อยซึ่งในแต่ละพื้นที่มีสูตรเฉพาะแตกต่างกันออกไป แต่ส่วนใหญ่มีกนิยมนำหนังกรอบ เนื้อนุ่ม มีกลิ่นหอมจากเครื่องเทศ และอาจมีการปรุงรสเพิ่มเติม เช่น ไก่ย่างสมุนไพร ไก่ย่างนมสด ไก่ย่างน้ำผึ้ง และไก่อบโอง เป็นต้น ทั้งนี้ไก่อบโองเป็นอาหารที่คนไทยนิยมรับประทานกันทั่วประเทศ ซึ่งมีจุดเด่นที่แตกต่างกันไปตามภูมิภาค เช่น ภาคเหนือเน้นพริกแกง ภาคกลางเน้นกระเทียมพริกไทย ภาคใต้เน้น ขมิ้น และภาคอีสานเน้นสมุนไพร (ตะไคร้ ใบมะกรูด กระเทียม และใบแมงลัก) เมื่อผ่านการอบโองจนไก่สุกแล้วไก่ จะมีรสชาติที่กลมกล่อมและมีกลิ่นหอม นอกจากนี้เนื้อไก่อังเป็นอาหารที่ย่อยง่าย มีไขมันต่ำ โปรตีนสูง เส้นใย กล้ามเนื้อมีความละเอียดและอ่อนนุ่ม ทำให้เคี้ยวกลืนได้ง่ายเหมาะสำหรับเป็นอาหารของคนทุกช่วงวัย ดังนั้นจึงมี คนนิยมรับประทานไก่อบโองเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไก่อบโอ่ง ได้แก่ นิพนธ์ ภูวเกียรติกำจร (2556) ได้ติดตั้งท่อความร้อนชนิดเทอร์โมไซฟอนภายในถังอบไก่ เพื่อศึกษาการกระจายอุณหภูมิภายในถังอบไก่ และลดปริมาณเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งที่ใช้ ในการผลิตไก่อบ โดยใช้ถังอบไก่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.58 เมตร และมีความสูง 0.85 เมตร ท่อเทอร์โมไซฟอนที่ติดตั้งทำจากเหล็กไร้สนิมมาตรฐาน AISI 304 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร ผลการทดลอง พบว่า ถังอบไก่ที่ติดตั้งท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอนมีการกระจายอุณหภูมิภายในถังอบไก่ที่สม่ำเสมอมากกว่า แต่ใช้เชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งปริมาณน้อยกว่าถังอบไก่ที่ไม่ติดตั้งท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน โดยถังอบไก่ที่ติดตั้ง ท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอนสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ถึงร้อยละ 25 หรือ 6 บาทต่อการอบ 1 ครั้ง เมื่อเทียบ กับถังอบไก่ที่ไม่ติดตั้งท่อความร้อนเทอร์โมไซฟอน และ ชีรศาสตร์ คณาศรี (2559) ได้พัฒนาเตาอบย่างไก่ ด้วยความร้อนจากพลังงานไฟฟ้า โดยใช้เทคนิคการสะสมความร้อนให้กระจายในห้องอบย่าง เตาอบย่างไก่ทำ จากสแตนเลสมีลักษณะเป็นถังขนาดความจุ 200 ลิตร มีความกว้าง 56 เซนติเมตร และความสูง 90 เซนติเมตร ด้านล่างเตาอบย่างไก่อมีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร สำหรับให้น้ำไหลออกภายในเตาอบย่างไก่อมีราวเป็นชั้นสำหรับแขวนไก่มีระยะห่างจากผนัง 10 เซนติเมตร จำนวน 3 ชั้น เว้นระยะห่างแต่ละชั้น ๆ ละ 20 เซนติเมตร และอบย่างไก่ที่อุณหภูมิ 110 120 และ 130 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่า เตาอบย่างไก่อมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนร้อยละ 65 โดยที่อุณหภูมิอบย่างไก่ 110 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบย่างไก่อานเกิน 60 นาที และที่อุณหภูมิอบย่างไก่ 120 และ 130 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบย่างไก่ 60 และ 50 นาที ตามลำดับ ซึ่งได้ไก่อบย่างสุกและมีสีน้ำตาลน่ารับประทาน และพบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจเตาอบย่างไก่อด้วยความร้อนจากพลังงานไฟฟ้าในระดับมาก นอกจากนี้ สนทยา สุนทรารักษ์ และสันติ ศรีรัมย์ (2562) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพของเตา อบไฟฟ้าโอ่งดิน รวมทั้งศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้ใช้งานเตาอบไฟฟ้าโอ่งดิน ผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการใช้เตาอบไฟฟ้าโอ่งดินจากการอบไก่จำนวน 3 ตัว (รอบละ 1 ตัว) หมูหมักจำนวน 1.5 กิโลกรัม (รอบละ 0.5 กิโลกรัม) และ พืชข้าขนาด 9 นิ้ว จำนวน 3 ถาด (รอบละ 1 ถาด) โดยอบผลิตภัณฑ์ชนิดละ 3 รอบ มี ประสิทธิภาพร้อยละ 98 ส่วนความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเตาอบไฟฟ้าโอ่งดินจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน พบว่า มีความพึงพอใจต่อเตาอบไฟฟ้าโอ่งดินอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 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 เตาอบโอ่งได้พัฒนาจากการใช้ความร้อนจากเตาถ่านมาเป็นการใช้ ความ ร้อนจากพลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ให้อาหารสัมผัสกับควันไฟและเปลวไฟโดยตรง เนื่องจากขณะ



ปิ้งย่าง ไช้มนหรือน้ำมันจะหยดไปบนเตาไฟ ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ และก่อให้เกิดสารกลุ่มโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbon) ลอยขึ้นมาพร้อมเขม่าควันเกาะที่บริเวณผิวของอาหาร โดยสารนี้พบมากในบริเวณที่ไหม้เกรียมของอาหารปิ้งย่าง หากรับประทานเข้าไปเป็นประจำมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังมีสารไพโรไลเซต (Pyro lysates) ซึ่งสารกลุ่มนี้บางชนิดมีฤทธิ์ร้ายแรงทาง พันธุกรรมมากกว่าสารอะฟลาทอกซินตั้งแต่ 6-100 เท่า (กรมอนามัย, 2556) ทั้งนี้เตาอบไถ่ที่มีการนำความร้อนจากหลอดรังสีอินฟราเรดไกลมาอบไถ่ก็เป็นทางเลือกวิธีหนึ่งที่สามารถแทนการใช้ความร้อนจากเตาถ่านได้ และไม่ทำให้เกิดสารอันตรายต่าง ๆ

การแผ่รังสีอินฟราเรดไกลเป็นการแผ่รังสี ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากหลอดรังสีอินฟราเรดไกลไปยังผลิตภัณฑ์ รังสีอินฟราเรดไกลสามารถทะลุผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุ ทำให้โมเลกุลในเนื้อผลิตภัณฑ์เกิดการสั่นสะเทือนแล้วเปลี่ยนเป็นความร้อน จนถึงระยะความหนาผลิตภัณฑ์ที่รังสีอินฟราเรดไกลไม่สามารถทะลุผ่านได้ แล้วจึงมีการนำความร้อนในเนื้อผลิตภัณฑ์ชั้นต่อไป เมื่อน้ำในผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนแล้วจะเกิดการแพร่ออกไปยังที่ ผิวผลิตภัณฑ์ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นแห้งลง นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดไกลยังมีคุณภาพดี (ภูมิใจ สอาดโณม, 2548) ดังนั้น คณะผู้วิจัยเห็นว่า ควรนำความร้อนจากหลอดรังสีอินฟราเรดไกลมาอบไถ่ โดยสร้างเตาอบไถ่สำหรับการผลิตไถ่อบไถ่โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล และศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไถ่สำหรับการผลิตไถ่อบไถ่โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล รวมทั้งประเมินทางประสาทสัมผัสของไถ่อบไถ่

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไถ่สำหรับการผลิตไถ่อบไถ่โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล และประเมินทางประสาทสัมผัสของไถ่อบไถ่

3. อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ไถ่สด (ไถ่เนื้อพันธุ์ลูกผสม (Hybrid) หรือไถ่กระทง) ที่ใช้อบไถ่มีมวลเฉลี่ยตัวละ 1,650 กรัม

3.1.2 เครื่องปรุงรส ได้แก่ กระเทียม พริกไทย เกลือป่น รากผักชีหั่น ซีอิ๊วหวาน น้ำตาลทราย น้ำตาลปี๊บ และผงปรุงรสยี่ห้อรสดี

3.2 เตาอบไถ่สำหรับการผลิตไถ่อบไถ่โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล

ลักษณะภายนอกและภายในของเตาอบไถ่สำหรับการผลิตไถ่อบไถ่โดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกลแสดงดังภาพที่ 1 ตามลำดับ การทำงานของเตาอบไถ่นี้เริ่มจากบรรจุไถ่ที่หมักแล้วจำนวน

2 ตัว ๆ ละประมาณ 1,650 กรัม ในเตาอบโอ่งทำจากดินเผาเคลือบ โดยส่วนปากและก้นโอ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 43 เซนติเมตร ส่วนตัวโอ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร และมีความสูง 58 เซนติเมตร จากนั้นไก่อ้มกถูก หมนด้วยความเร็ว 10.5 รอบต่อนาที โดยขับเคลื่อนด้วยเฟืองโซ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18.6 เซนติเมตร 45 ฟัน จำนวน 2 อัน และมอเตอร์ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น GM-SB ขนาด 200 วัตต์ ไก่อ้มกถูกให้ความร้อนโดยหลอดรังสีอินฟราเรดไกลยี่ห้อ Infrapara รุ่น AW-2-800 ขนาด 800 วัตต์ จำนวน 4 หลอด ซึ่งติดอยู่ที่ผนังด้านบนของเตาอบโอ่ง โดยใช้ระดับกำลังไฟฟ้าของหลอดรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์ ซึ่งควบคุมด้วยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้ายี่ห้อ Sanwa รุ่น DCM60L และเครื่องปรับโวลต์ยี่ห้อ Sangi ขนาด 8 A 220 V เมื่อผ่านกระบวนการอบโอ่งแล้วอากาศร้อนจะไหลออกด้านข้างซ้ายของเตาอบโอ่ง เพื่อระบายความชื้นออกจากเตาอบโอ่ง ทั้งนี้การไหลของอากาศร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมนี้เป็นการพาความร้อนแบบตามธรรมชาติ และปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ถูกวัดด้วยมิเตอร์ไฟฟ้ายี่ห้อ Dai-ichi รุ่น DD28



(ก) ลักษณะภายนอกของเตาอบโอ่ง



(ข) ลักษณะภายในของเตาอบโอ่ง

ภาพที่ 1 ลักษณะภายนอกและภายในของเตาอบโอ่งสำหรับการผลิตไก่อบโอ่งโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การหมักไก่

นำไก่อสดที่มีมวลตัวละ 1.5-1.6 กิโลกรัม (ไก่อายุอยู่ระหว่าง 6-7 สัปดาห์ จากตลาดสดเทศบาล อำเภอเมือง จังหวัดตาก) มาหมักกับส่วนผสมปรุงรสตามอัตราส่วนไก่อสด 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 และผงปรุงรสน้ำส้ม 2 ช้อนโต๊ะ ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที แล้วเก็บไว้ในภาชนะเพื่อรออบในเตาอบโอ่ง

3.3.2 การอบไอน้ำไก่อหมัก

นำไก่อที่หมักแล้วมาเสียบที่แทงหมูนซึ่งอยู่ภายในเตาอบไอน้ำ แล้วเปิดสวิตช์มอเตอร์เพื่อทำให้ไก่อหมุนที่ ความเร็ว 10.5 รอบต่อนาที และเปิดสวิตช์หลอดรังสีอินฟราเรดไกลแล้วควบคุมกำลังไฟฟ้าของหลอดรังสี อินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์ อบไอน้ำจนไก่อสุกและค่อนข้างแห้ง (โดยใช้สายตาและการสัมผัส เนื้อไก่อตรวจวิเคราะห์ตามลักษณะทั่วไปของไก่อในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไก่อ่าง มผช. 1028/2548 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548)

ทั้งนี้จากการทดลองเบื้องต้น เมื่อนำไก่อหมักก่อนอบไอน้ำมีมวลเฉลี่ยเท่ากับ 1645.67 ± 9.66 กรัม มาอบไอน้ำโดยใช้ความร้อนจากเตาถ่านจะได้ไก่ออบไอน้ำที่มีลักษณะทั่วไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไก่อ่าง มผช. 1028/2548 และมีมวลเฉลี่ยหลังอบไอน้ำเท่ากับ 1216.17 ± 1.31 กรัม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ในแต่ละการทดลอง (การผลิตไก่ออบไอน้ำหมักโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์) ใช้ไก่อ หมักมีมวลเริ่มต้นประมาณ 1,650 กรัม อบจนไก่อมีมวลสุดท้ายต่ำกว่า 1,220 กรัม)

3.4 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไอน้ำสำหรับการผลิตไก่ออบไอน้ำโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไอน้ำสำหรับการผลิตไก่ออบไอน้ำโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล หาได้จากอัตราส่วนของปริมาณความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากไก่ออบไอน้ำต่อปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตไก่ออบไอน้ำดังสมการ (มณฑนา รังสิโยภาส และนัทธิธนนท์พงษ์พานิช, 2556)

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

โดยที่ n_{th} คือประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไอน้ำสำหรับการผลิตไก่ออบไอน้ำโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกล (%) M_w คือปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากไก่ออบไอน้ำ (kg_{water}) h_{fg} คือค่าความร้อนแฝงของการ กลายเป็นไอของน้ำที่ความดันบรรยากาศ ($2,257.92 kJ/kg$) และ E_{elec} คือปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตไก่ออบไอน้ำ (kWh)

3.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไก่ออบไอน้ำ (วันชลิ เพ็งพงศา, 2549)

ส่วนนอกของไก่ออบไอน้ำด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์ถูกเปรียบเทียบทางประสาทสัมผัสกับส่วนนอกของไก่ออบไอน้ำโดยใช้ความร้อนจากเตาถ่าน โดยใช้ผู้ประเมินเป็นนักศึกษาระดับปริญญา ตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จำนวน 100 คน (มีอายุระหว่าง

19-22 ปี และไม่เคยผ่านการฝึกฝนการประเมินทางประสาทสัมผัสมาก่อน) แบบประเมินนี้ใช้วิธี Hedonic test ซึ่งเป็นการประเมิน ความชอบของผู้บริโภค ประกอบด้วยคำถาม 5 ข้อ ได้แก่ ลักษณะด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความ นุ่ม) 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 ($P \leq 0.05$) เนื่องจากการผลิตไก่อบไอน้ำที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลสูงใช้ปริมาณไฟฟ้าเฉลี่ยน้อยกว่าการผลิตไก่อบไอน้ำที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลต่ำ ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้บรรจุไก่ไว้ในเตาอบไอน้ำเพียง 2 ตัว น้ำที่ระเหยออกจากผลิตภัณฑ์จึงมีปริมาณไม่มาก ส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบไอน้ำมีค่าค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (n_{th}) ของเตาอบไอน้ำสำหรับการผลิตไก่อบไอน้ำโดยใช้ความร้อนจากรังสี อินฟราเรดไกล

รังสีอินฟราเรด ไกล (W)	การ ทดลอง	เวลาอบ (min)	ปริมาณไฟฟ้า (kWh)	ปริมาณไฟฟ้า เฉลี่ย (kWh)	ปริมาณน้ำ ระเหย (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	
	ครั้งที่ 1	180	3.53	3.49	897.60	15.95	15.66±0.25 ^b

รังสีอินฟราเรด ไกล (W)	การ ทดลอง	เวลาอบ (min)	ปริมาณไฟฟ้า (kWh)	ปริมาณไฟฟ้า เฉลี่ย (kWh)	ปริมาณน้ำ ระเหย (g)	n_{th} (%)	n_{th} เฉลี่ย (%)
2,000	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 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่บอโง

ส่วนนอกของไก่บอโงด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์ถูกนำมาประเมินทางประสาทสัมผัส และเปรียบเทียบทางประสาทสัมผัสกับส่วนนอกของไก่บอโงด้วยเตาถ่าน ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่บอโงแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า ไก่บอโงด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,400 วัตต์มีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีน้อยกว่าไก่บอโงด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 W อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากการอบโงด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ระดับกำลังสูง ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิสูงขึ้นรวดเร็ว ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบเมลลาร์ด (Maillard reaction) (ภูมิใจ สอาดโฉม และคณะ, 2556) มากกว่าการอบโงด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ระดับกำลังต่ำ ๆ อย่างไรก็ตาม ไก่บอโงด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,200 วัตต์ไม่มีความแตกต่างของคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีกับไก่บอโงด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 และ 1,400 วัตต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 2 พบว่า ไก่บอโงด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์มีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) มากกว่าไก่บอโงด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,200 และ 1,400 วัตต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากการอบโงที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลสูง ทำให้อุณหภูมิเนื้อสัตว์สูงขึ้น โปรตีนในเนื้อสัตว์จึงเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ (โสรยา เกิดพิบูลย์, 2558) โครงสร้างของเนื้อสัตว์จึงเกิดการหดตัวมากขึ้น ส่งผลให้เนื้อไก่มีความแข็งเพิ่มขึ้น (มีความนุ่มน้อย) ซึ่งจากผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) ดังกล่าวส่งผลให้ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของไก่บอโงด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์ ได้รับคะแนนมากที่สุด ทั้งนี้คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นรสของไก่บอโงด้วย รังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 1,200 และ 1,400 วัตต์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อเปรียบเทียบไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์กับไก่อบโองด้วยเตาถ่านแล้ว ไก่อบโองด้วยเตาถ่านมีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม และความชอบโดยรวมน้อยกว่าไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากการอบโองด้วยเตาถ่านมีอุณหภูมิอบที่ค่อนข้างสูง จึงทำให้เนื้อไก่เกิดปฏิกิริยาน้ำตาลแบบเมลลาร์ด และทำให้โครงสร้างของเนื้อไก่เกิดการหดตัวมาก ส่งผลให้เนื้อไก่มีความแข็งมากกว่าไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์ อย่างไรก็ตาม คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นรสของไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์กับไก่อบโองด้วยเตาถ่านไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบโอง

ผลิตภัณฑ์	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	ความชอบโดยรวม
ไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 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
ไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 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
ไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 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
ไก่อบโองด้วยเตาถ่าน	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

การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาอบโองสำหรับการผลิตไก่อบโองโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดไกลพบว่า การผลิตไก่อบโองที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลสูงมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยของเตาอบโองมากกว่าการผลิตไก่อบโองที่ระดับรังสีอินฟราเรดไกลต่ำ ส่วนการประเมินทางประสาทสัมผัสของไก่อบโองพบว่า ไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์ ได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม มากกว่าไก่อบโองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,200 และ 1400 วัตต์ และไก่อบโองด้วยเตาถ่าน โดยไก่อบโองด้วย รังสีอินฟราเรดไกลที่ 1,000 วัตต์ มีจุดเด่นทางด้านสีและเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) ซึ่งได้รับคะแนนทาง



ประสาทสัมผัส ด้านสปีชีส์ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (7.72 ± 0.91) และได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัส ด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) อยู่ในระดับชอบมาก (8.04 ± 0.93) ส่วนข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไปคือ ควรหาสมบัติทางกายภาพด้านสี ความนุ่ม ปริมาณผลผลิต และความสามารถในการอุ้มน้ำของไก่อบโองเพื่อใช้เป็นข้อมูลและทำประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

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

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมอนามัย. (2556). กรมอนามัย ชี 3 สารอันตรายจากอาหารปิ้งย่าง ร้ายเท่าควันท่อไอเสีย เดือนกินบ่อย เสี่ยงมะเร็ง. เข้าถึงได้จาก : https://www.anamai.moph.go.th/ewt_news.php?nid=5882. (วันที่ค้นข้อมูล: 15 เมษายน 2563).
- ธีรศาสตร์ คณาศรี. (2559). การพัฒนาเตาอบย่างไก่อด้วยความร้อนจากพลังงานไฟฟ้า. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ราชภัฏวชิร ครั้งที่ 4.
- นิพนธ์ ภูวเกียรติกำจร. (2556). การประยุกต์ใช้เทอร์โมไซฟอนสำหรับประหยัดพลังงานในเตาอบไก่อบ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ภูมิใจ สอาดโฉม. (2548). การจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งกล้วยหอมทองด้วยระบบสุญญากาศร่วมกับรังสีอินฟราเรดไกล. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ภูมิใจ สอาดโฉม, ธนิต สวัสดิ์เสวี, ทศนระ ถมทอง, ปฏิพล สมุทรารินทร์และสมชาติ โสภณธณฤทธิ. (2556). การอบแห้งเนื้อปลาบดแผ่นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. 7(2), 74 - 86.
- มณฑนา รังสิโยภาส และนันทิธันนัท พงษ์พานิช. (2556). การศึกษาการอบแห้งแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์แบบแอ็คทีฟสำหรับกล้วยสไลซ์. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 27.
- วันชลี เพ็งพงศา. (2549). การอบแห้งเนื้อหมูปรุงรสด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งร่วมกับป้อนความร้อน. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สนทยา สุนทรารักษ์และสันติ ศรีงมี. (2562). การพัฒนาเตาอบไฟฟ้าไอน์ดิน. วารสารวิชาการ เทคโนโลยี
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.4(3), 21 - 29.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไก่ย่าง (มผช.1028/2548).

กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

โสธยา เกิดพิบูลย์. (2558). การใช้กระบวนการชีวิตในการผลิตสแต็กเนื้อพร้อมปรุงและมัสมั่นเนื้อ. รายงาน
วิจัยฉบับสมบูรณ์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.