

การอบแห้งแกงไตปลาด้วยเครื่องอบแห้งด้วยการแผ่รังสีอินฟราเรดระยะไกลจากเซรามิก

Drying of Fish Organs Sour Soup by a Far-infrared Radiation Dryer from Ceramic

โสรัญา เจตะ¹ นุรมา เวโดยี¹ พาตีเมาะ สาหะ¹ อาหมัด แวบีอราเฮง¹ พิสิษฐ์ มณีโชติ² และ อีลีหัยะ สนิโซ^{1*}
Soraya Jehtae¹, Nurma Waedoyee¹, Pateemoh Saha¹, A-mad Waeberaheng¹, Pisit Maneechot² and
Eleeyah Saniso^{1*}

¹ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อ.เมือง จ.ยะลา 95000

² วิทยาลัยพลังงานทดแทนและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

¹ Major of Physics, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University,
Mueang Yala District, Yala Province, 95000

² School of Renewable Energy and Smart Grid Technology, Naresuan University,
Mueang Phitsanulok District, Phitsanulok Province, 65000

* Corresponding author, e-mail: eleeyah.s@yru.ac.th, Tel.: 086-2960787

Received: 20 October 2020, Revised: 12 July 2021, Accepted: 30 July 2021, Published online: 25 December 2021

Abstract

The objective of this research was to reduce the water content of fish organs sour soup (Kaeng Tai Pla) to prevent spoilage. Kaeng Tai Pla was dried by using far-infrared radiation from ceramic. The capacity of the dryer was 5,454 cm³. The drying was done at a temperature of 50°C, 60°C and 70°C with a drying layer thickness of 0.5 cm with the initial moisture content in the range of 180-190% dry basis. This was conducted until the final moisture content remained in the range of 3.6-6.1% dry basis. After that, the suitable drying temperature and drying rate of the dried Kaeng Tai Pla was analyzed. From the results, Kaeng Tai Pla dried at a drying temperature of 70°C required 5 hours for the drying time, and the final moisture content was 3.6% dry basis. While, at the drying temperature of 50°C, the drying time was equal to 10 hours for the reduction of the final moisture content of up to 5.4% dry basis. Finally, it was found that Kaeng Tai Pla had a medium yellow color, good aroma, and a salty and spicy taste.

Keywords: Drying, Kaeng Tai Pla Infrared radiation, Ceramic

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณน้ำในแกงไตปลาเพื่อป้องกันการเน่าเสียและสะดวกในการพกพา โดยใช้เครื่องอบแห้งที่อาศัยการแผ่รังสีอินฟราเรดระยะไกลจากเซรามิก ขนาดความจุ 5,454 cm³ ทำการอบแห้งแกงไตปลาซึ่งมีความชื้นเริ่มต้นในช่วง 180-190% dry basis ที่อุณหภูมิ 50°C 60°C และ 70°C จนเหลือความชื้นสุดท้ายในช่วง 3.6-6.1% dry basis โดยใช้ความหนาของเนื้อแกงไตปลาเท่ากับ 0.5 cm แล้ววิเคราะห์หาอุณหภูมิและอัตราการอบแห้งที่เหมาะสมของการอบแห้งแกงไตปลา จากผลการทดลองพบว่า การอบแห้งแกงไตปลาที่อุณหภูมิ 70°C ใช้ระยะเวลาอบแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 5 ชั่วโมง และได้ความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 3.6% dry basis ในขณะที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C ใช้ระยะเวลาอบแห้งมากที่สุดเท่ากับ 10 ชั่วโมง จึงจะเหลือความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 5.4% dry basis โดยแกงไตปลาแห้งที่ได้มีสีเหลืองปานกลาง มีกลิ่นของแกงไตปลา มีรสชาติเค็มและเผ็ด

คำสำคัญ: การอบแห้ง แกงไตปลา รังสีอินฟราเรด เซรามิก

บทนำ

การอบแห้ง (Drying) คือ การให้พลังงานความร้อนแก่วัสดุอบแห้งเพื่อระเหยน้ำในวัสดุหรือลดปริมาณความชื้นในที่นี้จะกล่าวถึงการอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหารเท่านั้น ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารส่วนมากเช่น ผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ต่างๆ จะไม่ใช่วัสดุที่สามารถทำให้แห้งจนความชื้นมีค่าเป็นศูนย์ได้ อย่างเช่น ทราบ หรือผ้า [1] แต่เป็นวัสดุที่ไม่สามารถทำให้แห้งจนความชื้นมีค่าเป็นศูนย์ จึงจะมีความชื้นจำนวนหนึ่งแฝงอยู่ภายใน และความชื้นนี้สามารถใช้ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เน่าเสียได้ง่าย การอบแห้งเป็นกระบวนการสำคัญในการลดความชื้นของวัตถุดิบจากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร วัสดุอาหารและการผลิตสินค้าชุมชนเพื่อเป็นการสร้างมูลค่าให้กับสินค้านั้น ๆ เช่น อาหารแห้ง เครื่องดื่มชนิดผง การผลิตสมุนไพร การย้อมผ้า ของใช้และของตกแต่งจากไม้ ซึ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของชุมชนในปัจจุบัน จะใช้การตากแดดตามธรรมชาติหรือการอบแห้งด้วยลมร้อน ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่คงที่ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหารจะมีการปนเปื้อนจากสภาวะแวดล้อม เช่น ฝุ่นละออง เชื้อรา การรบกวนจากแมลงวัน หรือสัตว์ต่าง ๆ จึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ในชุมชนทั้งด้านการลงทุน การบำรุงรักษาและความคุ้มค่าด้านพลังงาน [2] ดังที่ วรรณิตา ทองพัด และคณะ [2] ได้ออกกล้วยน้ำว้าดิบเพื่อแปรรูปเป็นผงกล้วยและดอกอัญชันเพื่อแปรรูปเป็นชา ด้วยระบบอบแห้งชนิดการแผ่รังสีความร้อนของเซรามิกที่อุณหภูมิ 70°C และ 60°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ 1 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่า ผงกล้วยและดอกอัญชันที่ได้มีรสชาติและสีตรงตามที่ต้องการ กล่าวคือ มีสี กลิ่น และรสชาติคงเดิม จึงเป็นการยกระดับคุณภาพและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ชุมชนได้อีกทางหนึ่ง

แกงไตปลาหรือแกงพุงปลา (Fish organs sour soup) เป็นอาหารที่ขึ้นชื่อของภาคใต้ด้วยรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ ทั้งเผ็ดและร้อนแรง รสชาติเข้มข้นด้วยส่วนผสมที่ลงตัว สามารถเลือกรับประทานร่วมกับข้าวหรือขนมจีนก็อร่อยไม่แพ้กัน แกงไตปลาที่มีชนิดไม่ใส่กะทิและใส่กะทิ สำหรับแกงไตปลาไม่ใส่กะทิจะได้รับความนิยมมากกว่าแกงไตปลาแบบใส่กะทิ ซึ่งแกงไตปลาแบบใส่กะทิจะนิยมในบางท้องถิ่น เช่น จังหวัดยะลา เป็นต้น โดยการทำแกงไตปลาจะเริ่มจากการต้มกะทิพอสุกไม่แตกมัน แล้วพริกแกงซึ่งประกอบด้วย พริกชี้ฟ้าแห้ง เกลือ พริกไทยเม็ด ตะไคร้ ผิวมะกรูด กระเทียม ขมิ้น หอมแดง และกะปิ เป็นต้น ทั้งนี้แกงไตปลาแบบชุมชนจะไม่ใส่ข่า กระชาย และหอมแดง เป็นต้น [3] แต่ปัจจุบันไม่ว่าจะเดินทางไปภาคไหนของประเทศไทยก็สามารถชิมรสแกงไตปลากันได้ทั่วไป และนิยมนำมารับประทานกับข้าวสวยหรือขนมจีน เป็นต้น [4] ปัจจุบันมีการบริโภคแกงไตปลากันอย่างแพร่หลาย ไม่ใช่เพียงคนภาคใต้เท่านั้นแต่เป็นที่นิยมบริโภคกันทั่วประเทศ อย่างไรก็ตามแกงไตปลานั้นไม่สามารถ

พวกพาและเก็บรักษาไว้ได้นานเนื่องจากมีปัญหาเรื่องกลิ่นและง่ายต่อการเน่าเสีย จากปัญหาที่กล่าวมานี้ จึงเป็นที่มาของการอบแห้งแกงไตปลา เพื่อลดปริมาณน้ำอ้วนมีผลให้สามารถป้องกันการเน่าเสียและสะดวกในการพวกพา รวมทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของแกงไตปลาอีกด้วย

การอบแห้งด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ริงส์อินฟราเรดจะมีผลให้ความชื้นของวัสดุลดลงได้เร็วกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อนอย่างเดียว เนื่องจากริงส์อินฟราเรดสามารถทะลุเข้าไปยังเนื้อในวัสดุที่อบแห้งแล้วเกิดความร้อนเชิงปริมาตรในวัสดุ ส่งผลให้สัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนประสิทธิผลเกิดขึ้นที่ภายในวัสดุแล้วถ่ายโอนสู่ผิววัสดุแล้วจึงระเหยน้ำออกไปจากวัสดุ [5] ทั้งนี้ การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงอาจมีผลให้สารอาหาร สี และรสชาติของวัสดุเปลี่ยนแปลงได้ โดย อีลีฮัยะ สนิโซ และคณะ [5] ได้ทดลองอบแห้งเห็ดนางฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมริงส์อินฟราเรดที่อุณหภูมิ 40-70°C พบว่า ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการอบแห้งเห็ดนางฟ้า โดยมีอัตราส่วนความชื้นลดลงจาก ในเวลา 06.0 เฉลี่ยเท่ากับ 00.1180 min ในขณะที่เดียวกัน วรรณิตา ทองพัด และคณะ [2] ได้ระบุว่า ระบบอบแห้งชนิดการแผ่รังสีความร้อนของเซรามิก เป็นเทคโนโลยีที่อาศัยการแผ่พลังงานความร้อนจากเซรามิกชนิดพิเศษที่รับความร้อนจากหัวเผา เพื่อปลดปล่อยคลื่นความร้อนในช่วงอินฟราเรดระยะไกล (far infrared, FIR) ซึ่งจะสร้างความร้อนที่ภายนอกจากอินฟราเรดโดยมีพลังงานส่วนหนึ่งแทรกเข้าไปในชั้นผิวของวัสดุที่อบแห้ง ส่งผลให้เกิดการส่งผ่านความชื้นจากด้านในของวัสดุสู่ด้านนอกอย่างต่อเนื่องโดยไม่ทำลายโครงสร้างของวัสดุ ทั้งยังสามารถลดระยะเวลาการอบแห้งและประหยัดพลังงาน วัตถุดิบมีรสชาติ สี กลิ่นและรสคงเดิม

งานวิจัยนี้จึงศึกษาการอบแห้งแกงไตปลาด้วยเครื่องอบแห้งที่อาศัยการแผ่รังสีอินฟราเรดระยะไกลจากเซรามิก เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมและประเมินอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้งโดยการแผ่รังสีอินฟราเรดระยะไกลจากเซรามิก ที่สามารถให้ความร้อนที่รวดเร็วและกระจายความร้อนได้อย่างสม่ำเสมออีกทั้งใช้เวลาในการอบแห้งไม่นานและยังทำให้แกงไตปลาเพิ่มมูลค่าเพิ่มขึ้นสำหรับทำเป็นผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นของภาคใต้ โดยการทดลองและวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้น อัตราการอบแห้งและความสิ้นเปลืองพลังงาน

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบ

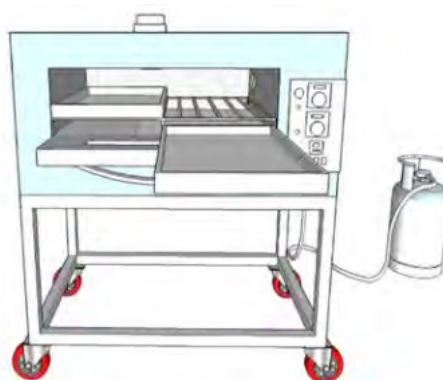
นำแกงไตปลาขนาดให้ละเอียด ด้วยเครื่องบดขนาดกำลังไฟฟ้า 1.1 kW ที่ความเร็วรอบ 190rpm ดังภาพที่ 1(ก) ซึ่งมีความชื้นเริ่มต้นของแกงไตปลาอยู่ที่ประมาณ 180-190% dry basis บรรจุในภาตอลูมิเนียมขนาด 16x24 cm² ซึ่งมีความหนาของเนื้อแกงไตปลาเท่ากับ 0.5 cm โดยความหนาที่เลือกใช้นี้สอดคล้องกับความลึกการทะลุผ่านของริงส์อินฟราเรด (penetration depth, D_p) [6, 7] เช่น แครอท เนย แอปเปิลสด มันฝรั่งสด มันฝรั่งแห้งและขนมปัง ที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.15-1.2 cm

2. อุปกรณ์การทดลอง

เครื่องอบแห้ง ใช้แผ่นเซรามิกเป็นตัวนำในการส่งผ่านความร้อนให้กับห้องอบแห้ง ทำให้เกิดการแผ่รังสีอินฟราเรดระยะไกลจากเซรามิก โดยแผ่นเซรามิกจะได้รับความร้อนมาจากแก๊สทุ้งต้ม โดยภายในห้องอบแห้งมีขนาดความจุของเครื่องเท่ากับ 5,454 cm³ ซึ่งประกอบด้วยชั้นวางภาตสำหรับบรรจุวัสดุอบแห้ง โดยมีระยะห่างระหว่างแผ่นเซรามิกเท่ากับ 10 cm มีช่องระบายอากาศที่มีลักษณะทรงกลม ใช้พัดลมในการดูดอากาศออกจากห้องอบแห้ง ในขณะที่กล่องควบคุมประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายแก๊ส อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องอบแห้ง อุปกรณ์ควบคุมเวลา และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง ดังภาพที่ 1(ข)

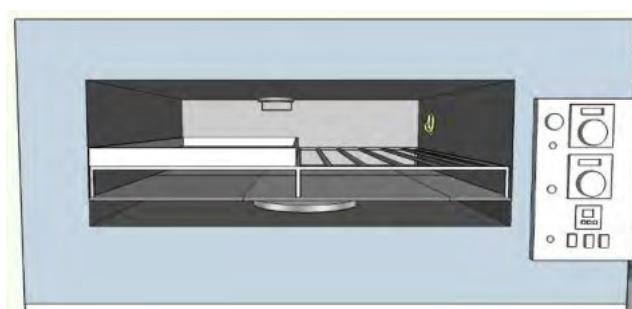


(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 (ก) แกงไตปลาที่ผ่านการบด และ (ข) เครื่องอบแห้งที่ใช้ในอบแกงไตปลา



ภาพที่ 2 ภายในเครื่องอบแห้ง (ตำแหน่งถาด) ที่ใช้ในการอบแห้งแกงไตปลา

3. การอบแห้งแกงไตปลา

การอบแห้ง ทำได้โดยนำแกงไตปลาเข้าเครื่องอบแห้ง ดังภาพที่ 2 แล้วใช้ความร้อนจากเซรามิกในการแผ่รังสีอินฟราเรดระยะไกล ซึ่งกำหนดเงื่อนไขในการอบแห้ง คือ ความหนาของแกงไตปลาเท่ากับ 0.5 cm อุณหภูมิอบแห้ง เท่ากับ 50°C, 60°C และ 70°C ใช้ระยะห่างจากแผ่นเซรามิกเท่ากับ 10 cm และทำการซังการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักแกงไตปลาทุกๆ 30 นาที ทำการอบแห้งจนแกงไตปลาเหลือความชื้นสุดท้ายน้อยกว่า 10% dry basis

4. การหาค่าความชื้นของแกงไตปลา

ความชื้นเริ่มต้นคำนวณได้ โดยการนำตัวอย่างแกงไตปลาเข้าตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 103±2°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยทำการซังน้ำหนักก่อนอบและหลังอบ แล้วคำนวณหาค่าความชื้นของแกงไตปลาตามมาตรฐาน AOAC 2005 [8]

5. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ผลการทดลอง ได้เลือกวิเคราะห์ค่าความชื้นของแกงไตปลาก่อนและหลังอบแห้ง โดยปริมาณความชื้นในวัสดุสามารถแสดงได้ 2 ลักษณะ [9] คือ ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wet basis) และปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (dry basis) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ ดังต่อไปนี้

$$M_w = \frac{w-d}{w} \times 100 \quad (1)$$

$$M_d = \frac{w-d}{d} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก (% wet basis) M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง (% dry basis) w คือ น้ำหนักเริ่มต้นของวัสดุชิ้น (kg) และ d คือ น้ำหนักของวัสดุแห้ง (kg)

อัตราการอบแห้ง (drying rate) คือ การเปลี่ยนแปลงความชื้นต่อเวลาในการอบแห้ง ซึ่งคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$DR = \frac{M_i - M_f}{t} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ DR คือ อัตราการอบแห้ง (kg/h) M_i คือ ปริมาณความชื้นเริ่มต้น (kg-water) M_f คือ ปริมาณความชื้นสุดท้าย (kg-water) และ t คือ เวลาในการอบแห้ง (h)

ความสิ้นเปลืองพลังงาน (energy consumption) คือ พลังงานที่ใช้ต่อปริมาณน้ำที่ระเหยเป็นส่วนกลับของอัตราการระเหยน้ำจำเพาะ ซึ่งคำนวณได้จากสมการ ดังต่อไปนี้

$$EC = \frac{m_{fuel} - h_{fg}}{m_w} \quad (4)$$

เมื่อ m_w คือ ปริมาณน้ำที่ต้องระเหย (kg) m_{fuel} คือ มวลของเชื้อเพลิง (kg) h_{fg} คือ ค่าความร้อนแฝงในการระเหยน้ำ (kJ/kg)

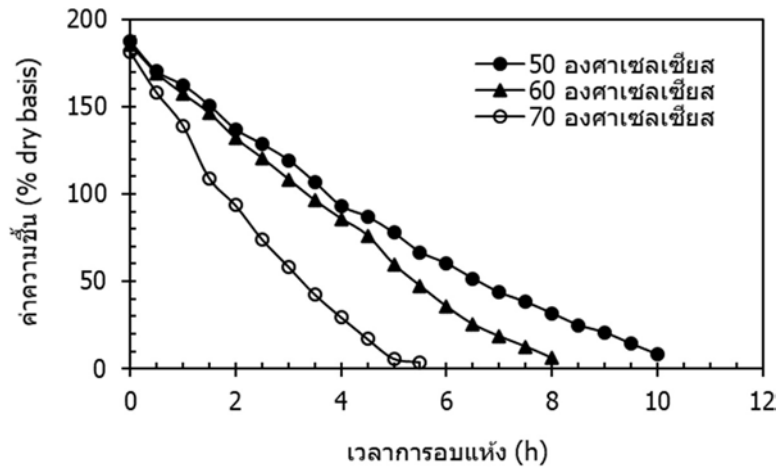
ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้น

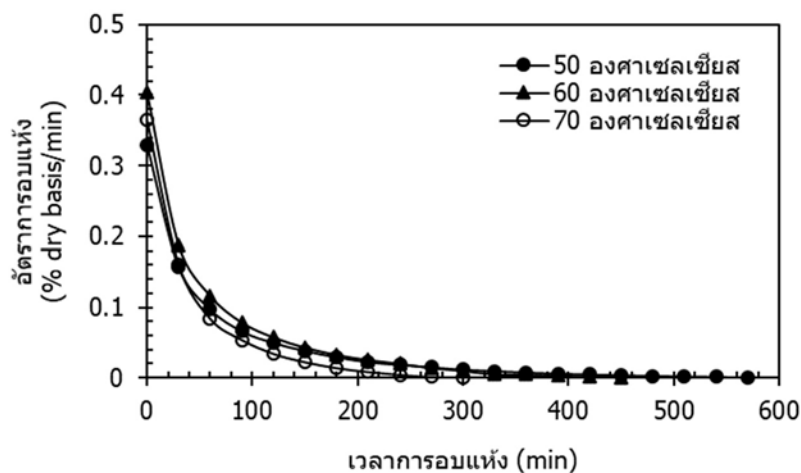
ผลการทดลองของการอบแห้งแกงไตปลาที่อุณหภูมิ 50°C 60°C และ 70°C เมื่อระยะห่างจากเซรามิกเท่ากับ 10 cm ความหนาของชั้นแกงไตปลาที่อบแห้งเท่ากับ 0.5 cm สามารถอธิบายได้โดยพิจารณาภาพที่ 3 ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของแกงไตปลาที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งมากที่สุดเท่ากับ 10 ชั่วโมง จนเหลือความชื้นสุดท้าย 5.4% dry basis แกงไตปลาที่ได้หลังการอบแห้งมีลักษณะสีเหลืองปานกลาง มีกลิ่นของแกงไตปลา มีรสชาติเค็มและเผ็ด ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน แกงไตปลาแห้ง (มผช.๓๒๓/๒๕๕๖) [10] ที่ต้องมีคุณลักษณะโดยทั่วไป คือ ค่อนข้างแห้ง มีสีและกลิ่นดีตามธรรมชาติของแกงไตปลาแห้งและมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับควบคุมและป้องกันการเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร) ไม่เกิน 0.85

ในขณะที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C ต้องใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเท่ากับ 8 ชั่วโมง จึงจะเหลือความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 6.1% dry basis โดยแกงไตปลาหลังการอบแห้งมีลักษณะสีเหลืองคล้ำ มีกลิ่นของแกงไตปลาน้อย มีรสชาติเค็มและเผ็ด ส่วนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 5 ชั่วโมง จึงเหลือความชื้นสุดท้าย 3.6% dry basis โดยแกงไตปลาที่ได้หลังการอบแห้งมีลักษณะสีเหลืองไหม้ รสชาติขม มีกลิ่นไหม้ของแกงไตปลา ทั้งนี้ระหว่างการอบแห้ง

พบว่า ในช่วงแรกความชื้นของแกงไตปลาจะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วเพราะเป็นช่วงที่วัสดุยังมีความชื้นสูง จึงเกิดการถ่ายเทความชื้นจากเนื้อวัสดุสู่อากาศในห้องอบแห้งอย่างรวดเร็ว แต่หลังจากนั้นความชื้นจะค่อยลดลงอย่างช้าๆ จนสิ้นสุดกระบวนการอบแห้ง



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของแกงไตปลาเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิแตกต่างกัน



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงอัตราการอบแห้งแกงไตปลาที่อุณหภูมิต่างกัน

2. อัตราการอบแห้ง

พิจารณาภาพที่ 4 ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C 60°C และ 70°C ในช่วง 1-3 ชั่วโมงแรก อัตราการอบแห้งจะลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากช่วงแรกนี้วัสดุมีความชื้นสูง จึงเกิดการระเหยของความชื้นในแกงไตปลาออกมาอย่างรวดเร็ว และอัตราการอบแห้งของแกงไตปลาที่อุณหภูมิ 70°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิอบแห้งที่สูงที่สุด จะพบการเปลี่ยนแปลงของอัตราการอบแห้งมากที่สุดในช่วงแรกของการอบแห้งจนถึงประมาณนาที่ที่ 50 จากนั้นอัตราการอบแห้งจะค่อยลดลงจนเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในช่วง 4-5 ชั่วโมงสุดท้ายของการอบแห้ง ซึ่งแสดงแกงไตปลาสด แกงไตปลาหลังอบแห้งและผลิตภัณฑ์แกงไตปลา ดังภาพที่ 5 (ก)-(ค)



ภาพที่ 5 (ก) แกงไตปลาสด (ข) แกงไตปลาหลังอบแห้ง และ (ค) ผลิตภัณฑ์แกงไตปลา

ทั้งนี้ วัชรินทร์ ดงบัง [6] และ Krishnamurthy et al. [7] ได้กล่าวว่า การประยุกต์ใช้รังสีอินฟราเรดในอุตสาหกรรมอาหารจะอยู่ในรูปของตัวทำความร้อนในกระบวนการต่าง ๆ เช่น การอบ การคั่วและการอบแห้ง ซึ่งพบว่ารังสีอินฟราเรดมีลักษณะเด่น คือ สามารถถ่ายโอนความร้อนสู่อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่าอากาศร้อน จึงสามารถลดเวลาของกระบวนการและค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน นอกจากนี้ผลผลิตที่ได้หลังผ่านกระบวนการทางความร้อนด้วยรังสีอินฟราเรดยังมีคุณภาพดีกว่าอีกด้วย เนื่องจากรังสีอินฟราเรดสามารถทะลุผ่านอาหารแต่ละชนิดได้ (ความลึกประมาณ 0.1-1.8 cm) ต่างจากการให้ความร้อนด้วยอากาศร้อนที่วัสดุจะร้อนบริเวณผิวนอกก่อนแล้วจึงถ่ายโอนไปยังภายในวัสดุซึ่งต้องใช้เวลาและวัสดุอาจไหม้หรือมีคุณภาพลดลงได้

3. ความสิ้นเปลืองพลังงาน

ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานของการอบแห้งแกงไตปลาที่อุณหภูมิต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกัน เนื่องจากค่าความสิ้นเปลืองพลังงานขึ้นอยู่กับระยะเวลา อุณหภูมิ และปริมาณเชื้อเพลิงของการอบแห้ง ซึ่งอุณหภูมิการอบแห้งที่ 50°C ใช้เวลาในการอบแห้ง 10 ชั่วโมง มีความสิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุดและยังใช้พลังงานมากที่สุดเท่ากับ 1.525 MJ/g H₂Oevap ในขณะที่อุณหภูมิที่ 70°C ใช้พลังงานน้อยที่สุดเท่ากับ 0.813 MJ/g H₂Oevap ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสิ้นเปลืองพลังงานของการอบแห้งแกงไตปลาที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิการอบแห้ง (°C)	มวลสุทธิของแก๊ส (LPG) (g)	ความสิ้นเปลืองพลังงาน (MJ/g.H ₂ Oevap)
50 องศาเซลเซียส	25.17	1.525
60 องศาเซลเซียส	24.21	1.239
70 องศาเซลเซียส	24.40	0.813

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้ได้วิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และอัตราการอบแห้งแกงไตปลา ด้วยการแผ่รังสีอินฟราเรดระยะไกลจากเซรามิก โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำจะเหมาะสำหรับการอบแห้งแกงไตปลามากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง กล่าวคือ การอบแห้งแกงไตปลาด้วยการแผ่รังสีอินฟราเรดระยะไกลจากเซรามิกที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง จนเหลือความชื้นสุดท้าย 5.4% dry basis ได้แกงไตปลาที่มีลักษณะสีเหลืองปานกลาง มีกลิ่นของแกงไตปลา มีรสชาติเค็มและเผ็ด ทั้งนี้อัตราการอบแห้งจะลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้ง เนื่องจากอัตราการระเหยน้ำที่สูงขึ้นจากการได้รับพลังงานจากรังสีอินฟราเรดเข้าไปในเนื้อแกงไตปลา จึงส่งผลให้แกงไตปลาที่ได้มีลักษณะสีเหลืองปานกลาง มีรสชาติและกลิ่นของแกงไตปลาอยู่ครบถ้วน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวกิงกานต์ พันธวานิชย์ ผู้สนับสนุนเครื่องอบแห้งด้วยการแผ่รังสีอินฟราเรดระยะไกลจากเซรามิก สำหรับใช้ทดลองจนเสร็จสิ้น ขอขอบคุณนายปิยณัฐ หงส์กังวาน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการวิจัย และขอบคุณวิทยาลัยพลังงานทดแทนและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร สำหรับสถานที่ในการฝึกสหกิจศึกษาและทำการวิจัยจนสำเร็จจุลวงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] นายศุภชัย แก้วจิ้ง. (2559). **ศึกษาอิทธิพลรังสีอินฟราเรดกับการอบแห้งกะปิ**. รายงานการวิจัย. สงขลา : มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- [2] วรณิตา ทองพัฑ อำพล อาภาธนากร และพิสิษฐ์ มณีโชติ. (2563). ระบบอบแห้งชนิดการแผ่รังสีความร้อนของเซรามิกสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน. **วารสารวิชาการพลังงานทดแทนสู่ชุมชน**, 3(1), 19-25.
- [3] ยุทธนา ภูริระวณิชกุล สิริกานต์ ยอดแก้ว และสุภวรรณ ภูริระวณิชกุล. (2560). “แบบจำลองจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งกล้วยเล็บมือนางด้วยรังสีอินฟราเรด”, ใน **การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 13**, วันที่ 31 พฤษภาคม - 2 มิถุนายน 2560 ณ โรงแรม ดิเอ็มเพรส เชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 44-49.
- [4] จุฑารัตน์ ทะสระระ สุภวรรณ ภูริระวณิชกุล และยุทธนา ภูริระวณิชกุล. (2560). “การอบแห้งข้าวกล้องนึ่งโดยใช้พลังงานความร้อนร่วมจากรังสีอินฟราเรดและลมร้อน”, ใน **การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 13**, วันที่ 31 พฤษภาคม - 2 มิถุนายน 2560 ณ โรงแรม ดิเอ็มเพรส เชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 77-83.
- [5] อีลีหียะ สนิโซ มาดีอะ ประคู้ และฟาตีอะ ยะยี. (2556). สภาวะที่เหมาะสมของการอบแห้งเห็ดนางฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมรังสีอินฟราเรด. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**, 8(2), 107-117.
- [6] วิชรินทร์ ดงบัง. (2556). รังสีอินฟราเรดและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**, 18(2), 299-304.
- [7] Krishnamurthy, K., Khurana, H.K., Jun, S., Irudayaraj, J., and Demirci, A. (2008). Infrared heating in food processing: an overview. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 7, 1-13.
- [8] AOAC. (2005). Official methods of analysis. 18th Edition. Association of official analytical chemists, Washington, D.C.

- [9] สมชาติ โสภณธรณฤทธิ. (2540). การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [10] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2556). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.๓๒๓/๒๕๕๖) แกงไตปลาแห้ง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม กรุงเทพฯ, สืบค้นเมื่อ 6 กันยายน 2564, จาก [http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0323_56\(แกงไตปลาแห้ง\).pdf](http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0323_56(แกงไตปลาแห้ง).pdf)