

การพัฒนาเครื่องทอดไก่กึ่งอัตโนมัติด้วยระบบน้ำมันทอดหมุนเวียน

The Development of Semi-Automated Chicken Fried Machine with Oil Recirculation System

วาทิต วงษ์ดอแก้ว*, วราภรณ์ ชนะพรพมา, ปริญญา ดีรัมย์ และ สิทินันท์ ทองศิริ
Wathit Wongdocmai*, Waraporn Chanapromma, Prinya Deerasmee
and Sittinan Thongsiri

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*Corresponding author. E-mail: wathito@hotmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องทอดไก่กึ่งอัตโนมัติด้วยระบบน้ำมันทอดหมุนเวียน มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเครื่องทอดไก่กึ่งอัตโนมัติด้วยระบบน้ำมันทอดหมุนเวียน 2) เพื่อพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพน้ำมันทอดหมุนเวียนโดยการกรองเศษเจือปน และ 3) เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตกระบวนการทอดไก่ของสถานประกอบการ เครื่องจักรถูกออกแบบให้มีการทำงาน 2 ส่วน ได้แก่ เครื่องทอดไก่กึ่งอัตโนมัติ ทำหน้าที่บรรจุน้ำมันทอดและควบคุมอุณหภูมิน้ำมันทอดให้ได้ไม่ต่ำกว่า 160 °C ผ่านตัวเทอร์โมสตัท (Thermostats) และระบบน้ำมันทอดหมุนเวียนด้วยเครื่องกรองน้ำมันโดยการกรองเศษเจือปนผ่านกระดาษกรองอย่างละเอียดเพื่อควบคุมคุณภาพน้ำมัน ขนาดความจุอ่างสามารถกักเก็บสิ่งเจือปนที่กรองแล้วได้ปริมาณมาก การทอดไก่แบบเดิมใช้ทอดในกระทะ 2 ใบ ทอดไก่ได้ครั้งละ 2 กิโลกรัม อุณหภูมิทอดเฉลี่ย 135.22 °C ใช้เวลาทอดเฉลี่ย 7.2 นาทีต่อรอบ หรือ 0.556 กิโลกรัมต่อนาที กำลังการผลิตอยู่ที่ 40 -100 กิโลกรัมต่อวัน ใช้ น้ำมันทอดประมาณ 14 - 35 ลิตร ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องที่พัฒนา พบว่า สามารถทอดไก่ได้ครั้ง 4 กิโลกรัม อุณหภูมิทอดเฉลี่ย 199.46 °C ใช้เวลาทอดเฉลี่ย 2.21 นาทีต่อรอบ หรือ 1.81 กิโลกรัมต่อนาที กำลังการผลิตอยู่ที่ 80 – 300 กิโลกรัมต่อวัน ใช้ น้ำมันทอดประมาณ 23 - 45 ลิตร นอกจากนี้ การมีระบบกรองน้ำมันยังช่วยประหยัดเวลาการจัดเศษแป้งในน้ำมันได้ เครื่องทอดที่พัฒนาจึงสามารถเพิ่มกำลังการผลิตกระบวนการทอดไก่ของสถานประกอบการได้จริง

คำสำคัญ: เครื่องทอดไก่ น้ำมันทอด การกรองน้ำมัน

Abstract

The development of semi-automated chicken fried machine with oil recirculation system had the objectives as the following: 1) to develop a semi-automatic chicken frying machine with a circulating oil frying system, 2) to develop a quality control system for circulating frying oil by filtering out impurities, and 3) to increase the production capacity of the establishment's frying process. The machine is designed to work in two parts: a semi-automatic chicken fried machine that serves to pack the frying oil and control the frying oil temperature through the thermostat, a frying oil recirculation system with the oil filter. The frying oil quality control system circulates by filtering the impurities through an oil filter paper which can filter the impurities more finely. The tank capacity can hold many filtered contaminants. The amount of chicken frying in two pans can fry two kilograms of chicken at a time, average oil temperatures 135.22 °C, taking an average of 7.2 minutes per round or 0.556 kilogram/minute. Total oil consumption is 14 - 35 liters per pan for frying 40 - 100 kilograms of chicken per day. Experimental results show that the machine can fry four kilograms of chicken at a time, average oil temperatures 199.46 °C, taking an average of 2.21 minutes per round or 1.81 kilogram/minute. Frying with a fryer has a larger capacity 80 – 300 kilograms of chicken per day and total oil consumption is 23 - 45 liters per day. The developed semi-automated chicken fried machine can increase the production capacity of the chicken frying process of the establishment.

Keywords: chicken fried machine, frying oil, oil filtration

บทนำ

การทอด เป็นการนำชิ้นอาหารใส่ลงในน้ำมันขณะร้อน ผิวนอกของอาหารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำที่เป็นส่วนประกอบหลักในอาหารระเหยกลายเป็นไอ ผิวนอกของอาหารจะแห้ง ซึ่งมีลักษณะคล้ายการอบหรือการย่าง การระเหยของน้ำจะค่อย ๆ เคลื่อนที่เข้าไปด้านในของชิ้นอาหาร ผิวนอกของอาหารจะมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจนเท่า ๆ กับน้ำมันที่ทอด ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของการทอดคือ เพื่อเปลี่ยนคุณภาพการบริโภคของอาหาร วัตถุประสงค์รอง คือ การถนอมรักษาอาหารโดยการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ เอนไซม์ และอื่น ๆ ที่ผิวอาหาร หรือตลอดชิ้นอาหาร ซึ่งวิธีการทอดทางอุตสาหกรรมจำแนกโดยการถ่ายโอนความร้อนได้ 2 วิธี คือ 1) การทอดแบบน้ำมันตื้น (Shallow

Frying) เป็นการทอดที่ใช้ปริมาณน้ำมันน้อย หรือเพียงใช้น้ำมันเคลือบบนผิวกระทะ ป้องกันไม่ให้อาหารติดกระทะเท่านั้น วิธีนี้เหมาะสำหรับอาหารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง เช่น เบคอน ไช้เบอร์เกอร์ และพายชนิดต่าง ๆ และ 2) การทอดแบบน้ำมันท่วม (Deep-Fat Frying) เป็นการทอดอาหารในน้ำมันปริมาณมาก โดยอาหารที่ทอดจะจมลงไปสู่น้ำมัน การทอดวิธีนี้เหมาะกับอาหารทุกรูปทรง อาหารที่ได้จากการทอดแบบน้ำมันท่วมนี้จะมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างจากวิธีการทอดแบบแรกคือ มีลักษณะกรอบ พู มีสี กลิ่นและรสชาติเฉพาะตัวที่เกิดจากน้ำมันที่ใช้ในการทอด ทำให้อาหารน่ารับประทานมากขึ้น (วิไล รังสาดทอง, 2546, อ่างอิงโน สิริมา ชินสาร, 2551)

จากการสำรวจกระบวนการผลิตปัจจุบัน ณ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชาบูอินดี้ อุดรดิตต์ เพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้น ศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการ พบว่า ผู้ประกอบการได้เริ่มทำผลิตภัณฑ์ตัวใหม่ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ไก่ทอดราดซอส สำหรับผู้บริโภคทานเล่นหรือทานกับข้าวสวย โดยเบื้องต้น ผู้ประกอบได้เตรียมวัตถุดิบเนื้อไก่สำหรับทอดกับแป้งชุบทอดลงในกระทะน้ำมันแบบทั่วไป น้ำมันที่ใช้เป็นน้ำมันปาล์ม ซึ่งกำลังการผลิตในแต่ละวันประมาณ 40 - 100 กิโลกรัมต่อวัน ใช้แรงงานในการทอดจำนวน 1 คน ณ ปัจจุบัน หลังจากผู้ประกอบการนำเสนอผลิตภัณฑ์ในรูปแบบแฟรนไชส์ ปรากฏว่ามียอดสั่งวัตถุดิบไก่ทอดเป็นปริมาณที่สูง ทำให้กำลังการผลิตที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่เพียงพอ เนื่องจากยังต้องพึ่งพาแรงงานคน อีกทั้งมีความยุ่งยากในการหมุนเวียนน้ำมันทอดมาใช้ซ้ำ ซึ่งน้ำมันทอดเป็นวัตถุดิบสำคัญในการทอด จากปัญหาดังกล่าวผู้ประกอบการจึงขอคำแนะนำและแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพกระบวนการทอดโดยใช้เครื่องจักร พร้อมทั้งมีระบบควบคุมการหมุนเวียนน้ำมันทอด จากการแลกเปลี่ยนข้อมูลตามที่กล่าวมาข้างต้น ผู้ประกอบการและกลุ่มผู้วิจัยจึงมีแนวคิดและความต้องการร่วมกันที่จะร่วมกันการพัฒนาเครื่องทอดไก่กึ่งอัตโนมัติด้วยระบบน้ำมันทอดหมุนเวียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและกำลังการผลิตต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาเครื่องทอดไก่กึ่งอัตโนมัติด้วยระบบน้ำมันทอดหมุนเวียน
- 2) เพื่อพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพน้ำมันทอดหมุนเวียนโดยการกรองเศษเจือปน
- 3) เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตกระบวนการทอดไก่ของสถานประกอบการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิลาวัลย์ ไตรจิตต์ (2563) ได้ศึกษาเรื่อง การหาสภาวะที่เหมาะสมเพื่อทอดแคบหมูด้วยเครื่องทอดแบบของเหลวแยกชั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณภาพให้กับผลิตภัณฑ์อาหารในรูปแบบการทอดและทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องทอดต้นแบบ โดยทำการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างเครื่องทอดต้นแบบกับกระทะทั่วไป ในด้านคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันภายใต้เงื่อนไขอุณหภูมิและเวลาในการทอดซ้ำ 210 °C และ 40 ครั้ง ตามลำดับ โดยระบุว่ากระบวนการทอดอาหารแบบน้ำมันท่วม เมื่อน้ำมันที่ใช้ทอดได้รับความร้อนอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิที่สูง

เป็นเวลานาน ๆ จะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ไม่สามารถสลายตัวในน้ำมันได้ รวมถึงการเสื่อมคุณภาพของน้ำมันระหว่างกระบวนการทอดที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค จากการศึกษาการหาสภาวะที่เหมาะสมเพื่อทอดแคบหมูด้วยเครื่องทอดแบบของเหลวแยกชั้น จะใช้หลักการถ่ายเทความร้อนระหว่างของเหลว 2 ชนิด ของน้ำมันและน้ำ งานวิจัยได้มีการประเมินต้นทุนในการใช้พลังงานและต้นทุนในการผลิตแคบหมูผลจากการศึกษา พบว่า ปริมาณค่าเพอร์ออกไซด์คาร์บอไซด์ไขมันอิสระ และปริมาณสารโพลาร์อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมาย กำหนด คือ 0.6 mg O₂/kg, 0.33% และ 11-20% ตามลำดับ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลาในการทอดเพิ่มมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงสีของน้ำมันและสีของแคบหมูมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิและเวลาในการทอดเพิ่มมากขึ้น และจากการวิเคราะห์ผลการทดสอบ พบว่า สภาวะที่เหมาะสมสำหรับทอดแคบหมูด้วยเครื่องทอดแบบของเหลวแยกชั้นอยู่ที่ 30 ครั้ง นอกจากนั้นเครื่องทอดแบบของเหลวแยกชั้นยังมีการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงในการทอดผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม ลดลง 6.534 บาท คิดเป็น 50% ซึ่งน้อยกว่าราคาต้นทุนที่สูญเสียเชื้อเพลิงของกระทะทั่วไป เนื่องจากเครื่องทอดออกแบบให้มีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันทำให้สามารถประหยัดปริมาณเชื้อเพลิงที่สูญเสียไปจากการทอดผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่ากระทะทั่วไป

ศิริรักษา มณีแดง (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การจัดการน้ำมันทอดซ้ำของผู้จำหน่ายอาหารทอดในพื้นที่เทศบาลตำบลวังไผ่ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เพื่อหาแนวทางในการจัดการน้ำมันทอดซ้ำของผู้ประกอบการในพื้นที่ โดยศึกษาพฤติกรรม ความรู้ และคุณภาพน้ำมันทอดอาหารของผู้จำหน่ายอาหารทอด ซึ่งเป็นกลุ่มผู้สมัครใจเข้าร่วมวิจัย จำนวน 10 ราย ผลการศึกษาพบว่า ผู้จำหน่ายใช้ระยะเวลาในการทอดเป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนน้ำมันใหม่ บางรายเติมน้ำมันเพิ่มในระหว่างทอดเพื่อเจือจางปริมาณสารโพลาร์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทอดและเพิ่มระยะเวลาในการใช้น้ำมันทอดซ้ำ จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพฤติกรรม ความรู้ และคุณภาพน้ำมันทอดอาหารของผู้จำหน่าย และการร่วมกันหาแนวทางในการจัดการน้ำมันทอด ทำให้ได้แนวทางในการจัดการน้ำมันทอดซ้ำซึ่งภายหลังการนำแนวทางไปใช้แล้ว มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น โดยผู้จำหน่ายมีความรู้ความเข้าใจดีขึ้น มีการเติมน้ำมันใหม่เพิ่มระหว่างทอดลดลง ด้านคุณภาพน้ำมันทอดอาหาร ไม่พบร้านใดมีค่าโพลาร์สูงเกินร้อยละ 20 และในแง่ความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนการผลิต พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีต้นทุนในการผลิตลดลง

นันทิรา หงส์ศรีสุวรรณ (2558) ได้นำเสนอ อันตรัยจากน้ำมันทอดซ้ำ โดยระบุว่า น้ำมันทอดซ้ำ คือ น้ำมันที่ใช้ทอดอาหารซ้ำ มากกว่า 1 ครั้ง ที่มีปริมาณสารโพลาร์ (Polar Compounds) ไม่เกินร้อยละ 25 ของน้ำหนัก และน้ำมันทอดซ้ำเสื่อมสภาพ คือ น้ำมันที่ใช้ทอดอาหารซ้ำ มากกว่า 2 ครั้ง ที่มีปริมาณสารโพลาร์เกินร้อยละ 25 ของน้ำหนัก วัตถุประสงค์ที่สำคัญในอาหารประเภททอด คือ น้ำมันที่ใช้ในการทอด ดังนั้น อาหารทอดที่รับประทานจะเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหรือไม่ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอด น้ำมันเมื่อได้รับความร้อนจากการทอดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี มี

ผลทำให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพ มีสีดำ กลิ่นเหม็นหืน จุดเกิดควันต่ำลง มีฟอง เหนียวหนืด และก่อให้เกิดกลุ่มสารประกอบที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย เรียกว่า สารโพลาร์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และโรคหลอดเลือด นอกจากนี้ ในกระบวนการทอดอาหารที่ใช้ไขมันทอดซ้ำยังก่อให้เกิดสารก่อกลายพันธุ์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง เรียกว่า สารโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; PAHs)

จันทร์จิรา ตั้งสันทัศน์กุล (2554) ได้ทำการศึกษาปัจจัยและสภาวะการผลิตเพื่อพัฒนาระบบการทอดแบบพ่นฝอย ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่ทันสมัยในการฉีดพ่นละอองน้ำมันร้อนที่มีแรงดันสูงผ่านผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทอด โดยมีการควบคุมอุณหภูมิ และอัตราการไหลของน้ำมันทอดอย่างสม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์จะเคลื่อนที่ผ่านละอองน้ำมันร้อน ซึ่งเปรียบเสมือนทำการทอดอยู่ในการศึกษาวิจัยได้ใช้แผ่นข้าวตังเป็นวัตถุดิบ ทำการทอดที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นระยะเวลา 17 วินาที โดยกำหนดสภาวะอัตราการพ่นฝอยน้ำมันที่ต่างกัน 3 ระดับ และความเร็วรอบในการหมุนหม้อทอดที่ต่างกัน 3 ระดับ หลังจากนั้นเลือกสภาวะการทอดที่ดีที่สุด โดยพบว่า แผ่นข้าวตังที่ผ่านกระบวนการทอดแบบพ่นฝอยจะดูดซับน้ำมันในปริมาณที่น้อยกว่ากระบวนการทอดแบบจุ่ม มีอัตราการพ่นน้ำมัน 0.3 ลิตรต่อวินาที ความเร็วรอบ 60 รอบต่อนาที และการสลัดเหวี่ยงหลังการทอดที่ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที คือสภาวะที่ดีที่สุด สามารถลดปริมาณการดูดซับน้ำมันลงได้มากกว่า ร้อยละ 60 จึงกล่าวได้ว่ากระบวนการทอดแบบพ่นฝอยสามารถลดปริมาณการดูดซับน้ำมันทอดในผลิตภัณฑ์อาหารได้

จากการศึกษาทางวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า กระบวนการทอดด้วยเครื่องทอดจะต้องคำนึงคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมัน ภายใต้เงื่อนไขอุณหภูมิที่เหมาะสมและเวลาในการทอดซ้ำ เครื่องทอดควรออกแบบให้มีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันทำให้สามารถประหยัดปริมาณเชื้อเพลิงที่สูญเสียไปจากการทอดผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่ากระทะทั่วไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ มีรายละเอียด ดังนี้

1. การลงพื้นที่เพื่อร่วมวางแผนงานวิจัยกับผู้ประกอบการ

จากสภาพปัจจุบัน ผู้ประกอบได้เตรียมวัตถุดิบเนื้อไก่สำหรับทอดกับแป้งชุบทอดลงในกระทะน้ำมันแบบทั่วไป น้ำมันที่ใช้เป็นน้ำมันปาล์ม มีกำลังการผลิตในแต่ละวัน ประมาณ 40 - 100 กิโลกรัมต่อวัน ใช้แรงงานในการทอดจำนวน 1 คน เนื้อไก่ที่ทอดลักษณะกึ่งสุกเพื่อส่งให้ลูกค้าหลักเป็นผู้ซื้อแพรรนไฮส์ของผู้ประกอบการนำไปเป็นวัตถุดิบปรุงขายต่อ ณ สาขาของตน โดยยอดสั่งวัตถุดิบไก่ทอดมีปริมาณสูงเพิ่มขึ้น ทำให้กำลังการผลิตที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่เพียงพอ มีข้อจำกัดด้านแรงงานคน ความยุ่งยากในการหมุนเวียนน้ำมันทอดมาใช้ซ้ำ ซึ่งน้ำมันทอดเป็นวัตถุดิบสำคัญในการทอด แนวทางการแก้ปัญหาเบื้องต้นซึ่งได้จากวิเคราะห์และสรุปปัญหา 3 ประเด็น ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ความต้องการระบบการทอดด้วยการพัฒนาเครื่องทอดไก่กึ่งอัตโนมัติด้วยระบบน้ำมันทอดหมุนเวียน โดยวัสดุหลักเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) เป็นโลหะผสม (Alloy) ที่นิยมใช้เพื่อเป็นวัสดุสร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์แปรรูปอาหาร (Food Processing Equipment)

ประเด็นที่ 2 ออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการหมุนเวียนน้ำมันทอดที่สามารถกรองสิ่งเจือปนจากกระบวนการทอด เพื่อคงคุณภาพน้ำมันทอดในการใช้ซ้ำ

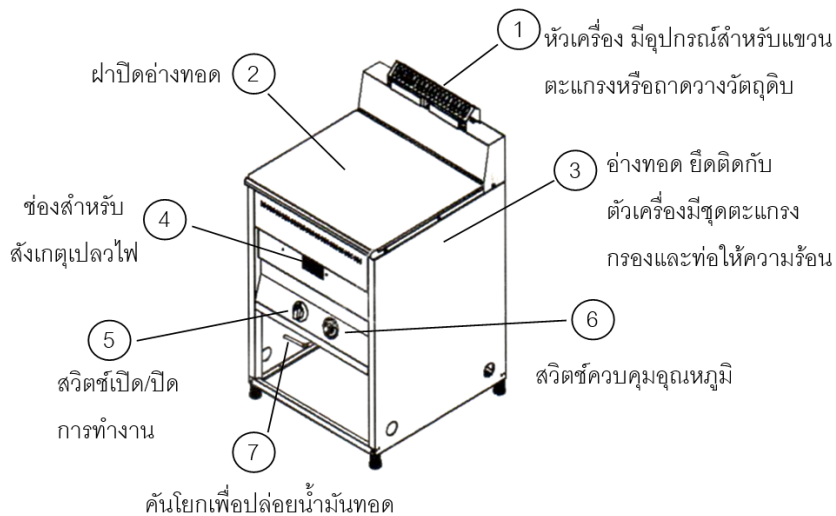
ประเด็นที่ 3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกำลังการผลิตโดยสามารถทอดไก่ได้ปริมาณที่สูงกว่าเดิม

2 - 3 เท่า

2. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรและอุปกรณ์/การวิเคราะห์แบบ

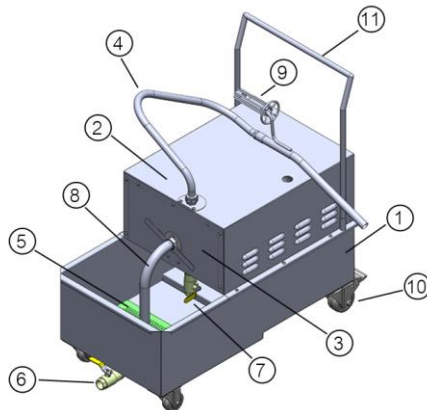
เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการครั้งนี้ ประกอบด้วย

2.1 เครื่องทอดแบบใช้แก๊ส มีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) 63 x 70 x 95 เซนติเมตร ขนาดความจุน้ำมัน 23 ลิตร ควบคุมการทำงานด้วยตัวเทอร์โมสแตต (Thermostats) สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ระหว่าง 160 - 220 °C ตัวเครื่องผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ให้ความร้อนโดยแก๊สแรงดันต่ำ (LPG) และกระจายความร้อนด้วยระบบอุโมงค์ไฟฟ้าให้ความร้อนทั่วถึงเท่ากันหมด มีช่องถายน้ำมันด้านล่าง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แบบเครื่องทอดไก่

2.2 เครื่องกรองน้ำมันทอด ทำหน้าที่กรองน้ำมันทอดที่ใช้ทอดผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว โดยผ่านตระแกรงกรองและกระดาษกรองซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอ่างกรองน้ำมัน น้ำมันจะถูกกรองผ่านกระดาษกรองและใช้มอเตอร์ปั๊มเพื่อดูดน้ำมันที่กรองแล้วผ่านท่อจ่ายน้ำมันเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เครื่องกรองน้ำมันทอด

จากภาพที่ 2 เครื่องกรองน้ำมันมีขนาด (กว้าง x ยาว) 44.5 x 79 เซนติเมตร ความสูงจากฐานล้อจนถึงด้ามจับสำหรับเข็น 82 เซนติเมตร ส่วนประกอบหลักของเครื่องกรองน้ำมัน ประกอบด้วย 1) ตัวถัง 2) ฝาครอบปั๊มมอเตอร์ 3) ปั๊มมอเตอร์ 4) สายปล่อยน้ำมันที่กรองแล้ว 5) ตะแกรงใส่กระดาษกรอง 6) วาล์วปล่อยน้ำมันกันล้น 7) วาล์วปล่อยน้ำมันค้ำท่อสายปล่อยน้ำมัน 8) ท่อดูดน้ำมันเข้าปั๊มมอเตอร์ 9) ด้ามจับสายปล่อยน้ำมัน 10) ชุดล้อ และ 11) ด้ามจับสำหรับเข็น

3. การพัฒนาเครื่องจักรและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์เป็นเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) เป็นแผ่น Metal Sheet แบบ SUS304 ขึ้นรูปโดยการพับและการเจาะยึดด้วยสกรู ตัวโครงเครื่องทอดมีลักษณะแนวตั้ง ตัวอ่างทอดอยู่ด้านบน ภายในอ่างมีถาดตระแกรงกรองเพื่อดักเศษไก่และเศษแป้งระหว่างทอดอยู่ด้านล่าง โดยใต้ถาดตระแกรงจะมีท่อความร้อนที่ใช้เชื้อเพลิงเผาไหม้จากแก๊สวางเรียงกันจำนวน 5 ท่อ ตัวท่อนี้มีการเจาะรูเพื่อช่วยเพิ่มความร้อนให้กับน้ำมันในเครื่องได้ทั่วถึงและทำความร้อนได้เร็วขึ้น มีการติดตั้งเทอร์โมสแตทเพื่อตรวจจับอุณหภูมิความร้อน พร้อมสวิทช์เปิดปิดแก๊ส การต่อท่อแก๊สจะต่อทางด้านล่างตัวเครื่องและใต้อ่างจะมีหัวคั่นโยกสำหรับปล่อยน้ำมันทอดที่ทอดแล้วออกมา

4. การติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ

ทำการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในสถานประกอบการ ซึ่งปัจจุบันยังใช้อุปกรณ์แบบเดิมในการปฏิบัติงานเนื่องจากมีปริมาณความต้องการไก่ทอดอย่างต่อเนื่อง เบื้องต้นจึงใช้พื้นที่

ชั่วคราวเพื่อทำการติดตั้งและทดลองการทำงานจนเสร็จสมบูรณ์ตามกระบวนการแล้วจึงจัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสมต่อไป ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ในสถานประกอบการ

5. การออกแบบกระบวนการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ

จากกระบวนการทอดไก่ของผู้ประกอบการ ตัวแปรที่สำคัญสำหรับการทอดด้วยเครื่องทอด ได้แก่ ความสะอาดของน้ำมันทอด, ปริมาณน้ำมันและน้ำหนัไก่ที่ใช้ทอดในแต่ละครั้ง อุณหภูมิในการทอด และการตักตะกอนของเศษแข็งและเศษไก่ในขณะทอด ส่วนเครื่องกรองน้ำมันเป็นการหาประสิทธิภาพโดยรวมในการกรอง โดยมีตัวแปรสำคัญ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการกรอง ปริมาณน้ำมันที่เติมในอ่างกรอง คุณภาพน้ำมันที่ผ่านการกรอง จำนวนรอบสูงสุดของน้ำมันที่ผ่านการกรอง และอุณหภูมิของน้ำมันที่ลดลงขณะผ่านการกรอง เป็นต้น ดังนั้นกระบวนการทดลองถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ กระบวนการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องทอด กับกระบวนการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำมันทอด

6. การทดสอบระบบและปรับปรุง

การทดสอบระบบเบื้องต้นกับเครื่องจักรทั้ง 2 ตัว พบว่า สามารถทำงานได้ปกติ โดยเครื่องทอดหลังจากติดตั้งชุดควบคุมการปล่อยแก๊สกับถังแก๊สแล้ว ทดลองจุดไฟเพื่อต้มน้ำทิ้งไว้ ผลปรากฏว่า อุณหภูมิน้ำสูงขึ้น สามารถปรับความแรงของไฟได้ และวาล์วสามารถเปิด-ปิดการปล่อยน้ำได้ ขณะที่เครื่องกรองน้ำมันทอดระบบการทำงานเป็นปกติ ทดลองโดยใช้น้ำเปล่า เครื่องกรองสามารถดูน้ำและปล่อยผ่านท่อปล่อยน้ำมันได้ตามปกติ ปัญหาที่ต้องปรับปรุงในเบื้องต้น คือ การเชื่อมต่อท่อระหว่าง

เครื่องทอดกับเครื่องกรอง ซึ่งจำเป็นต้องใช้สายถักทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมที่ทนความร้อนของน้ำมันทอดขณะปฏิบัติงานได้

7. วิเคราะห์ผลประสิทธิภาพของเครื่องจักร

จากการทดสอบการวัดอุณหภูมิการทอดในกระทะแบบเดิมเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบทำการทดลองทั้งสิ้น 5 ครั้ง โดยวัดอุณหภูมิของน้ำมันในแต่ละช่วง ได้แก่ ก่อนทอดไก่ ระหว่างทอดไก่ ก่อนตักไก่ออก และหลังทอดไก่เสร็จแล้ว มีหน่วยวัดเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) พร้อมหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของแต่ละช่วง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดลอง

จากการทดสอบการวัดอุณหภูมิการทอดในกระทะแบบเดิมเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบทำการทดลองทั้งสิ้น 5 ครั้ง โดยวัดอุณหภูมิของน้ำมันในแต่ละช่วง ได้แก่ ก่อนทอดไก่, ระหว่างทอดไก่, ก่อนตักไก่ออก และหลังทอดไก่เสร็จแล้ว มีหน่วยวัดเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) พร้อมหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของแต่ละช่วง ดังแสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อุณหภูมิการทอดไก่ในแต่ละช่วงของการทอดในกระทะแบบเดิม

การวัดอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	รอบที่					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
1. อุณหภูมิน้ำมันก่อนทอดไก่	160.2	142.6	136.2	129.1	125.2	138.66
2. อุณหภูมิน้ำมันระหว่างทอดไก่	142.1	139.8	138.2	139.2	129	137.66
3. อุณหภูมิน้ำมันก่อนตักไก่ออก	139.4	138.1	137	138.3	128.5	136.26
4. อุณหภูมิน้ำมันหลังทอดไก่เสร็จแล้ว	128.5	127.3	129.6	129.3	126.7	128.28
	อุณหภูมิทอดเฉลี่ย					135.22

*หมายเหตุ อุณหภูมิเป็นหน่วยองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

จากตารางที่ 1 พบว่าอุณหภูมิน้ำมันก่อนทอดไก่ในกระทะ มีอุณหภูมิเฉลี่ย 138.66°C อุณหภูมิน้ำมันระหว่างทอดไก่ มีอุณหภูมิเฉลี่ย 137.66°C อุณหภูมิน้ำมันก่อนตักไก่ออก มีอุณหภูมิเฉลี่ย 136.26°C และอุณหภูมิน้ำมันหลังทอดไก่เสร็จแล้ว มีอุณหภูมิเฉลี่ย 128.28°C และอุณหภูมิทอดเฉลี่ย 135.22°C

และจากการทดสอบการทอดไก่ในเครื่องทอดที่พัฒนา มีการวัดอุณหภูมิของน้ำมันทอดในแต่ละช่วงเช่นเดียวกับการทดลองทอดในกระทะ มีหน่วยวัดเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) พร้อมหาอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละช่วง เก็บข้อมูลทั้งหมด 10 รอบ โดยเมื่อครบรอบที่ 1-5 จะทำการกรองน้ำมัน 1 ครั้ง แล้วจึงทำการเก็บข้อมูลรอบที่ 6 - 10 พร้อมหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของแต่ละช่วง ดังแสดงตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 อุณหภูมิการทอดไก่ในแต่ละช่วงของการทอดในเครื่องทอดที่พัฒนา รอบที่ 1 - 5

การวัดอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	รอบที่					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
1. อุณหภูมิน้ำมันก่อนทอดไก่	210.2	202.6	196.3	199.7	203.0	202.36
2. อุณหภูมิน้ำมันระหว่างทอดไก่	204.6	201.7	195.1	201.3	207.2	201.98
3. อุณหภูมิน้ำมันก่อนตักไก่ออก	203.7	201.6	194.2	199.1	205.4	200.80
4. อุณหภูมิน้ำมันหลังทอดไก่เสร็จแล้ว	202.6	200.4	188.4	190.8	203.6	197.16
อุณหภูมิทอดเฉลี่ย						200.58

*หมายเหตุ อุณหภูมิเป็นหน่วยองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

จากตารางที่ 2 พบว่าอุณหภูมิน้ำมันก่อนทอดไก่ในเครื่องทอดที่พัฒนา รอบที่ 1-5 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 202.36°C อุณหภูมิน้ำมันระหว่างทอดไก่ มีอุณหภูมิเฉลี่ย 201.98°C อุณหภูมิน้ำมันก่อนตักไก่ออก มีอุณหภูมิเฉลี่ย 200.80°C และอุณหภูมิน้ำมันหลังทอดไก่เสร็จแล้ว มีอุณหภูมิเฉลี่ย 197.16°C และอุณหภูมิทอดเฉลี่ย 200.58°C

ตารางที่ 3 อุณหภูมิการทอดไก่ในแต่ละช่วงของการทอดในเครื่องทอดที่พัฒนา รอบที่ 6 - 10

การวัดอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	รอบที่					ค่าเฉลี่ย
	6	7	8	9	10	
1. อุณหภูมิน้ำมันก่อนทอดไก่	202.3	200.7	198.8	199.4	197.1	199.66
2. อุณหภูมิน้ำมันระหว่างทอดไก่	201.6	199.1	197.7	199.1	196.8	198.86
3. อุณหภูมิน้ำมันก่อนตักไก่ออก	199.2	198.9	197.1	198.4	195.7	197.86
4. อุณหภูมิน้ำมันหลังทอดไก่เสร็จแล้ว	198.9	198.2	196.1	196.7	195.0	196.98
อุณหภูมิทอดเฉลี่ย						198.34

*หมายเหตุ อุณหภูมิเป็นหน่วยองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

จากตารางที่ 3 พบว่าอุณหภูมิน้ำมันก่อนทอดไก่ในเครื่องทอด รอบที่ 6 - 10 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 199.66 °C อุณหภูมิน้ำมันระหว่างทอดไก่ มีอุณหภูมิเฉลี่ย 198.86 °C อุณหภูมิน้ำมันก่อนตักไก่ออก มีอุณหภูมิเฉลี่ย 197.86 °C และอุณหภูมิน้ำมันหลังทอดไก่เสร็จแล้ว มีอุณหภูมิเฉลี่ย 196.98 °C และอุณหภูมิทอดเฉลี่ย 198.34 °C โดยค่าอุณหภูมิรวมจากตารางที่ 3 และ 4 หาค่าอุณหภูมิทอดเฉลี่ย 199.46 °C

ในรอบการทอดที่ 5 เมื่อตักไก่ที่ทอดเสร็จแล้วจะทำการถ่ายน้ำมันลงเครื่องกรองน้ำมันทอด เพื่อทำการกรองน้ำมัน ก่อนปล่อยกลับคืนสู่เครื่องทอดอีกครั้งเพื่อใช้น้ำมันทอดทอดไก่รอบที่ 6 - 10 ต่อไป และหลังรอบที่ 10 ทำการกรองน้ำมันอีกครั้งหนึ่ง ข้อมูลที่ทำการเก็บได้แก่ ปริมาณน้ำมันที่ใช้กรอง (ลิตร), อุณหภูมิน้ำมันก่อนกรอง (องศาเซลเซียส), เวลาที่ใช้ในการกรอง (นาทิจ), เวลาที่ใช้ในการเติมกลับ (นาทิจ) และอุณหภูมิน้ำมันหลังกรองแล้ว (องศาเซลเซียส) ดังแสดงตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดลองการกรองน้ำมันของเครื่องกรองน้ำมัน

การทดลอง ที่	ปริมาณ น้ำมัน (ลิตร)	อุณหภูมิน้ำมัน ก่อนกรอง	เวลาที่ใช้ ในการกรอง (นาทิจ)	เวลาที่ใช้ ในการเติม กลับ (นาทิจ)	อุณหภูมิน้ำมัน ที่กรองแล้ว
1	24	202.3	2.4	3.6	193.4
2	14	195.0	2.1	3.4	184.7

หมายเหตุ: การทดลองที่ 1 (หลังการทอดรอบที่ 1 - 5), การทดลองที่ 2 (หลังการทอดรอบที่ 6 - 10)

*อุณหภูมิเป็นหน่วยองศาเซลเซียส (°C)

จากตารางที่ 4 พบว่า การทดลองครั้งที่ 1 เหลือปริมาณน้ำมัน 24 ลิตร อุณหภูมิน้ำมันก่อนกรอง 202.3 °C เวลาที่ใช้ในการกรอง 2.4 นาทิจ เวลาที่ใช้ในการเติมกลับ 3.6 นาทิจ อุณหภูมิน้ำมันที่กรองแล้ว 193.4 °C การทดลองครั้งที่ 2 เหลือปริมาณน้ำมัน 14 ลิตร อุณหภูมิน้ำมันก่อนกรอง 195.0 °C เวลาที่ใช้ในการกรอง 2.1 นาทิจ เวลาที่ใช้ในการเติมกลับ 3.4 นาทิจ อุณหภูมิน้ำมันที่กรองแล้ว 184.7 °C

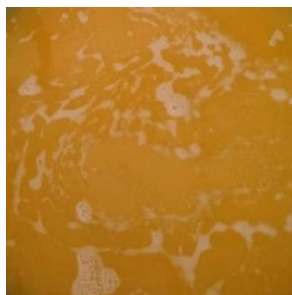
นอกจากนี้ จากการสังเกตสภาพน้ำมันที่ถูกทอดด้วยตาเปล่าในแต่ละรอบและบันทึกข้อมูล ทั้งในแบบกระทะเดิม และแบบเครื่องทอดและกรองน้ำมันที่พัฒนาขึ้น สามารถสรุปผลดังตารางที่ 5 และ 6

จากตารางที่ 5 พบว่า ลักษณะน้ำมันหลังการทอดแต่ละรอบในกระทะแบบเดิม น้ำมันทอดจะเริ่มมีกากตะกอนเพิ่มมากขึ้นทุกครั้งที่ในแต่ละรอบการทอด รวมทั้งสีของน้ำมันที่เริ่มขุ่น บางส่วนมีการไหม้ของกากตะกอนแป้ง ต้องใช้กระชอนช้อนสิ่งสกปรกออก

จากตารางที่ 6 พบว่า ลักษณะน้ำมันหลังการทอดแต่ละรอบในเครื่องทอด น้ำมันทอดจะเริ่มมีกากตะกอนเพิ่มมากขึ้นทุกครั้งที่ในแต่ละรอบการทอด รวมทั้งสีของน้ำมันที่เริ่มขุ่น บางส่วนมีการไหม้ของกากตะกอนแป้ง แต่ในรอบที่ 5 และ 10 มีการกรองน้ำมันก่อนนำมาใช้ทอดใหม่ ทำให้น้ำมันทอดมีสีใสดีกว่าเดิม และไม่มีกากตะกอน

ตารางที่ 5 ลักษณะน้ำมันหลังการทอดแต่ละรอบในกระเพาะแบบเดิม

การทอดครั้งที่	ลักษณะน้ำมันหลังการทอด
1	น้ำมันจะมีสีใส มีกากตะกอนเล็กน้อย
2	น้ำมันเริ่มเปลี่ยนสี และมีกากตะกอนเพิ่มขึ้นจากครั้งแรกเล็กน้อย
3	น้ำมันเริ่มมีสีขุ่น เนื่องจากเกิดการไหม้ของกากตะกอน
4	น้ำมันมีสีขุ่นมากกว่าเดิม และมีกากตะกอนเพิ่มมากขึ้น
5	น้ำมันมีสีเหลืองที่เป็นสีของกากตะกอน ดังภาพประกอบ



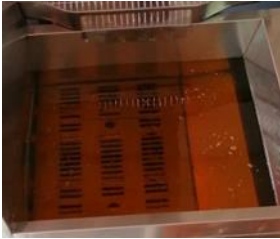




อภิปรายผล

การพัฒนาเครื่องทอดไก่กึ่งอัตโนมัติด้วยระบบน้ำมันทอดหมุนเวียน ถูกออกแบบให้มีการทำงาน 2 ส่วน ได้แก่ เครื่องทอดไก่กึ่งอัตโนมัติ ทำหน้าที่บรรจุน้ำมันทอดและควบคุมอุณหภูมิน้ำมันทอดให้ได้ตามที่ต้องการผ่านตัวเทอร์โมสตัท (Thermostats) และระบบน้ำมันทอดหมุนเวียนด้วยเครื่องกรองน้ำมัน ซึ่งแตกต่างจากการทอดไก่แบบเดิมที่ใช้กระทะทอดขนาดเล็กจำนวน 2 ใบ ทำงานพร้อมกัน การควบคุมอุณหภูมิน้ำมันทอดจึงต้องอาศัยความชำนาญของแรงงาน

การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพน้ำมันทอดหมุนเวียนโดยการกรองเศษเจือปนผ่านเครื่องกรองน้ำมันทำได้ดีกว่าการทอดแบบเดิมที่ใช้เพียงกระชอนตักเศษกากเจือปนที่ลอยอยู่บริเวณผิวน้ำมันทอด ขณะที่เครื่องกรองน้ำมันจะใช้กระดาษกรองซึ่งสามารถกรองเศษเจือปนได้ละเอียดกว่า ขนาดความจุอ่างสามารถกักเก็บสิ่งเจือปนที่กรองแล้วได้ปริมาณมากโดยไม่ต้องใช้ภาชนะอื่นมาเก็บแบบการทอดแบบเดิม

ปริมาณการทอดไก่แบบเดิมใช้ทอดในกระทะ 2 ใบ ทอดไก่ได้ครั้งละ 2 กิโลกรัม อุณหภูมิทอดเฉลี่ย 135.22 °C ใช้เวลาทอดเฉลี่ย 7.2 นาทีต่อรอบ หรือ 0.556 กิโลกรัมต่อนาที กำลังการผลิตอยู่ที่ 40 - 100 กิโลกรัมต่อวัน ใช้น้ำมันทอดประมาณ 14 - 35 ลิตร ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องที่พัฒนาพบว่า สามารถทอดไก่ได้ครั้ง 4 กิโลกรัม อุณหภูมิทอดเฉลี่ย 199.46 °C ใช้เวลาทอดเฉลี่ย 2.21 นาทีต่อรอบ หรือ 1.81 กิโลกรัมต่อนาที กำลังการผลิตอยู่ที่ 80 -300 กิโลกรัมต่อวัน ใช้น้ำมันทอดประมาณ 23 - 45 ลิตร เครื่องทอดที่พัฒนาจึงสามารถเพิ่มกำลังการผลิตกระบวนการทอดไก่ของสถานประกอบการได้จริง

ตารางที่ 6 ลักษณะน้ำมันทอดแบบเครื่องทอดและกรองน้ำมันที่พัฒนาขึ้น

ลำดับการทอด	ลักษณะน้ำมันก่อนกรอง	ลักษณะน้ำมันหลังการกรอง	หมายเหตุ
น้ำมันก่อนทอด		-	น้ำมันมีความใสปกติ
น้ำมันผ่านการทอดแล้ว 1 – 5 รอบ			- ก่อนกรอง น้ำมันมีสีเหลือง จากการผสมของกากตะกอนแป้งที่สะสมจำนวนมาก - หลังกรอง น้ำมันมีสีใส ไม่มีกากตะกอน
น้ำมันผ่านการทอดแล้ว 6 – 10 รอบ			- ก่อนกรอง น้ำมันมีสีเหลือง จากการผสมของกากตะกอนแป้งที่สะสมจำนวนมาก กากตะกอนเริ่มลอยตัวบนผิวหน้า - หลังกรอง น้ำมันเปลี่ยนสีจากเดิมเล็กน้อย ไม่มีกากตะกอน

สรุปผลและเสนอแนะ

สรุปผล

ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ คณะผู้วิจัยสามารถดำเนินการบรรลุตามวัตถุประสงค์ครบทั้ง 3 ข้อ คือ เพื่อพัฒนาเครื่องทอดไก่กึ่งอัตโนมัติด้วยระบบน้ำมันทอดหมุนเวียน โดยมีหม้อทอดและเครื่องกรองน้ำมันทอดที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริง การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพน้ำมันทอดหมุนเวียนโดยการกรองเศษเจือปน ในการทดสอบการใช้งานเครื่องกรองน้ำมันทอดสามารถกรองเศษเจือปนได้เป็นอย่างดี โดยเครื่องที่พัฒนาสามารถลดเวลาการทอดได้ 4.99 นาทีต่อรอบ คิดเป็นร้อยละ 69.31 หรือเพิ่มน้ำหนักไก่ในการทอดได้ 1.254 กิโลกรัมต่อนาที คิดเป็นร้อยละ 225.54 ดังนั้นเครื่องจักรที่พัฒนาสามารถเพิ่มกำลังผลิตรอบการทอดได้จริง โดยสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้มากกว่าเดิม 2 - 3 เท่า และลดค่าใช้จ่ายในการใช้วัสดุสิ้นเปลืองน้ำมันทอดหมุนเวียนได้ เครื่องจักรต้นแบบที่พัฒนาขึ้น สามารถพัฒนาปรับปรุงเพื่อจัดจำหน่ายให้แก่ผู้ประกอบการรายอื่น ๆ หรือผู้ประกอบการสามารถประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ของทอดประเภทอื่น ๆ ที่ต้องใช้กระบวนการทอดรูปแบบเดียวกันหรือคล้ายคลึงกัน ผลการดำเนินการสามารถตอบสนองเป้าหมายของโครงการได้

ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนาเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต อาจจำเป็นต้องใช้ระยะเวลามากกว่า 1 ปี เพื่อการทดสอบและปรับปรุงให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตของผู้ประกอบการ บางครั้งอาจมีตัวแปรบางตัวที่นอกเหนือการควบคุมหรืออาจเกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนา เช่น การปล่อยน้ำมันที่ทอดแล้วจากกันอ่างของเครื่องทอด ทำให้เศษแข็งที่สะสมอยู่ปริมาณมากเข้าไปอุดตันในท่อลำเลียงทำให้ระบบการหมุนเวียนน้ำมันทำได้ไม่สะดวก ต้องทำการล้างทำความสะอาดเป็นระยะ ๆ เป็นต้น

2. การทดลองเป็นการกรองเชิงกายภาพเพื่อกรองเศษเจือปนเท่านั้น อาจจำเป็นต้องมีการตรวจสอบปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันที่ผ่านการกรองแล้วก่อนหมุนเวียนมาใช้อีก ผู้ประกอบการต้องพิจารณาและกำหนดจำนวนรอบการหมุนเวียนน้ำมันทอดที่เหมาะสมเพื่อให้ได้น้ำมันทอดที่มีคุณภาพและปลอดภัยตามข้อกำหนด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ โครงการส่งเสริมและสนับสนุนบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการจัดการจากภาครัฐและสถาบันอุดมศึกษาไปปฏิบัติงานเพื่อเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันในภาคการผลิตและบริการ (Talent Mobility) จากสำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สอวช.) ภายใต้บันทึกข้อตกลงความร่วมมือโครงการ Talent Mobility ระหว่าง สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สอวช.) โดยอุทยานฯ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กับ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชาบูอินดี้ อุดรดิตถ์ ในการสนับสนุนวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จันทร์จิรา ตั้งสันต์ศน์กุล. (2554). การศึกษาปัจจัยและสภาวะการผลิตเพื่อพัฒนาระบบการทอดแบบ
ฝอย [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นันทิรา หงส์ศรีสุวรรณ. (2558). อันตรายจากน้ำมันทอดซ้ำ. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร,
9(1), 163-175.
- วิลาวัลย์ ไตรจิตต์. (2563). การหาสภาวะที่เหมาะสมเพื่อทอดแคบหมูด้วยเครื่องทอดแบบของเหลวแยก
ชั้น [ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ศิรินภา มณีแดง. (2559). การจัดการน้ำมันทอดซ้ำของผู้จำหน่ายอาหารทอดในพื้นที่เทศบาลตำบลวังไผ่
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต].
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สิริมา ชินสาร. (2551). การดูดซับน้ำมันในกระบวนการทอดแบบน้ำมันท่วม. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา
, 14(2), 139.