



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการระดับชาติ

# พะเยาวิจัย 3

23-24 ม.ค. 2557 ครั้งที่

ณ อาคารภาคโมดิอัสสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

## การออกแบบและสร้างเครื่องทำขนมผิง

### Design and Fabrication of Khanom Phing Machine.

ธรรมณชาติ วันแดง<sup>1\*</sup>

Tannachart Wantang<sup>1\*</sup>

#### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อทำการออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องทำขนมผิงต้นแบบ จำนวน 1 เครื่อง เพื่อเพิ่มอัตราการผลิตให้สูงขึ้น ลดเวลาในการทำขนมผิง และประเมินความพึงพอใจกับผู้ทำขนมผิง โดยทำการออกแบบและสร้างเครื่องขนาด 89 x 106 x 75 เซนติเมตร<sup>3</sup> ใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ส่งกำลังด้วยระบบสายพานแล้วทำการทอรอบให้ข้างลงเพื่อส่งกำลังสู่ชุดอัดแบบเกลียววนคและชุดตัดขนมผิงลงสู่ถาดเหล็กกล้าไร้สนิม ขนาด 40 x 60 เซนติเมตร<sup>2</sup> ที่มีชุดเลื่อนถาดให้เคลื่อนที่เพื่อให้ขนมผิงกระจายทั่วถาด จากผลการทดสอบด้านอัตราการผลิตของเครื่องมีอัตราการผลิตที่ 2.43 นาที/ถาด หรือ 28.40 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าแรงงานคนประมาณ 4.83 เท่า เมื่อคนเค็ดขนมผิงได้ค่าเฉลี่ยประมาณ 5.88 กิโลกรัม/ชั่วโมง และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 1.80 บาท/ชั่วโมง ด้านผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องทำขนมผิง 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านผลผลิต โดยใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหนองคูพัฒนา อ.กงไกรลาศ จ.อุทัยธานี ผู้ผลิตขนมผิงเพื่อจำหน่ายและผู้เกี่ยวข้อง จำนวน 30 ราย ได้ผลการประเมินเท่ากับ 3.89 ซึ่งอยู่ในระดับดี

**คำสำคัญ:** เครื่องทำขนมผิง การออกแบบและสร้าง ขนมไทย

#### Abstract

This research is aimed at the design, fabrication and testing of a Khanom Phing machine prototype and to increase production, reduce working time and evaluate the satisfaction survey of Khanom Phing manufacturers. The machine consists of the frame 89 x 106 x 75 cm<sup>3</sup>, 1 hp. motor for the belt drive transmission pulley and reducing speed. the flour mix is then passed through an extruder and cutting into the stainless steel tray consists of 40 x 60 cm<sup>2</sup>. The results of the performance tests showed the production rate of 2.43 minute/tray and 28.40 kg/hr Comparison between the machine and manual; the Khanom Phing machine capacity was more than the manual about 4.83 time. (5.88 kg/hr) and electricity charge of 1.80 Baht/hr. The evaluation of the satisfaction survey in four aspects is design, safety, easy to use and production rate. The results show that assessment was mean 3.89, which was good. The studies that use purposive sampling of 30 people in Women's groups for farmers Nong Toom Pattana, Kong kraitat, Sukhothai province.

**Key words:** Khanom Phing machine, design and fabrication, Thai sweetmeat

<sup>1</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการผลิตเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา นครราชสีมา

<sup>2</sup> Department of Production Engineering Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology Rajabhat Udon Thani University, Phetchabun.

\*Corresponding author e-mail: tannachart@gmail.com

**บทนำ**

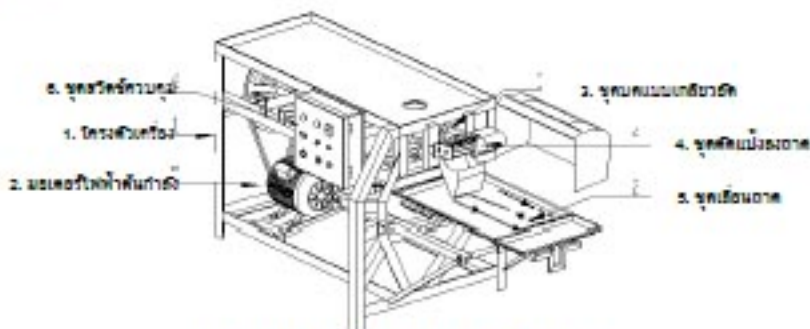
ขอมมิ่ง มีต้นกำเนิดมาจากประเทศไทยไปยุโรปโดยได้รับการถ่ายทอดวิธีการทำอุทกชนไทยมาตั้งแต่สมัยอาณาจักรอยุธยา [1] หลังจากนั้นก็ได้มีการปรับปรุงวิธีการทำและส่วนผสมต่างๆจนเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นชื่อกันมาจากรุ่นสู่รุ่นจนถึงปัจจุบัน ขอมมิ่งกล่าวได้ว่าขอมมิ่งเป็นขอมมิ่งไทยชนิดหนึ่งไปแล้ว ขอมมิ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากการนำน้ำคานและธัญพืชมาเคี่ยวจนข้นเป็นขอมมิ่งนุ่ม ทำให้เอ็นแฉิวไสยไสยอ่อนนุ่มสำหรับประคองหรือประคองประคองประคองประคองชนิดอื่นๆ อาจเคี้ยวส่วนประคองอื่นเพื่อปรุงแต่งกลิ่น รสและสี [2] ขอมมิ่งมีการทำเพื่อจำหน่ายในหลากหลายของประเทศไทยเพราะจะใช้ในงานพิธีมงคลและในงานพิธีกรรมต่างๆ เช่น งานมงคลสมรส งานทำบุญขึ้นบ้านใหม่ เป็นต้น นอกจากนี้แล้วขอมมิ่งยังสามารถจำหน่ายได้ในทุกฤดูกาลและในคนทุกวัย เพราะมีรสชาติหอมหวานเหมาะสำหรับนำไปเป็นขนมคบเคี้ยว ขนมรับแขก หรือเป็นของฝาก ดังนั้นวิธีทำจึงได้มีการสนับสนุนการทำขอมมิ่งเพื่อจำหน่ายสนับสนุนให้ชุมชนใช้ทรัพยากรและภูมิปัญญาท้องถิ่นผสมผสานกับองค์ความรู้สมัยใหม่เพื่อร่วมกันยกระดับมาตรฐานคุณภาพสินค้า [3] และได้สนับสนุนให้ใช้การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี นวัตกรรมสินค้าและบริการ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจในกลุ่มภาคเหนือด้วย [4] นอกจากนี้แล้วขอมมิ่งยังเป็นสินค้าในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ของหลายชุมชน ได้แก่ ขอมมิ่งนางรุ่งทิพย์ ขอมมิ่งนายทองดี ขอมมิ่งของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรรมของชุมชนพัฒนา อ.กงไกรธาด จ.สุโขทัย ขอมมิ่งภนสทิพย์ จ.กำแพงเพชร ขอมมิ่งของกลุ่มสตรีสหกรณ์ป่าสักพริบตา จ.กระบี่ ขอมมิ่งของกลุ่มแม่บ้านท่าทอง จ.อุตรดิตถ์ บัวหลวงขอมมิ่งภนทิพย์ จ.พิจิตร ขอมมิ่งโบราณ จ.นครปฐม เป็นต้น [5] ในด้านการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ขอมมิ่งก็ได้มีการพัฒนากันอย่างต่อเนื่อง เช่น ขอมมิ่งเคลือบช็อคโกแลต ขอมมิ่งกลิ่นลำคาว ขอมมิ่งทรงเครื่อง ขอมมิ่งผสมรสชาติต่างๆ ขอมมิ่งผสมฟักทองและธัญ [6] ขอมมิ่งเพื่อสุขภาพ [7] เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามพร้อมทั้งขยายช่องทางการจำหน่าย เช่น ขอมมิ่งยี่ห้อเพชรบ้านเขมที่ได้นำเข้าสู่ร้านสะดวกซื้อร้านสะดวกซื้อไอทีโอวัน ทำให้สินค้ามีช่องทางของขึ้นอย่างต่อเนื่องจนไม่ปัจจุบันมีแผนธุรกิจขอมมิ่งสุธาเชียม [8]

ขอมมิ่ง อ.กงไกรธาด เป็นขอมมิ่งไทยดั้งเดิมที่ได้รับการถ่ายทอดวิธีการทำมาช้านานมากกว่า 40 ปี มีผู้ผลิตหลายรายที่ได้รับความนิยม เช่น ขอมมิ่งเจ็ดสี ขอมมิ่งนายทองดี ขอมมิ่งพ่อเจริญ ขอมมิ่ง ป.ปสาธ เป็นต้น ด้านแนวโน้มการผลิตขอมมิ่งเพื่อขายส่งของ อ.กงไกรธาด นั้นมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกปีเพราะมีความต้องการจากลูกค้าตลาดส่งใน จ.เชียงใหม่ กรุงเทพฯ และมีการขยายตลาดสู่ต่างประเทศ ด้วยเอกลักษณ์ของขอมมิ่งที่ผลิตใน อ.กงไกรธาด นั้นจะมีสูตรการทำแม่พิมพ์ที่เนื้อเหนียวเหนียว สีสันสวยงาม รสชาติหวานหอมกรอบอร่อยแตกต่างจากที่อื่นๆ จากข้อมูลราคาขายส่งขอมมิ่งไม่ปัจจุบันมีราคาประมาณ 300-350 บาท/ลิ ตีโลกกรัม ซึ่งเป็นโอกาสทางการตลาดที่ดีในการผลิตเพื่อส่งจำหน่าย แต่จากการศึกษาข้อมูลจากกลุ่มทำขอมมิ่งใน อ.กงไกรธาด พบว่าปัญหาในการรับการผลิตยังคงขาดแรงงานอยู่เป็นประจำ เพราะแรงงานวัยทำงานในพื้นที่ส่วนใหญ่จะเข้าทำงานในกรุงเทพฯหรือเลือกทำงานในอาชีพอื่นที่สะดวก อดิศักดิ์กล่าวด้วยเหตุนี้จึงทำให้ขาดแรงงานในการผลิตและขาดความต่อเนื่อง ทั้งนี้ในปัจจุบันทางกลุ่มผู้ประกอบการที่มีความต้องการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ขอมมิ่งและผลิตภัณฑ์อื่นๆหลายชนิดไปสู่การผลิตในเชิงอุตสาหกรรม

ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องทำขอมมิ่งว่ามีเทคโนโลยีที่ทำการผลิตเครื่องจักรดังกล่าว จากข้อมูลปรากฏว่ามีการพยายามที่จะประดิษฐ์เครื่องทำขอมมิ่งดังกล่าวแต่ก็ยังไม่มีความสำเร็จที่สร้างได้จนเสร็จสมบูรณ์และสามารถนำมาเผยแพร่ได้ ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องทำขอมมิ่ง จำนวน 1 เครื่อง ทำการทดสอบหาอัตราการผลิต อัตราการสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้า และประเมินความพึงพอใจเครื่องทำขอมมิ่งกับกลุ่มตัวอย่างใน อ.กงไกรธาด เพื่อให้เครื่องต้นแบบนี้เป็นพื้นฐานในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมให้กับกลุ่มทำขอมมิ่งใน อ.กงไกรธาด และพื้นที่อื่นๆต่อไป

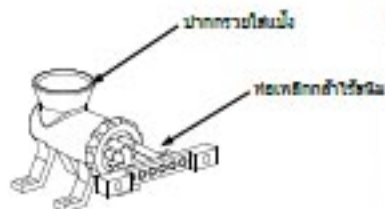
### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

วิธีการดำเนินงานจะเริ่มต้นด้วยขั้นตอนการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นก็ได้ทำการออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างเครื่องทำขนมผิงขึ้น โดยคำนึงถึงสมรรถนะ ประสิทธิภาพ และความสะดวกในการใช้งาน ในการออกแบบเครื่องนี้จะใช้หลักการอัดแป้งและตัดแป้งเป็นเม็ดสองภาค ด้านการใช้วัสดุจะคำนึงถึงด้านสุขลักษณะเป็นสิ่งสำคัญโดยบริเวณที่สัมผัสกับเนื้อแป้งจะใช้วัสดุเหล็กกล้าไร้สนิมทั้งหมด ในขั้นตอนการออกแบบและเขียนแบบนี้จะใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป โปรแกรม NX 8.5 เขียนภาพประกอบและภาพเอกซันสำหรับนำไปสร้างงานตามแบบงานต่อไป

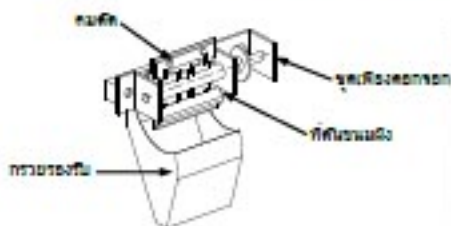


ภาพที่ 1: แบบงานภาพประกอบเครื่องทำขนมผิง

เครื่องจะประกอบด้วย โครงตัวเครื่องตามภาพที่ 1 หมายเลข 1 ทำมาจากเหล็กชุบพอร์น (เหล็กฉาก) มีขนาด โครงสร้าง 89 x 106 x 75 เซนติเมตร จุดตั้งกำลังจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 220 โวลต์ ขนาด 1 แรงม้า ตามภาพที่ 1 หมายเลข 2 ส่งกำลังด้วยระบบสายพานและชุดโซ่เคอร์ ใช้การทอรอบให้ข้างเป็นซี่งูโดยใช้ฟูลเฮลซ์ซี่ ขนาด 1 นิ้ว ฟูลเฮลซ์ตามขนาด 16 นิ้ว และใช้โซ่เคอร์ซี่ขนาด 15 ฟัน และใช้ชุดเคอร์ซี่ตามขนาด 32 ฟัน ส่งกำลังด้วยโซ่ไป มังจุดขนาดแบบเกลียวอัด ในภาพที่ 1 หมายเลข 3 มีความเร็วรอบประมาณ 140 รอบ/นาที ทำการทอรอบอีกซี่โดยใช้ฟูลเฮลซ์ซี่ ขนาด 1 นิ้วและฟูลเฮลซ์ตาม ขนาด 4 นิ้ว ส่งกำลังด้วยสายพานและชุดโซ่เคอร์ซี่ขนาด 1 นิ้ว เพื่อหมุนชุด ตัดตัดแป้งสองภาค ในภาพที่ 1 หมายเลข 4 การหมุนตัดนี้มีความเร็วรอบประมาณ 35 รอบ/นาที ด้านชุดขนาดแบบเกลียว อัด ดังภาพที่ 2 จะทำหน้าที่รองรับแป้งที่ผ่านการผสมและเทลงใส่ปากกรวยไล่มอง ชุดตัดนี้จะมีทำหน้าที่อัดแป้งส่งไปยัง ปลายท่อ 6 ท่อ ที่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.5 มิลลิเมตร ซึ่งมีความต่อเนื่องในการไหลเข้าสู่ชุดตัด ดังภาพที่ 3 ซึ่งทำหน้าที่ตัดขนมผิงออกจากปลายท่อของชุดตัด ชุดตัดนี้จะมีทำจากวัสดุที่เป็นเหล็กกล้าไร้สนิม เช่นกันมีขนาดความกว้าง 24.5 มิลลิเมตร ทน 1 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่นอยู่คนละด้านหมุนตัดสัมพันธ์กันไป ด้านชุด เลื่อนถาดตามภาพที่ 1 หมายเลข 5 จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ขนาด 12 โวลต์ ความเร็วรอบสูงสุด 58 รอบ/ นาที ทำหน้าที่เลื่อนถาดเหล็กกล้าไร้สนิม ขนาด 40 x 60 เซนติเมตร<sup>3</sup> ให้เคลื่อนหน้าและถอยหลังโดยใช้ระบบขับเพื่ออง สติทาน 1 ไมโคร ขนาด 1 x 1 x 250 เซนติเมตร<sup>3</sup> ส่วนการเคลื่อนที่ไปด้านซ้ายและขวาจะใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนเพื่อให้ขนม ผิงกระจายทั่วถาด อีกข้อดีการทำงานใน 1 ถาดนั้นจะมีแนวการเดินไปอัดกับ 3 แถว ดังแสดงแนวเส้นประที่บริเวณ ถาด ในภาพที่ 1 ส่วนชุดสวิชต์ควบคุมในภาพที่ 1 หมายเลข 6 ทำหน้าที่เป็นชุดวงจรควบคุมระบบไฟฟ้าในการทำงาน ของเครื่อง ประกอบด้วยเบรกเกอร์และสวิชต์เปิดระบบไฟฟ้าทั้งหมด สวิทช์เปิดมอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ สวิทช์เปิดมอเตอร์ไฟฟ้า 12 โวลต์ ของชุดเลื่อนถาด สวิทช์บอกควบคุมทิศทางการหมุนพร้อมสวิชต์ปรับความเร็วในการ เลื่อนถาด และหลอดไฟแสดงการทำงานในแต่ละขั้นตอน หลังจากสร้างและประกอบเครื่องสำเร็จ ดังภาพที่ 4 ก็จะ ทำการทดสอบเครื่องพร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 2: ชุดบดแบบเกอมียวอ็ค



ภาพที่ 3: ชุดคัคนึ่งของวาค



ภาพที่ 4: เครื่องทำขนมปัง

ในการออกแบบการทดสอบและดำเนินการทดสอบนั้นจะดำเนินการทดสอบ 2 ลักษณะ คือ การทดสอบเพื่อหาสมรรถนะเครื่อง และมีการประเมินความพึงพอใจหรือความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องด้วยการออกแบบประเมินในด้าน การทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องนั้นจะประกอบด้วยขั้นตอนย่อย คือ การทดสอบเพื่อหาอัตราการผลิต ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงานของเครื่อง (นาที/ภาค) และค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำพักแบ่ง (ลิตร/ภาค) ทำการทดสอบซ้ำ จำนวน 10 ซ้ำ การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องเมื่อเทียบกับแรงงานคน และมีการหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า โดยมีตัวแปรควบคุมในการทดสอบ คือ อัตราส่วนผสมของแป้งที่นำมาทดสอบและค่าความชื้น อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของแป้งที่นำมาทดสอบกับเครื่อง คือ แป้งมันสำปะหลัง 1.5 ลิตร น้ำตาลทราย 10 ช้อนโต๊ะ กะทิ 0.5 ลิตร และใช้เฉพาะไขมันแดง 2 ฟอง ส่วนค่าความชื้นที่เหมาะสมมีค่าประมาณ 3 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยการทำงานของเครื่องจะใช้ผู้ปฏิบัติงาน 2 คน คือผู้โยนแป้งลงเครื่องและคนจับมีมเสียดกให้เดือนไฟแนวขวาหรือซ้าย ด้านการประเมินความคิดเห็นด้านคุณภาพของเครื่องด้วยการออกแบบประเมินความพึงพอใจนั้นจะประกอบด้วย 4 ด้าน คือ ด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านผลผลิต ใช้เกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นใช้มาตราวัดเจตคติแบบลิเคิร์ต (Likert scale) ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive selection) [9] กับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหนองคูพัฒนา หมู่ที่ 6 อ.บึงไทร อ.สุโขทัย ผู้ผลิตขนมฝั่่งเพื่อจำหน่าย จำนวน 30 ราย

## ผลการศึกษา

จากผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะเครื่องทำขนมฝั่่งประกอบด้วย การทดสอบเพื่อหาอัตราการผลิต ประสิทธิภาพเครื่องเมื่อเทียบกับแรงงานคน และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ได้ผลดังนี้ ผลการทดสอบเพื่อหาอัตราการผลิต ดังตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงานของเครื่องเท่ากับ 2.43 นาที/ภาค หรือ 24 ภาค/ชั่วโมง ค่าปริมาณน้ำพักแบ่งจากการทดสอบจะได้ 1.15 ลิตร/ภาค หรือประมาณ 28.40 ลิตร/ชั่วโมง ดังนั้นอัตราการผลิตต่อวันมีค่าประมาณ 220.80 กิโลกรัม (เวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน) ด้านผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องเมื่อเทียบกับแรงงานคน จากการตรวจวัดแรงงานคนทำการเค้นขนมฝั่่งสดๆ ที่บ้าน ป.ปลาย กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหนองคูพัฒนา ได้เวลาในการทำงานเฉลี่ย 6.23 นาที/ภาค ปริมาณน้ำพักแบ่งเฉลี่ย 0.81 กิโลกรัม/ภาค เฉลี่ยประมาณ 5.88 กิโลกรัม/ชั่วโมง ดังตารางที่ 2 จากผลทดสอบข้างต้นจะเห็นได้ว่าอัตราการผลิตของเครื่องจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแรงงานคนเค้นขนมฝั่่งประมาณ 4.83 เท่า แต่ถ้าพิจารณาเปรียบเทียบด้านอัตราการผลิตกับจำนวนผู้ปฏิบัติงานที่การทำงานของเครื่องต้องใช้ผู้ปฏิบัติงาน 2 คน เปรียบเทียบกับแรงงานคนเค้นขนมฝั่่ง 1 คนแล้ว อัตราการผลิตของเครื่องก็ยิ่งสูงกว่าแรงงานคนประมาณ 2.42 เท่า เช่นกัน ส่วนการตรวจวัดอัตราการสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าของเครื่องของเค้นเครื่องทำงานผลิตขนมฝั่่งด้วยคลิป์แอมมิเตอร์ (Clamp meter) เครื่องทำงานใช้กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 2.18 แอมป์ หรือ 0.48 หน่วย/ชั่วโมง เมื่อนำมาคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าในบ้านโดยคิดค่าพลังงานไฟฟ้าที่หน่วยละ 3.78 บาท/หน่วย ต้องเสียค่าพลังงานไฟฟ้าชั่วโมงละ 1.80 บาท

ตารางที่ 1: ผลการทดสอบอัตราการผลิตของเครื่อง

การทดสอบ เครื่องครั้งที่	เวลาในการทำงานของเครื่อง (นาฬิกา)	ปริมาณน้ำหมักแม่ (กิโลกรัม/นาฬิกา)
1	2.41	1.16
2	2.20	1.07
3	2.44	1.26
4	2.27	1.07
5	2.49	1.21
6	2.55	1.16
7	2.50	1.23
8	2.57	1.20
9	2.42	1.10
10	2.49	1.05
<b>เฉลี่ย</b>	<b>2.43</b>	<b>1.16</b>

ตารางที่ 2: ผลการทดสอบอัตราการผลิตของคนศึกษาใหม่

การทดสอบ เครื่องครั้งที่	เวลาในการทำงานของเครื่อง (นาฬิกา)	ปริมาณน้ำหมักแม่ (กิโลกรัม/นาฬิกา)
1	6.20	0.54
2	6.19	0.73
3	6.28	0.57
<b>เฉลี่ย</b>	<b>6.23</b>	<b>0.61</b>

ตารางที่ 3: ผลการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบประเมินความพึงพอใจ

ประโยชน์ภาพ	รายการแบบสอบถาม	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ค่าเฉลี่ย (S.D)	
		5	4	3	2	1			
ประสิทธิภาพ	ลักษณะรูปร่างและขนาดของเครื่อง	6	19	5			4.03	0.61	
	ระบบส่งกำลัง	7	13	10			3.90	0.76	
	ด้านการออกแบบ เครื่อง	ระบบการเคลื่อนที่ของถาด	7	14	9			3.93	0.74
		การติดตั้งแม่พิมพ์ของถาด	3	11	14	2		3.50	0.78
		ขนาดกรรไกรตัดแม่พิมพ์	2	17	11			3.70	0.60
	<b>มีค่าเฉลี่ย</b>						<b>3.81</b>	<b>0.70</b>	
ด้านความปลอดภัย	ระบบไฟฟ้า	11	11	8			4.10	0.80	
	ระบบนำแม่พิมพ์เครื่องอัตโนมัติ	5	15	10			3.83	0.70	
	ระบบเตือนถาด	6	17	7			3.97	0.67	
		<b>มีค่าเฉลี่ย</b>						<b>3.97</b>	<b>0.72</b>

ประสิทธิภาพ	รายการแบบสอบถาม	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ค่าเฉลี่ย (S.D)
		5	4	3	2	1		
ด้านความพึงพอใจ ในด้านการใช้งาน	การป้อนแม่	3	14	12		1	3.60	0.81
	การนำถาดเข้า - ออก	11	16	3			4.27	0.64
	การเคลื่อนย้าย	3	11	13	3		3.47	0.82
	ตำแหน่งสวิชต์ควบคุม	8	14	8			3.97	0.74
	การบำรุงรักษา	4	15	9	2		3.70	0.80
	<b>มีค่าเฉลี่ย</b>						<b>3.81</b>	<b>0.76</b>
ด้านการผลิต	ความเร็วการผลิต	10	9	10	1		3.93	0.91
	รูปทรงและน้ำหนักขนม	6	16	7	1		3.90	0.76
	ความสะอาดในการผลิต	7	19	3	1		4.07	0.70
	<b>มีค่าเฉลี่ย</b>						<b>3.97</b>	<b>0.78</b>
<b>รวมประสิทธิภาพทั้ง 4 ด้าน</b>						<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.89</b>	<b>0.74</b>

ด้านการประเมินความคิดเห็นด้านคุณภาพของเครื่องด้วยการตอบแบบประเมินความพึงพอใจ โดยได้นำเครื่องไปทดสอบที่กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรรมหนองสูงพัฒนา ตำบลหนองสูง อำเภอวังไกลกังวล จังหวัดสุโขทัย ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการคัดเลือกแบบสะดวกจำนวน 30 ราย ทำการประเมินเครื่องด้วยการตอบแบบประเมินความพึงพอใจใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความพึงพอใจในการใช้งาน และด้านการผลิต ได้ผลการประเมินเฉลี่ยในทุกด้านเท่ากับ 3.89 จากคะแนนเต็ม 5 แสดงว่าโดยภาพรวมของเครื่องอยู่ในระดับดี และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.74 แสดงว่ามีความแตกต่างของข้อมูลอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ดังตารางที่ 3 พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงต่อไป เช่น ควรปรับปรุงให้แม่พิมพ์อัตโนมัติเกิดช่องว่างของแม่ซึ่งทำให้มีขนาดไม่เท่ากัน ควรปรับปรุงระบบเตือนตัวเมื่อให้เต็มผ่านหรือให้เป็นระบบอัตโนมัติ และเครื่องควรมีขนาดที่เล็กลง



ภาพที่ 5: การนำเครื่องไปทดสอบที่กลุ่มตัวอย่าง



## วิจารณ์และสรุปผล

จากผลการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับทำขนมผิง สามารถเพิ่มอัตราการผลิตให้สูงขึ้นได้จริงตามสมมติฐานของงานวิจัย โดยมีอัตราการผลิตที่ 2.43 นาที/ใบตอง หรือ 28.40 กิโลกรัม/ชั่วโมง และ 220.80 กิโลกรัม/วัน ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าอัตราการผลิตของเครื่องสูงกว่าแรงงานคนประมาณ 4.83 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับคนเด็กขนมผิงได้เฉลี่ยประมาณ 5.88 กิโลกรัม/ชั่วโมง และถ้าเปรียบเทียบต้นแบบอัตราการผลิตกับจำนวนผู้ปฏิบัติงานที่เครื่องต้องใช้เวลาปฏิบัติงาน 2 คน อัตราการผลิตของเครื่องก็ยิ่งสูงกว่าแรงงานคนประมาณ 2.42 เท่า ด้วยลักษณะการทำงาน ของเครื่องแบบต่อเนื่องนี้จึงทำให้มีอัตราการผลิตสูงกว่าแรงงานคนและสามารถลดเวลาในการทำงานขนมผิงได้ ด้านอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 1.80 บาท/ชั่วโมง ซึ่งมีราคาถูกเพราะออกแบบให้ใช้มอเตอร์ต้นกำลังขนาด 1 แรงม้า ด้านผลการประเมินความคิดเห็นทั้ง 4 ด้านประกอบด้วย ด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านผลการผลิต จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหนองชุมพัฒนาผู้ทำขนมผิง ผลการประเมินเท่ากับ 3.89 ซึ่งอยู่ในระดับดี จากผลการทดลองการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับทำขนมผิงนี้สามารถนำไปใช้ในการผลิตได้จริง มีอัตราการผลิตที่สูงกว่าแรงงานคน ลดเวลาในการทำงาน สามารถใช้ในกรณีงานการผลิตเชิงอุตสาหกรรมได้ หรือทำการพัฒนาต่อเครื่องต้นแบบนี้เพื่อจำหน่ายในเชิงการค้าต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

1. ไกรฤกษ์ นานา. 500 ปี สายสัมพันธ์สองแผ่นดิน ไทย-โปรตุเกส. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มติชน; 2563.
2. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมผิง มผช. 748/2548. 2548. หน้า 1-5.
3. รัฐบาลไทย. นโยบายรัฐบาลของคณะรัฐมนตรี นายกรัฐมนตรีแถลงต่อรัฐสภา: 2554 ได้จาก: <http://www.thaigov.go.th/th/government-policies.html> 11 ตุลาคม 2556.
4. ดรงค์ ตันตนะวิวัฒน์. ยุทธศาสตร์การวิจัย พ.ศ. 2555 – 2559 ภาคเหนือ. 2554. หน้า 88.
5. กรมการพัฒนาชุมชน. สินค้าหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์. กระทรวงมหาดไทย: 2558. ได้จาก: <http://www.thaitambon.com> 11 ตุลาคม 2556.
6. ศรีวิชา ไชยพันธ์, ไพอิน ผู้พิมพ์, วิภา สุโรจนนิเมธากุล, ช่ออิตตา เทียงทุก. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมผิงเกษตรผสมพักทองแช่อิ่ม. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ 2550. หน้า 633-640.
7. เนตรนภิส วัฒนสุชาติ, ชุชาติภรณ์ ชารุณ, พิชย์ คังศรีวิบูล, พยอม อัครวิบูลย์กุล, ผ่องศรี อ้อมเขต. บทสรุปเส้นทางสู่การพัฒนาขนมทางเลือกเพื่อสุขภาพสำหรับเด็กเชิงอุตสาหกรรม. ใน: เอกสารการประชุมวิชาการโภชนาการแห่งชาติ ครั้งที่ 2 สมาคมโภชนาการแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์กรมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. กรุงเทพฯ 2551.
8. ทวีพันธ์ พันธ์ธรเสริญ. แผนธุรกิจขนมผิงสุธาเขิมน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี: 2558 ได้จาก: <http://www.scribd.com/doc/106279904/แผนธุรกิจขนมผิงสุธาเขิมน> 11 ตุลาคม 2556.
9. สมชาย วรภิเกษมสกุล. ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. อุดรธานี: อักษรคิดส์การพิมพ์; 2563. หน้า 168-188.