การออกแบบและการพัฒนาเครื่องตีแป้งขนมจีนขนาดเล็ก

Design and Development of Small Kanom-Jeen Dough Hitting Machine

วีระยุทธ สุริคำ* , นพดล อ่ำดี

Weerayut Surekhum*, Noppadol Amdee

สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

Program in Industrial Technology Management, Faculty of Industrial Technology, Muban Chombueng Rajabhat University

*Email : surekum88@gmaill.com ;

Received: October 15, 2020; Revised: November 22, 2020; Accepted: December 01, 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบพัฒนาเครื่องตีแป้งขนมจีนขนาดเล็กและหาประสิทธิภาพของเครื่องสำหรับวิสาหกิจชุมชนครัวเรือน การดำเนินงานเริ่มจากการศึกษาโดยสรุปปัญหาของเครื่องต้นแบบก่อนการออกแบบและสร้าง การหาประสิทธิภาพของเครื่องแล้วทำการสรุปผลการวิจัย โดยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องตีแป้งขนมจีนขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นกับเครื่องตีแป้งขนมจีนต้นแบบที่มีขนาดมาตรฐาน ทำการศึกษาวิเคราะห์ค่าความหนืดของแป้งก่อนนำไปผลิตเป็นเส้นขนมจีนโดยแป้งที่มีความหนืดสูงสามารถโรยง่ายกว่าและลักษณะของเส้นดีกว่า ได้ทำการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีการเปรียบเทียบใช้แป้งในการตี 30 กิโลกรัม ด้วยเครื่องตีแป้งขนมจีนขนาดเล็กสามารถบรรจุได้ครั้งละ 15 กิโลกรัม จึงทำการทดลอง 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้เวลาในการตี 50 นาที ครั้งที่ 2 ใช้เวลาตีแป้ง 55 นาที ใช้เวลารวมในการตีแป้ง 105 นาที ส่วนเครื่องตีแป้งขนมจีนขนาดมาตรฐานตีแป้ง 30 กิโลกรัมใช้เวลาในการตีแป้ง 165 นาที จากนั้นนำแป้งที่ได้มาทำการวัดหาค่าความหนืดของแป้งโดยเปรียบเทียบกับเครื่องต้นแบบกับเครื่องตีแป้งขนาดเล็ก ค่าความหนืดของเครื่องต้นแบบ 52.90 เซนติพอยส์ ในเวลา 165 นาที และค่าความหนืดเครื่องตีแป้งขนาดเล็ก 56.55 เซนติพอยส์ ในเวลา 105 นาที สรุปผลการวิจัยได้ว่าประสิทธิภาพของเครื่องตีแป้งขนาดเล็กใช้เวลาในการตีแป้งที่มีประสิทธิภาพดีกว่าและมีค่าความหนืดที่มากกว่า โดยมี ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 70.93 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : การออกแบบ, พัฒนา, เครื่องตีแป้งขนมจีนขนาดเล็ก

Abstract

This research aims to the design, develop, and build a small Kanom-Jeen dough hitting machine for finding the efficiency of the machine for household community enterprises. This research began with a study of the problem and prototype before the design and build, performance and conclusion of the research by comparison between a small Kanom-Jeen dough hitting machine of the development machine and standard size prototype machine. The research analyzes the flour viscosity that uses to produce Kanom-Jeen noodles. The higher viscosity of flour uses in Kanom-Jeen production for ease of sprinkle and better characteristics of the noodle line. This study used 30 kilograms of flour on a small Kanom-Jeen dough

hitting machine to find the efficiency by comparison methods. Since the small-size machine can hold flour only 15 kilograms at a time, the research split the experiment 2 times. The first round takes 50 minutes to hitting, while the second round takes 55 minutes, the total dough hitting time is 105 minutes. On the standard size Khanom-Jeen dough hitting machine, to hitting the same 30 kilograms of hitting takes 165 minutes. Finally, the flour viscosity results are studied by comparing the standard-size and the small-size machine. The viscosity of the standard-size machine is 52.90 centipoise in 165 minutes whereas the viscosity of the small-size machine is 56.55 centipoises in 105 minutes. The research concludes that the efficiency of the small Kanom-Jeen dough hitting machine has better efficiency and higher viscosity with an increase in efficiency of 70.93 percent.

Keywords : Design, development, Small Kanom-Jeen dough hitting machine

1. บทนำ

ปัจจุบันการผลิตเส้นขนมจีนในประเทศไทยเป็นทางเลือกหนึ่งในอุตสาหกรรมขนาดย่อมที่เหมาะสมในช่วงเศรษฐกิจที่มีปัญหาให้สามารถประกอบอาชีพได้ กระบวนการผลิตเส้นขนมจีนนั้นเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่แปรรูปจากแป้งข้าวเจ้าธรรมชาติชนิดหนึ่งซึ่งเป็นอาหารที่นิยมสำหรับคนไทยที่รับประทานกันอย่างแพร่หลายในรูปลักษณะของขนมจีนเป็นเส้นแป้งสุขสีขาวขนาดเล็กมีความนุ่มลื่นกลมยาวพันทบกันหรือที่เรียกว่า “จับ” ในกระบวนการแปรรูปขนมจีนถือเป็นภูมิปัญญาในการแปรรูปแป้งของคนไทยมาตั้งแต่สมัยอยุธยา โดยสมัยก่อนนิยมใช้เป็นอาหารต้อนรับแขกในงานบุญต่าง ๆ จนถึงปัจจุบันยังใช้เป็นอาหารอย่างสำหรับทุกเทศกาล รวมถึงกลายเป็นอาหารที่นิยมรับประทานแทนข้าวได้ ขั้นตอนหลักๆ ในการผลิตมีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ การนึ่งแป้ง การนวดแป้ง การอัดเส้น และการต้มเส้น ขั้นตอนที่ยากที่สุดคือขั้นตอนการตีนวดแป้งขนมจีน สมัยก่อนจะใช้มือในกระบวนวิธีการนำครกไม้มาทำการตำและตีนวดแป้งให้ได้แป้งที่เหมาะสมก่อนการนำไปโรยเป็นเส้นด้วยการบีบอัดดันก้อนแป้งจึงจะออกมาเป็นเส้นขนมจีนที่สามารถรับประทานได้ โดยในขั้นตอนกระบวนการดังกล่าวจะต้องใช้กำลังคน 2-3 คนขึ้นไปในการทำงานผลิตเส้นขนมจีนนั้นขึ้นอยู่กับขนาดระบบของเครื่อง

Yuichi Okazaki [4] และคณะได้นำเสนอแนวคิดใหม่ "microfactory" และการพัฒนาที่เกี่ยวข้อง ชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ ดังนั้นเครื่องจักรการผลิตที่มีขนาดเดิมและใหญ่ไม่เหมาะสมสำหรับผลิต โดยหลักในการออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดของชิ้นส่วนต่าง ๆ นำไปสู่การประหยัดพื้นที่ พลังงาน ลดต้นทุนการลงทุน มีน้ำหนักเบาและคล่องตัวในการทำงาน ซึ่งปรับให้เหมาะสมกับความต้องการ ของการผลิตในปัจจุบันที่มีการแข่งขันในศตวรรษที่ 21 นำไปสู่การเปลี่ยนแบบหลายมิติ

ศุภกิตติ์ คำลือ และคณะ [1] ได้นำเสนอวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนจากแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ร้อยละ 90 ของน้ำหนัก โดยผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ที่ ($p>0.05$) ในรูปแบบ สี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส นอกจากนี้ยังพบว่าผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนจากแป้งข้าวกล้องสินเหล็ก ร้อยละ 90 ใน 100 กรัม ให้ค่าพลังงาน 108.1 กิโลแคลอรี่ โปรตีนร้อยละ 2.93 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 20.81 ไขมันร้อยละ 0.73 เถ้าร้อยละ 0.30 ความชื้นร้อยละ 77.02 ใยอาหาร 1.37 กรัม และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 22.84

พงศกร สุรินทร์ และคณะ [2] ได้ประเมินปัจจัยเสี่ยงท่าทางการทำงานในกระบวนการผลิตเส้นขนมจีนตามหลักทางการยศาสตร์ทั้งหมด 2 วิธี 1. Abnormal Index และ 2. Rapid Upper Limb Assessment พบว่า

Abnormal Index มีค่า 4.08 ซึ่งหมายถึง รับไม่ได้แก้ไขทันที และ Rapid Upper Limb Assessment ค่าเฉลี่ย = 7 ซึ่งหมายถึง งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ที่ต้องปรับปรุงโดยทันที

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และคณะ [3] ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการทำงานของเครื่องนวดข้าวขนาดเล็ก แบบแถบนวดที่นิยมใช้กั้นทั่วไปโดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อยในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเครื่องนวดข้าวขนาดเล็กประกอบด้วย เครื่องยนต์ต้นกำลัง ชุดลูกนวดแบบแถบนวดช่องป้อนฟ่อนข้าว ชุดถ่ายทอดกำลัง ฝาครอบลูกนวดและพัดลมทำความสะอาด

ดังนั้นจากประเด็นปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาเครื่องตีแป้งขนมจีนขนาดเล็กขึ้นมาเพื่อใช้ทดแทนเครื่องเดิมที่มีขนาดมาตรฐาน ซึ่งในปัจจุบันเครื่องที่เข้ามาช่วยในการผลิตตีแป้งนั้นมีขนาดที่ใหญ่ เหมาะสำหรับงานในอุตสาหกรรมที่ต้องการผลิตจำนวนมากๆ โดยเครื่องตีแป้งขนมจีนขนาดเล็กที่ทำการพัฒนานั้นมีความเหมาะสำหรับใช้ในครัวเรือน และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายโดยมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำ ซึ่งในการศึกษาในข้อบกพร่องจากเครื่องต้นแบบมาตรฐานทำให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานดีกว่าเครื่องเดิมและมีความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องตีแป้งขนาดเล็ก

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องตีแป้งขนาดเล็ก

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 เครื่องต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส (A.C. Single Phase) แบบสปลิทเฟสมอเตอร์ ขนาด 1/3 แรงม้า แรงดัน 220 โวลต์ ทำงานโดยแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล

3.2 ตัวเครื่องมีขนาด 40×50×70 เซ็นติเมตร เหมาะสำหรับวิสาหกิจในครัวเรือนที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ

4. วิธีการวิจัย

รูปแบบวิธีการวิจัยได้ทำการศึกษาโดยมีลำดับขั้นตอนในการเลือกข้อมูลเครื่องตีแป้งต้นแบบในเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าต้นกำลังขึ้นอยู่กับความเร็วรอบที่ใช้อย่างเหมาะสมในการหมุนกับความเร็วรอบในการหมุนตีแป้งรอบสายพานของเครื่องทุ่นแรงที่มีขนาดเหมาะสมกับรอบสายพานของมอเตอร์ต้องให้เข้ากับประสิทธิภาพของเครื่อง การทำงานของเครื่องให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงการออกแบบโครงสร้างเครื่อง

4.1 ในขั้นตอนของการออกแบบโครงสร้างเครื่องตีแป้งขนมจีนขนาดเล็ก สำหรับขั้นตอนนี้ได้ทำการออกแบบโครงสร้างของเครื่องตีแป้งขนมจีนขนาดเล็กเพื่อให้มีความแข็งแรงโดยใช้โปรแกรมในการออกแบบโครงสร้างของเครื่องตีแป้งขนมจีนขนาดเล็ก วัสดุที่ใช้สำหรับการสร้างตัวเครื่องเลือกใช้เหล็ก ชุดถังตีแป้งและใบตีเลือกใช้วัสดุสแตนเลสชนิด 304 ชุดขับเคลื่อนส่งกำลังด้วยมอเตอร์รูปแบบสายพานขับ ในการจัดสร้างเครื่องมีลักษณะทางกายภาพรวมมีขนาดความกว้าง 40 เซนติเมตร ความยาว 50 เซนติเมตร และมีความสูง 70 เซนติเมตร

4.2 การคำนวณอัตราทด ในขั้นตอนการหาอัตราทดในความเร็วรอบของสายพานขับต่อความเร็วรอบของสายพานตามเรียกว่าอัตราทด i สามารถหาได้จากสูตรดังนี้ [1]

แรงจากต้นกำลังหรือมอเตอร์ที่ส่งไปยังพูเล่ทดเพื่อทำการทดรอบให้ช้าลงกว่าต้นกำลัง

จากสูตร

$$i = \frac{n_1}{n_2} \text{ หรือ } = \frac{d_1}{d_2} \qquad (1)$$

กำหนดให้ i = อัตราทดสายพาน

n = ความเร็วรอบล้อขับสายพาน

d_m = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยล้อสายพาน

โดยที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตสุดและเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของล้อสายพาน

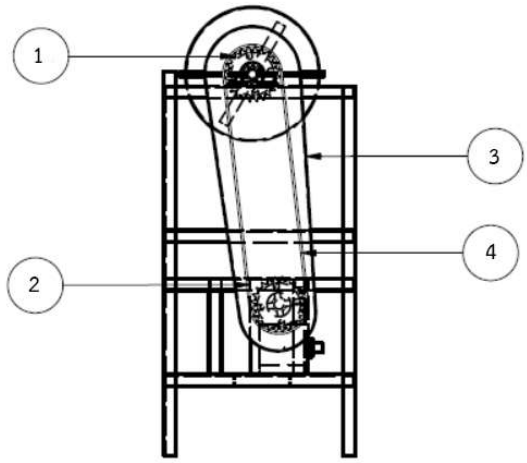
จากสูตร

$$d_{m_1} = d_1 - 2c \quad (2)$$

$$d_{m_2} = d_2 - 2c \quad (3)$$

กำหนดให้ d = ความกว้างโตสุดของล้อขับสายพาน

c = ค่าระยะของสายพานเทียบกับความกว้างของสายพานชนิดลิ่ม

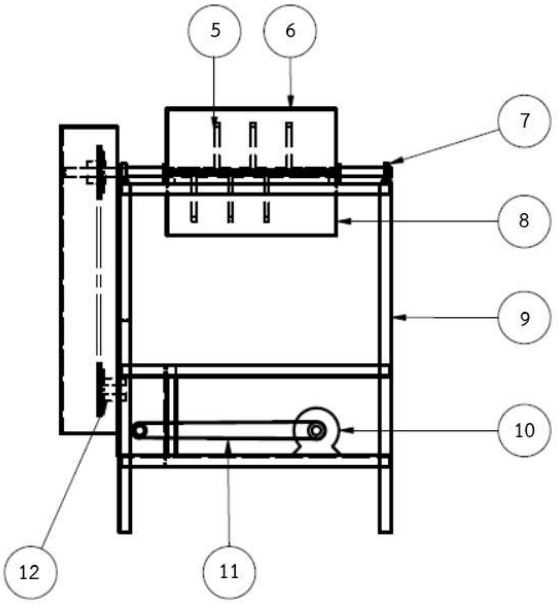


รูปที่ 1 โครงสร้างด้านหน้าเครื่องตีแป้งขนาดเล็ก

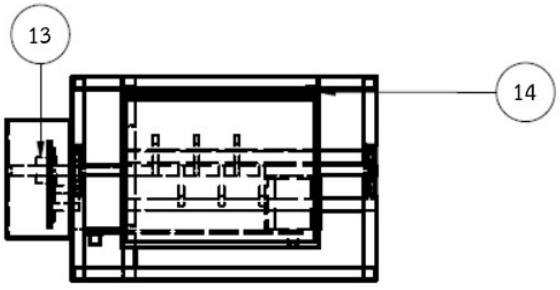
4.3 การออกแบบโครงสร้างเครื่องตีแป้งได้ทำการศึกษาออกแบบกระบวนการขั้นตอนของการออกแบบโครงสร้างเครื่องตีแป้งขนาดเล็กใหม่เพื่อให้มีความแข็งแรงโดยใช้โปรแกรมในการช่วยออกแบบโครงสร้าง ระบบส่งกำลังในหลักการทางกลของระบบการส่งกำลังที่ขับเคลื่อนเครื่องตีแป้งขนาดเล็กขึ้นมาโดยมีรายละเอียดในโครงสร้างดังรูปที่ 1 2 และ 3 และตารางที่ 1 จากการออกแบบและพัฒนาเพื่อดำเนินการสร้างเครื่องตีแป้งขนาดเล็กที่มีความเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 แสดงความหมายชิ้นส่วนเครื่องตีแป้ง

หมายเลข	ความหมาย
1.	สเตอร์
2.	แป้นยึดเกียร์
3.	ฝาครอบโซ่
4.	โซ่
5.	ฟันตี
6.	ฝาบน
7.	ตุ๊กตาลูกปืน
8.	ฝาล่าง
9.	โครงสร้างเครื่อง
10.	มอเตอร์
11.	สานพาน
12.	พูเลย์ขับ
13.	พูเลย์ตาม
14.	แกนยึดหม้อ



รูปที่ 2 โครงสร้างด้านข้างเครื่องตีแป้งขนาดเล็ก



รูปที่ 3 โครงสร้างด้านบนเครื่องตีแป้งขนาดเล็ก

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน โดยทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาคุณลักษณะของเครื่องตีแป้งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะภายในและลักษณะภายนอกโดยลักษณะภายนอกนั้นได้แก่

ลักษณะต่าง ๆ ที่มองเห็นด้วยตา สัมผัสได้ด้วยมือ ซึ่งประกอบด้วยรูปร่างขนาดภายนอกตัวเครื่องและลักษณะอื่น ๆ ส่วนลักษณะภายในได้แก่ ลักษณะที่สัมผัสได้จากการตีแป้งด้วยเนื้อสัมผัส (Texture) รวมทั้งการตีแป้งที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายของเนื้อแป้งอย่างรวดเร็วระหว่างการแปรรูป ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางกายรูปที่แสดงให้เห็นได้ชัดเจนที่สุด คือ การเปลี่ยนแปลงในค่าความหนืด โดยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิของเครื่องให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด และคุณลักษณะในการออกแบบเครื่องตีแป้งได้นำแนวคิดในการสร้างเครื่อง จากงานวิจัยของ N. Kawahara [5] ได้ให้แนวคิดด้านเทคโนโลยี ระบบการผลิตขนาดเล็กเมื่อเทียบกับขนาดผลิตภัณฑ์ขนาดมาตรฐาน ที่ถูกจัดตามประเภทระบบการผลิต โดยมีความเป็นไปได้ที่ดีในการคิดค้นระบบการผลิตของผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กโดยการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่ดีที่สุดคุณสมบัติของระบบเช่นความสะดวกขนาดเล็กความคล่องตัว และความยืดหยุ่น ช่วยประหยัดพลังงานพื้นที่การผลิต และทรัพยากรของขนาดโรงงาน

5. ผลการวิจัย

ข้อมูลผลในการศึกษาค้นคว้าเครื่องตีแป้งขนาดเล็กได้พัฒนาวิธีการสำหรับการทดลองหาประสิทธิภาพโดยประยุกต์ตามขั้นตอนวิธีที่ดำเนินงานที่เหมาะสมด้วยขั้นตอนการนำแป้งที่ผ่านการตีจากเครื่องตีแป้งต้นแบบเครื่องตีแป้งขนาดเล็กมาทำการหาค่าความหนืดของแป้งซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบหาประสิทธิภาพได้ โดยใช้แป้ง 30 กิโลกรัม และเครื่องตีแป้งขนาดเล็กสามารถบรรจุได้ 15 กิโลกรัมดังนั้นเครื่องที่จะทำการทดสอบต้องตีแป้ง 2 ครั้งครั้งละ 15 กิโลกรัม โดยเมื่อทำการจับเวลากับเครื่องต้นแบบกับเครื่องตีแป้งขนาดเล็กเพื่อเปรียบเทียบการตีแป้งจำนวน 30 กิโลกรัม เครื่องต้นแบบใช้เวลาในการตีแป้ง 165 นาที ส่วนเครื่องตีแป้งขนาดเล็กครั้งที่ 1 ใช้เวลาในการตี 50 นาที ครั้งที่ 2 ใช้เวลาในการตีแป้ง 55 นาทีเวลารวมใช้เวลาในการตีแป้ง 105 นาที หลังจากทำการทดสอบทั้งสองแล้วได้นำแป้งที่ตีทำการวัดหาค่าความหนืดของแป้งเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องต้นแบบมาตรฐานที่มีความหนืดประมาณ 52.90 เซนติพอยส์ โดยใช้เวลาในการตีแป้ง 165 นาที ส่วนเครื่องตีแป้งขนาดเล็กมีค่าความหนืดที่ 56.50 เซนติพอยส์ โดยใช้เวลาในการตีแป้ง 105 นาที เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่าค่าความหนืดของแป้งที่มีค่าที่ดีกว่าพบว่าเวลาเครื่องมีความแตกต่างกันถึง 60 นาที ดังตารางที่ 2

ซึ่งเครื่องที่ทำการพัฒนาสามารถตีแป้งโดยมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องต้นแบบมาตรฐาน ในด้านรูปแบบทางกายภาพภายนอกทั้งการใช้งานรวมถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง และยังประหยัดเวลาในการทำงานได้ดีกว่า มีความสะดวกรวดเร็วและลักษณะของแป้งที่ได้เป็นแป้งที่สมบูรณ์ง่ายต่อการโรยเส้นขนมจีนได้จริงดังนั้นการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องตีแป้งขนาดเล็กมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเครื่องต้นแบบมาตรฐาน

ตารางที่ 2 การตรวจวิเคราะห์

เครื่อง	จำนวน (kg)	เวลาที่ใช้ไป (min)	อุณหภูมิ (°C)	ความเร็วการเร่ง (rpm)	ค่าความหนืด (cP)
1.เครื่องต้นแบบมาตรฐาน	30	165	29.8	150	52.90
2.เครื่องวิจัย 1	15	50	30.1	150	56.50
3.เครื่องวิจัย 2	15	55	30.2	150	56.50

6. สรุปผล

จากผลการทดสอบเครื่องตีแป้งขนมจีนขนาดเล็ก พบว่าเครื่องสามารถบรรจุได้ 15 กิโลกรัม โดยมีประสิทธิภาพในการตีแป้ง 30 กิโลกรัม แบ่งการตีแป้ง 2 ครั้งครั้งละ 15 กิโลกรัม ใช้เวลาในการตีแป้ง ครั้งที่ 1 ใช้เวลาตี 50 นาที ครั้งที่ 2 ใช้เวลาตี 55 นาที เฉลี่ยรวมทั้งสองครั้ง 105 นาที สำหรับประสิทธิภาพของการทดสอบค่าความหนืดอยู่ที่ 56.50 เซนติพอยส์

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Supakitt Kamlue, et al., “Product Development of Kanomjeen from Sinlek Brown Rice Flour” PSRU Journal of Science and Technology 1(2): 45-52, 2016 (in Thai).

[2] Pongsakorn Surin et al., “Risk Assessment of Working Postures in Noodle Production : Case Study”, Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal, 9(1), July 2016 – December 2016 (in Thai).

[3] Rungrueng Karnsirisilp et al., “Performance Evaluation of a Rasp Bar Type Small Rice Thresher for Small Scale Farmers” Journal of Engineering, RMUTT, Vol. 2, 13(2), 2015, Page 1 (in Thai).

[4] Okazaki, Y; Mishima, N; Ashida, “Microfactory - Concept, history, and developments” K JOURNAL OF MANUFACTURING SCIENCE AND ENGINEERING - TRANSACTIONS OF THE ASME Volume : 126 Issue : 4 Pages : 837-844 Published: NOV 2004

[5] N. Kawahara, T. Suto, T. Hirano, Y. Ishikawa, T. Kitahara, N. Ooyama, T. Ataka, “Microfactories; new applications of micromachine technology to the manufacture of small products” Microsystem Technologies (1997) n37-41 Springer-Verlag 1997.