

การออกแบบและพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ผสมแป้งขนมปัง
สำหรับวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดอุดรดิตถ์
Designing and Development of Bread Mixing Prototype
for Local Community in Uttaradit Province

พงษ์ธร วิจิตรกุล^{1*}

^{1*} อาจารย์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

^{1*} Pongtorn Wichitkul

^{1*} Lecturer, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*E-mail: w.pongtorn@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์กวนผสมขนาดเล็ก สำหรับวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดอุดรดิตถ์ โดยทางผู้วิจัยมีความตั้งใจออกแบบและพัฒนาเพื่อใช้ผสมแป้งและส่วนผสมอื่นๆ ในการผลิตขนมปังอบ และเพื่อเป็นแนวทางในการต่อยอดการนำไปใช้ในวิสาหกิจชุมชนในประเทศไทยได้

การออกแบบเครื่องผสมแป้งอาศัยข้อมูลจากวิสาหกิจชุมชนบ้านคลองห้วยไผ่ จังหวัดอุดรดิตถ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำมาพัฒนาเพื่อความเหมาะสมกับกำลังการผลิตที่วิสาหกิจชุมชนต้องการ โดยมอเตอร์มีขนาด 2 แรงม้า ที่ใช้เป็นต้นกำลัง และถังผสมมีปริมาตร 30 ลิตร และสามารถสร้างกำลังการผลิตได้ 10-12 กิโลกรัมต่อวัน มีรอบเดินเบา 15 รอบต่อนาที และมีรอบการทำงานที่ 185 รอบต่อนาที จากนั้นได้ทำการทดสอบเครื่องผสมแป้งเปรียบเทียบกับเครื่องผสมทั่วไป พบว่าสามารถลดเวลาการพักตัวของยีสต์จาก 20 นาที ลงเหลือ 15 นาที โดยวิธีการวัดการขยายตัวของแป้งจะวัดที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ขยายตัวจนถึงขนาด 12 เซนติเมตร จากนั้นทำการวัดคุณภาพแป้งขนมปังหลังจากการอบที่อุณหภูมิและเวลาตามปกติที่ใช้ในการอบ พบว่าค่าเม็ดสีจากมาตรฐาน CIE L^*a^*b ของขนมปังมีค่า L (60.266-64.044), a (-2.412 - -0.174) และ b (23.230-28.911)

คำสำคัญ: แป้งขนมปัง, ระยะพักตัวของยีสต์, ค่าเม็ดสี

Abstract

This article aims to design and developed a prototype of small bread mixer machine for local community in Uttaradit province. The intention of designing and development this machine were mixed the flour and other ingredients for baking bread and guideline for using in other local community in Thailand.

The design of the bread mixer is based on data from Ban Khlong Huai Phai community in Uttaradit and other research. Then, developed to be suitable for production capacity, that community needs. Which the bread mixer can generate torque about 1,100 watts from 2 horsepower motor, that use for power unit. The mixing tank has volume of 30 liters and can produce 10–12 kilograms per day, has 15 rpm in idle speed and 185 rpm in work mode. In efficiency study process is compare this machine and general. It was found that the yeast fermentation time could be reduced from 20 minutes to 15 minutes. Measuring the flour growth, that is measure at a diameter of 5 centimeters, expanded to 12 centimeters. In measuring the quality of bread after baking at temperature and the usual time. It was found color measurement in CIE L^*a^*b standard of bread were L (60.266–64.044), a (-2.412 – -0.174) and b (23.230–28.911).

Keywords: Bread Flour, Yeast Fermentation Time, Color Measuring

1. บทนำ

ธุรกิจขนมหวานในประเทศไทยมีการแข่งขันที่สูง มีร้านขนมหวานประเภทต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ส่งผลกระทบต่อตลาดร้านขนมหวานเดิม หรือแม้กระทั่งวิสาหกิจชุมชนที่ประกอบธุรกิจขนมหวาน เดิมทีหลายคนติดภาพเก่าๆ ว่าร้านขนมหวานคือร้านไอศกรีมและร้านเบเกอรี่ เนื่องจากผู้บริโภคบางส่วนมีการเปลี่ยนไปรับประทานของหวานในแบบใหม่ที่หลากหลายขึ้น ทำให้ในช่วง 9 ปีที่ผ่านมา ร้านขนมหวานแบบเก่าๆ ต้องปรับกลยุทธ์ทางการตลาดทั้งรูปแบบเมนู ขนาด และโปรโมชั่นส่งเสริมการขาย เข้ามาร่วมมากขึ้น และทิศทางของตลาดขนมหวานส่วนหนึ่งมาจากเทรนด์คล้ายธุรกิจแฟชั่น ต้องมีการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ตลอดเวลา ซึ่งหากแบรนด์ไหนสามารถอยู่ได้นานถึง 2 ปี นั้นแปลว่าสามารถอยู่ในตลาดเมืองไทยได้

แนวโน้มการเติบโตของธุรกิจอาหารในประเทศไทยจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการจับจ่ายใช้สอยของผู้บริโภค และการปรับตัวของผู้ประกอบการต่อการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมของผู้บริโภคเป็นหลัก และมีแนวโน้มในการบริโภคอาหารที่ปรุงสำเร็จมากขึ้น ทั้งนี้ในประเทศไทยมีวิสาหกิจชุมชนหลายแห่งที่ประกอบกิจการอาหารหวาน ขนมปัง ซึ่งมักจะพบปัญหากับกำลังการผลิตอยู่บ่อยครั้ง เช่น วิสาหกิจชุมชนในจังหวัดอุดรดิตถ์ที่ประกอบธุรกิจขนมหวานคุกกี้ ที่มีตลาดในการจำหน่ายสินค้ากว้างขวาง แต่ไม่สามารถผลิตได้ตามความต้องการของตลาด ทำให้เสียโอกาสทางการค้าไป ซ้ำยังมีมาตรฐานการผลิตที่ไม่คงที่ ทำให้ไม่สามารถขยับขึ้นไปขายในตลาดห้างสรรพสินค้าขนาดกลาง-ขนาดใหญ่ได้

การศึกษาวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างเครื่องผสมกวนแป้ง เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ประกอบอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่าโภชนาการ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับแป้ง และส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากผลผลิตทางการเกษตร โดยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการศึกษาวิจัย

การทำผลิตภัณฑ์ขนมอบส่วนมากจะใช้ไข่ไก่ และใช้ในลักษณะไข่สด ไข่ที่นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบส่วนใหญ่จะใช้ไข่ขนาดกลาง น้ำหนักประมาณ 50 กรัม/ฟอง (ทิพาวรรณ, 2540) ซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 77 โดยไข่ไก่มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ เปลือกไข่ร้อยละ 9-12 ไข่ขาวร้อยละ 55-60 และไข่แดง ร้อยละ 29-34 (Bennion and Bamford, 1997) องค์ประกอบทางเคมีของไข่ทั้งฟอง ไข่แดง และไข่ขาวนั้น ไข่ขาวจะมีน้ำมากที่สุด ขณะที่ไข่แดงมีน้ำน้อยที่สุด สำหรับองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ จะมีในไข่แดงมากกว่าไข่ขาว ยกเว้นน้ำตาลและแร่ธาตุบางชนิด จึงกล่าวได้ว่าไข่แดงให้คุณค่าทางอาหารมากกว่าไข่ขาวและไข่ทั้งฟอง ดังนั้นการเลือกใช้ไข่ชนิดใดควรคำนึงถึงองค์ประกอบในไข่นั้น โดยเฉพาะปริมาณน้ำและไขมัน ซึ่งแตกต่างกันชัดเจนจะมีผลต่อความสมดุลของสูตรได้ นอกจากนี้เมื่อนำไข่แต่ละส่วนไปใช้ในส่วนผสมของเค้กแต่ละชนิด ก็จะมีผลต่อการขึ้นฟูของเค้กแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการเก็บฟองอากาศไว้ภายในโครงสร้างของไข่แต่ละชนิดและเวลาที่ใช้ในการตีไข่ (อรอนงค์, 2532)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของไข่ (อบเชย และชนิษฐา, 2554)

องค์ประกอบทางเคมี	% ของน้ำหนัก	น้ำหนักต่อไข่ฟอง (กรัม)	น้ำ ร้อยละ	คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ	โปรตีน ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ
ไข่ทั้งฟอง	100	60	65.5	0.3-2.0	11.8-13.4	10.5-11.8	10.8-11.7
ไข่แดง	31	18.7	48	0.2-2.0	15-17.5	31.8-35.5	1.0-2.0
ไข่ขาว	58	33	87.6	0.4-0.9	9.7-10.9	0.3	0.5-0.8
เปลือกไข่	11	6.6	2.6	-0.07	-3.2	-0.03	-95.1

ในส่วนของการออกแบบเครื่องผสมแป้งขนมปังจะใช้หลักการออกแบบเครื่องจักรกลทางงานวิศวกรรม โดยมีองค์ประกอบสำคัญคือ แรง หมายถึง การกระทำของวัตถุอื่น หรือสาเหตุใดๆ ที่กระทำต่อวัตถุแล้วพยายามผลักดันให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ แรงดันในวิชากลศาสตร์ของไหล เกิดจากความดันของของไหลที่กระทำกับพื้นที่หน้าตัดความสัมผัสของแรง ความดันและพื้นที่หน้าตัด เขียนเป็นสมการ 1

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

เมื่อ F คือ แรงกระทำบนพื้นที่ (N), P คือ ความดันของของไหล (N / m^2) และ A คือ พื้นที่หน้าตัดของวัตถุที่ถูกกระทำ (m^2)

การออกแบบโครงสร้างโดยวิธี Load and Resistance Factor Design (LRFD) ในยุคปี ค.ศ. 1980 ได้มีการพัฒนาแนวความคิดการออกแบบที่เรียกว่า LRFD ขึ้น โดยที่วิธีนี้มีหลักการออกแบบโดยการเพิ่มค่าน้ำหนักบรรทุก โดยใช้ค่าตัวคูณเพิ่มน้ำหนักบรรทุกเพิ่ม γ (Load Factor) ซึ่งค่า γ จะมากกว่าหนึ่งเสมอ ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำหนักบรรทุก และรูปแบบการรวมกันของน้ำหนักบรรทุกชนิดต่างๆ และใช้ค่าตัวคูณความต้านทาน ϕ (Resistance Factor) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหนึ่งเสมอ ในการลดกำลังรับแรงที่ขีดสุดในภาวะต่างๆ (Limit State) โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$\sum_{i=1}^n \gamma_i Q_i \leq \phi R_n \quad (2)$$

ซึ่ง Q_i จะเป็นน้ำหนักบรรทุกทุกชนิดต่างๆ R_n คือ กำลังที่คำนวณได้ (Nominal Strength) ของโครงสร้างแต่ละชนิด ค่าตัวคูณเพิ่มน้ำหนักบรรทุก γ_i และค่าตัวคูณความต้านทาน ϕ นั้นมาจากการวิเคราะห์ Reliability Analysis ที่มีพื้นฐานบนทฤษฎีความน่าจะเป็น ทำให้การออกแบบในภาวะต่างๆ จะมีความน่าเชื่อถือ (Reliability) ใกล้เคียงกัน วิธีนี้จะคล้ายกับวิธีการออกแบบด้วยวิธีกำลัง (Strength Design Method) ของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

จากการเก็บข้อมูลพบว่าความหนืดของแป้งมีปัจจัย ได้แก่ ชนิดของแป้ง กระบวนการให้ความร้อน และปริมาณแป้งเปียกของแป้งมันฝรั่งจะมีความหนืดสูงมากเนื่องจากมีกลุ่มพอสเฟตเป็นองค์ประกอบ และในแป้งขนมปังที่มีที่มาจากข้าวสาลี ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับข้าวฟ่างจะมีคุณสมบัติความหนืดปานกลาง ความคงทนต่อแรงเฉือนปานกลาง และมีอัตราการคืนตัวสูง ช่วงอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงความหนืดจะอยู่ในช่วง 80–85 องศาเซลเซียส ซึ่งจากการทดสอบจะสามารถมีความหนืดได้สูงสุด 900 Brabender Units โดยจะประยุกต์ใช้เป็นกำลังตามสมการที่ 3

$$P = \frac{2 \times \pi \times N \times T}{60} \quad (3)$$

โดยที่ P คือ กำลังที่ส่ง (Watt), N คือ ความเร็วรอบของเพลลา (rpm) และ T คือ โมเมนต์แรงบิด (N.m)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 ออกแบบและสร้างเครื่องผสมแป้งเพื่อแก้ปัญหา กำลังการผลิตของวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดอุดรธานี
- 2.2 เพื่อสร้างและพัฒนาเครื่องผสมแป้งที่สามารถลดระยะเวลาการขยายตัว และการพักตัวของยีสต์ในแป้ง
- 2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพแป้งที่ผ่านกระบวนการผลิตจากเครื่องโดยวิเคราะห์ทางมาตรฐาน CIE L*a*b

3. ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้จากการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมแป้งขนมปังโดยกำหนดให้มีกำลังการผลิตตามความต้องการของวิสาหกิจชุมชนบ้านคลองห้วยไผ่ คือ 10–12 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งขอบเขตการทำงานของเครื่องคือ ใช้สำหรับการผสมแป้งขนมปังเท่านั้น และการทดสอบคุณภาพภายนอกแป้งจะใช้วิธีการอบให้สุกที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส ในเวลา 30 นาที และใช้ระเบียบวิธีการวัดคุณภาพเม็ดสีจากมาตรฐาน CIE L*a*b

4. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ในขั้นตอนการลงพื้นที่สำรวจความต้องการของชุมชนที่บริเวณบ้านคลองห้วยไผ่ จังหวัดอุดรดิตถ์ พบว่าในชุมชนได้จัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจขึ้นมา โดยมีวัตถุประสงค์ให้คนในชุมชนใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ โดยการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้ เช่น ตะกร้าสานจากเศษพลาสติก ถึงขยะจากเศษวัสดุ โครงเหล็กถัก เป็นต้น และมีบริเวณอื่นๆ ที่ประกอบอาชีพ เช่น เสริมสวย ต่อเติมบ้าน และทำขนม ซึ่งผลผลิตที่ได้จะถูกนำไปจำหน่ายที่ตัวอำเภอเมืองอุดรดิตถ์



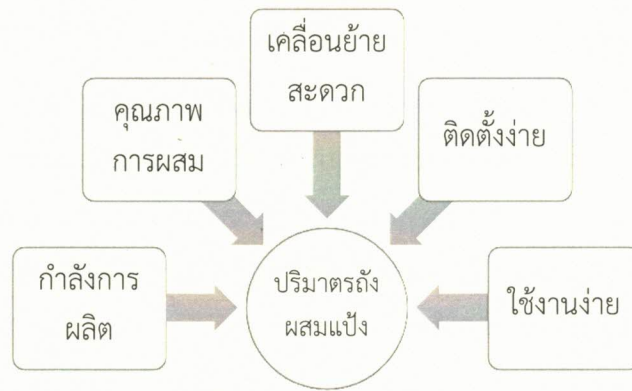
ภาพที่ 1 บริเวณที่ตั้งศูนย์สาธารณสุขมูลฐานชุมชนบ้านคลองห้วยไผ่

ธุรกิจที่ทางนักวิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล คือ ธุรกิจขายขนม ซึ่งเป็นธุรกิจขนาดเล็กที่เริ่มต้นจากการทำในครอบครัว และมีผลิตภัณฑ์เป็นขนมปัง ขนมเค้ก



ภาพที่ 2 สมาชิกกรรมการชุมชนบ้านคลองห้วยไผ่ จังหวัดอุดรดิตถ์

การออกแบบเครื่องผสมแป้ง ในขั้นตอนการออกแบบเครื่องผสมแป้ง ทางนักวิจัยจะเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการคำนวณหาปริมาตรถึงผสมที่เหมาะสม โดยความเหมาะสมจะคำนึงถึงกำลังการผลิต คุณภาพการผสม ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ความง่ายในการติดตั้ง และความเหมาะสมในการใช้งาน ดังภาพที่ 3

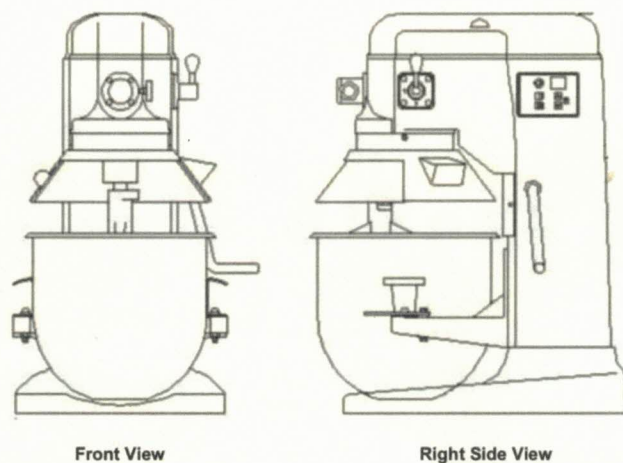


ภาพที่ 3 แนวคิดการออกแบบถังผสมแป้ง

การออกแบบจะออกแบบถังผสมเป็นทรงกระบอกที่มีฐานด้านล่างเป็นครึ่งทรงกลม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผสมจากใบพัดผสมที่จะติดตั้งลงไป

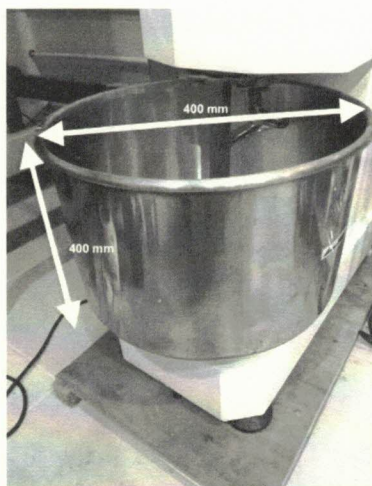
5. ผลการวิจัย

จากการออกแบบเครื่องผสมแป้ง ในขั้นตอนแรก จะได้รับรูปร่างของเครื่องผสมแป้ง ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งถังผสมแป้งจะมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกและฐานด้านล่างเป็นครึ่งทรงกลม



ภาพที่ 4 แบบทางวิศวกรรมของเครื่องผสมแป้ง

เมื่อทำการคำนวณเพื่อหาปริมาตรของถังผสม โดยอาศัยข้อมูลความต้องการของกำลังการผลิตในวิสาหกิจชุมชนบ้านคลองห้วยไผ่ พบว่าต้องการได้กำลังการผลิต 10-12 กิโลกรัมต่อครั้ง เมื่อเทียบเป็นปริมาตรแล้วจะได้ถังผสมปริมาณ 30 ลิตร ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร และมีความสูง 40 เซนติเมตร เมื่อได้เครื่องผสมจะได้ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ขนาดถังผสมแป้งขนมปัง

จากข้อมูลของแป้งขนมปังที่ต้องทำการผสม เมื่อนำมาคำนวณหาค่าแรงบิดที่เหมาะสม จะได้กำลังที่ต้องใช้ประมาณ 580 วัตต์ เมื่อคูณค่าปลอดภัยทางวิศวกรรม จะสามารถใช้ค่ากำลังได้ 1,100 วัตต์ โดยมีรอบการผสมที่ 185 รอบต่อนาที จึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า 220 โวลต์ ความถี่ 50 Hz โดยเมื่อทำการเปิดเครื่องจะมีความเร็วรอบเดินเบาที่ 15 รอบต่อนาที

เมื่อทำการลงผสมในเครื่องแล้ว ทางนักวิจัยชุมชนได้ทำการนำแป้งที่ผ่านการผสมมาพักด้านนอกเพื่อให้ยีสต์ได้เจริญเต็มที่ในเวลาที่เหมาะสม ดังภาพที่ 6 ซึ่งในการพักแป้งนี้ เวลาในการพักของแป้งแต่ละชนิด และแป้งที่มาจากเครื่องผสมคนละเครื่องจะมีเวลาที่ต่างกัน



ภาพที่ 6 แป้งที่ปั้นเป็นก้อนแล้วนำมาเข้ากระบวนการพักตัวของยีสต์

ในกระบวนการอบขนมปังจะใช้ความร้อนของไฟประมาณ 160–170 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 30–40 นาที และเมื่อพบว่าด้านบนของขนมปังเริ่มมีสีน้ำตาลอ่อน จะแสดงว่าขนมปังเริ่มสุก ให้ปิดเตาแล้วนำขนมปังออกมาพักให้เย็นด้านนอกของเตา ดังภาพที่ 7



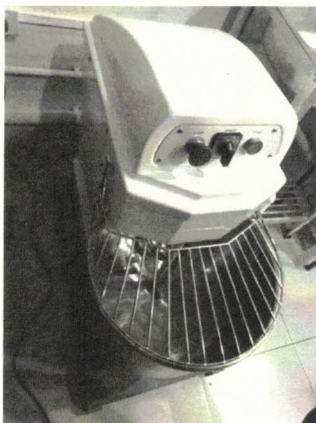
ภาพที่ 7 ขนมปังที่ผ่านการอบจนสุกแล้วนำมาพักให้เย็นลง

จากการเก็บข้อมูลโดยใช้ตัวแปรคือเวลาในการปั่นให้ส่วนผสมเข้ากัน และเวลาที่ใช้ในการพักตัวของ ยีสต์พบว่าใช้เวลาประมาณ 30 นาที เท่ากัน ซึ่งจะใช้เวลาน้อยกว่าเครื่องผสมแป้งขนาดเล็กที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป ทำให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตให้แก่วิสาหกิจชุมชนบ้านคลองห้วยไผ่ได้อีกด้วย

6. สรุปอภิปรายผล

ผลการออกแบบและติดตั้งเครื่องผสมแป้ง

จากการออกแบบเครื่องผสมแป้งตามข้อมูลจากวิสาหกิจชุมชนบ้านคลองห้วยไผ่ จังหวัดอุดรธานี จะได้เครื่องผสมที่มีปริมาตร 30 ลิตร กำลังการผลิต 10-12 กิโลกรัมต่อวัน ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง ขนาด 2 แรงม้า รอบเดินเบา 15 รอบต่อนาที และมีรอบการทำงานที่ 185 รอบต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 8

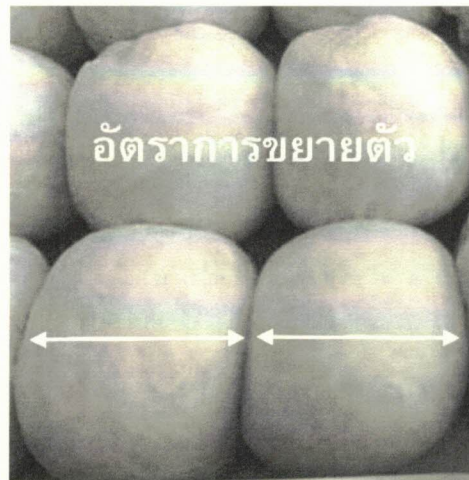


คุณสมบัติทั่วไปของเครื่อง

กำลังบิด	1,100 วัตต์
มอเตอร์	2 แรงม้า
ปริมาตร	30 ลิตร
กำลังการผลิต	10-12 กิโลกรัม/วัน
รอบเดินเบา	15 รอบ/นาที
รอบทำงาน	185 รอบ/นาที

ภาพที่ 8 ผลการออกแบบและติดตั้งเครื่องผสมแป้ง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแป้งที่ผ่านการผสมจากเครื่องผสม ในหัวข้อการวิเคราะห์คุณภาพนี้จะวิเคราะห์จากคุณภาพภายนอกของขนมปังที่ผ่านการผสมจากเครื่องผสม เทียบกับขนมปังที่ผ่านการผสมจากเครื่องผสมทั่วไป



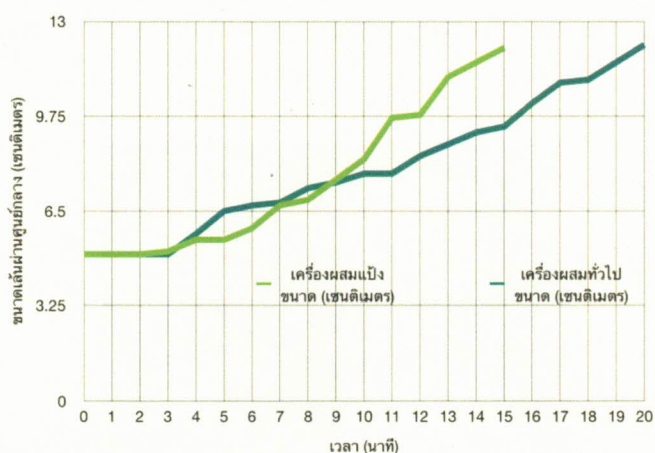
ภาพที่ 9 การวัดอัตราการขยายตัวของแป้งขณะพักตัวของยีสต์

จากภาพที่ 9 แสดงวิธีการวัดอัตราการขยายตัวของแป้งในขณะที่พักตัวของยีสต์ ซึ่งในขั้นตอนการผลิตนี้ จำเป็นต้องให้มีการขยายตัวของแป้งโดยมีอากาศเข้าไปแทนที่ เพื่อให้โครงสร้างของเนื้อแป้งมีเส้นใยจำนวนมาก ส่งผลต่อความนุ่มของขนมปัง ซึ่งทางนักวิจัยชุมชนต้องการพักให้แป้งขยายตัวจากขนาด 5 เซนติเมตร เป็น 12 เซนติเมตร เมื่อทำการเก็บข้อมูล พบว่าเวลาที่ใช้ในการขยายตัวของแป้งที่ผ่านการผสมจากเครื่องผสม ใช้เวลา 15 นาที ส่วนแป้งที่ผ่านการผสมจากเครื่องผสมทั่วไป ใช้เวลา 20 นาที โดยในการทดสอบ จะทดสอบในระบบปิดที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และในห้องที่มีมืด

7. สรุป

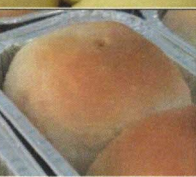
จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อทำการทดลองโดยใช้ส่วนผสมที่เท่ากัน ในสภาวะแวดล้อมเหมือนกัน แป้งที่ผ่านการผสมจากเครื่องผสมที่ได้ออกแบบมีอัตราการขยายตัวของแป้งคิดเป็น 0.81 เซนติเมตรต่อนาที ส่วนแป้งที่ผ่านการผสมจากเครื่องผสมแป้งทั่วไปจะมีอัตราการขยายตัว 0.61 เซนติเมตรต่อนาที ทำให้แป้งที่ต้องการให้ขยายตัวจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร เป็น 12 เซนติเมตร แป้งจากเครื่องผสมที่ออกแบบใช้เวลา 15 นาที และแป้งจากเครื่องผสมทั่วไปใช้เวลา 20 นาที เท่ากับว่าจะสามารถลดเวลาการพักตัวได้ 5 นาที ต่อ 1 สูตรการผสม ดังแสดงในภาพที่ 10 ที่แสดงแนวโน้มการขยายตัวของแป้งทั้ง 2 ชนิด

กราฟแสดงการเปรียบเทียบแนวโน้มการขยายตัวของแป้งขณะพักตัวของยีสต์



ภาพที่ 10 แนวโน้มการขยายตัวของแป้งทั้ง 2 ชนิด ในขณะพักตัวของยีสต์

ตารางที่ 2 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ผ่านการผสมและอบจนสุก จากมาตรฐาน CIE L*a*b

ลำดับที่ทดสอบ		L	a	b
		60.266	-0.174	53.460
		64.044	-0.028	54.353
		63.302	-0.253	53.230
		62.198	-2.412	54.615
		63.814	-2.046	58.911

จากตารางพบว่าค่าผลการทดสอบสีของขนมปังที่ผ่านการผสมและอบจนสุกจากมาตรฐาน CIE L^*a^*b มีค่าใกล้เคียงกัน คือ L (60.266–64.044), a (-2.412 – -0.174) และ b (23.230–28.911) จากการเปรียบเทียบผลกับผลิตภัณฑ์ขนมปังอบกรอบ (ศศิภา เต็กอวยพร) ซึ่งได้แบ่งเกรดคุณภาพไว้ คือ เกรดเอ L^* 63.82 ถึง 71.81, a^* -7.28 ถึง -1.11, b^* 51.30 ถึง 57.25, เกรดบี L^* 62.42 ถึง 73.00, a^* -7.46 ถึง -1.01, b^* 50.13 ถึง 57.43, เกรดซี L^* 59.11 ถึง 69.03, a^* -5.43 ถึง -0.30, b^* 51.84 ถึง 57.78, เกรดดี L^* 56.35 ถึง 65.35, a^* -3.18 ถึง 1.12, b^* 51.37 ถึง 57.58 และเกรดอี L^* 55.61 ถึง 62.42, a^* -1.49 ถึง 2.49, b^* 49.30 ถึง 54.81 จะสามารถอ้างอิงได้ว่าขนมปังที่ผ่านการผสมของเครื่องผสม แล้วทำการอบจนสุกที่สภาวะทำงานปกติจะได้ขนมปังอบเทียบเท่าเกรดบีถึงเกรดเอ ซึ่งเป็นการประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผสมจากเครื่องผสมแบ่งที่ได้ออกแบบและติดตั้งในโครงการนี้

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ที่สนับสนุนเงินทุนในการวิจัย และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ที่อนุเคราะห์พื้นที่ทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- สุจิตตา เรืองรัมย์, กนกวรรณ จัตุวงษ์, และอบเชย วงศ์ทอง. (2561). การพัฒนาสูตรขนมปังแซนด์วิชโดยใช้รำข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลี. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 13(1), 123–138.
- สุนันทา ทองทา. (2554). รายงานการวิจัยองค์ประกอบและคุณสมบัติของแป้งลูกเดี๋ยเพื่อเป็นส่วนผสมอาหารเพื่อสุขภาพ. นครราชสีมา: คลังปัญญา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- Chammek, J. & Naivikul, O. (2017). *Basic Baking Science and Technology*. 13rd ed. Bangkok: Kasetsart Press. (in Thai)
- Chitsanguan, K. (2014). *Study on heat processing for Riceberry rice bran*. B.Sc. Program in Home Economics. Faculty of Agriculture, Kasetsart University. (in Thai)
- Folin, O. & Ciocalteau, V. (1927). On tyrosine and tryptophane determination in proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 27, 627–650.
- Thai Industrial Standard. (1981). *Thai Industrial Standard of Wheat Flour for Bread TIS 375–1981*. Bangkok: Ministry of Industry. (in Thai)
- Tussanaekgait, S., Niamnuy, C., Devahastin, S., & Soponronnarit, S. (2012). The effect of drying conditions on the qualities of rice barn. *Agricultural Science Journal*, 43(2)(Suppl), 9–12. (in Thai)