คุณสมบัติของเบรดเดอร์ที่เตรียมจากแป้งข้าว
Properties of Breader Prepared from Rice Flour

ปราโมทย์ คูวิจิตรจารุ (Pramote Khuwijitjaru) [1]*
ทศพล สุธาสิริทรัพย์ (Tosapon Suthasirisup) [2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอกระบวนการผลิตเบรดเดอร์จากแป้งข้าวด้วยวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก โดยการน้ำแป้งข้าวมาทำให้เจลาติไนซ์เป็นแผ่น จากนั้นนำแผ่นแป้งสุกไปทำแห้งและบดให้เป็นชิ้นเล็กๆ และใช้เป็นเบรดเดอร์ ทำการเคลือบชิ้นเนื้อไก่ด้วยเบรดเดอร์แป้งข้าวที่มีขนาดอนุภาคแตกต่างกัน (6-4 60-20 และ 140-60 เมช) จากนั้นนำมาทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 วินาที และวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบชิ้นเนื้อไก่ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ข้าวขนาดเล็กมากกว่า นอกจากนี้ยังได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของสีและเนื้อสัมผัสของชิ้นเนื้อไก่ระหว่างการทอดที่อุณหภูมิ 180 190 และ 200 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 360 วินาที พบว่าอุณหภูมิในการทอดที่อุณหภูมิสูง ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำและมีค่าแรงเฉือนสูงกว่า

Abstract

A simple preparation of breader from rice flour for coating fried food product was demonstrated. Rice flour dispersion was gelatinized and formed into a rice sheet. Then, the sheet was dried and ground into small particle and used as a breader. Chicken meat samples were coated with different particle sizes of the breader (6-4, 60-20, and 140-60 mesh), fried at 180 ^{o}C for 180 sec and evaluated for their physical properties. Sensory evaluation indicated that panelists preferred the product coated with smaller particle size breader. Color and textural changes during frying at 180, 190 and 200 ^{o}C for 360 sec were also monitored. Higher frying temperatures produced a darker product with higher cutting shear force.

คำสำคัญ: เบรดดิ้ง, เกล็ดขนมปัง, เนื้อไก่ทอด, การทดสอบทางประสาทสัมผัส, การเปลี่ยนแปลงสีและเนื้อสัมผัส
Keywords: Breading, Bread crumb, Fried chicken meat, Sensory evaluation, Color and textural changes

[1] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร*
[2] *นักศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร*
* *Corresponding author, e-mail: kpramote@su.ac.th*

บทนำ

เบรดเดอร์ (breader) หรือ เบรดดิ้ง (breading) หมายถึงกลุ่มของผลิตภัณฑ์ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตจากแป้งและผ่านการบดเพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบชิ้นอาหารเพื่อให้เกิดเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏที่ต้องการ (Dyson, 1990) ผลิตภัณฑ์เบรดเดอร์มีการใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหารชุบแป้งทอด ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์เบรดเดอร์ที่เป็นที่รู้จักดีคือเกล็ดขนมปัง หรือขนมปังป่น (bread crumb) ปัจจุบันผู้ผลิตอาหารชุบทอดยังคงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบรดเดอร์รูปแบบใหม่ๆ ขึ้นมาเสมอ เช่น การใช้ส่วนผสมประเภทโปรตีนซึ่งลดการดูดซับน้ำมัน หรือการผสมกลิ่นรสต่างๆ ที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม (Pszczola, 2005) ถึงแม้ว่าเบรดเดอร์โดยส่วนใหญ่ผลิตจากแป้งสาลีเป็นหลักแต่ก็มีเบรดเดอร์บางส่วนที่ผลิตจากธัญชาติและถั่วชนิดอื่นๆ เช่นกัน

ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญของประเทศ โดยมีการแปรรูปข้าวไปเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิด เช่น ก๋วยเตี๋ยว ขนมขบเคี้ยว และขนมหวาน เป็นต้น ในผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งทอดมีการเติมแป้งข้าวลงในน้ำแป้ง (batter) เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติการเกาะติด และความสามารถในการจับน้ำ (Loewe, 1990) นอกจากนี้การเติมแป้งข้าวในน้ำแป้งยังช่วยลดการดูดซับน้ำมันของผลิตภัณฑ์หลังการทอดด้วย (Shih et al., 2005) แต่การใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบในการผลิตเบรดเดอร์นั้นยังไม่ปรากฏรายงาน ดังนั้นการศึกษาถึงคุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของเบรดเดอร์จากแป้งข้าวในระหว่างการทอดจึงเป็นข้อมูลที่สำคัญในการหาความเป็นไปได้ในการนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม

ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์เบรดเดอร์คือขนาดอนุภาค โดย Maskat and Kerr (2004) ได้ศึกษาพบว่าเบรดเดอร์ที่มีขนาดอนุภาคขนาดเล็กทำให้ความสามารถในการเกาะติด (adhesion) บนผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการทอดสูงขึ้น และทำให้ความชื้นที่ผิวหน้าผลิตภัณฑ์และที่ชั้นเกล็ดขนมปังสูง แต่ไม่มีผลต่อร้อยละการเกาะติดเมื่อทำการคลุก (coating pickup) ในขณะที่ Maskat and Kerr (2002)พบว่าเกล็ดขนมปังขนาดเล็กให้ผลิตภัณฑ์อาหารทอดที่มีผิวเรียบ และให้แรงกด (compression force) ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเกล็ดขนมปังขนาดใหญ่

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการเตรียมเบรดเดอร์จากแป้งข้าวและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้ นอกจากนี้ยังได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงสีและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ระหว่างการทอดด้วย

อุปกรณ์และวิธีวิจัย

1. วัตถุดิบ

แป้งข้าว (ยี่ห้อช้างสามเศียร บริษัท เส้นหมี่ชอเฮง จำกัด) ผงหมักรสบาร์บีคิว (ยี่ห้อโลโบ บริษัท โกลโบฟู้ดส์ จำกัด) เกล็ดขนมปัง (ยี่ห้อฟาร์มเฮ้าส์ บริษัท เพรสซิเด้นท์เบเกอรี่ จำกัด) น้ำมันปาล์ม (บริษัท ล่ำสูง จำกัด) และเนื้ออกไก่ ได้จากแหล่งจำหน่ายในจังหวัดนครปฐม

2. องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าว

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (proximate analysis) ของแป้งข้าว ได้แก่ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมันวิเคราะห์โดยใช้วิธี Soxhlet ปริมาณโปรตีนวิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldalh โดยใช้ conversion factor เท่ากับ 6.25 และปริมาณเถ้า (AOAC, 2000) สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตคำนวณจากผลต่าง และวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสตามวิธีของ Juliano (1971)

3. การเตรียมเบรดเดอร์จากแป้งข้าว

เตรียมน้ำแป้งความเข้มข้นร้อยละ 44.0 (ค่าความเป็นกรดด่าง 6.2) เทลงบนถาดสเตนเลส (ขนาด 300 x 200 มิลลิเมตร) นำไปให้ความร้อนด้วยไอน้ำเดือดเป็นเวลา 4 นาที นำแผ่นแป้งที่เกิดการเจลาติไนซ์แล้วไปทำแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2.5 ถึง 3.0 ชั่วโมงเพื่อให้มีความชื้นประมาณร้อยละ 8.0 นำแผ่นแป้งแห้งไปป่นในเครื่องผสมอาหารเพื่อให้ได้เป็นอนุภาคขนาดเล็กซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเบรดเดอร์ได้ทันที เบรดเดอร์ที่ได้ถูกนำไปร่อนผ่านตะแกรงเพื่อ

แยกขนาดอนุภาคออกเป็น 3 ขนาด ได้แก่ 6-4 เมช (1,000-4,700 ไมโครเมตร) 60-20 เมช (250-850 ไมโครเมตร) และ 140-60 เมช (105-250 ไมโครเมตร) เตรียมเบรดเดอร์ทั้งหมด 3 ซ้ำ

4. การเตรียมและการวิเคราะห์ชิ้นเนื้อไก่ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์แป้งข้าว

นำเบรดเดอร์แป้งข้าวอนุภาคขนาดต่างๆ ที่เตรียมได้คลุกชิ้นเนื้อไก่ (ขนาด 20 x 40 x 10 มิลลิเมตร) โดยตรงคำนวณค่าร้อยละการเกาะติด (coating pick up) จาก ปริมาณของเบรดเดอร์ที่คงอยู่บนผิวเนื้อไก่หลังการคลุก ตามสูตร (1) (Salvador et al., 2005)

$$\text{ร้อยละการเกาะติด} = \frac{\text{น้ำหนักชิ้นอาหารหลังการคลุก - น้ำหนักชิ้นอาหารก่อนการคลุก}}{\text{น้ำหนักชิ้นอาหารหลังการคลุก}} \times 100 \qquad (1)$$

หลังจากนั้นนำชิ้นอาหารไปทอดแบบจุ่ม (deep fat frying) ในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 วินาที โดยใช้เนื้อไก่ 30 ชิ้นต่อน้ำมันปริมาตร 5 ลิตร วัดสีภายนอกของชิ้นเนื้อไก่ทอดในระบบ CIE L* a* b* โดยใช้เครื่อง color-view spectrophotometer (Gardner, USA) และคำนวณอัตราส่วนของค่า b*/a* ซึ่งใช้แสดงระดับของการเกิดสีน้ำตาลในอาหารทอดได้ (Jayendra Kumar et al., 2006).

ลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของชิ้นเนื้อไก่วัดได้โดยใช้การตัดชิ้นเนื้อไก่ที่ผ่านการทอดด้วย Warner-Bratzler blade (Texture Analyzer model TA-XT2i, Stable Micro Systems, UK) โดยบันทึกค่าแรงสูงสุดที่เกิดขึ้นในระหว่างการตัดด้วยอัตราเร็วในการตัด 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยตัดตัวอย่างเป็นระยะทาง 50 มิลลิเมตร และทดสอบตัดตัวอย่าง 20 ชิ้นต่อหนึ่งการทดลอง วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับในส่วนเปลือก (crust) ของชิ้นเนื้อไก่หลังการทอดวัดโดยใช้วิธี Soxhlet (AOAC, 2000)

5. การเปลี่ยนแปลงของสีและเนื้อสัมผัสระหว่างการทอด

ทอดตัวอย่างชิ้นเนื้อไก่ที่คลุกด้วยเบรดเดอร์ที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ กัน โดยการทอดแบบจุ่มในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 180 190 และ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 300 และ 360 วินาที เก็บตัวอย่างและวัดสีภายนอก (CIE L*, a*, b*) และแรงที่ใช้ในการตัดชิ้นตัวอย่าง

6. การประเมินทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างเนื้อไก่คลุกกับผงปรุงรสเป็นเวลา 5 นาที และคลุกกับเบรดเดอร์ที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ กัน โดยใช้เกล็ดขนมปังทางการค้าเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ นำชิ้นเนื้อไก่ที่ได้ทอดแบบจุ่มในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ซึ่งเพียงพอต่อการการปรุงให้ชิ้นเนื้อไก่สุกและเหมาะสำหรับการบริโภค นำตัวอย่างเสิร์ฟให้กับผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ผู้ทดสอบทำการประเมินความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์โดยใช้ 7 point-hedonic scale (1= ไม่ชอบมากที่สุด, 7 = ชอบมากที่สุด) และให้คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสอื่นๆ ด้วย intensity scale สำหรับสี (1= สีจางมาก, 6 = สีเข้มมาก), ความขรุขระของผิว (1 = เรียบมาก, 6 = ขรุขระมาก), ความแข็ง (1 = นิ่มมาก, 6 = แข็งมาก), การอมน้ำมัน (1 = ไม่อมน้ำมันเลย, 6 = อมน้ำมันมาก) และการติดฟัน (1 = ไม่มีเลย, 6 = ติดฟันมาก) (Meilgaard et al., 1999).

7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทดสอบผลของขนาดอนุภาคของเบรดเดอร์ต่อคุณสมบัติต่างๆ ที่วัดได้ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's HSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\alpha = 0.05$)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวที่ใช้ในการทดลองแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. การวิเคราะห์ทางเคมีของแป้งข้าว[1]

องค์ประกอบ	ร้อยละ
ความชื้น	13.16 ± 0.08
โปรตีน	6.56 ± 0.17
ไขมัน	0.46 ± 0.01
เถ้า	0.30 ± 0.06
คาร์โบไฮเดรต[2]	79.52 ± 0.15
อะไมโลส[3]	27.14 ± 0.04

[1] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ
[2] คำนวณจากผลต่าง
[3] ฐานน้ำหนักแห้ง

สำหรับเกล็ดขนมปังทางการค้าที่ใช้ในการทดลองมีการกระจายตัวของอนุภาคดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. การกระจายตัวของขนาดอนุภาคของเกล็ดขนมปังทางการค้า

ขนาดอนุภาค (เมช)	ร้อยละโดยน้ำหนักสะสม
< 32	5.27
32	9.13
20	17.68
14	41.21
10	52.19
8	69.32
6	88.72
4	100.00

คุณสมบัติของเบรดเดอร์แป้งข้าว

คุณสมบัติที่สำคัญของเบรดเดอร์ในการนำไปใช้เคลือบผลิตภัณฑ์อาหารทอดแสดงในตารางที่ 3 ร้อยละการเกาะติดเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการยึดติดของเบรดเดอร์บนผิวหน้าอาหารในการคลุกเคล้าชิ้นอาหารโดยตรงพบว่าเบรดเดอร์ที่มีอนุภาคขนาดใหญ่กว่าให้ค่าร้อยละการเกาะติดสูงกว่า โดยที่เบรดเดอร์ที่มีขนาดเล็กที่สุด (140-60 เมช) ให้ค่าร้อยละการเกาะติดใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากเกล็ดขนมปังทางการค้า แม้ว่า Maskat and Kerr (2004) ได้รายงานว่าเกล็ดขนมปังที่มีขนาดอนุภาคแตกต่างกันในช่วง ≤ 250 ไมโครเมตร ถึง ≥ 850 ไมโครเมตร ไม่ทำให้ค่าร้อยละการเกาะติดเมื่อนำไปเคลือบเนื้อไก่ทอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ภายหลังการทอด ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเบรดเดอร์ที่มีขนาดอนุภาคขนาดเล็กทำให้ค่าการดูดซับน้ำมันในส่วนของเปลือกผลิตภัณฑ์ (crust) มีค่าสูงขึ้น แต่หากคำนวณปริมาณน้ำมันต่อน้ำหนักชิ้นอาหารแล้วผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ขนาดใหญ่มีปริมาณน้ำมันอยู่มากกว่าเนื่องจากมีส่วนของเปลือกต่อชิ้นอาหารมากกว่า ค่าสีของผลิตภัณฑ์แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้เวลาในการทอดเท่ากันผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ทุกขนาดมีค่าความสว่าง(L*) ไม่แตกต่างกัน แต่อัตราส่วนของค่าสีเหลือง (b*)/ค่าสีแดง (a*) ซึ่งบ่งบอกถึงปริมาณการเกิดสีน้ำตาลแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ขนาดเล็กเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากกว่าเนื้อสัมผัสเป็นคุณลักษณะอีกประการที่มีความสำคัญต่อการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์อาหารทอด ผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ขนาดใหญ่ให้แรงเฉือน (shear force) สูงกว่าซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Maskat and Kerr (2002) พบว่าเกล็ดขนมปังขนาดใหญ่จะให้แรงกด (compression force) มากกว่า

ตารางที่ 3. คุณสมบัติทางกายภาพของชิ้นเนื้อไก่ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ข้าวที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ[1, 2]

ขนาดเบรดเดอร์ (เมช)	ร้อยละการเกาะติด	การดูดซับน้ำมัน (ร้อยละ)	สี				แรงตัดชิ้นเนื้อไก่ทอด (kg)
			L*	a*	b*	b*/a*	
6-4	18.59 ± 3.16[a]	29.36 ± 4.13[b]	62.35 ± 2.43[a]	4.85 ± 1.92[c]	19.52 ± 3.00[ab]	4.45 ± 1.05[a]	7.51 ± 0.58[a]
60-20	14.01 ± 0.53[b]	35.62 ± 11.07[b]	61.15 ± 1.05[a]	7.45 ± 1.30[bc]	23.88 ± 1.15[a]	3.50 ± 0.37[ab]	6.63 ± 0.65[ab]
140-60	7.09 ± 0.46[c]	53.50 ± 3.37[a]	57.58 ± 2.39[a]	10.12 ± 0.28[ab]	24.40 ± 1.96[a]	2.42 ± 0.25[bc]	5.77 ± 0.13[b]
เกล็ดขนมปัง	6.55 ± 0.27[c]	56.70 ± 9.10[a]	43.51 ± 2.50[b]	11.37 ± 0.40[a]	15.76 ± 2.94[b]	1.38 ± 0.21[c]	7.63 ± 0.36[a]

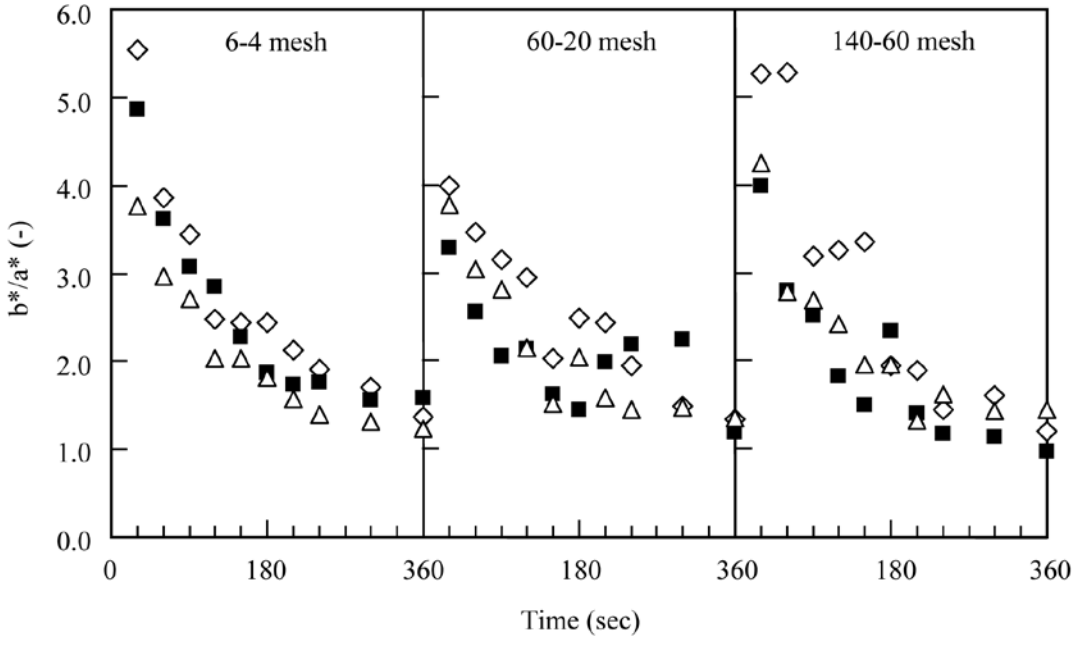
[1] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

[2] ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวยกที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Tukey's HSD, $\alpha = 0.05$)

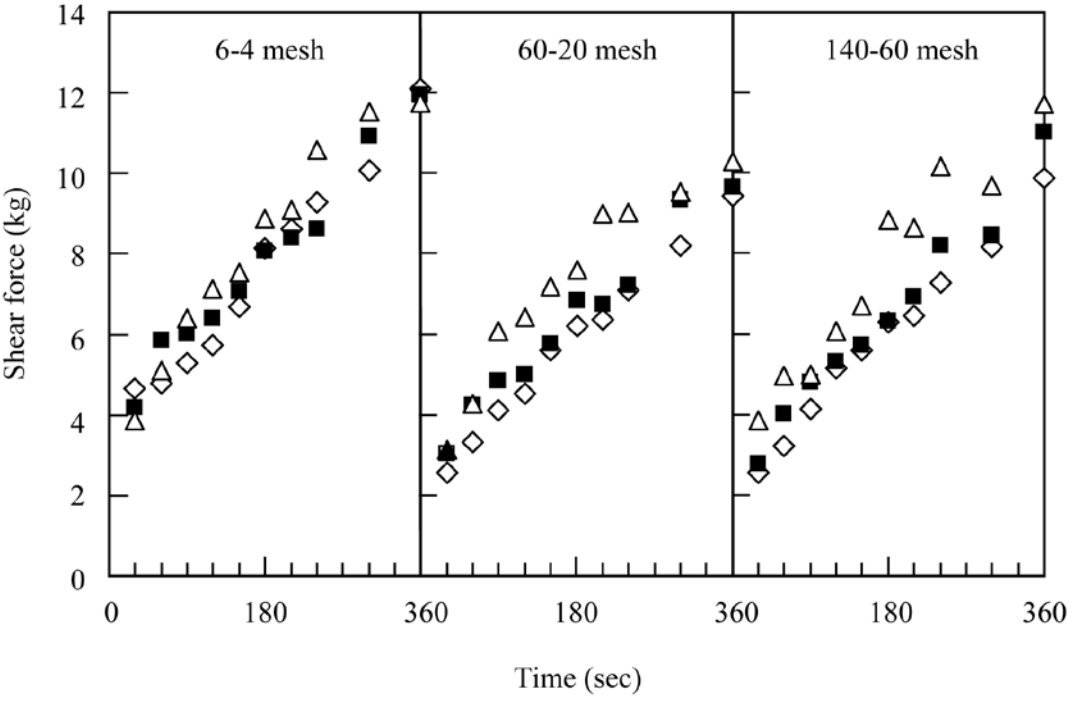
การเปลี่ยนแปลงสีและเนื้อสัมผัสระหว่างการทอด

การเปลี่ยนแปลงของสีน้ำตาลในระหว่างการทอดที่อุณหภูมิ 180 190 และ 200 องศาเซลเซียส โดยรายงานเป็นอัตราส่วนของค่า b*/a* แสดงดังรูปที่ 1 ค่า b*/a* ลดลงตามเวลาในลักษณะไม่เป็นเส้นตรงโดยมีค่าสุดท้ายใกล้เคียงกันในทั้งสามอุณหภูมิ เบรดเดอร์ขนาดเล็กที่สุด (140-60 เมช) ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาลมากกว่าเบรดเดอร์ขนาดอื่นๆ เล็กน้อย (ค่าเฉลี่ยของ b*/a* จากเวลา 360 วินาทีของทุกอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กมีค่า 1.39 1.29 และ 1.21 ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่กล่าวมาข้างต้น (ตารางที่ 3) อุณหภูมิการทอดที่ 190 และ 200 องศาเซลเซียสส่งผลทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีคล้ำกว่าอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) สำหรับเบรดเดอร์ขนาดใหญ่ที่สุดและขนาดเล็กที่สุด แต่อุณหภูมิไม่ส่งผลต่อสีของเบรดเดอร์ขนาดกลาง Krokida et al. (2001) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงสีของอาหารทอดจะเพิ่มมากขึ้นที่อุณหภูมิสูงขึ้น และ Yusop et al. (2009) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทอดนักเก็ตไก่ชุบแป้งชนิดต่างๆ คือ 165 องศาเซลเซียส

สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัสโดยการวัดค่าแรงเฉือนชิ้นเนื้อไก่ที่ทอดที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงในรูปที่ 2 ค่าแรงเฉือนสูงสุดของของตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการทอด โดยเบรดเดอร์ขนาดใหญ่มีแนวโน้มให้ค่าแรงเฉือนสูงกว่าเบรดเดอร์ขนาดอื่นๆ เล็กน้อย (ค่าแรงเฉือนเฉลี่ยจากทุกเวลาและทุกอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กมีค่า 7,821 6,426 และ 6,607 kg ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่กล่าวมาข้างต้น (ตารางที่ 3) นอกจากนี้ยังพบว่าการทอดที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ค่าแรงเฉือนผลิตภัณฑ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สำหรับทุกๆ ขนาดของเบรดเดอร์ ซึ่งอาจจะมีสาเหตุจากการสูญเสียความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่มากกว่า



รูปที่ 1. การเปลี่ยนแปลงค่า b*/a* ในระหว่างการทอดที่อุณหภูมิ 180 (◇) 190 (■) และ 200°C (△) สำหรับชิ้นเนื้อไก่ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ



รูปที่ 2. การเปลี่ยนแปลงค่าแรงสูงสุดในการตัดชิ้นอาหารด้วย Warner-Bratzler blade (kg) ในระหว่างการทอดที่อุณหภูมิ 180 (◇) 190 (■) และ 200°C (△) สำหรับชิ้นเนื้อไก่ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ

การประเมินทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ข้าวขนาดอนุภาคต่างๆ และที่เคลือบด้วยเกล็ดขนมปังทางการค้า (ตารางที่ 4) ค่าคะแนนความชอบรวมแสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบให้ความชอบผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ขนาดเล็กมากกว่าขนาดอื่นๆ จากค่าคะแนนความเข้มในด้านสีผู้ทดสอบเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเกล็ดขนมปังมีสีคล้ำมากกว่าเบรดเดอร์ข้าวซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดค่าสี (ตารางที่ 3) ผู้ทดสอบยังเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ขนาดใหญ่มีลักษณะปรากฏขรุขระ มีเนื้อสัมผัสแข็ง และมีลักษณะติดฟัน และให้คะแนนผลิตภัณฑ์ผลิตทั้งหมดว่าไม่มีลักษณะอมน้ำมัน

ตารางที่ 4. การประเมินทางประสาทสัมผัสชิ้นเนื้อไก่ที่เคลือบด้วยเบรดเดอร์ข้าวที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ[1, 2]

ขนาดเบรดเดอร์ (เมช)	ความชอบ (Hedonic Scale 1-7)[3]	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (Intensity Scale 1-6)[4]				
		สี	ความขรุขระของผิว	ความแข็ง	การอมน้ำมัน	การติดฟัน
6-4	3.28 ± 1.76^{c}	3.24 ± 1.20^{b}	5.62 ± 0.83^{a}	4.94 ± 1.04^{a}	2.64 ± 1.37^{a}	3.32 ± 1.50^{a}
60-20	4.56 ± 1.26^{b}	3.42 ± 1.07^{b}	3.80 ± 0.86^{c}	3.84 ± 0.98^{b}	2.38 ± 1.12^{a}	2.56 ± 1.23^{b}
140-60	5.14 ± 1.18^{a}	3.24 ± 1.06^{b}	2.44 ± 1.09^{d}	3.38 ± 1.05^{b}	2.14 ± 1.20^{a}	2.22 ± 1.04^{b}
เกล็ดขนมปัง	5.20 ± 1.32^{a}	4.72 ± 0.99^{a}	4.48 ± 0.76^{b}	3.32 ± 1.13^{b}	2.64 ± 1.12^{a}	2.18 ± 1.00^{b}

[1] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

[2] ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวยกที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Tukey's HSD, $\alpha = 0.05$)

[3] 7 point-hedonic scale (1= ไม่ชอบมากที่สุด, 7 = ชอบมากที่สุด)

[4] intensity scale สำหรับสี (1= สีจางมาก, 6 = สีเข้มมาก), ความขรุขระของผิว (1 = เรียบมาก, 6 = ขรุขระมาก), ความแข็ง (1 = นิ่มมาก, 6 = แข็งมาก), การอมน้ำมัน (1 = ไม่อมน้ำมันเลย, 6 = อมน้ำมันมาก) และการติดฟัน (1 = ไม่มีเลย, 6 = ติดฟันมาก)

สรุป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า สามารถผลิตเบรดเดอร์เพื่อใช้เคลือบอาหารทอดจากแป้งข้าวเพียงอย่างเดียวได้ โดยกระบวนการผลิตมีความง่ายและผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความน่าสนใจและการยอมรับจากผู้ทดสอบชิม คุณสมบัติด้านต่างๆ ของ เบรดเดอร์อาจปรับปรุงได้ด้วยการเสริมส่วนผสมอื่นๆ เช่น โปรตีนถั่วเหลือง หรือ กัม เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (เลขที่โครงการ MRG495E060)

เอกสารอ้างอิง

AOAC. 2000. Official methods of analysis of AOAC International, AOAC International, Maryland.

Dyson, D. 1990 Breadings -What they are and how they are used. In *Batters and breadings in food processing* (Kulp, K. and Loewe, R., eds.), pp. 143-152. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minn.

Jayendra Kumar, A., Singh, R. R. B., Patel, A. A., Patil, G. R. 2006. Kinetics of colour and texture changes in *Gulabjamun* balls during deep-fat frying. **LWT - Food Science and Technology** 39(7), 827-833.

Juliano, B. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Science Today 16, 334-336.

Krokida, M. K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z. B., Marinos-Kouris, D. 2001. Colour changes during deep fat frying. **Journal of Food Engineering** 48(3), 219-225.

Loewe, R. 1990 ingredient selection for batter systems. In *Batters and breadings in food processing* (Kulp, K. and Loewe, R., eds.), pp. 11-28. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minn.

Maskat, M. Y., Kerr, W. L. 2002. Coating characteristics of fried chicken breasts prepared with different particle size breading. **Journal of Food Processing and Preservation** 26(1), 27-38.

Maskat, M. Y., Kerr, W. L. 2004. Effect of breading particle size on coating adhesion in breaded, fried chicken breasts. **Journal of Food Quality** 27(2), 103-113.

Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, B. T. 1999. Sensory evaluation techniques, CRC Press, Boca Raton.

Pszczola, D. E. 2005. New batters and breadings go beyond just crumbs. **Food Technology** 59(10), 49-60.

Salvador, A., Sanz, T., Fiszman, S. M. 2005. Effect of the addition of different ingredients on the characteristics of a batter coating for fried seafood prepared without a pre-frying step. **Food Hydrocolloids** 19(4), 703-708.

Shih, F. F., Bett-Garber, K. L., Daigle, K. W., Ingram, D. 2005. Effects of rice batter on oil uptake and sensory quality of coated fried okra. **Journal of Food Science** 70(1), S18-S21.

Yusop, S. M. M., M. Y., Mustapha, W. A. W., Abdullah, A. 2009. Frying pressure and temperature effects on sensory characteristics of coated chicken nuggets. **Sains Malaysiana** 38(2), 171-175.