หลักสูตร

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

ระดับปริญญาตรี

Rajabhat J. Sci. Humanit. Soc. Sci 15(1): 55-63, 2014

ผลของการใช้แป้งข้าวเหนียวในผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอด

ชุติมา เลิศลักษมี
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
e-mail: chu_achaichaw@hotmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้แป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 แทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอด โดยการนำแป้งข้าวเหนียว กข6 ปกติผสมกับแป้งข้าวเหนียว กข6 ดัดแปรสตาร์ชด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นในอัตราส่วนต่างๆ ได้แก่ 100 : 0, 80 : 20, 60 : 40, 40 : 60 และ 20 : 80 สูตรแป้งชุบทอด (สูตรควบคุม) ประกอบด้วยแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ ผลการตรวจสอบค่าความหนืดของน้ำแป้ง ค่าสี ค่าการดูดซับน้ำมันของแป้งชุบทอด และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแป้งชุบทอด พบว่า การใช้แป้งข้าวเหนียว กข6 ปกติ 100 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้น้ำแป้งมีความหนืดต่ำกว่าแป้งสาลี แต่ในส่วนของแป้งชุบทอดมีปริมาณน้ำมันลดลง และสีของแป้งชุบทอดมีค่าความสว่าง (L*) สูงกว่าแป้งชุบทอดจากแป้งสาลี แต่มีค่าความเป็นสีแดง (a*) และความเป็นสีเหลือง (b*) ต่ำกว่า ส่วนผลของการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเหนียว กข6 ดัดแปรสตาร์ชทดแทนแป้งข้าวเหนียว กข6 ปกติในปริมาณมากขึ้น ส่งผลทำให้ความหนืดของน้ำแป้งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับแป้งข้าวเหนียว กข6 ปกติ ส่วนสีของแป้งชุบทอดมีค่า L* ต่ำกว่าแป้งชุบทอดจากแป้งสาลีและแป้งข้าวเหนียว กข6 ปกติอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การเติมแป้งข้าวเหนียว กข6 ดัดแปรสตาร์ชทำให้แป้งชุบทอดมีปริมาณน้ำมันเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียว กข6 ปกติ แต่มีปริมาณน้ำมันที่ต่ำกว่าแป้งชุบทอดจากแป้งสาลี สำหรับผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุด คือ การทดแทนแป้งข้าวเหนียว กข6 ด้วยแป้งข้าวเหนียว กข6 ดัดแปรสตาร์ชที่อัตราส่วน 60 : 40

คำสำคัญ : แป้งข้าวเหนียว แป้งชุบทอด การให้ความร้อนร่วมกับความชื้น

Effect of using waxy rice flour in fried batter product

Chutima Lerdluksamee
Faculty of Food Science and Agricultural Technology,
Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, Thailand
e-mail: chu_achaichaw@hotmail.com

Abstract

The objective of this research was aimed to study effects of using RD6 waxy rice flour in batter formulas instead of wheat flour. Batter formulas in this work were comprised of normal RD6 and heat moisture treatment (HMT) RD6 waxy rice at various

ratios such as 100:0, 80:20, 60:40, 40:60 and 20:80. Batter made of wheat flour was selected as the control. Batter viscosities were tested and color, oil absorption and sensory attributes of fried batter were performed. Results showed that using 100% RD6 waxy rice flour decreased batter viscosity which was lower than using wheat flour and it also reduced oil absorption in fried batter. Fried batter made of 100% RD6 waxy rice flour had more lightness (L*) than using wheat but its redness (a*) and yellowness (b*) were lowered. Adding HMT RD6 waxy rice flour in batter formulas significantly increased batter viscosity compared to using 100% RD6 waxy rice flour. Lightness of its fried batter was lower than those made of wheat and RD6 waxy rice flours. Interestingly, oil content in fried batter using RD6 and HMT RD6 waxy rice flours was more than using 100% RD6 waxy rice flour but lower than using wheat flour. Sensory test indicated that the batter composted of 60% RD6 and 40% HMT RD6 waxy rice flours obtained the highest accepted score from panelists.

keywords : waxy rice flour, fried batter, heat-moisture treatment

บทนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาจากข้าวได้รับการยอมรับว่ามีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี โดยข้าวประกอบไปด้วยโปรตีนที่ไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยเพิ่มการใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าข้าวให้มากขึ้นกว่าการบริโภคโดยตรง (อรอนงค์, 2550) แป้งชุบทอด เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้รับการพัฒนาโดยการนำทั้งแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนแป้งสาลี ลักษณะที่ดีของแป้งข้าวเจ้าเมื่อทำให้สุกโดยการทอด คือ อมน้ำมันน้อย มีความกรอบทนกรอบนานไม่เหนียว เหมาะกับการทำอาหารชุบทอดที่ต้องการความกรอบอยู่ตัว ส่วนลักษณะที่ดีของแป้งข้าวเหนียว คือ มีความเหนียวนุ่ม เหมาะสำหรับอาหารทอดที่ต้องการความเหนียว เกาะตัว (กานต์, 2555) แต่ปัญหาของการใช้แป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตแป้งชุบทอด คือ น้ำแป้งมีความหนืดต่ำ เนื่องจากแป้งข้าวเหนียวไม่มีกลูเตน ส่งผลทำให้น้ำแป้งมีความสามารถในการเกาะติดชิ้นอาหารต่ำกว่าการใช้แป้งสาลี (อดิศักดิ์, 2543; Shih & Daigle, 1999; Mukprasirt et al., 2001; Dogan et al., 2005) วิธีการเพิ่มความสามารถในการเกาะติดของแป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียวที่น่าสนใจ คือ การใช้แป้งข้าวเหนียวที่ผ่านการดัดแปรสตาร์ชด้วยวิธีการใช้ความร้อนร่วมกับความชื้น (heat-moisture treatment : HMT) ซึ่งเป็นวิธีการดัดแปรทางกายภาพที่มีผลทำให้เม็ดสตาร์ชมีกำลังการพองตัวต่ำ ไม่ถูกทำลายได้ง่ายที่อุณหภูมิสูง และประการสำคัญเม็ดสตาร์ชมีสมบัติในการจับกับน้ำได้ดีกว่าแป้งข้าวปกติ (Hormdok & Noomhorm, 2007; Zavareze et al., 2010; Chaichaw et al., 2011) เมื่อผสมแป้งข้าวดัดแปรสตาร์ชดังกล่าวในแป้งชุบทอดจะทำให้น้ำแป้งมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น และจะทำให้แป้งเคลือบและเกาะติดชิ้นอาหารดีขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ชด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นที่มีต่อสมบัติด้านเคมีกายภาพของแป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียว โดยในการศึกษาจะทำการแปรอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเหนียวปกติกับแป้งข้าวเหนียว

ดัดแปรสตาร์ชเป็น 100 : 0 ถึง 20 : 80 รวมทั้งศึกษาถึงการดูดซับน้ำมันของแป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียวเปรียบเทียบกับแป้งชุบทอดจากแป้งสาลี

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบหลัก

แป้ง 3 ชนิด ได้แก่ แป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าว (ตัวอย่างควบคุม) แป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ปกติ และแป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ผ่านการดัดแปรสตาร์ชด้วยความร้อนร่วมกับความชื้น ตามวิธีของ Chaichaw et al. (2011) โดยการปรับระดับความชื้นของแป้งเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลา 5 ชั่วโมง

การตรวจสอบสมบัติของแป้งชนิดต่างๆ

นำแป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าว แป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ปกติ และแป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ที่ผ่านการดัดแปรสตาร์ชด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นมาตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope; SEM) ตามวิธีของ Lorlowhakarn & Naivikul (2006) และวิเคราะห์ค่ากำลังการพองตัวและค่าการละลายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ตามวิธีของ Schoch (1964)

การวิเคราะห์ค่ากำลังการพองตัว และค่าการละลายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) หากพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี least significant difference (LSD)

การตรวจสอบค่าความหนืดของน้ำแป้งที่อัตราส่วนต่างๆ

เตรียมแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ และแป้งผสมที่แปรอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเหนียวปกติกับแป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ชด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นเป็น 100 : 0, 80 : 20, 60 : 40, 40 : 60 และ 20 : 80 ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเตรียมน้ำแป้งโดยชั่งน้ำหนักแป้งกับน้ำในอัตราส่วนแป้งต่อน้ำ 1 : 1.5 คนผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 5 นาที นำน้ำแป้งที่ได้ไปวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Digital Viscometer ใช้หัววัดเบอร์ 6 ที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ดัดแปลงวิธีจาก Shi & Bemiller (2002)

วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) หากพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

การตรวจสอบค่าสีและค่าการดูดซับน้ำมันของแป้งชุบทอดที่อัตราส่วนต่างๆ

ชั่งน้ำหนักน้ำแป้งที่เตรียมตามวิธีการตรวจสอบค่าความหนืด ปริมาณ 10 กรัม ในอุปกรณ์สำหรับใส่น้ำแป้ง และนำไปทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 170 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ตรวจสอบสมบัติของแป้งชุบทอด ได้แก่ ค่าสีของแป้งชุบทอดโดยใช้เครื่อง hunter lab miniscan ในระบบ CIE L* a* และ b* และค่าการดูดซับน้ำมันของแป้งชุบทอดด้วยการวิเคราะห์ปริมาณไขมันด้วยเครื่องวิเคราะห์ไขมัน ตามวิธีของ AOAC (1995)

วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) หากพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแป้งชุบทอด

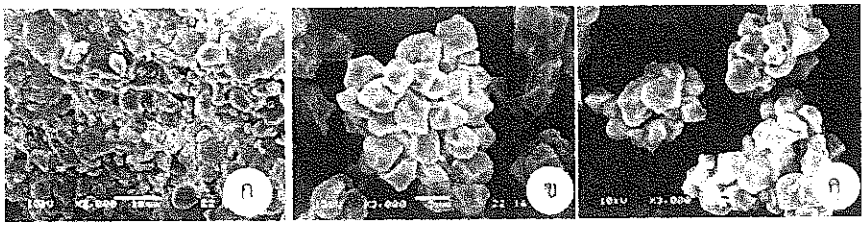
นำแป้งชุบทอดที่ผลิตตามวิธีการตรวจสอบค่าสีและการดูดซับน้ำมัน มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี การอมน้ำมัน ความกรอบ และความชอบรวม ด้วยวิธี 9 - point hedonic scale โดยคะแนนเท่ากับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึงความไม่ชอบมากที่สุด

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) หากพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

ผลการวิจัย

สมบัติของแป้งชนิดต่างๆ

ผลการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเม็ดสตาร์ชของแป้งทั้ง 3 ชนิด พบว่า รูปร่างเม็ดสตาร์ชของแป้งสาลีมี 2 ลักษณะ คือ รูปร่างแบนรี และเม็ดกลมขนาดต่างๆ อัดเรียงตัวกันโดยมีโปรตีนจำนวนมากเรียงตัวล้อมรอบเม็ดสตาร์ช และกระจายตัวอยู่ทั่วไป ในขณะที่รูปร่างเม็ดสตาร์ชของแป้งข้าวเหนียว กข6 มีลักษณะเป็นรูปหลายเหลี่ยมอัดเรียงตัวกัน ส่วนแป้งข้าวเหนียว กข6 ดัดแปรสตาร์ชด้วยความร้อนร่วมกับความชื้น พบว่า เม็ดสตาร์ชมีความเป็นเหลี่ยมน้อยลง และมีบางส่วนของผิวหน้าหลอมติดกันเนื่องจากเกิดการเจลาทิไนเซชัน (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแป้งข้าวสาลี (ก) แป้งข้าวเหนียว กข6 ปกติ (ข) และข้าวเหนียว กข6 ดัดแปรสตาร์ชด้วยความร้อนร่วมกับความชื้น (ค) ตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 2,000 และ 3,000 เท่า

ผลการตรวจสอบค่ากำลังการพองตัวและค่าการละลายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ของตัวอย่างแป้งทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 1) พบว่า แป้งข้าวเหนียว กข6 มีค่ากำลังการพองตัวและค่าการละลายสูงที่สุด รองลงมาคือแป้งข้าวเหนียว กข6 ที่ผ่านการดัดแปรสตาร์ช และแป้งสาลี จากผลการตรวจสอบแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการให้ความร้อนกับน้ำแป้งทั้ง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เม็ดสตาร์ชในแป้งข้าวเหนียว กข6 จะมีความสามารถในการอุ้มน้ำและมีกำลังการพองตัวสูงกว่า

แป้งข้าวเหนียว กข6 ดัดแปรสตาร์ช และแป้งสาลี เนื่องจากแป้งข้าวเหนียว กข6 มีปริมาณแอมิโลสต่ำกว่าแป้งสาลีทำให้มีสัดส่วนของปริมาณแอมิโลเพกทินสูงซึ่งมีส่วนช่วยในการพองตัว นอกจากนี้ แป้งที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำโครงสร้างของสตาร์ชจะมีความคงตัวต่ำ เกิดการจับตัวกันอย่างหลวมๆ สามารถพองตัวได้อย่างอิสระในระหว่างการให้ความร้อน ส่วนแป้งที่มีปริมาณแอมิโลสสูงโครงสร้างจะมีความแข็งแรงมากกว่าทำให้ไม่สามารถพองตัวได้อย่างอิสระและมีการละลายต่ำ (Tester & Morrison, 1990) ส่วนกำลังการพองตัวและการละลายของแป้งข้าวเหนียว กข6 ที่ผ่านการดัดแปรสตาร์ชมีค่าต่ำกว่าแป้งข้าวเหนียว กข6 ปกติ เนื่องจากแป้งดัดแปรสตาร์ชด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นมีผลทำให้สายพอลิเมอร์ของสตาร์ชมีระดับการยึดเกาะกันระหว่างสายแอมิโลสด้วยกัน และระหว่างสายแอมิโลเพกทินเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้กำลังการพองตัวและการละลายมีค่าลดลง (Chaichaw et al., 2011)

ตารางที่ 1 กำลังการพองตัวและการละลายของแป้งชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส *

ตัวอย่างน้ำแป้ง	กำลังการพองตัว (กรัมต่อกรัมน้ำหนักแป้งแห้ง)	การละลาย (เปอร์เซ็นต์)
แป้งสาลี (ตัวควบคุม)	$8.92^{c} \pm 0.45$	$2.12^{c} \pm 0.26$
แป้งข้าวเหนียว กข6	$17.41^{a} \pm 1.06$	$5.30^{a} \pm 0.36$
แป้งข้าวเหนียว กข6 ดัดแปร	$14.10^{b} \pm 0.32$	$3.79^{b} \pm 0.12$

*เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าความหนืดของน้ำแป้งที่อัตราส่วนต่างๆ

ผลการตรวจสอบความหนืดของน้ำแป้งเปรียบเทียบระหว่างแป้งสาลี (ตัวควบคุม) แป้งข้าวเหนียว และแป้งข้าวเหนียวผสมกับแป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (แป้งข้าวเหนียวผสม) พบว่า น้ำแป้งที่เตรียมจากแป้งสาลีมีความหนืดสูงกว่าแป้งข้าวเหนียว (ตารางที่ 2) เนื่องจากในแป้งสาลีมีโปรตีนไกลอะดินและกลูเตนินในอัตราส่วนที่เหมาะสม เมื่อผสมกับน้ำที่อุณหภูมิปกติทำให้เกิดการรวมตัวกันเป็นกลูเตนที่มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดีส่งผลทำให้ปริมาณน้ำอิสระในน้ำแป้งลดลง น้ำแป้งสาลีจึงมีความหนืดสูง ส่วนโปรตีนในแป้งข้าวเหนียวไม่สามารถเกิดเป็นกลูเตนได้จึงดูดซับน้ำไว้ได้น้อยทำให้เหลือปริมาณน้ำอิสระมาก น้ำแป้งข้าวเหนียวจึงมีความหนืดต่ำ (Dogan et al., 2005; Xue & Ngadi, 2010) ในขณะที่เมื่อนำแป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ชผสมกับแป้งข้าวเหนียวที่อัตราส่วนต่างๆ พบว่าการผสมแป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ชในอัตราส่วนที่สูงขึ้นทำให้น้ำแป้งมีค่าความหนืดสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่า แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ชช่วยทำให้น้ำแป้งข้าวเหนียวมีความหนืดสูงขึ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากกระบวนการดัดแปรสตาร์ชในแป้งข้าวเหนียวทำให้เม็ดสตาร์ชเกิดการเจลลาทิไนซ์บางส่วน (Chaichaw et al., 2011) ส่งผลให้แป้งข้าวเหนียวสามารถดูดซับน้ำได้ที่อุณหภูมิปกติแล้วทำให้เกิดความหนืดที่สูงขึ้น

ตารางที่ 2 ความหนืดของน้ำแป้งที่อัตราส่วนต่างๆ*

ตัวอย่างน้ำแป้ง	ความหนืดของน้ำแป้ง (เซนติปัวร์)
แป้งสาลี (ตัวควบคุม)	2,030.03^{b} ± 0.46
แป้งข้าวเหนียว กข6	190.49^{f} ± 0.26
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (80 : 20)	267.20^{e} ± 0.42
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (60 : 40)	928.10^{d} ± 0.37
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (40 : 60)	2,015.05^{c} ± 0.49
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (20 : 80)	2,830.54^{a} ± 0.56

*เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

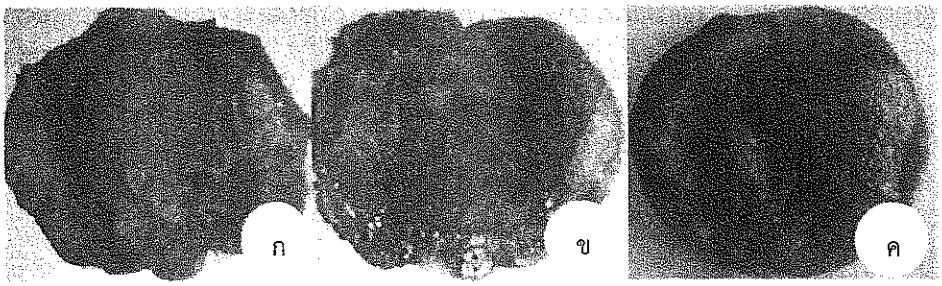
ค่าสีและปริมาณน้ำมันของแป้งชุบทอดที่อัตราส่วนต่างๆ

ผลการตรวจสอบค่าสีของแป้งชุบทอดจากแป้งสาลี (ตัวควบคุม) แป้งข้าวเหนียว และแป้งข้าวเหนียวผสมแป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช พบว่า แป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียวมีค่าความสว่าง (L*) สูงกว่าแป้งชุบทอดจากแป้งสาลี แต่ค่าความเป็นสีแดง (a*) และความเป็นสีเหลือง (b*) ต่ำกว่า (ตารางที่ 3) ส่วนค่าสีของแป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียวผสมแป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช พบว่า การผสมแป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ชในอัตราส่วนที่สูงขึ้นทำให้ค่าสี L* และค่าสี b* ต่ำกว่าแป้งชุบทอดจากแป้งสาลี แต่ค่าสี a* สูงกว่า อาจเป็นผลมาจากสีของแป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ชที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการดัดแปรสตาร์ชไปส่งเสริมให้สีของแป้งชุบทอดที่โดนความร้อนเกิดเป็นสีน้ำตาลเข้มมากขึ้น (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 3 ค่าสีของแป้งชุบทอดที่อัตราส่วนต่างๆ*

ตัวอย่างแป้งชุบทอด	L*	a*	b*
แป้งสาลี (ตัวควบคุม)	51.30^{b} ± 0.26	3.13^{d} ± 0.10	24.70^{a} ± 0.30
แป้งข้าวเหนียว กข6	55.41^{a} ± 0.10	2.40^{e} ± 0.15	16.67^{e} ± 0.21
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (80 : 20)	50.33^{c} ± 0.23	4.53^{c} ± 0.35	15.67^{f} ± 0.32
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (60 : 40)	48.57^{d} ± 0.15	5.73^{b} ± 0.21	18.83^{d} ± 0.21
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (40 : 60)	45.95^{e} ± 0.42	6.50^{a} ± 0.36	19.67^{c} ± 0.32
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (20 : 80)	40.91^{f} ± 2.85	6.90^{a} ± 0.10	21.80^{b} ± 0.75

*เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 2 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอดจากแป้งสาลี (ก) แป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียว (ข) และแป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียวผสมแป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (20 : 80) (ค)

ผลการตรวจสอบปริมาณน้ำมันในแป้งชุบทอดจากแป้งสาลี (ตัวควบคุม) แป้งข้าวเหนียว และแป้งข้าวเหนียวผสม พบว่า แป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียว และแป้งข้าวเหนียวผสมมีปริมาณน้ำมันต่ำกว่าแป้งชุบทอดจากแป้งสาลี (ตารางที่ 4) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mukprasirt et al. (2001); Dogan et al. (2005) กล่าวว่า แป้งข้าวมีโปรตีน กลูเทลินที่มีสมบัติในการต้านการอมน้ำมันในแป้งชุบทอดได้ดีกว่าแป้งสาลี ส่วนในแป้งสาลีมีโปรตีนกลูเตนซึ่งมีสมบัติในการรวมตัวกับไขมันส่งผลทำให้แป้งชุบทอดจากแป้งสาลีมีปริมาณน้ำมันสูงกว่าแป้งข้าว อย่างไรก็ตามผลการตรวจสอบปริมาณน้ำมันในแป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียวผสม พบว่า ปริมาณน้ำมันมีค่าสูงกว่าแป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียวตามปริมาณของแป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ชที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4) อาจเนื่องจากโปรตีนในแป้งข้าวเหนียวถูกทำให้เสียสภาพในระหว่างกระบวนการดัดแปรสตาร์ชซึ่งใช้อุณหภูมิสูงส่งผลทำให้ความสามารถในการต้านการอมน้ำมันลดลง

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำมันของแป้งชุบทอดที่อัตราส่วนต่างๆ*

ตัวอย่างแป้งชุบทอด	ปริมาณน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)
แป้งสาลี (ตัวควบคุม)	$52.25^{a} \pm 0.66$
แป้งข้าวเหนียว กข6	$39.19^{e} \pm 0.57$
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (80 : 20)	$41.47^{d} \pm 0.60$
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (60 : 40)	$42.29^{c} \pm 0.81$
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (40 : 60)	$45.65^{b} \pm 0.34$
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (20 : 80)	$45.31^{b} \pm 0.46$

*เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อการยอมรับแป้งชุบทอดที่อัตราส่วนต่างๆ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส 4 ด้าน ได้แก่ สี การอมน้ำมัน ความกรอบ และความชอบรวม พบว่า ผู้ทดสอบให้ค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทั้ง 4 ด้านของแป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียวผสมแป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ชที่อัตราส่วน 60 : 40 สูงที่สุดและแตกต่างจากแป้งชุบทอด

จากแป้งสาลี และแป้งข้าวเหนียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 5) เนื่องจากแป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเหนียวผสม (60 : 40) มีสีน้ำตาลทอง เวลาเคี้ยวแล้วไม่รู้สึกว่ามีน้ำมันในปาก และเนื้อสัมผัสกรอบ

ตารางที่ 5 คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแป้งชุบทอดที่อัตราส่วนต่างๆ*

ตัวอย่างน้ำแป้ง	สี	การอมน้ำมัน	ความกรอบ	ความชอบรวม
แป้งสาลี (ตัวควบคุม)	$7.05^{b} \pm 0.31$	$7.00^{b} \pm 0.31$	$7.20^{b} \pm 0.53$	$7.00^{b} \pm 0.61$
แป้งข้าวเหนียว กข6	$4.90^{d} \pm 0.47$	$5.80^{d} \pm 0.37$	$5.50^{e} \pm 0.43$	$5.25^{e} \pm 0.47$
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (80 : 20)	$4.91^{d} \pm 0.62$	$5.00^{e} \pm 0.42$	$6.00^{d} \pm 0.26$	$6.00^{d} \pm 0.71$
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (60 : 40)	$7.50^{a} \pm 0.46$	$7.65^{a} \pm 0.26$	$8.00^{a} \pm 0.29$	$7.59^{a} \pm 0.76$
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (40 : 60)	$7.00^{b} \pm 0.55$	$7.61^{a} \pm 0.25$	$7.21^{b} \pm 0.34$	$7.00^{b} \pm 0.64$
แป้งข้าวเหนียว กข6 : แป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ช (20 : 80)	$5.10^{c} \pm 0.34$	$6.10^{c} \pm 0.34$	$6.48^{c} \pm 0.35$	$6.50^{c} \pm 0.74$

* เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การใช้แป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ปกติ และแป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ผสมกับแป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ผ่านการดัดแปรสตาร์ชด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นในผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอดสามารถช่วยลดปริมาณน้ำมันในแป้งชุบทอดได้เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แป้งสาลี สำหรับผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุดได้จากการผสมแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวเหนียวดัดแปรสตาร์ชที่อัตราส่วน 60 : 40

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม สำหรับการสนับสนุนงบประมาณงานวิจัย การอำนวยความสะดวกและการสนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์การวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กานต์ เหมวิหค. (2555). **ชุบแป้งทอดกรอบอร่อย.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท พิมพ์ดี จำกัด.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. (2543). การลดการอมน้ำมันของแป้งชุบทอดด้วยการใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลี. **วารสารหอการค้าไทย,** ปีที่ 20 (ฉบับที่ 2), 87-93.

อรอนงค์ นัยวิกุล. (2550). **ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC. (1995). **Official Method of Analysis.** The Association of Official Analytical Chemistry, Virginia.

Chaichaw, C., Naivikul, O., & Thongngam, M. (2011). Effect of heat-treatment on qualities of gluten-free ARNs from various rice flour varieties. **Kasetsart Journal Natural Science,** 45, 490-499.

Dogan, F.S., Sahin, S., & Sumnu, G. (2005). Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. **Journal of Food Engineering,** 71, 127–132.

Hormdok, R., & Noomhorm, A. (2007). Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. **LWT-Food Science and Technology,** 40, 1723-1731.

Lorlowhakarn, K., & Naivikul, O. (2006). Modification of rice flour by heat moisture treatment (HMT) to produce rice noodles. **Kasetsart Journal Natural Science,** 40, 135-143.

Mukprasirt, A., Herald, T.J., Boyle, D.L., & Boyle, E.A.E. (2001). Physicochemical and microbiological properties of selected rice flour-based batters for fried chicken drumsticks. **Poultry Science,** 80, 988-996.

Schoch, T.J. (1964). **Method in Carbohydrate Chemistry.** Academic Press Inc.: New York.

Shi, X., & BeMiller, N. (2002). **Effects of food gums on viscosities of starch suspensions during pasting.** Carbohydrate polymer, 50, 7-18.

Shih, F., Daigle, K. (1999). Oil uptake properties of fried batters from rice flour. **Journal Agriculture and Food Chemistry,** 47(4), 1611-1615.

Tester, R.F., & Morrison, W.R. (1990). Swelling and gelatinization of cereal starches. II. waxy rice starches. **Cereal Chemistry,** 67, 558-563.

Xue, J., & Ngadi, M. (2010). Rheological properties of batter systems formulated using different flour combinations. **Journal of Food Engineering,** 77, 334-341.

Zavareze, E.R., Storck C.R., Castro L.A.S., Schirmer, M.A., & Dias, A.R.G. (2010). Effect of HMT on rice starch of varying amylose content. **Food Chemistry,** 121, 358-365.