

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเจ้าพันธุ์มีสี

## Development of Coating Batter from Colored Rice Flour

พรพิมล มะยะเจียว<sup>1\*</sup>, นุจรี เกตุราช<sup>2</sup> และรัชฎาภรณ์ ทองจันทร์แก้ว<sup>2</sup>

Pornpimon Mayachiew<sup>1\*</sup>, Nudcharee Kadrat<sup>2</sup> and Ratchadaporn Thorngjankeaw<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอดจากแป้งข้าวเจ้าพันธุ์มีสี โดยศึกษาผลของชนิดแป้งข้าวพันธุ์มีสี 2 พันธุ์ (ข้าวสังข์หยดและข้าวหอมนิล) และร้อยละของแป้งข้าวแต่ละพันธุ์ 4 ระดับ (ร้อยละ 25 50 75 และ 100) ทดแทนปริมาณแป้งสาลีที่มีต่อคุณภาพของแป้งชุบทอด รวมทั้งคุณภาพของแป้งชุบทอด ผลการทดลอง พบว่า แป้งชุบทอดสูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลมีความหนืดและร้อยละการเกาะติดสูงกว่าแป้งชุบทอดสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยด ( $p < 0.05$ ) แป้งชุบทอดสูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลมีร้อยละการเกาะติด การดูดซับน้ำมันและความหนาแน่นสูงกว่าสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยด ในขณะที่แป้งชุบทอดสูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลมีค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) ต่ำกว่าสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยด ( $p < 0.05$ ) สำหรับกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระทดสอบด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Activity และ Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assay ของแป้งชุบทอดทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แป้งชุบทอดมีความหนืดและร้อยละการเกาะติดลดลงเมื่อร้อยละของแป้งข้าวเพิ่มขึ้น เมื่อร้อยละของแป้งข้าวเพิ่มขึ้นส่งผลให้ร้อยละการเกาะติดและการดูดซับน้ำมันลดลง ในขณะที่ค่า  $a^*$  ความหนาแน่น และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ( $p < 0.05$ )

**คำสำคัญ:** ข้าวสังข์หยด ข้าวหอมนิล แป้งชุบทอด คุณภาพ

### Abstract

The objectives of this research were to evaluate the effect of adding colored rice flour (Sangyod and Homnil rices) and percentage of colored rice flours (25, 50, 75 and 100) to replace wheat flour on the quality of batter as well as the qualities of fried batter. The results showed that Homnil rice flour-blended batter exhibited higher viscosity and percentage of batter adhesion than Sangyod rice flour-blended batter ( $p < 0.05$ ). Homnil rice flour-blended fried batter resulted in the higher percentage of batter adhesion, oil absorption and bulk density than Sangyod rice flour-blended fried batter. However, Homnil rice flour-blended fried batter exhibited the lower redness ( $a^*$ ) than Sangyod rice flour-blended fried batter. Significant difference was found in DPPH radical scavenging activity and Ferric reducing antioxidant power (FRAP) between Homnil rice flour blending and Sangyod rice flour blending ( $p < 0.05$ ). Lower viscosity and percentage

<sup>1</sup> ผศ.ดร., สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

<sup>2</sup> นิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

<sup>1</sup> Asst. Prof., Department of Food Science and Technology, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Phatthalung, 93210

<sup>2</sup> Undergraduate Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Phatthalung, 93210

\*Corresponding author: Tel. 074-609600 ext. 3314. E-mail address: pornpimon\_maya@yahoo.com

of batter pick up was noted for batter with the increasing of rice flour substitution. Percentage of batter adhesion and oil absorption of colored rice-fried batter decreased with an increase in the percentage of both rice, whereas the redness, bulk density and antioxidant activity increased.

**Keywords:** Sangyod Rice, Homnil Rice, Fried Batter, Quality

## บทนำ

การบริโภคอาหารชุบแป้งทอด เช่น ปลา อาหารทะเล เนื้อสัตว์ และผัก เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย [1] แป้งชุบทอดมีแป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลักที่ทำให้อาหารขยายตัวเพิ่มขึ้น ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย ดังนั้นแป้งข้าวเป็นวัตถุดิบในประเทศที่ดีต่อสุขภาพเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งสาลีซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เนื่องจากแป้งข้าวมีแคลอรีต่ำและลดความเสี่ยงต่อผู้ที่แพ้กลูเตน [2] ในปัจจุบันผู้ที่ใส่ใจต่อสุขภาพนิยมบริโภคข้าวพันธุ์มีสี เช่น ข้าวสังข์หยดซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดพัทลุง เมล็ดข้าวมีสีชาวนแดง ข้าวสังข์หยดมีองค์ประกอบของสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิด เช่น โพรแอนโทไซยานิน ในขณะที่ข้าวหอมนิลมีเมล็ดสีม่วงดำ ประกอบไปด้วยสีม่วงเข้ม (Cyanidin) สีชมพูอ่อน (Peonidin) และสีน้ำตาล (Procyanidin) ผสมกัน [3] ซึ่งเป็นสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) ในกลุ่มสารแอนโทไซยานิน สารฟลาโวนอยด์และสารโพลีฟีนอลจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญที่พบในข้าวมีสีทั้ง 2 พันธุ์ดังกล่าว ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาผลของชนิดแป้งข้าวพันธุ์มีสี 2 พันธุ์ (ข้าวสังข์หยดและข้าวหอมนิล) และร้อยละของแป้งข้าวแต่ละพันธุ์ 4 ระดับ (ร้อยละ 25 50 75 และ 100) ทดแทนปริมาณแป้งสาลีที่มีต่อความเหนียวของเบทเทอร์ ร้อยละการเกาะติดของเบทเทอร์ รวมทั้งคุณภาพต่าง ๆ ของแป้งชุบทอด ได้แก่ ร้อยละการเกาะติด ค่าสี การดูดซับน้ำมัน ความหนาแน่น และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอด

## วิธีการวิจัย

### 1. การเตรียมวัตถุดิบ

#### 1.1 แป้งข้าวสังข์หยดและแป้งข้าวหอมนิล

จัดซื้อข้าวสังข์หยดและข้าวหอมนิลจากตลาดในอำเภอป่าพะยอม จ.พัทลุง นำไปบดละเอียดให้เป็นแป้ง

#### 1.2 การเตรียมส่วนผสมของวัตถุดิบ

สำหรับสูตรพื้นฐานและสูตรผสมแป้งข้าวของแป้งชุบทอด แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณวัตถุดิบแป้งชุบทอดสูตรต่างๆ (ผสมแป้งข้าวทดแทนแป้งสาลี)

วัตถุดิบ	ปริมาณส่วนผสม (g)								
	control	SY25	SY50	SY75	SY100	HN25	HN50	HN75	HN100
แป้งสาลี	50	37.5	25	12.5	-	37.5	25	12.5	-
แป้งข้าวโพด	50	50	50	50	50	50	50	50	50
แป้งข้าวสังข์หยด	-	12.5	25	37.5	50	-	-	-	-
แป้งข้าวหอมนิล	-	-	-	-	-	12.5	25	37.5	50
เกลือ	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ผงฟู	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

หมายเหตุ : SY25 SY50 SY75 และ SY100 หมายถึง ร้อยละของปริมาณแป้งข้าวสังข์หยด 25 50 75 และ 100 ที่ทดแทนแป้งสาลี และ HN25 HN50 HN75 และ HN100 หมายถึง ร้อยละของปริมาณแป้งข้าวหอมนิล 25 50 75 และ 100 ที่ทดแทนแป้งสาลี

## 2. การเตรียมผลิตภัณฑ์แป้งชูบทอด

เตรียมวัตถุดิบแป้งและส่วนผสมต่างๆในแต่ละสูตรดังตารางที่ 1 จากนั้นผสมวัตถุดิบข้างต้นเข้าด้วยกัน ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 250  $\mu\text{m}$  แล้วเติมน้ำเย็น (14  $^{\circ}\text{C}$ ) ต่อแป้งในอัตราส่วน 1:1 ผสมนาน 1 นาที จะได้แป้งเทออร์ จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพของแป้งเทออร์ นำขึ้นแครอทขนาด 5 cm  $\times$  0.5 cm  $\times$  0.5 cm ชุบแป้งเทออร์ ดึงขึ้นให้สะเด็ด เป็นเวลา 10 วินาที นำไปทอดที่อุณหภูมิ 180  $^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์แครอทชุบแป้งทอดขึ้นชั้นน้ำมัน แล้วจึงวิเคราะห์คุณภาพแป้งชูบทอดของผลิตภัณฑ์แครอทชุบแป้งทอด

## 3. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์แป้งชูบทอด

### 3.1 การวิเคราะห์คุณภาพของแป้งเทออร์ ได้แก่

3.1.1 ความหนืดของแป้งเทออร์ คัดแปลงตามวิธีของ Sowmya และคณะ [4] วิเคราะห์ความหนืดของแป้งเทออร์ โดยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield Viscometer)

3.1.2 ร้อยละการเกาะติดของแป้งเทออร์ ตามวิธีของ Phaoenchoke [5]

ผสมแป้งชูบทอดกับน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้เป็นเวลา 1 นาที นำขึ้นแครอทที่ชั่งน้ำหนักแล้วชุบลงในแป้งเทออร์เป็นเวลา 1 นาที แล้วดึงขึ้นให้สะเด็ด เป็นเวลา 10 วินาที ชั่งน้ำหนัก คำนวณร้อยละการเกาะติดของแป้งเทออร์ ดังสมการที่ (1)

$$\text{ร้อยละการเกาะติดของแป้งเทออร์ (\%)} = \frac{B - I}{I} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ B = น้ำหนักของชิ้นอาหารที่ชุบแป้งเทออร์ I = น้ำหนักของชิ้นอาหารเริ่มต้น

### 3.2 การวิเคราะห์คุณภาพของแป้งชูบทอด ได้แก่

3.2.1 ร้อยละการเกาะติด ตามวิธีของ Phaoenchoke [5] ชั่งน้ำหนักผลิตภัณฑ์แป้งชูบทอดที่ทอดแล้ว จากนั้นแกะชิ้นแป้งออกจากชิ้นอาหารให้หมดแล้วชั่งน้ำหนักชิ้นอาหาร คำนวณร้อยละการเกาะติดของชิ้นแป้งทอด ดังสมการที่ (2)

$$\text{ร้อยละการเกาะติดของชิ้นแป้งทอด (\%)} = \frac{BF - IF}{IF} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ BF = น้ำหนักของชิ้นอาหารชุบแป้งทอด IF = น้ำหนักของชิ้นอาหารที่แกะชิ้นแป้งออก

3.2.2 ค่าสี วัดค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) ของแป้งชูบทอดที่ทอดแล้ว ทดสอบด้วยเครื่องวัดสี

3.2.3 การดูดซับน้ำมัน ตามวิธีของ AOAC [6]

3.2.4 ความหนาแน่น ตามวิธีของ Akdeniz และคณะ [7] รายงานค่าความหนาแน่น ดังสมการที่ (3)

$$\text{ความหนาแน่นของชิ้นแป้งทอด (g/mL)} = \frac{\text{น้ำหนักก้อนแป้งทอด}}{\text{ปริมาตรของก้อนแป้งทอด}} \quad (3)$$

3.2.5 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Activity และ Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAR) Assay ตามวิธีของ Shen และคณะ [8]

การออกแบบการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) การทดลองแต่ละการทดลอง ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 14.0

## ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของชนิดแป้งข้าว โดยใช้แป้งข้าว 2 ชนิด คือ แป้งข้าวสังข์หยดและแป้งข้าวหอมนิล ร่วมกับผลของร้อยละของแป้งข้าวสังข์หยดและแป้งข้าวหอมนิล 4 ระดับ ได้แก่ 25 50 75 และ 100 ที่มีต่อคุณภาพของเบทเทอร์ รวมทั้งคุณภาพต่าง ๆ ของแป้งชูบทอด ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

### 1. ความหนืดของเบทเทอร์

ผลของชนิดแป้งข้าวพันธุ์มีสี (ข้าวสังข์หยดและข้าวหอมนิล) และร้อยละของแป้งข้าว (ร้อยละ 25 50 75 และ 100) ซึ่งทดแทนการใช้แป้งสาลีที่มีต่อค่าความหนืดของเบทเทอร์ แสดงในตารางที่ 2 ผลการทดลองพบว่าความหนืดของเบทเทอร์ที่เตรียมโดยใช้แป้งข้าวสังข์หยดและแป้งข้าวหอมนิลแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 50 และ 100 ไม่มีความแตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ยกเว้นที่ระดับร้อยละ 75 ซึ่งพบว่า เบทเทอร์ที่เตรียมโดยใช้แป้งข้าวหอมนิลมีความหนืดสูงกว่า ( $p < 0.05$ ) ที่เตรียมจากแป้งข้าวสังข์หยด ทั้งนี้อาจเกิดจากแป้งข้าวหอมนิลมีปริมาณอะไมโลเพกตินและปริมาณโปรตีน (ประมาณร้อยละ 8.85) ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าแป้งข้าวสังข์หยด (โปรตีนประมาณร้อยละ 6.84) และเป็นแป้งข้าวที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด [1] เมื่อร้อยละของแป้งข้าวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความหนืดของเบทเทอร์ลดลง โดยเบทเทอร์ที่ไม่มีส่วนผสมของแป้งข้าวมีค่าความหนืดมากที่สุด เท่ากับ 3985 cp รองลงมาคือเบทเทอร์ที่ผสมแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 25 เท่ากับ 2477.33 cp การใช้แป้งข้าวเป็นส่วนผสมในแป้งชูบทอด ทำให้ความหนืดของเบทเทอร์ลดลง เนื่องจากแป้งข้าวมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าแป้งสาลี

### 2. ร้อยละการเกาะติดของเบทเทอร์

ค่าร้อยละการเกาะติดของเบทเทอร์คำนวณจากน้ำหนักของเบทเทอร์ที่เกาะติดกับแครอท ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2 จากผลการทดลองพบว่าร้อยละการเกาะติดของเบทเทอร์ที่เตรียมโดยใช้แป้งข้าวสังข์หยดและแป้งข้าวหอมนิลแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 50 และ 100 ไม่มีความแตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ยกเว้นที่ระดับร้อยละ 75 ซึ่งพบว่า ร้อยละการเกาะติดของเบทเทอร์ที่เตรียมโดยใช้แป้งข้าวหอมนิลมีค่าสูงกว่า ( $p < 0.05$ ) ที่เตรียมจากแป้งข้าวสังข์หยด อาจเป็นเพราะแป้งข้าวหอมนิลมีปริมาณแอมิโลส (ร้อยละ 16) สูงกว่าแป้งข้าวสังข์หยด (ร้อยละ 14) ส่งผลให้ความหนืดของเบทเทอร์สูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลสูงกว่าเบทเทอร์สูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยด จึงมีร้อยละการเกาะติดของเบทเทอร์ที่สูงกว่าการใช้แป้งข้าวเป็นส่วนผสมในแป้งชูบทอด ส่งผลให้ร้อยละการเกาะติดของเบทเทอร์ลดลง เนื่องจากแป้งข้าวมีปริมาณแอมิโลสต่ำกว่าแป้งสาลี โดยแอมิโลสมีคุณลักษณะคล้ายฟิล์มของสตาร์ชที่ช่วยให้การเกาะติดกับอาหารมีความสม่ำเสมอ [1] สาเหตุที่การเกาะติดของเบทเทอร์ที่ผสมแป้งข้าวหอมนิลมีค่าสูงกว่าเบทเทอร์ที่ผสมแป้งข้าวสังข์หยดอาจเป็นเพราะแป้งข้าวหอมนิลมีปริมาณแอมิโลส (ร้อยละ 16) สูงกว่าแป้งข้าวสังข์หยด (ร้อยละ 14)

นอกจากนี้ผลการทดลองพบว่าร้อยละของแป้งข้าวมีผลต่อร้อยละการเกาะติดของเบทเทอร์ เมื่อร้อยละของแป้งข้าวเพิ่มขึ้นส่งผลให้ร้อยละการเกาะติดของเบทเทอร์ลดลง โดยเบทเทอร์สูตรแป้งสาลี (ชุดควบคุม) มีร้อยละการเกาะติดของเบทเทอร์สูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 80.91 รองลงมาคือเบทเทอร์สูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 25 มีร้อยละการเกาะติดของเบทเทอร์เท่ากับร้อยละ 63.43 เมื่อพิจารณาเบทเทอร์ที่ผสมแป้งข้าวร้อยละที่สูงขึ้นส่งผลให้ร้อยละการเกาะติดของเบทเทอร์มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเกิดจากเบทเทอร์ที่ผสมแป้งข้าวร้อยละที่สูงขึ้นมีส่วนผสมของแป้งสาลีลดลง ซึ่งแป้งสาลีมีองค์ประกอบของโปรตีนกลูเตนที่ช่วยในการอุ้มน้ำและให้โครงสร้างทำให้เบทเทอร์สูตรผสมแป้งสาลีมีความหนืดสูงกว่าสูตรผสมแป้งข้าว [2]

**ตารางที่ 2** ความหนืดและร้อยละการเกาะติดของแป้งชูบทอดสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยดและข้าวหอมนิลที่  
ระดับร้อยละแตกต่างกัน

สูตรแป้งชูบทอด	ความหนืดของแป้งชูบทอด (cp)	ร้อยละการเกาะติดของแป้งชูบทอด
Control	3985.00 ± 389.41 <sup>a</sup>	80.91 ± 6.89 <sup>a</sup>
SY25	2261.67 ± 89.50 <sup>b</sup>	56.63 ± 5.78 <sup>b</sup>
SY50	1316.00 ± 207.87 <sup>c</sup>	40.27 ± 4.23 <sup>c</sup>
SY75	396.00 ± 6.00 <sup>c</sup>	28.08 ± 1.92 <sup>d</sup>
SY100	198.00 ± 15.87 <sup>c</sup>	15.06 ± 1.90 <sup>e</sup>
HN25	2477.33 ± 119.88 <sup>b</sup>	63.43 ± 6.01 <sup>b</sup>
HN50	1564.00 ± 136.47 <sup>c</sup>	43.78 ± 3.63 <sup>c</sup>
HN75	749.67 ± 60.99 <sup>d</sup>	38.50 ± 1.58 <sup>c</sup>
HN100	310.67 ± 79.25 <sup>c</sup>	20.34 ± 1.40 <sup>e</sup>

หมายเหตุ: <sup>a-c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

### 3. ร้อยละการเกาะติดของแป้งชูบทอด

ผลการทดสอบร้อยละการเกาะติดของแป้งชูบทอดของชิ้นแครอท (ตารางที่ 3) พบว่าแป้งชูบทอดสูตรแป้งสาละมี  
ร้อยละการเกาะติดของแป้งชูบทอดสูงที่สุด ( $p < 0.05$ ) เท่ากับร้อยละ 89.83 ซึ่งผลการทดลองสัมพันธ์กับร้อยละการเกาะติด  
ของแป้งชูบทอด กล่าวคือแป้งชูบทอดที่มีร้อยละการเกาะติดของแป้งชูบทอดสูง ภายหลังจากทอดมีร้อยละการเกาะติด  
ของแป้งชูบทอดที่สูงเช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาร้อยละการเกาะติดของแป้งชูบทอดในแต่ละสูตร พบว่าที่ระดับการแทนที่แป้งข้าวสังข์  
ส่งผลให้ร้อยละการเกาะติดของแป้งชูบทอดมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งผลของร้อยละการเกาะติดของแป้ง  
ชูบทอดสอดคล้องกับความหนืดและร้อยละการเกาะติดของแป้งชูบทอด (ตารางที่ 2) [3]

### 4. ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) ของแป้งชูบทอด

จากผลการทดลองในตารางที่ 3 พบว่า แป้งชูบทอดทุกสูตรมีค่า  $a^*$  เป็นบวก จากการพิจารณาสูตรแป้งชูบทอดสูตร  
ต่างๆ พบว่าแป้งชูบทอดสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยดมีค่า  $a^*$  สูงกว่าสูตรผสมแป้งข้าวหอมนิล และค่า  $a^*$  เพิ่มขึ้น เมื่อร้อยละ  
ของแป้งข้าวสังข์หยดเพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 10.54–31.06 เนื่องจากข้าวสังข์หยดมีลักษณะพิเศษคือข้าวกล้องมีสีแดงเข้ม  
สารสีแดงของข้าวสังข์หยดเป็นรงควัตถุประเภทฟลาโวนอยด์ชนิด โปรแอนโทไซยานิน (Proanthocyanidins) ในขณะที่  
สูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลมีค่า  $a^*$  อยู่ในช่วง 4.61–22.54 ซึ่งมีค่า  $a^*$  ต่ำกว่าสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยด ทั้งนี้เนื่องจากข้าวสังข์หยด  
มีรงควัตถุชนิดโปรแอนโทไซยานินมากกว่าแป้งข้าวหอมนิล [9]

**ตารางที่ 3** ร้อยละการเกาะติด ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) การดูดซับน้ำมัน และความหนาแน่นของแป้งชูบทอดสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยดและข้าวหอมนิลที่ระดับร้อยละแตกต่างกัน

สูตรแป้งชูบทอด	ร้อยละการเกาะติดของแป้งชูบทอด	ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) ของแป้งชูบทอด	การดูดซับน้ำมันของแป้งชูบทอด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ความหนาแน่นของแป้งชูบทอด (g/mL)
Control	89.83 ± 9.60 <sup>a</sup>	6.50 ± 2.17 <sup>dc</sup>	50.58 ± 0.56 <sup>a</sup>	1.0200 ± 0.0022 <sup>g</sup>
SY25	71.64 ± 0.58 <sup>b</sup>	10.54 ± 0.88 <sup>cd</sup>	49.05 ± 1.05 <sup>bc</sup>	1.0343 ± 0.0032 <sup>g</sup>
SY50	54.22 ± 2.54 <sup>cd</sup>	11.48 ± 1.21 <sup>c</sup>	47.21 ± 1.34 <sup>c</sup>	1.0879 ± 0.0060 <sup>cf</sup>
SY75	41.23 ± 3.04 <sup>c</sup>	21.23 ± 2.78 <sup>b</sup>	40.04 ± 0.67 <sup>d</sup>	1.1413 ± 0.0021 <sup>d</sup>
SY100	26.20 ± 0.92 <sup>f</sup>	31.06 ± 4.69 <sup>a</sup>	39.98 ± 1.71 <sup>d</sup>	1.3182 ± 0.0495 <sup>b</sup>
HN25	75.02 ± 3.30 <sup>b</sup>	4.61 ± 0.43 <sup>c</sup>	52.92 ± 2.28 <sup>ab</sup>	1.0522 ± 0.0028 <sup>fg</sup>
HN50	60.50 ± 0.97 <sup>c</sup>	12.69 ± 2.67 <sup>c</sup>	48.90 ± 0.74 <sup>bc</sup>	1.1055 ± 0.0050 <sup>dc</sup>
HN75	51.69 ± 3.30 <sup>d</sup>	20.46 ± 1.59 <sup>b</sup>	40.39 ± 0.59 <sup>d</sup>	1.1826 ± 0.0282 <sup>c</sup>
HN100	39.16 ± 1.34 <sup>c</sup>	22.52 ± 3.86 <sup>b</sup>	38.15 ± 0.91 <sup>d</sup>	1.3725 ± 0.0432 <sup>a</sup>

หมายเหตุ: <sup>a-g</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

### 5. การดูดซับน้ำมันของแป้งชูบทอด

จากผลการศึกษาการดูดซับน้ำมันของแป้งชูบทอด (ตารางที่ 3) พบว่าแป้งชูบทอดสูตรแป้งสาลี (ชุดควบคุม) มีปริมาณการดูดซับน้ำมันสูงกว่าแป้งชูบทอดสูตรผสมแป้งข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 52.92% ทั้งนี้อาจเกิดจากแป้งข้าวมีความสามารถในการจับกับน้ำได้มากกว่าแป้งสาลี (เนื่องจากแป้งข้าวและแป้งสาลีมีลักษณะของ Starch Granule ที่แตกต่างกัน [10]) ทำให้ความหนืดของแป้งเทอร์ลดลงส่งผลให้การดูดซับน้ำมันของแป้งชูบทอดลดลง โดยสูตรแป้งชูบทอดที่มีการแทนที่แป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 100 มีค่าการดูดซับน้ำมันน้อยที่สุดเท่ากับ 38.15% โดยปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการดูดซับน้ำมันของอาหารในระหว่างการทอด คือ องค์ประกอบของอาหาร [4]

### 6. ความหนาแน่นของแป้งชูบทอด

ความหนาแน่นของแป้งชูบทอดสามารถบอกแนวโน้มในการพองตัวของแป้งชูบทอดได้ ถ้าความหนาแน่นของแป้งชูบทอดมีค่าน้อยแสดงว่าแป้งชูบทอดมีแนวโน้มในการพองตัวสูง [1] จากผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3 พบว่าสูตรแป้งสาลี (ชุดควบคุม) มีค่าความหนาแน่นของแป้งชูบทอดน้อยที่สุดเท่ากับ 1.02 g/mL ซึ่งแป้งชูบทอดที่เตรียมโดยใช้แป้งข้าวสังข์หยดร้อยละ 25 มีค่าความหนาแน่นของแป้งชูบทอดใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุด คือมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1.03 g/mL จากผลการทดลองพบว่าเมื่อมีการแทนที่แป้งสาลีด้วยแป้งข้าวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การพองตัวของแป้งชูบทอดมีค่าลดลง อาจเกิดจากการผสมแป้งข้าวในอัตราส่วนที่สูงส่งผลให้แป้งเทอร์มีลักษณะเหลวมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณกลูเตนลดลง ทำให้มีแป้งบางส่วนเกิดการกระจายตัวขณะทอด จึงได้แป้งชูบทอดที่ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ปริมาตรของแป้งชูบทอดมีค่าน้อยลง

### 7. กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

#### 7.1 DPPH assay

ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ของแป้งชูบทอดสูตรแป้งสาลี สูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยดและสูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 25 50 75 และ 100 ในการทดแทนแป้งข้าวสาลีมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 3.68-60.39 (ตารางที่ 4) ซึ่งแป้งชูบทอดสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยดมีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าแป้งชูบทอดสูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลและแป้งชูบทอดสูตรแป้งสาลี ทั้งนี้อาจเกิดจากแป้งข้าวสังข์หยดมีองค์ประกอบของสารแอนโทไซยานิน และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น สารฟีนอลิก ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าในแป้งข้าวหอมนิล จึงอาจส่งผลให้แป้งชูบทอดสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยดมีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าแป้งชูบทอดสูตรผสม



แป้งข้าวหอมนิลและแป้งชูบทอดสูตรแป้งสาลี สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Thitipramote และคณะ [11] พบว่าข้าวพันธุ์สีแดง (ข้าวหอมมะลิแดง) มีปริมาณสารฟีนอลิกสูงกว่าข้าวพันธุ์สีม่วง (ข้าวลิ้มผั่ว) นอกจากนี้เมื่อร้อยละของปริมาณแป้งข้าวสังข์หยด และแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มขึ้นด้วย

### 7.2 FRAP assay

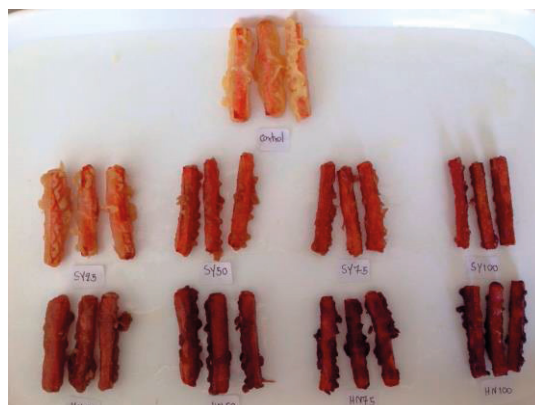
ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารสกัดจากแป้งชูบทอดสูตรแป้งสาลี สูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยดและสูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 25 50 75 และ 100 ในการทดแทนแป้งข้าวสาลีมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.10–0.58 ซึ่งแป้งชูบทอดสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยดร้อยละ 100 มีความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกสูงกว่าแป้งชูบทอดสูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 100 และแป้งชูบทอดสูตรแป้งสาลี (ตารางที่ 4) ทั้งนี้อาจเกิดจากแป้งข้าวสังข์หยดมีองค์ประกอบของสารแอนโทไซยานิน และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น สารฟีนอลิก ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าในแป้งข้าวหอมนิล จึงอาจส่งผลให้แป้งชูบทอดสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยดมีความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกสูงกว่าแป้งชูบทอดสูตรผสมแป้งข้าวหอมนิล และแป้งชูบทอดสูตรแป้งสาลี เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Thitipramote และคณะ [11] ซึ่งรายงาน bahwa ข้าวพันธุ์สีแดง (ข้าวหอมมะลิแดง) มีปริมาณสารฟีนอลิกสูงกว่าข้าวพันธุ์สีม่วง (ข้าวลิ้มผั่ว) นอกจากนี้เมื่อร้อยละของปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดและแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกเพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 4 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Activity และ Ferric Reducing Antioxidant Power ของแป้งชูบทอดสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยดและข้าวหอมนิลที่ระดับร้อยละแตกต่างกัน

สูตรแป้งชูบทอด	% DPPH radical scavenging activity	Ferric reducing antioxidant power (mM)
control	3.90 ± 1.95 <sup>h</sup>	0.10 ± 0.01 <sup>f</sup>
SY25	4.98 ± 0.46 <sup>e</sup>	0.21 ± 0.02 <sup>e</sup>
SY50	14.07 ± 0.99 <sup>c</sup>	0.43 ± 0.04 <sup>d</sup>
SY75	22.73 ± 1.14 <sup>c</sup>	0.52 ± 0.00 <sup>c</sup>
SY100	60.39 ± 1.95 <sup>a</sup>	0.58 ± 0.03 <sup>a</sup>
HN25	3.68 ± 0.75 <sup>h</sup>	0.18 ± 0.04 <sup>c</sup>
HN50	10.17 ± 0.75 <sup>f</sup>	0.42 ± 0.04 <sup>d</sup>
HN75	16.88 ± 3.44 <sup>d</sup>	0.51 ± 0.01 <sup>c</sup>
HN100	53.68 ± 6.76 <sup>b</sup>	0.54 ± 0.00 <sup>b</sup>

หมายเหตุ: <sup>a-h</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ลักษณะปรากฏของแครอทชุบแป้งทอดสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยดและข้าวหอมนิลที่ระดับร้อยละแตกต่างกัน แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แครอทชุบแป้งทอดสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยดและข้าวหอมนิลที่ระดับร้อยละแตกต่างกัน

## สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของชนิดแป้งข้าวพันธุ์มีสี (ข้าวสังข์หยดและข้าวหอมนิล) และร้อยละของแป้งข้าว (ร้อยละ 25 50 75 และ 100) โดยทดแทนการใช้แป้งสาลี พบว่า แปทเทอร์สูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลมีความหนืดและร้อยละการเกาะติดสูงกว่าแป้งเทอร์สูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยด ในขณะที่แป้งชุบทอดสูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลมีร้อยละการเกาะติด การดูดซับน้ำมันและความหนาแน่นสูงกว่าสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยด แป้งชุบทอดสูตรผสมแป้งข้าวหอมนิลมีค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) ต่ำกว่าสูตรผสมแป้งข้าวสังข์หยด สำหรับกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระทดสอบด้วยวิธี DPPH Assay และ FRAR Assay ของแป้งชุบทอดทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แปทเทอร์มีความหนืดและร้อยละการเกาะติดลดลงเมื่อร้อยละของแป้งข้าวเพิ่มขึ้น เมื่อร้อยละของแป้งข้าวเพิ่มขึ้นส่งผลให้ร้อยละการเกาะติด การดูดซับน้ำมันลดลง ในขณะที่ค่า  $a^*$  ความหนาแน่นและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบด้วยวิธี DPPH Assay และ FRAR Assay เพิ่มขึ้น

## คำขอบคุณ

ผู้เขียนบทความขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณเงินรายได้ มหาวิทยาลัยทักษิณ ปี พ.ศ. 2558

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Dogan, S.F., Sahin, S. and 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.
- [2] Rahimi, J. and Ngadi, M.O. (2015). "Surface ruptures of fried batters as influenced by batter formulations", **Journal of Food Engineering**. 152, 50-56.
- [3] Pengkumsri, N., Chaiyasut, C., Saenjum, C., Sirilun, S., Peerajan, S., Suwannalert, P., et al. (2015). "Physicochemical and antioxidative properties of black, brown and red rice varieties of northern Thailand", **Food Science and Technology**. 35(2), 331-338.
- [4] Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R. and Indrani, D. (2009). "Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes", **Food Hydrocolloids**. 23, 1827-1836.
- [5] Phaoenchoke, P. (2004) **Production of oxidized-pregelatinized tapioca starch for use as binding agent in batters**. Master of Science. Bangkok Chulalongkorn University.
- [6] Association of Official Analytical Chemists. 1984. **The official methods of analysis**. 14<sup>th</sup> ed., Arlington, VA.
- [7] Akdeniz, N., Sahin, S. and Sumnu, G. (2006). "Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices", **Journal of Food Engineering**. 75:522-526.
- [8] Shen, X.J., Han, J.Y. and Ryu, G.H. (2014). "Effects of the addition of green tea powder on the quality and antioxidant properties of vacuum-puffed and deep-fried Yukwa (rice snacks)", **Food Science and Technology**. 55, 362-367.
- [9] Huang, Y.P. and Lai, H.M. (2016). "Bioactive compounds and antioxidative activity of colored rice bran", **Journal of Food and Drug Analysis**. 24(3), 564-574.
- [10] Lii, C.Y., Tsai, M.L. and Tseng, K.H. (1996). "Effect of amylose content on the rheological property of rice starch", **Cereal Chemistry**. 73(4), 415-420.



- [11] Thitipramote, N., Pradmeeteekul, P., Nimkamnerd, J., Chaiwut, P., Pintathong, P. and Thitilerdecha, N. (2016).  
“Bioactive compounds and antioxidant activities of red (Brown Red Jasmine) and black (Kam Leum Pua) native  
pigmented rice”, **International Food Research Journal**. 23(1), 410-414.