

ผลของแป้งรำข้าวต่อคุณภาพไส้กรอกอิมัลชัน

Effects of Rice Bran Flour on Quality of Emulsion Sausage

สุดา ชูถิ่น^{1*}, ปัญญา ศรีวงษ์ชัย¹ และอังสุมา แก้วคต²

Suda Choothin^{1*}, Panya Srivongchai² and Aungsuma Kaewkot²

¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ 10600

²สาขาเกษตรและเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ 10600

¹Program of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology

Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok, Thailand 10600

²Program of Agriculture and Agriculture Technology, Faculty of Science and Technology

Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok, Thailand 10600

*Corresponding author: scsuda@bsru.ac.th

Received: October 12, 2021

Revised: April 11, 2022

Accepted: May 02, 2022

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effects of rice bran flour on quality of emulsion sausage. Emulsion sausages were processed by additions of four levels of rice bran flour were: 0% (as control), 1, 3 and 5% of pork. The results revealed that the moisture, protein, fiber and ash content of the sausage tended to increase compared with the control formula, while fat content decreased with the increasing of rice bran flour ($P<0.05$). The thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) value was likely to increase during storage time but less than the control formula ($P<0.05$). The result of physical properties was found that cooking loss and water activity increased compared with the control formula, while water holding capacity decreased ($P<0.05$). It was found that the color values of L^* and a^* tended to decrease but b^* increased when compared with the control formula ($P<0.05$). The firmness, hardness and chewiness decreased when compared with the control formula ($P<0.05$), while cohesiveness was not significantly different with the control formula ($P>0.05$). Sensory evaluations indicated that emulsion sausage containing 1 and 3% rice bran flour of pork had appearance, color, flavor, texture and overall acceptability was not significantly different when compared with the control formula ($P>0.05$), but the formula containing 5% rice bran flour of pork has a lower overall acceptability and texture score than the control formula ($P<0.05$). Therefore, this study had demonstrated that rice bran flour can be used as an alternative ingredient to replace pork fat in emulsion sausages.

Keywords: rice bran flour, meat product, emulsion sausage

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแป้งรำข้าวต่อคุณภาพไส้กรอกอิมัลชัน โดยแปรผันปริมาณแป้งรำข้าวออกเป็น 4 สูตร ได้แก่ 0% (สูตรควบคุม) สูตรใส่แป้งรำข้าว 1, 3 และ 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู จากผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี พบว่าการใส่แป้งรำข้าวในไส้กรอกที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณความชื้น โปรตีน ใยอาหาร และเถ้า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณไขมันลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ($P<0.05$) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น พบว่าค่าความหืน (TBARS) เพิ่มขึ้น แต่น้อยกว่าสูตรควบคุม ($P<0.05$) คุณสมบัติทางกายภาพ พบว่าการใส่แป้งรำข้าวในไส้กรอกที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การสูญเสียน้ำหนักและค่ากิจกรรมของน้ำเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ($P<0.05$) เมื่อวัดค่าสีผลิตภัณฑ์ พบว่าการใส่แป้งรำข้าวในไส้กรอกที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีแดง (a^*) ลดลง แต่ค่าสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าการใส่แป้งรำข้าวในไส้กรอกที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความแน่นเนื้อ ความแข็ง และความยากต่อการเคี้ยวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ($P<0.05$) สำหรับคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส พบว่าการใส่แป้งรำข้าวในไส้กรอกที่ 1 และ 3 % ของอัตราส่วนเนื้อหมู มีคะแนนด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($P>0.05$) ในขณะที่การใส่แป้งรำข้าวในไส้กรอกที่ 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมูส่งผลให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมน้อยกว่าสูตรควบคุม ($P<0.05$) ดังนั้นมีความเป็นไปได้ในการนำแป้งรำข้าวมาใช้เป็นวัตถุดิบทางเลือกเพื่อทดแทนการใช้ไขมันหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน

คำสำคัญ: แป้งรำข้าว ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ไส้กรอกอิมัลชัน

คำนำ

ไส้กรอกอิมัลชัน (Emulsion sausages) เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปที่จัดอยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ลดขนาดแบบบดละเอียด (Emulsion) ที่ทำมาจากเนื้อสัตว์และไขมันเป็นหลัก ไส้กรอกอิมัลชันเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างแพร่หลายชนิดหนึ่ง เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะดวกต่อการบริโภค และสามารถหารับประทานได้ง่าย (Sutcharittham *et al.*, 2017) แต่ในกระบวนการผลิตไส้กรอกอิมัลชันโดยทั่วไปจะมีปริมาณไขมันเป็นส่วนประกอบประมาณ 32% โดยน้ำหนัก (Lorenzo *et al.*, 2016) ซึ่งการบริโภคอาหารที่มีปริมาณไขมันเป็นประจำอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพ โดยการบริโภคไขมันจากเนื้อสัตว์ที่มากเกินไป รวมทั้งกรดไขมันอิ่มตัว คอเลสเตอรอล และกรดไขมันทรานส์ เป็นสาเหตุนำมาสู่การเกิดโรคเบาหวาน มะเร็ง และก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง ไขมันอุดตันในเลือด โรคอ้วน เป็นต้น (Phonpanawit *et al.*, 2021) ทำให้ผู้บริโภคเกิดทัศนคติไม่ดีต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป ดังนั้นการลดไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เป็นสิ่งที่คุณบริโภคต้องการ แต่ไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารเกี่ยวข้องกับคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น กลิ่น รส ความรู้สึกระหว่างอยู่ในปาก ความรู้สึกฉ่ำ และเนื้อสัมผัส จึงเป็นประเด็นที่ต้องคำนึงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ลดไขมัน (Santiwattana and Sirisukpornchai, 2016) มีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาเกี่ยวกับการลดระดับไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์โดยใช้สารทดแทนไขมันจำพวกคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้ง (Suwonsichon, 2007) คาราจีแนน (Phonpanawit *et al.*, 2021) แป้งบุก (Kailomsom, 2015) กัวร์กัม (Wattanapahu and Dittudom-po, 2007) แป้งกล้วย (Kaewkred and Choothin, 2018) ใยอาหารจากข้าวสาลี (Choe *et al.*, 2013) และใยอาหารจากรำข้าว (Choi *et al.*, 2015) เป็นต้น รำข้าว เป็นสารที่มีใยอาหารสูงและมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงประมาณ 96% โดยน้ำหนัก จึงมี

ผู้นิยมนำไปใช้ในอาหารเพื่อสุขภาพ (Priprem *et al.*, 2005) และยิ่งเหมาะสำหรับผู้ที่มีแพ้ผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เป็นต้น โดยพบว่าผู้ที่บริโภคข้าว เป็นประจำจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและมีฤทธิ์ต่อต้านมะเร็ง (Tadakkittisarn, 2018) นอกจากนี้ยังมีการป้องกันการเกิดออกซิเดชันหลายชนิด สารประกอบบางชนิดในน้ำมันรำข้าวสามารถช่วยลดการเกิดการแข็งตัวของหลอดเลือด และลดการเกิดคอเลสเตอรอลได้ (Priprem *et al.*, 2005) เช่น แกมมา-ออร์ซานอล วิตามินอี และไฟโตสเตอรอล (Wattanasiritham, 2018)

สำหรับแป้งรำข้าวเป็นผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันรำข้าว โดยแป้งรำข้าวที่ผลิตจากกระบวนการสกัดน้ำมัน 100% ด้วยวิธีทางกายภาพจะมีความหอมและมีรสหวานเล็กน้อยตามธรรมชาติ มีปริมาณใยอาหารสูง และมีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิด (King Rice Oil Group, 2017) โดยแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน ประกอบด้วย แป้ง 30.70% ใยอาหาร 30.32% โปรตีน 19.30% น้ำตาล 3.20% ไขมัน 1.40% ความชื้น 3.30% และเถ้า 11.00% นอกจากนี้ยังอุดมด้วยโปรตีน วิตามินบี 1 (1.75 มก./100 กรัม) และวิตามินบี 3 (45.64 มก./100 กรัม) และให้พลังงาน 350 กิโลแคลอรี (Santiwattana and Sirisukpornchai, 2016) แป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน จัดอยู่ในอาหารกลุ่มที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ประมาณ 44-48 ปราศจากกลูเตน และปลอดจากการดัดแปลงทางพันธุกรรม (Santiwattana and Sirisukpornchai, 2016) ซึ่งสามารถนำมาใช้ผสมในอาหารและเครื่องดื่มต่าง ๆ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการใช้ประโยชน์จากแป้งรำข้าวในไส้กรอกอิมัลชัน เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าไส้กรอกอิมัลชัน และเพิ่มทางเลือกสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

กระบวนการผลิต

สูตรพื้นฐานการผลิตไส้กรอกอิมัลชัน มีส่วนผสมหลักประกอบด้วย เนื้อหมู 52% มันหมู 24% และน้ำแข็ง 24% โดยมีส่วนผสมอื่น ๆ ประกอบด้วย พอสเฟต โซเดียม อิทธิธอร์เบท เกลือไนไตรท์ เกลือแกง น้ำตาลทราย นมโปรตีนพรักไทย ผงชูรส เครื่องเทศ เท่ากับ 0.36, 0.10, 1.24, 0.41, 0.09, 0.52, 0.31, 0.10 และ 0.41% ของส่วนผสมหลักตามลำดับ โดยทำการศึกษาปริมาณของแป้งรำข้าวสำเร็จรูป (ยี่ห้อ แป้งรำข้าวคิง ผลิตโดยบริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด) จากการศึกษาคู่มือประกอบทางเคมีพบว่า ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเส้นใยหยาบ เท่ากับ 4.02 ± 0.04 , 22.82 ± 0.53 , 0.43 ± 0.03 และ 6.24 ± 0.03 ตามลำดับ จากนั้นแปรผันปริมาณแป้งรำข้าวออกเป็น 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 สูตรควบคุม (ไม่ใส่แป้งรำข้าว 0%; C) สูตรที่ 2 (ใส่แป้งรำข้าว 1% ของอัตราส่วนเนื้อหมู; RB1) สูตรที่ 3 (ใส่แป้งรำข้าว 3% ของอัตราส่วนเนื้อหมู; RB3) และสูตรที่ 4 (ใส่แป้งรำข้าว 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู; RB5) (Table 1) โดยไส้กรอกอิมัลชันมีขั้นตอนการผลิตตามวิธีของ Livestock Product Research and Development Center (2018) ดังนี้

1. คัดเลือกเนื้อหมู โดยเลือกเนื้อแดงล้วน ไม่มีหนัง เอ็น และไขมันติดปน สำหรับมันหมูที่ใช้เป็นมันที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ยกเว้นมันเปลง
2. ผสมเนื้อหมูและมันหมู ด้วยเกลือไนไตรท์และเกลือแกง แล้วนำไปแช่แข็งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด (ยี่ห้อ Talsa รุ่น W-32L ประเทศเยอรมนี) ที่มีตะแกรงรูขนาด 2 มม. โดยบดแยกเนื้อหมูและมันหมู

3. สับนวดด้วยเครื่องสับผสม (ยี่ห้อ Scharfen รุ่น TC11 ประเทศเยอรมนี) ควบคุมอุณหภูมิระหว่างการสับผสมไม่ให้เกิน $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$. ในขั้นตอนแรก: สับเนื้อหมู มันหมู และแป้งรำข้าว โดยปริมาณของแป้งรำข้าวจะเติมไปพร้อมกับมันหมู แล้วผสมน้ำแข็ง เติมน้ำมันพืช สับนวดนาน 5 นาที จากนั้นเติมนมโปรตีน และเครื่องปรุงต่าง ๆ สับนวดนาน 5 นาที ขั้นตอนที่สอง: เติมน้ำเค็ม อิทธิฤทธิ์เบท สับนวดนาน 2 นาที

4. บรรจุเนื้อไส้กรอกใน Collagen casing ที่มี

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 มม. โดยใช้เครื่อง DICK มัดไส้กรอกให้มีขนาด 10 ซม.

5. ทำให้สุก ด้วยการอบในตู้อบรมควันที่อุณหภูมิ 85°C . เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นต้มในน้ำให้อุณหภูมิใจกลางไส้กรอกเท่ากับ 70°C . และทำให้เย็นโดยแช่ในน้ำสะอาด (อุณหภูมิห้อง) นาน 5 นาที

6. บรรจุใส่ถุงในสภาวะสุญญากาศ จากนั้นนำไปศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของไส้กรอกอิมัลชัน

Table 1 Formulation of emulsion sausages containing rice bran flour

Ingredients	Formulas			
	¹ C	RB 1	RB 3	RB 5
Pork	1300	1300	1300	1300
Pork back fat	600	587	561	535
Rice bran flour	-	13	39	65
Ice	600	600	600	600
Phosphate	9	9	9	9
Sodium erythorbate	2.6	2.6	2.6	2.6
Nitrite salt	31.2	31.2	31.2	31.2
Salt	10.4	10.4	10.4	10.4
Sugar	2.4	2.4	2.4	2.4
Whey	13	13	13	13
Pepper	7.8	7.8	7.8	7.8
Monosodium glutamate	2.6	2.6	2.6	2.6
Spices	10.4	10.4	10.4	10.4

¹C: emulsion sausages with 0% rice bran flour of pork (control);

RB 1, RB 3 and RB 5 (emulsion sausages with 1, 3 and 5% rice bran flour of pork, respectively)

การศึกษาสมบัติทางเคมี

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น (Moisture) ไขมัน (Lipid) โปรตีน (Protein) เถ้า (Ash) และใยอาหาร (Fiber) โดยใช้วิธีของ AOAC (2000) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ และบันทึกผล

2. การวิเคราะห์ค่าความหืนในอาหาร (Thiobarbituric acid reactive substance; TBARS) โดยใช้วิธีของ Pearson (1976) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ โดยชั่งตัวอย่าง 10 กรัม บั่นผสมกับน้ำกลั่น เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 4 โมลาร์ ปริมาตร 2.5 มล. นำไปกลั่นจนได้ของเหลว 50 มล. ปิเปตของเหลวที่กลั่นได้ 5 มล. เติมสารละลาย TBA reagent 5 มล. นำไปต้มในน้ำเดือด 35 นาที ทิ้งให้เย็น วัดค่า OD ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง (ยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น Genesys 10 series สาธารณรัฐประชาชนจีน) นำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตร TBA number = $7.8 \times OD_{538}$ (มก. มาโลนัลดีไฮด์/กก.) และบันทึกผล

การศึกษาสมบัติทางกายภาพ

1. การสูญเสียน้ำหนัก (Cooking loss) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่กรอกก่อนสุก (W_a) นำไปเข้าตู้อบรมควัน (ยี่ห้อ Memmert รุ่น OLM-500 ประเทศเยอรมนี) ที่อุณหภูมิ 85°C. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาต้มจนอุณหภูมิใจกลางใส่กรอกมีค่าเท่ากับ 70°C. นำตัวอย่างใส่กรอกไปชั่งน้ำหนักหลังสุก (W_b) และคำนวณการสูญเสีย น้ำหนัก (%) = $[(W_a - W_b) / W_a] \times 100$ ตามวิธีของ Choe *et al.* (2013)

2. ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity; WHC) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่กรอกที่บั่นผสมแล้ว (Batter) 15 กรัม ลงในหลอดเซนตริฟิวจ์ (W_c) นำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70°C. เป็นเวลา 30 นาที นำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง (ยี่ห้อ Hettich รุ่น 320 R ประเทศเยอรมนี) ด้วยความเร็ว 5,000g ที่อุณหภูมิ 15°C. เป็น

เวลา 30 นาที จากนั้นเทน้ำออก ชั่งน้ำหนัก (W_d) และคำนวณความสามารถในการอุ้มน้ำ (%) = $[(W_c - W_d) / W_c] \times 100$ ตามวิธีของ Luo and Xu (2011)

3. ค่ากิจกรรมของน้ำ (Water activity) โดยนำตัวอย่างไปบดให้ละเอียด แล้วใส่ในตลับสำหรับวัดค่ากิจกรรมของน้ำ จากนั้นนำไปใส่ในเครื่องวัดกิจกรรมของน้ำ (ยี่ห้อ Aqualab รุ่น Series 3 ประเทศสหรัฐอเมริกา) ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

4. ค่าสี (Color) โดยวัดสีเนื้อด้านนอกและเนื้อภายในของไส้กรอก และแสดงค่าในระบบ CIE L* (Lightness), a* (Redness) และ b* (Yellowness) โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-100 ประเทศญี่ปุ่น) ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

5. เนื้อสัมผัส (Texture profile analysis; TPA) โดยเตรียมตัวอย่างให้มีความยาวประมาณ 2×2×2 ซม. จากนั้นวัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA.XT. Plus ประเทศอังกฤษ) โดยใช้หัววัดชนิด Spherical probe ด้วย Test speed 2.0 มล./วินาที และ Distance 20.0 มม. ประมวลผลข้อมูลเป็นค่าความแน่นเนื้อ ความแข็ง การยืดเกาะกัน และความยากต่อการเคี้ยว ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

การศึกษาสมบัติทางประสาทสัมผัส

การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยนำตัวอย่างใส่กรอกไปนึ่งเป็นเวลา 3 นาที แล้วเสิร์ฟใส่กรอกขณะที่ยังคงอุ่น ๆ ให้แก่ผู้ทดสอบชิม ประเภทผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีทดสอบค่าคะแนนความชอบของผู้ทดสอบด้วยสเกลความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ได้แก่ ชอบมากที่สุด = 9 ชอบมาก = 8 ชอบปานกลาง = 7 ชอบเล็กน้อย = 6 เฉย ๆ = 5 ไม่ชอบเล็กน้อย = 4 ไม่ชอบปานกลาง = 3 ไม่ชอบมาก = 2 ไม่ชอบมากที่สุด = 1 (Viriyaacharee, 1993)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) สำหรับการประเมินลักษณะทางเคมี และกายภาพของอิมัลชันดิบและผลิตภัณฑ์ไส้กรอก และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) สำหรับการประเมินค่าคะแนนความชอบของลักษณะทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพหุคูณโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

สมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน โยอาหาร และเถ้าของไส้กรอกอิมัลชันที่มีการใส่แป้งรำข้าวที่ระดับต่างๆ ได้แก่ 0, 1, 3 และ 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู จากผลการศึกษาสมบัติ

ทางเคมี พบว่ามีค่าความชื้น เท่ากับ 54.63 ± 0.05 , 55.43 ± 0.37 , 56.00 ± 0.75 และ 57.99 ± 0.01 ตามลำดับ โปรตีน เท่ากับ 15.25 ± 0.66 , 15.39 ± 0.03 , 16.69 ± 0.23 และ 17.28 ± 0.17 ตามลำดับ เยื่อใย เท่ากับ 0.42 ± 0.01 , 0.74 ± 0.01 , 0.82 ± 0.03 และ 1.06 ± 0.02 ตามลำดับ และเถ้า เท่ากับ 1.14 ± 0.03 , 1.33 ± 0.03 , 1.77 ± 0.00 และ 1.96 ± 0.02 ตามลำดับ โดยการใส่แป้งรำข้าวที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณความชื้น โปรตีน โยอาหาร และเถ้า เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ $P < 0.05$ (Table 2) ซึ่งสูตรที่ใส่แป้งรำข้าวที่ 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู (RB 5) มีปริมาณความชื้น โปรตีน โยอาหาร และเถ้าสูงที่สุด ยกเว้นปริมาณไขมันมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งรำข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ (Table 2) มีค่าเท่ากับ 23.73 ± 0.21 , 21.13 ± 1.35 , 22.14 ± 0.98 และ 19.65 ± 0.64 ตามลำดับ โดยสูตรที่ใส่แป้งรำข้าวที่ 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู (SRB 5) มีปริมาณไขมันน้อยที่สุดที่ $P < 0.05$ (Table 2)

Table 2 Chemical properties of emulsion sausages containing rice bran flour

Parameters	Formulas			
	¹ C	RB1	RB3	RB5
Moisture	54.63 ± 0.05^c	55.43 ± 0.37^b	56.00 ± 0.75^b	57.99 ± 0.01^a
Protein	15.25 ± 0.66^b	15.39 ± 0.03^b	16.69 ± 0.23^a	17.28 ± 0.17^a
Lipid	23.73 ± 0.21^a	21.13 ± 1.35^b	22.14 ± 0.98^{ab}	19.65 ± 0.64^b
Fiber	0.42 ± 0.01^d	0.74 ± 0.01^c	0.82 ± 0.03^b	1.06 ± 0.02^a
Ash	1.14 ± 0.03^b	1.33 ± 0.03^b	1.77 ± 0.00^a	1.96 ± 0.02^a

^{a,b,c,d} Means in the same row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

¹C: emulsion sausages with 0% rice bran flour of pork (control);

RB 1, RB 3 and RB 5 (emulsion sausages with 1, 3 and 5% rice bran flour of pork, respectively)

การเกิดกลี้นหิน (Thiobarbituric acid reactive substance) ของไส้กรอกอิมัลชันที่ใส่แป้งรำข้าวที่ระดับต่าง ๆ ในระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน ในอุณหภูมิอากาศ

ที่อุณหภูมิ 4°C. พบว่าไส้กรอกอิมัลชันที่ใส่แป้งรำข้าวทั้ง 3 สูตร มีค่า TBARS ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 1)

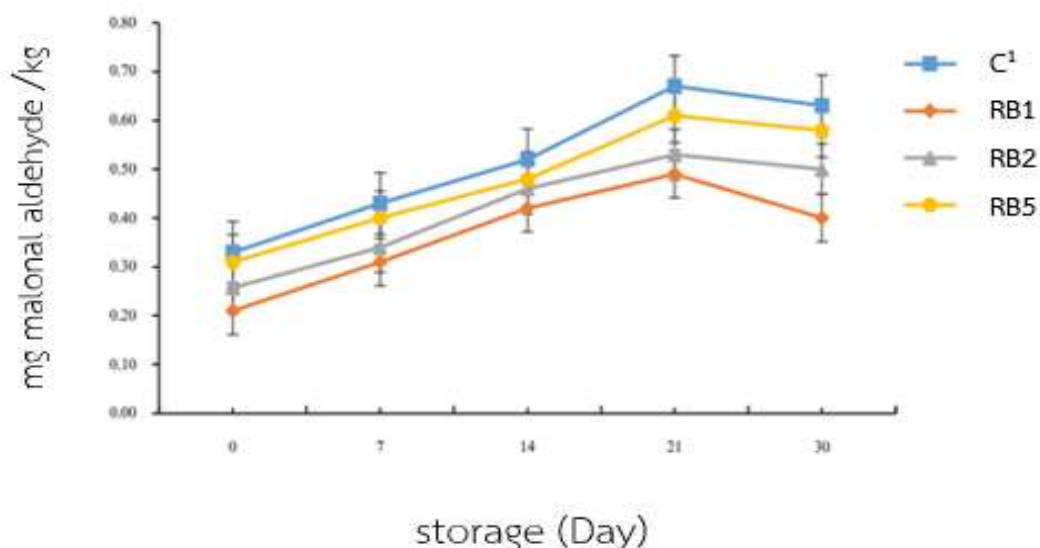


Figure 1 TBA number of emulsion sausages containing rice bran flour

¹C emulsion sausages with 0% rice bran flour of pork (control); RB 1, RB 3 and RB 5 (emulsion sausages with 1, 3 and 5% rice bran flour of pork, respectively)

สมบัติทางกายภาพ

การศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การสูญเสีย น้ำหนัก (Cooking loss) ค่ากิจกรรมของน้ำ (Water activity) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) ค่าสี (Color) และลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) ของไส้กรอกอิมัลชันที่ใส่แป้งรำข้าวที่ระดับต่าง ๆ ได้แก่ 0, 1, 3 และ 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู จากผลการศึกษา สมบัติทางกายภาพ พบว่ามีการสูญเสียน้ำหนัก เท่ากับ 11.77, 12.65, 12.88 และ 14.24 (%) ตามลำดับ และค่ากิจกรรมของน้ำ เท่ากับ 0.981 ± 0.01 , 0.981 ± 0.01 , 0.982 ± 0.02 และ 0.984 ± 0.00 ตามลำดับ โดยการใส่แป้งรำข้าวในไส้กรอกอิมัลชันในปริมาณที่

เพิ่มขึ้นส่งผลให้การสูญเสีย น้ำหนัก (%) และค่ากิจกรรมของน้ำ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ $P < 0.05$ (Table 3) โดยสูตรที่ใส่แป้งรำข้าวที่ 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู มีการสูญเสียน้ำหนัก (%) และค่ากิจกรรมของน้ำสูงที่สุดในขณะที่ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ พบว่าการใส่แป้งรำข้าวในระดับที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการอุ้มน้ำมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ $P < 0.05$ (Table 3) โดยมีค่าเท่ากับ 88.06 ± 0.59 , 87.47 ± 0.75 , 84.28 ± 0.24 และ 82.60 ± 0.20 ตามลำดับ ซึ่งสูตรที่ใส่แป้งรำข้าวที่ 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมูมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำที่สุด

Table 3 Physical properties of emulsion sausages containing rice bran flour

Parameters	Formulas			
	¹ C	RB1	RB3	RB5
Cooking loss (%)	11.77 ^c	12.65 ^b	12.88 ^b	14.24 ^a
Water activity (Aw)	0.981±0.01 ^b	0.981±0.01 ^b	0.982±0.02 ^{ab}	0.984±0.00 ^a
Water holding capacity (%)	88.06±0.59 ^a	87.47±0.75 ^a	84.28±0.24 ^b	82.60±0.20 ^c

^{a,b,c} Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

¹C: emulsion sausages with 0% rice bran flour of pork (control);

RB 1, RB 3 and RB 5 (emulsion sausages with 1, 3 and 5% rice bran flour of pork, respectively)

ค่าสีของผลิตภัณฑ์ (ด้านนอกและด้านใน) พบว่าความสว่าง (L*) ด้านนอก มีค่าเท่ากับ 66.30±0.61, 63.40±0.10, 63.07±0.67 และ 60.57±0.61 ตามลำดับ และด้านใน มีค่าเท่ากับ 73.00±0.36, 72.33±0.76, 73.30±0.26 และ 71.63±0.38 ตามลำดับ สีแดง (a*) ด้านนอก มีค่าเท่ากับ 11.93±0.38, 12.70±0.80, 12.73±0.64 และ 9.17±0.35 ตามลำดับ และด้านใน มีค่าเท่ากับ 8.63±0.15, 9.07±0.12, 7.43±0.40 และ 6.37±0.21 ตามลำดับ โดยการใส่แป้งรำข้าวในไส้กรอก

ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05 (Table 4) ในขณะที่ค่าสีเหลือง (b*) ด้านนอก มีค่าเท่ากับ 23.07±0.47, 21.60±0.10, 23.23±0.61 และ 24.10±0.26 ตามลำดับ และสีเหลือง (b*) ด้านใน มีค่าเท่ากับ 13.97±0.15, 14.43±0.45, 14.73±0.49 และ 15.20±0.20 ตามลำดับ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ P<0.05 (Table 4)

Table 4 Color of emulsion sausages containing rice bran flour

Formulas	Exterior color			Interior color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
¹ C	66.30±0.61 ^a	11.93±0.38 ^a	23.07±0.47 ^b	73.00±0.36 ^{ab}	8.63±0.15 ^b	13.97±0.15 ^c
RB1	63.40±0.10 ^b	12.70±0.80 ^a	21.60±0.10 ^c	72.33±0.76 ^{bc}	9.07±0.12 ^a	14.43±0.45 ^{bc}
RB3	63.07±0.67 ^b	12.73±0.64 ^a	23.23±0.61 ^b	73.30±0.26 ^a	7.43±0.40 ^c	14.73±0.49 ^{ab}
RB5	60.57±0.61 ^c	9.17±0.35 ^b	24.10±0.26 ^a	71.63±0.38 ^c	6.37±0.21 ^d	15.20±0.20 ^a

^{a,b,c} Means in the same column with different superscripts are significantly different (P<0.05).

¹C: emulsion sausages with 0% rice bran flour of pork (control);

RB 1, RB 3 and RB 5 (emulsion sausages with 1, 3 and 5% rice bran flour of pork, respectively)

ลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแน่นเนื้อ (Firmness) ความแข็ง (Hardness) และความยากต่อการเคี้ยว (Chewiness) พบว่า ความแน่นเนื้อ มีค่าเท่ากับ 0.63 ± 0.04 , 0.56 ± 0.03 , 0.56 ± 0.02 และ 0.48 ± 0.01 ตามลำดับ ความแข็ง มีค่าเท่ากับ 5.33 ± 0.12 , 4.73 ± 0.15 , 4.07 ± 0.15 และ 3.63 ± 0.58 ตามลำดับ และความยากต่อการเคี้ยว มีค่าเท่ากับ 2.83 ± 0.12 , 2.40 ± 0.10 ,

1.90 ± 0.10 และ 1.80 ± 0.14 ตามลำดับ โดยการใส่แป้งรำข้าวในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อค่าความแน่นเนื้อ ค่าความแข็ง และค่าความยากต่อการเคี้ยวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ $P < 0.05$ (Table 5) โดยสูตรที่ใส่แป้งรำข้าว 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู มีค่าความแน่นเนื้อ ความแข็ง และความยากต่อการเคี้ยวต่ำที่สุดที่ $P < 0.05$ (Table 5)

Table 5 Texture of emulsion sausages containing rice bran flour

Parameters	Formulas			
	¹ C	RB1	RB3	RB5
Firmness (kg)	0.63 ± 0.04^a	0.56 ± 0.03^b	0.56 ± 0.02^b	0.48 ± 0.01^c
Hardness (kg)	5.33 ± 0.12^a	4.73 ± 0.15^b	4.07 ± 0.15^c	3.63 ± 0.58^d
Chewiness (-)	2.83 ± 0.12^a	2.40 ± 0.10^b	1.90 ± 0.10^c	1.80 ± 0.14^c

^{a,b,c} Means in the same row with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

¹C: emulsion sausages with 0% rice bran flour of pork (control);

RB 1, RB 3 and RB 5 (emulsion sausages with 1, 3 and 5% rice bran flour of pork, respectively)

สมบัติทางประสาทสัมผัส

สมบัติทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ (Appearance) สี (Color) กลิ่น (Oder) รสชาติ (Flavor) เนื้อสัมผัส (Texture) และความชอบโดยรวม (Overall liking) ของไส้กรอกอิมัลชันที่มีการใส่แป้งรำข้าวที่ระดับต่าง ๆ ได้แก่ 0, 1, 3 และ 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู ด้วยวิธีการทดสอบชิมแบบให้คะแนน 9 ระดับ พบว่าการใส่แป้งรำข้าวส่งผลให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนลักษณะปรากฏ มีค่าเท่ากับ 6.20 ± 0.20 , 6.40 ± 0.81 , 6.33 ± 0.50 และ 6.50 ± 0.61 ตามลำดับ คะแนนสี มีค่าเท่ากับ

6.33 ± 0.58 , 6.33 ± 0.43 , 6.46 ± 0.49 และ 6.33 ± 0.47 ตามลำดับ คะแนนกลิ่น มีค่าเท่ากับ 6.26 ± 0.58 , 6.13 ± 0.43 , 6.40 ± 0.49 และ 6.23 ± 0.58 ตามลำดับ และคะแนนรสชาติ มีค่าเท่ากับ 6.26 ± 0.63 , 6.30 ± 0.65 , 6.33 ± 0.54 และ 6.26 ± 0.67 ตามลำดับ แต่สูตรที่ใส่แป้งรำข้าว 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู ส่งผลให้มีคะแนนเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมน้อยที่สุด โดยคะแนนเนื้อสัมผัส มีค่าเท่ากับ 6.43 ± 0.56 , 6.36 ± 0.61 , 6.46 ± 0.50 และ 5.16 ± 0.37 ตามลำดับ และคะแนนความชอบโดยรวม มีค่าเท่ากับ 6.36 ± 0.49 , 6.46 ± 0.50 , 6.26 ± 0.52 และ 5.20 ± 0.40 ตามลำดับ ที่ $P < 0.05$ (Table 6)

Table 6 Sensory properties of emulsion sausages containing rice bran flour

Formulas	Appearance ^{ns}	Color ^{ns}	Oder ^{ns}	Flavor ^{ns}	Texture	Overall liking
¹ C	6.20±0.20	6.33±0.58	6.26±0.58	6.26±0.63	6.43±0.56 ^a	6.36±0.49 ^a
RB1	6.40±0.81	6.33±0.43	6.13±0.43	6.30±0.65	6.36±0.61 ^a	6.46±0.50 ^a
RB3	6.33±0.50	6.46±0.49	6.40±0.49	6.33±0.54	6.46±0.50 ^a	6.26±0.52 ^a
RB5	6.50±0.61	6.33±0.47	6.23±0.58	6.26±0.67	5.16±0.37 ^b	5.20±0.40 ^b

^{a,b} Means in the same column with different superscripts are significantly different (P<0.05).

^{ns} = non- significantly different

¹C: emulsion sausages with 0% rice bran flour of pork (control);

RB 1, RB 3 and RB 5 (emulsion sausages with 1, 3 and 5% rice bran flour of pork, respectively)

²The 9-point hedonic scale include: 9 (like extremely), 8 (like very much), 7 (like moderately), 6 (like slightly), 5 (neither like nor dislike), 4 (dislike slightly), 3 (dislike moderately), 2 (dislike very much) and 1 (dislike extremely)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาสมบัติทางเคมี

จากผลการศึกษาสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน ไยอาหาร และเถ้า พบว่าปริมาณความชื้นในไส้กรอกอิมัลชันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการใส่แป้งรำข้าวที่เพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลมาจากแป้งรำข้าวมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี เช่นเดียวกับการศึกษาของ Choi *et al.* (2008) พบว่าปริมาณความชื้นในไส้กรอกอิมัลชันที่มีการใส่ไยอาหารที่สกัดจากรำข้าวที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3% มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ยกเว้นการใส่ที่ระดับ 4% มีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ P<0.05 โดยมีค่าเท่ากับ 59.01±0.38, 59.32±0.39, 59.63±0.21, 59.85±0.27 และ 58.29±0.45 ตามลำดับ และจากงานวิจัยของ Phonsaen *et al.* (2016) รายงานว่า ไส้กรอกเวียนนาที่ทดแทนมันหมูด้วยน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ มีปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์พบว่าปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเติมแป้ง

รำข้าวที่เพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากแป้งรำข้าวที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ทำมาจากรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันออก ซึ่งแป้งรำข้าวที่มีการสกัดน้ำมันออกจะมีปริมาณโปรตีนถึง 19.30% (Santiwattana and Sirisukpornchai, 2016) ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ พบว่ามีแนวโน้มลดลงตามปริมาณการเติมแป้งรำข้าวที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากไขมันในแป้งรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันมีปริมาณไขมันที่น้อยกว่าไขมันสัตว์ โดยแป้งรำข้าวมีไขมัน 1.40% (Santiwattana and Sirisukpornchai, 2016) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaewkred and Choothin (2018) พบว่าการใช้แป้งกล้วยพรีเจลาไทน์และน้ำมันพืชทดแทนมันหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ส่งผลให้ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากในแป้งกล้วยมีปริมาณไขมันเพียง 0.85% ซึ่งน้อยกว่าไขมันสัตว์ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Choe *et al.* (2013) พบว่าการใช้หนังหมูและไยอาหารจากข้าวสาลีทดแทนไขมันสัตว์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกในอัตราส่วน 0, 10, 15 และ 20% ส่งผลให้ปริมาณไขมันลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณไขมันในไยอาหารจากข้าวสาลีมีน้อยกว่าไขมันสัตว์ และเส้นใยข้าวสาลีมีความสามารถในการดูดซับไขมันต่ำ

ปริมาณเถ้าและใยอาหารในผลิตภัณฑ์ พบว่าปริมาณเถ้าและใยอาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเติมแป้งรำข้าว เนื่องจากในแป้งรำข้าวมีปริมาณเถ้า 11% และมีปริมาณใยอาหาร 32% (Santiwattana and Sirisukpornchai, 2016) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Phonsaen *et al.* (2016) พบว่าการทดแทนมันหมูด้วยน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ในไส้กรอกเวียนนาส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเถ้าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaewkred and Choothin (2018) พบว่าการใช้แป้งกล้วยพรีเจลาไทน์ซ์และน้ำมันพืชทดแทนมันหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ส่งผลให้ปริมาณเถ้าและใยอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม

สำหรับค่า TBARS พบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทุกสูตรมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาในวันที่ 0 ถึง 21 และมีแนวโน้มที่ลดลงในช่วงวันที่ 21 ถึง 30 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของ TBARS เกิดจากกลุ่มคาร์บอนิล ได้แก่ มัลลอนอัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์และเข้ามาทำปฏิกิริยากับโปรตีนในผลิตภัณฑ์ส่งผลให้กลุ่มคาร์บอนิลไม่มีความอิสระพอที่จะทำปฏิกิริยากับ TBARS จึงเป็นสาเหตุให้ค่า TBARS ในระหว่างการเก็บรักษาในช่วง 30 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นแล้วลดลง (Reddy and Setty, 1996) นอกจากนี้สูตรที่เติมแป้งรำข้าวทั้ง 3 สูตร (RB1, RB3 และ RB5) มีค่า TBARS ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม แต่มีแนวโน้มต่ำกว่าสูตรควบคุม อาจเนื่องมาจากในรำข้าวมีสารกลุ่มโทโคฟีรอล ซึ่งเป็นสารที่ต้านการออกซิเดชันโดยค่า TBARS เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันว่ามีการหืนมากน้อยเพียงใด (Reddy and Setty, 1996) ซึ่งเมื่อค่า TBARS มากกว่า 3 มก. มัลลอนอัลดีไฮด์ต่อกก. ระบบประสาทสัมผัสจะเริ่มรู้สึกถึงกลิ่นแปลกปลอมในอาหาร และถ้ามีค่าปริมาณมากกว่า 7 มก. มัลลอนอัลดีไฮด์ต่อกก. ถือว่าไขมันเกิดการเสื่อมคุณภาพเป็นอย่างมาก (Tanikawa, 1985)

การศึกษาสมบัติทางกายภาพ

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ค่ากิจกรรมของน้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำ ค่าสีและลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าการเติมแป้งรำข้าวในระดับที่สูงขึ้นส่งผลให้การสูญเสียน้ำหนัก (%) เพิ่มขึ้น โดยสูตรที่ใส่แป้งรำข้าว 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู (RB5) มีการสูญเสียน้ำหนัก (%) สูงที่สุด ในขณะที่ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำสุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากระดับความชื้นในไส้กรอกที่ใส่แป้งรำข้าวเพิ่มขึ้นจากปริมาณน้ำที่มีในส่วนผสมและคุณสมบัติในการดูดซับน้ำของแป้งรำข้าว ดังนั้นเมื่อไส้กรอกถูกทำให้สุกจึงทำให้ปริมาณน้ำที่อยู่ในโครงสร้างถูกปลดปล่อยออกมา ค่ากิจกรรมของน้ำ (A_w) พบว่าทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการใส่แป้งรำข้าว โดยปกติค่ากิจกรรมของน้ำในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชันจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.85-0.90 (Hristo *et al.*, 2013) ซึ่งค่ากิจกรรมของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารที่มีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาและความปลอดภัยของอาหาร ค่าสีของผลิตภัณฑ์ พบว่าปริมาณแป้งรำข้าวมีผลต่อค่าสีของไส้กรอก โดยการใส่แป้งรำข้าวในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าสีด้านนอกและในของผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีแดง (a^*) มีแนวโน้มลดลง โดยการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอาจเป็นผลจากการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุกส่งผลให้อิมัลชันของเนื้อมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ไส้กรอกมีสีคล้ำขึ้น ในขณะที่ค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าสูงขึ้น อาจเนื่องจากสารในกลุ่มแกมมา-ออร์ซานอลที่มีอยู่ในรำข้าวซึ่งมีสีเหลืองจึงทำให้ค่า b^* เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Choe *et al.* (2013) พบว่าการใช้ใยอาหารจากข้าวสาลีทดแทนไขมันสัตว์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกส่งผลให้ค่าความสว่างลดลง และมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม เช่นเดียวกับการวิจัยของ Choi *et al.* (2015) พบว่าการ

เติมเส้นใยรำข้าว 2% ส่งผลให้ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีค่าความสว่างและค่าสีแดงลดลง แต่มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่เติมเส้นใยรำข้าว สำหรับลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่าปริมาณแป้งรำข้าวมีผลต่อค่าความแน่นเนื้อ ค่าความแข็ง และค่าความสามารถในการเคี้ยวลดลง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเติมแป้งรำข้าวมีผลต่อการเกิดอิมัลชันที่ทำให้มีความแน่นเนื้อลดลง ทำให้ถูกตัดขาดได้ง่าย รวมทั้งมีปริมาณความชื้นสูงกว่าสูตรที่ไม่เติมแป้งรำข้าว

การศึกษาสมบัติทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าการใส่แป้งรำข้าวในระดับ 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู มีผลต่อเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมที่ต่ำที่สุด แต่ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องจากการไส้กรอกที่มีการเติมแป้งรำข้าวที่สูงมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ ความแข็ง และค่าความสามารถในการเคี้ยวลดลง ซึ่งอาจทำให้ผู้บริโภคไม่ชอบรับประทาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้แป้งรำข้าวเพื่อทดแทนมันหมูในไส้กรอกอิมัลชันได้สูงสุดที่ระดับ 3% ของอัตราส่วนเนื้อหมู

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาคุณภาพไส้กรอกอิมัลชันที่มีการใส่แป้งรำข้าวที่ระดับ 0, 1, 3 และ 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู พบว่าการใส่แป้งรำข้าวในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อสมบัติทางเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัส โดยแป้งรำข้าวไม่ควรใส่ที่ระดับ 5% ของอัตราส่วนเนื้อหมู เนื่องจากส่งผลให้การสูญเสียไขมัน (%) ค่ากิจกรรมของน้ำ และค่าสีเหลือง (b^*) สูงที่สุด แต่มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่ะแนนด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมต่ำที่สุด และเมื่อ

เก็บรักษาไส้กรอกอิมัลชันไว้นาน 30 วัน พบว่าค่า TBARS ของไส้กรอกทั้ง 3 สูตรไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ดังนั้นการใส่แป้งรำข้าวในไส้กรอกอิมัลชันสามารถใส่ได้ถึงระดับ 3% ของอัตราส่วนเนื้อหมู ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการใช้แป้งรำข้าวเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน และเป็นการเพิ่มแนวทางในการใช้ประโยชน์จากแป้งรำข้าวอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis**. 17thed. Washington, DC: The Association of Official Analytical Chemists. 771 p.
- Choe, J.H., H.Y. Kim, J.M. Lee, Y.J. Kim and C.J. Kim. 2013. Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. **Meat Sci.** 93: 849-854.
- Choi, Y.S., J.Y. Jeong, J.H. Choi, D.J. Han, H.Y. Kim, M.A. Lee, H.W. Kim, H.D. Paik and C.L. Kim. 2008. Effects of dietary fiber from rice bran on the quality characteristics of emulsion-type sausages. **Korean. J. Food sci. Ani. Resour.** 28(1): 14-20.
- Choi, Y.S., H.W. Kim, K.E. Hwang, D.H. Song, T.J. Jeong, Y.B. Kim, K.H. Jeon and C.J. Kim. 2015. Effects of fat levels and rice bran fiber on the chemical, textural and sensory properties of frankfurters. **Food Sci. Biotechnol.** 24(2): 489-495.

- Hristo, D., H. Fejzulla and S. Todor. 2013. Study on factors (pH, water activity, salt content) affecting the growth of *Listeria monocytogenes* in raw dried cured sausages. **Maced. Vet. Rev.** 36(2): 91-95.
- Kaewkred, K. and S. Choothin. 2018. Application of pre-gelatinized banana flour and rice bran oil in frankfurter sausages. **Agric. Sci. J** 49(2)(Suppl.): 613-616. [in Thai]
- Kailomsom, S. 2015. Product development of reduced fat chicken holy basil sausage using konjac flour in combination with xanthan gum. **JOA.** 31(1): 77-87. [in Thai]
- King Rice Oil Group. 2017. **Rice bran flour.** [Online]. Available <https://kingriceoilgroup.com/th/food/rice-bran-flour/> (6 November 2021).
- Livestock Product Research and Development Center. 2018. **European Products: Ham, German Sausage, Bacon.** Chiang Mai: Division of Livestock Products. 35 p. [in Thai]
- Lorenzo, J.M., D.J.F. Ruiz and J. Carballo. 2016. Fat Content of Dry-cured Sausages and Its Effect on Chemical, Physical, Textural and Sensory properties. pp. 474-487. In Zdolec, N. (ed.). **Fermented Meat Products: Health Aspects.** Berlin: CRC Press.
- Luo, Z. and Z. Xu. 2011. Characteristics and application of enzyme-modified carboxymethyl starch in sausages. **LWT-Food Sci. Technol.** 44: 1993-1998.
- Pearson, D. 1976. **The Chemical Analysis of Food.** London: Churchill Living Stine. 498 p.
- Phonpannawit, A., B. Khueanphet and K. Fungcharoensak. 2021. Product development of reduced fat chicken emulsion-type sausage using carrageenan and soy protein isolate. **YRUJST.** 6(2): 126-136. [in Thai]
- Phonsaen, K., T. Rojanakorn and S. Uriyapongsan. 2016. Effect of pork back fat substitution with pre-emulsified rice bran oil on quality characteristics of Vienna sausage. **Khon Kaen Agr. J.** 44(2): 305-314. [in Thai]
- Priprem, A., P. Chitropas and B. Sripanidkulchai. 2005. Rice bran: its value for health. **Journal of Academic Service Centre Khon Kaen University** 13(3): 4-9. [in Thai]
- Reddy, K.P. and T.M.R. Shetty. 1996. An intermediate moisture product from mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) using salt curing, fermentation and drying. **J. Aquat. Food Prod. Technol.** 5(20): 65-82.
- Santiwattana, P. and T. Sirisukpornchai. 2016. Effect of replacing pork with defatted rice bran flour for deep fried minced pork and qualities of the used frying oil. **TSTJ.** 24(3): 432-442. [in Thai]

- Sutcharittham, S., A. Aussanasuwannakul, J. Runglerdkriangkrai and J. Maneerote. 2017. Effect of Pre-emulsified Oil on Physico-chemical Properties in Fish Emulsion Sausage. pp. 542-549. *In Proceedings of The 55th KU-BK Conference January 31 – February 3, 2017*. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Suwonsichon, S. 2007. Effects of tapioca starch and acid-modified tapioca starch as fat replacers on qualities of low fat frankfurters. *TSTJ*. 15(1): 36-49. [in Thai]
- Tadakottisarn, S. 2018. **Albumin from Thai rice: super food for health**. [Online]. Available <https://www.arda.or.th/ebook/file/24rice.pdf> (6 November 2021).
- Tanikawa, E. 1985. **Marine Products in Japan**. 2nded. Tokyo: Kaseisha-Kasukaku Press. 506 p.
- Viriyacharee, P. 1993. **Sensory Planning and Analysis**. Chiang Mai: Department of product development technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University. 275 p. [in Thai]
- Wattanapahu, S. and S. Dit-udom-po. 2007. Effects of tripolyphosphate substitution with hydrocolloids on physical and sensory properties of emulsion-type pork sausages. *SWU Sci. J.* 23(1): 48-56. [in Thai]
- Wattanasiritham, L.S. 2018. Rice bran oil for health. **Food** 48(1): 50-55. [in Thai]