

ผลของการทดแทนมันแข็งสุกรด้วยน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ต่อ ลักษณะคุณภาพของไส้กรอกเวียนนา

Effect of pork back fat substitution with Pre-emulsified Rice Bran Oil on quality characteristics of Vienna sausage.

กัญญา พลแสน¹, ธนกร โรจนกร^{1*} และ สุธธิพงษ์ อูริยะพงศ์สรรค²

Khanya Phonsaen¹, Thanakorn Rojanakorn^{1*} and Sutthipong Uriyapongsan²

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการทดแทนมันแข็งสุกรด้วยน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ (Pre-emulsified rice bran oil; PO) ต่อลักษณะคุณภาพของไส้กรอกเวียนนาที่เตรียมจากเนื้อโคพื้นเมืองและเนื้อสุกร ทำการเตรียมไส้กรอกเวียนนา 5 สูตร ซึ่งแปรปริมาณ PO ที่ 0% (ควบคุม), 25% (PO-25), 50% (PO-50), 75% (PO-75), และ 100% (PO-100) (w/w) ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าระดับ PO ไม่มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชัน ($P > 0.05$) และการเพิ่มปริมาณ PO ทำให้ค่าการสูญเสียระหว่างทำให้สุก, ค่าความแน่นแข็ง, ความเหนียวยืดติด, ความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว และความเป็นสีแดงของไส้กรอกเวียนนาลดลง ($P \leq 0.05$) โดยสูตร PO-50 มีค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างทำให้สุกต่ำสุด (2.33%) และสูตร PO-75 มีค่าความแน่นแข็ง, ความเหนียวยืดติด และความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวต่ำสุด (35.60N, 24.02 N และ 22.76 N/mm ตามลำดับ) การเพิ่มระดับ PO มีผลทำให้ค่าความสว่าง, ปริมาณโปรตีน, ความชื้น และเถ้าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณไขมัน และค่าพลังงานรวมลดลง ($P \leq 0.05$) โดยสูตร PO-100 มีปริมาณโปรตีน ความชื้น และเถ้าสูงที่สุด (15.99%, 67.44% และ 2.55% ตามลำดับ) แต่มีปริมาณไขมันและค่าพลังงานต่ำที่สุด (13.28% และ 186.65 kcal/100g ตามลำดับ) การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่าไส้กรอกเวียนนาสูตร PO-50 มีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่น, รสชาติ, และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($P > 0.05$)

คำสำคัญ: น้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์, เนื้อโคพื้นเมือง, ไส้กรอกเวียนนา, มันแข็งสุกร, น้ำมันรำข้าว

ABSTRACT: This study aimed to investigate effects of pork back fat substitution with pre-emulsified rice bran oil (PO) on quality characteristics of Vienna sausage prepared from native beef and pork. Five treatments of Vienna sausages were prepared by varying the amount of PO as 0 % (control), 25% (PO-25), 50% (PO-50), 75% (PO-75) and 100% (PO-100) (w/w). The results showed that PO emulsion stability was not affected by level of PO ($P > 0.05$). An increment of PO resulted in a significant reduction of cooking loss, hardness, gumminess, chewiness and redness ($P \leq 0.05$). The sausage containing 50% PO had the lowest cooking loss (2.33%). The sausage samples with 75% PO had the lowest hardness, gumminess and chewiness (35.60 N, 24.02 N, and 22.76 N/mm respectively). Increasing PO resulted in an increase in lightness, protein, moisture and ash contents whereas fat content and total calories were reduced ($P \leq 0.05$). The sausage sample containing 100% PO had the highest crude protein, moisture and ash contents (15.99%, 67.44% and 2.55% respectively) but the lowest fat content and the total calorie (13.28% and 186.65kcal/100g). Results of sensory evaluations revealed that the treatment with 50% PO had odor, flavor and overall likability scores comparable to the control ($P > 0.05$).

Keywords: Pre-emulsified oil, Native beef, Vienna sausage, Pork back fat, Rice bran oil.

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Department of Food Technology, Faculty of Technology, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

² ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: thajoj@kku.ac.th, sutthipng@kku.ac.th

บทนำ

ไส้กรอกเวียดนามเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อิมัลชันที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายทั่วโลก (Delgado-Pando et al., 2010) มีไขมันเป็นองค์ประกอบ 25-30% (Pearson and Gillet, 1996) การผลิตไส้กรอกเวียดนามมักนิยมใช้มันแข็งสุกร (pork back fat) เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวสูง ($> 30^{\circ}\text{C}$) มีเนื้อแน่นแข็ง และช่วยให้เกิดอิมัลชันที่ดี (Allais, 2010) แต่มันแข็งสุกรมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว (total saturated fatty acid) สูงถึง 34.40% (Benz et al., 2010) และมีคอเลสเตอรอลในปริมาณสูง (71-109 mg/100g) (Csapo and Salmon, 2013) ดังนั้นการบริโภคไส้กรอกเวียดนามติดต่อกันเป็นเวลานานอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของโรคอ้วน ความดันโลหิตสูง หลอดเลือดหัวใจ (McNeill and Van Elswyk, 2012) จากงานวิจัยถึงการใช้ไขมันพืชเพื่อทดแทนไขมันสัตว์ชี้ให้เห็นว่าสามารถลดระดับของกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลในผลิตภัณฑ์ลงได้ (Fernández-Ginés et al., 2005; Ozvural and Vural, 2008; Ospina-E et al., 2010) แต่การใช้ไขมันพืชในรูปแบบของเหลว มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสนิ่มและอาจมีผลต่อความคงตัวของอิมัลชัน (emulsion stability) รวมทั้งยังทำให้ความแน่นแข็งของเนื้อสัมผัสลดลง (อัมรินา, 2554; ธงทอง, 2556; Bloukas et al., 1997; Muguerza et al., 2004) ซึ่งส่งผลให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้อยลงด้วย อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่า การใช้ไขมันพืชหรืออิมัลชันด้วยโปรตีนที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ (non meat protein) ร่วมกับน้ำ สามารถปรับปรุงความแน่นเนื้อ (firmness) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) (Muguerza et al., 2002; Mohamed et al., 2011) และลดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างทำให้สุกของไส้กรอกได้ (Lopez-Lopez et al., 2009; Delgado-Pando et al., 2010; Yossef and Barbut, 2011; Choi et al., 2013) รวมทั้งทำให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากการใช้ไขมันสัตว์ (ประดิษฐ์, 2553; Choi et al., 2013) ซึ่ง ธงทอง (2557) พบว่าการใช้น้ำมันคาโนลาหรืออิมัลชันด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัดทำให้การสูญเสียระหว่างการทำให้สุกของไส้กรอก

เวียดนามต่ำกว่าตัวอย่างที่ผลิตจากน้ำมันที่เป็นของเหลว ($p \leq 0.05$) แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงการใช้น้ำมันรำข้าวหรืออิมัลชันไฟายด์ ซึ่งให้ประโยชน์ทางด้านโภชนะ เนื่องจากน้ำมันรำข้าวประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ในกลุ่มของ โทโคไตรอีนอล (tocotrienols) ไฟโตสเตอรอล (phytosterols) โพลีฟีนอล (polyphenols) และแกมมาออไรซานอล (gamma-oryzanol) ซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพ (Rohman, 2014) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้านี้เพื่อ ศึกษาระดับการใช้ไขมันรำข้าวหรืออิมัลชันไฟายด์เพื่อทดแทนไขมันแข็งสุกรต่อลักษณะทางเคมีกายภาพ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกเวียดนามที่เตรียมจากเนื้อโคพื้นเมืองและเนื้อสุกร

วิธีการศึกษา

การเตรียมน้ำมันรำข้าวหรืออิมัลชันไฟายด์ (Pre-emulsified rice bran oil) (Youssef and Barbut (2011))

เตรียมน้ำมันรำข้าวหรืออิมัลชันไฟายด์โดยใช้เครื่องสับผสม (Blender) (Tefal, DPA130) โดยใช้น้ำมันรำข้าวซึ่งจัดซื้อจากบริษัทสยามแมคโครจำกัด (มหาชน) สาขาขอนแก่น (King ที่มี oryzanol 2,500 ppm.) น้ำเปล่าคุณภาพเทียบเท่า น้ำดื่มและโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (โปรตีน $> 90\%$, ไขมัน $< 0.5\%$, เกลือ $< 6\%$ และมี pH 7 ± 0.5) โดยใช้สัดส่วนเป็น 8:8:0.5 (w/w) โดยวิธีการเตรียมเริ่มจากผสมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดกับน้ำอุ่น (60°C) แล้วปั่นผสมเป็นเวลา 4 นาที จากนั้นเติมน้ำมันรำข้าวทีละน้อยพร้อมปั่นผสมเป็นเวลา 3 นาที ระหว่างปั่นผสมควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 10°C และในชว่นาทีสุดท้ายของการผสมได้เติมเกลือ 1.5% (w/w) จากนั้นเก็บน้ำมันหรืออิมัลชันไฟายด์ในถุงแบบสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 5°C ก่อนนำออกมาใช้งาน

การเตรียมไส้กรอกเวียดนาม

ใช้เนื้อสุกรจากส่วนสะโพก (ความชื้น 70.85%, โปรตีน 15.82%, และไขมัน 4.96%) เนื้อโคพื้นเมืองจากส่วนสะโพก (ความชื้น 76.98%, โปรตีน 16.69%, และไขมัน 8.42%) และไขมันสุกร (ความชื้น 12.61%

และไขมัน 85.64%) โดยจัดซื้อจากตลาดท้องถิ่น ในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น นำเนื้อสุกรและเนื้อโคมาเลาะเอ็นพังผืดและไขมันส่วนเกินออก จากนั้นบดเนื้อสุกร เนื้อโคและมันแข็งสุกร 2 ครั้ง ด้วยเครื่องบด (Savioli SVA-TRC32CBE32, Italy) โดยใช้รูปบดขนาด 6 มม. และ 3 มม. ตามลำดับ จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติก (nylon/PE) และเก็บที่อุณหภูมิ 4°C จนกว่าจะนำมาใช้งาน (ไม่เกิน 2 สัปดาห์) สำหรับวัตถุดิบหลักของส่วนผสมที่ใช้เพื่อผลิตไส้กรอกเวียนนาทั้ง 5 สูตร ดังแสดงใน Table 1 ผลิตไส้กรอกเวียนนาโดยผสมเนื้อแดง เนื้อแกง เนื้อแข็ง และวัตถุดิบอื่นๆ จนเข้ากันดี จากนั้นเติมน้ำมันรำข้าวพรีเอมิัลชันไฟยัดและมันแข็งสุกรในขั้นตอนสุดท้ายของการผสมโดยควบคุม

อุณหภูมิระหว่างการผสมไม่ให้เกิน $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$ สุ่มตัวอย่างที่ผสมแล้วจำนวน 200 กรัม สำหรับนำไปวิเคราะห์ความคงตัวของอิมัลชันดิบ (emulsion stability) และนำส่วนผสมที่เหลือไปบรรจุไส้ชนิด cellulose เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 22 มม. โดยใช้เครื่องบรรจุไส้ (stuffer, Dick, Germany) มัดความยาวท่อนละ 5 นิ้ว นำเข้าอบและต้มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิเป็น $75 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ให้จุดกึ่งกลางถึง 72°C และคงไว้ที่อุณหภูมิดังกล่าว 60 วินาที แช่ในน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติก (Polyethylene/polyester) แบบสุญญากาศและเก็บที่อุณหภูมิ $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ โดยทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

Table 1 Ingredients of Vienna sausage with various pork back fat and pre-emulsified rice bran oil.

Ingredients (g)	Control ¹	PO-25	PO-50	PO-75	PO-100
Lean beef	750	750	750	750	750
Lean pork	750	750	750	750	750
Pork back fat	750	562.50	375	187.50	-
Pre-emulsified rice bran oil	-	187.50	375	562.50	750
Ice	750	750	750	750	750

¹Control: 100% pork back fat, PO-25: 25% pre-emulsified oil, PO-50; 50% pre-emulsified oil, PO-75; 75% pre-emulsified oil, PO-100: 100% pre-emulsified oil. 2 replicates.

การวิเคราะห์คุณภาพของอิมัลชันดิบ (raw meat batter)

วิเคราะห์ค่าความคงตัวของอิมัลชันดิบ (Chen et al., 2015) โดยชั่งตัวอย่างอิมัลชันดิบ 3 g. ใส่ในหลอดปั่นเหวี่ยงขนาด 50 มม. นำตัวอย่างเข้าปั่นเหวี่ยงที่ $500 \times g$ เป็นเวลา 3 นาที (Centrifuge, SORVALL THERMO, LEGEND MACH1.6R, GERMANY) และนำหลอดไปต้มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา

20 นาที จากนั้นคว่ำหลอดลงบนกระดาษซับน้ำที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก น้ำกระดาษที่ชั่งแล้วไปเข้าอบในตู้จนแห้ง จากนั้นแสดงผลออกมาเป็นค่าปริมาณของเหลวทั้งหมดที่ปลดปล่อยออก (total fluid release; TFR) ปริมาณน้ำที่ปลดปล่อยออก (water release; WR) และปริมาณไขมันที่ปลดปล่อยออกมา (fat release; FR) โดยคำนวณตามสูตร

$$\%TFR = \frac{\text{weight of towel paper and fluid release} - \text{weight of towel paper} \times 100}{\text{Weight of sample}}$$

$$\%WR = \frac{\text{Weight of heating exudate} - \text{weight of towel paper} \times 100}{\text{Weight of sample}}$$

$$\%FR = TFR - WR$$

การวิเคราะห์คุณภาพไส้กรอกเวียนนาสุก (cooked sausage)

วัดค่าสี (Color measurement) ทำการวัดสี (Chroma meter, CR-300, Minolta, Japan) และแสดงค่าในรูปแบบ L* (lightness), a* (redness) และ b* (yellowness) (Deda et al., 2007) โดยสุ่มตัวอย่างเพื่อวัดสีภายนอก

วัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis; TPA) โดยตัดตัวอย่างไส้กรอกให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ซม. และสูง 2.5 ซม. จากนั้นนำไปวัดเนื้อสัมผัสด้วยใช้เครื่อง Texture Analyzer (Stable Micro Systems, TA-XT-plus, England) โดยใช้หัววัดทรงกระบอก (cylinder probe) เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มม. (รุ่น P35 35 DIA CYLINDER ALUMINIUM)

$$\text{Cooking loss (g/100g)} = \frac{(\text{weight of raw batter (g)}) - (\text{weight of cooked sausage (g)})}{(\text{weight of raw batter (g)})} \times 100$$

วัดองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis) ซึ่งได้แก่ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณความชื้น และปริมาณเถ้า โดยใช้วิธีมาตรฐานการวิเคราะห์ของ AOAC (2011) จากนั้นคำนวณหาค่าพลังงานรวม (Total calories; kcal/100g) ตามวิธีการของ Garcia et al. (2006) โดยใช้สูตร

$$\text{Total Calories} = (\text{Protein} \times 4.02) + (\text{Fat} \times 9) + (\text{Carbohydrate} \times 3.87)$$

การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) ประเมินค่าคะแนนความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ (appearance) สี (color) กลิ่น (odor) รสชาติ (flavor) ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) และความชอบโดยรวม (overall liking) โดยใช้วิธีทดสอบค่าคะแนนความชอบ (liking test) ของผู้ทดสอบด้วยสเกลความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมประเภทผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (un-training) จำนวน 30 คน (Stone and Sidel, 1993) ซึ่งเป็นนักศึกษาและบุคลากร จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น อายุระหว่าง 19-56 ปี

กำหนดการทดสอบการวัดเป็น TPA ประมวลผลข้อมูลเป็นค่าความแน่นแข็ง (hardness) ค่าความสามารถในการกรวยยึดเกาะกัน (cohesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) ค่าความเหนียวยืดติด (gumminess) และค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (chewiness)

วัดการสูญเสียน้ำหนักขณะให้ทำสุก (Choi et al., 2013) โดยนำตัวอย่างไส้กรอกดิบไปชั่งน้ำหนักเริ่มต้นแล้วนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 °C เป็นเวลา 30 นาที นำตัวอย่างมาทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้องที่ 21 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ภายหลังจากตัวอย่างเย็นลงนำตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนัก คำนวณการสูญเสียน้ำหนักขณะให้ทำสุก ดังนี้

ดำเนินการทดลองในช่วงเดือนสิงหาคม 2558-เดือนกันยายน 2558 ณ ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร ห้องปฏิบัติการทางเคมีและกายภาพ และห้องปฏิบัติการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ภาควิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Data analysis)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 2 ซ้ำ สำหรับการประเมินลักษณะทางเคมีกายภาพของอิมัลชันดิบและไส้กรอกสุก และวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) สำหรับการประเมินค่าคะแนนความชอบของลักษณะทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows version 22 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพหุคูณโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลของระดับน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ต่อค่าความคงตัวของอิมัลชันดิบและค่าการสูญเสียไขมันในระหว่างการทำให้สุก

จากการวิเคราะห์ค่าความคงตัวของอิมัลชันดิบซึ่งแสดงในรูปแบบของ TFR, WR และ FR (Table 2) พบว่าระดับการใช้น้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ไม่มีผลต่อค่าความคงตัวของอิมัลชันดิบ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามการใช้น้ำมันรำข้าว พรีอิมัลซิฟายด์มีผลทำให้ค่าการสูญเสียระหว่างทำให้สุกลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) โดยสูตร PO-50 มีค่าการสูญเสียระหว่างทำให้สุกต่ำสุด (2.33%) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Chen et al. (2015) ซึ่งรายงานว่า การใช้น้ำมันถั่วเหลืองพรีอิมัลซิฟายด์ด้วยพลาสมาโปรตีนจากเลือดไก่มีผลให้ค่าการสูญเสียระหว่างทำให้สุกของไส้กรอกแพรงเฟอร์เทอร์ลดลงเมื่อเทียบกับสูตรที่ไม่เติมน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ ($P \leq 0.05$) ส่วน Asuming-Bediako et al. (2014) พบว่าการใช้น้ำมัน rape seed และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวันที่อิมัลซิฟายด์ด้วยโปรตีนถั่วเหลือง มีผลทำให้ค่าการสูญเสียระหว่างทำให้สุกของไส้กรอกแบบอังกฤษ

(UK-Style sausage) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ใช้น้ำมันหมู ($P \leq 0.05$) Choi et al. (2013) รายงานว่า การใช้น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวันที่พรีอิมัลซิฟายด์ด้วยโปรตีนถั่วเหลืองเพื่อทดแทนมันหมูสามารถลดค่าการสูญเสียระหว่างทำให้สุกลงได้ ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อค่าการสูญเสียระหว่างทำให้สุกลดลงมีผลทำให้ปริมาณผลผลิต (cook yield) สูงขึ้น (Jimenez-Colmenero, 2007; Gao et al., 2013) ซึ่งค่าการสูญเสียระหว่างทำให้สุกที่ลดลงในการทดลองนี้อาจเป็นผลมาจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัดที่ใช้เตรียมน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ช่วยทำให้โมเลกุลของน้ำและอนุภาคไขมันหรือน้ำมันในระบบอิมัลชันของเนื้อสัตว์ยึดเกาะกันได้ดีขึ้น จึงทำให้การสูญเสียในระหว่างการทำให้สุกของผลิตภัณฑ์ลดลง

การทดลองนี้พบว่า ไส้กรอกเวียนนาสูตร PO-75 และ PO-100 มีค่าการสูญเสียระหว่างทำให้สุกสูงกว่าสูตร PO-25 และ PO-50 (3.68% และ 3.40%; 2.99% และ 2.33% ตามลำดับ) ทั้งนี้อาจเนื่องจากระดับความชื้นในไส้กรอกเวียนนา เพิ่มขึ้นจากปริมาณน้ำที่มีในส่วนผสมของน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ ดังนั้นเมื่อไส้กรอกถูกทำให้สุกจึงทำให้ปริมาณน้ำที่อยู่ในโครงสร้างถูกปลดปล่อยออกมา

Table 2 Emulsion stability and cooking loss of Vienna sausage with various pork back fat and pre-emulsified rice bran oil.

Sample treatment	TFR ¹ (ml/100g) ^{ns}	WR (ml/100g)	FR (ml/100g) ^{ns}	Cooking loss (%)
Control ²	2.80 ± 0.094	1.89 ± 0.08 ^b	0.90 ± 0.08	5.37 ± 0.070 ^a
PO-25	2.22 ± 0.16	1.48 ± 0.20 ^b	0.74 ± 0.16	2.99 ± 0.075 ^c
PO-50	2.72 ± 0.15	1.73 ± 0.15 ^b	0.98 ± 0.13	2.33 ± 0.316 ^d
PO-75	2.71 ± 0.16	1.97 ± 0.12 ^b	0.74 ± 0.24	3.68 ± 0.081 ^{bc}
PO-100	3.12 ± 0.034	2.55 ± 0.24 ^a	0.57 ± 0.15	3.40 ± 0.345 ^b

¹TFR :Total fluid released, WR: Water released, FR: Fat released ; ^{a-c}Means in the same column with difference letters are significantly different ($P \leq 0.05$).; ns = not significant ($P > 0.05$); 2 replicates.

²Control: 100% pork back fat, PO-25: 25% pre-emulsified oil, PO-50: 50%pre-emulsified oil, PO-75: 75% pre-emulsified oil, PO-100: 100% pre-emulsified oil.

ผลของระดับน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ต่อค่าสีภายนอก ของไส้กรอกเวียนนา

การศึกษาผลของระดับน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ต่อค่าสีภายนอกของไส้กรอกเวียนนา (Table 3) พบว่าการใช้น้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ มีผลทำให้ค่า L^* สูงกว่าสูตรควบคุม แต่มีค่า a^* ต่ำกว่าสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ค่า b^* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ผลการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับ Chen et al. (2015) ที่รายงานว่า การเพิ่มปริมาณน้ำมันถั่วเหลือง มีผลให้ค่า L^* ของไส้กรอกแฟรงเฟอ์เทอร์เพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) Choi et al. (2013) และ Gao et al. (2013) รายงานว่าค่า L^* ของไส้กรอกแฟรงเฟอ์เทอร์จากเนื้ออกไก่และเนื้อกวาง (Sika Deer) เพิ่มขึ้นตามระดับของการใช้น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวันพรีอิมัลซิฟายด์ ในขณะที่ค่า a^* ลดลง ($P < 0.05$) Youssef and Barbut. (2011) รายงานว่าการทดแทนไขมันโคด้วยน้ำมัน

คาโนลาพรีอิมัลซิฟายด์มีผลทำให้ค่า L^* ของตัวอย่างไส้กรอกสูงขึ้น ($P < 0.05$) จากการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าไส้กรอกเวียนนาสูตร PO-75 และ PO-100 มีค่า L^* สูงกว่าสูตร PO-25 และ PO-50 (62.96 และ 62.46; 60.76 และ 61.10 ตามลำดับ) และทุกสูตรการทดลองมีค่า L^* มากกว่าสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากอนุภาคของน้ำมันพืชมีขนาดเล็กกว่าไขมันสัตว์ ประกอบกับในระหว่างการสับนวดอนุภาคของน้ำมันพืชซึ่งมีขนาดเล็กเกิดการกระจายตัวได้ดีใน meat batter (Álvarez et al., 2011) จึงทำให้มีพื้นที่ผิวในการสะท้อนแสงมากกว่าไขมันสัตว์ (Gao et al., 2013) แต่ค่าความเป็นสีแดงในทุกสูตรการทดลอง มีค่าต่ำกว่าสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) ซึ่งอาจเนื่องจากในส่วนผสมของน้ำมันรำข้าว พรีอิมัลซิฟายด์มีโปรตีนถั่วเหลืองสกัดซึ่งอาจมีความเป็นสีแดงน้อยกว่าไขมันแข็งสุกร (Youssef and Barbut, 2011)

Table 3 Color values (L^* , a^* , b^*) of Vienna sausage with various pork back fat and pre-emulsified rice bran oil.

Sample treatment	Lightness (L^*)	Redness (a^*)	Yellowness (b^*) ^{ns}
Control ¹	59.30 ± 0.30 ^c	12.70 ± 0.20 ^a	23.86 ± 0.35
PO-25	60.76 ± 0.40 ^b	11.63 ± 0.51 ^b	24.00 ± 0.70
PO-50	61.10 ± 0.20 ^b	11.66 ± 0.11 ^b	24.30 ± 0.30
PO-75	62.96 ± 0.60 ^a	11.56 ± 0.15 ^b	24.50 ± 0.10
PO-100	62.46 ± 1.04 ^a	11.46 ± 0.32 ^b	24.43 ± 0.64

^{a-c}Means in the same column with difference letters are significantly different ($P \leq 0.05$); ns = not significant ($P > 0.05$); n=5.

¹Control: 100% pork back fat, PO-25: 25% pre-emulsified oil, PO-50; 50% pre-emulsified oil, PO-75; 75% pre-emulsified oil, PO-100; 100% pre-emulsified oil.

ผลของระดับน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ต่อค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture profile) ของไส้กรอกเวียนนา

การศึกษาผลของระดับน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกเวียนนา (Table 4) พบว่า การเพิ่มปริมาณน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ไม่มีผลต่อค่าความสามารถในการยึดเกาะกัน และค่าความยืดหยุ่นของไส้กรอกเวียนนา ($P > 0.05$) แต่มีผลทำให้ค่าความแน่นแข็ง, ค่าความเหนียวยึดติด และค่าความ

คงทนเมื่อถูกเคี้ยวลดลง ($P \leq 0.05$) ผลการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับงานของ Chen et al. (2015) ซึ่งรายงานว่า การเพิ่มปริมาณน้ำมันถั่วเหลืองที่พรีอิมัลซิฟายด์ด้วยพลาสมาโปรตีนจากเลือดไก่ในสูตรไส้กรอกแฟรงเฟอ์เทอร์ มีผลทำให้ค่าความแน่นแข็งลดลงเมื่อเทียบกับสูตรควบคุมที่ไม่เติมน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ ($P \leq 0.05$) Lee et al. (2015) รายงานว่า การใช้น้ำมันพืชทดแทนมันแข็งสุกรที่ 50% มีผลทำให้ค่าความแน่นแข็งลดลงเมื่อเทียบกับสูตรควบคุมซึ่งใช้มันแข็ง จาก

การทดลองนี้พบว่าตัวอย่างไส้กรอกสูตร PO-75 และ PO-100 มีค่าความแน่นแข็งต่ำกว่าสูตรอื่นๆ ทั้งนี้อาจ

เนื่องมาจากตัวอย่างทั้งสองมีปริมาณความชื้นสูงกว่าทุกสูตรการทดลอง (Table 5)

Table 4 Texture profile analysis of Vienna sausage with various pork back fat and pre-emulsified rice bran oil.

Sample treatment	Hardness (N)	Cohesiveness ^{ns} (Ratio)	Springiness ^{ns} (mm.)	Gumminess (N)	Chewiness (N/mm.)
Control ¹	46.54 ± 1.99 ^a	0.65 ± 0.01	0.91 ± 0.01	30.55 ± 1.08 ^a	27.93 ± 1.39 ^a
PO-25	42.64 ± 0.36 ^b	0.67 ± 0.00	0.94 ± 0.00	28.53 ± 0.26 ^b	26.87 ± 0.29 ^a
PO-50	40.80 ± 0.46 ^b	0.67 ± 0.00	0.95 ± 0.00	27.55 ± 0.37 ^b	26.16 ± 0.32 ^a
PO-75	35.13 ± 0.56 ^c	0.68 ± 0.01	0.94 ± 0.00	24.02 ± 0.30 ^c	22.76 ± 0.35 ^b
PO-100	35.60 ± 1.05 ^c	0.67 ± 0.00	0.95 ± 0.01	24.00 ± 0.87 ^c	22.78 ± 0.89 ^b

^{a-c}Means in the same column with difference letters are significantly different ($p \leq 0.05$); ns = not significant ($p > 0.05$); n=5.

¹Control: 100% pork back fat, PO-25: 25% pre-emulsified oil, PO-50: 50% pre-emulsified oil, PO-75: 75% pre-emulsified oil, PO-100: 100% pre-emulsified oil

ผลของระดับน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ต่อองค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกเวียนนาสุก

จากการศึกษาผลของระดับน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ที่ใช้ทดแทนไขมันแข็งสุกรต่อองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างไส้กรอกสุก (Table 5) พบว่าระดับของน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ไม่มีผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรต ($P > 0.05$) แต่ปริมาณความชื้น โปรตีน และไขมันของตัวอย่างไส้กรอกมีค่าสูงขึ้นตามระดับของน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ โดยไส้กรอกสูตร PO-100 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าสูตรควบคุม (15.99% และ 13.92% ตามลำดับ) ($P \leq 0.05$) สำหรับปริมาณความชื้นพบว่าไส้กรอกสูตร PO-100 ก็สูงกว่าสูตรควบคุม (67.44% และ 59.61% ตามลำดับ) ($P \leq 0.05$) การเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนและความชื้นของไส้กรอกตามปริมาณน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์เป็นผลมาจากน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ที่เตรียมขึ้น มีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดซึ่งเป็นโปรตีนที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ และมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย

การทดแทนไขมันแข็งสุกรด้วยน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์มีผลทำให้ปริมาณไขมันและค่าพลังงานรวมของไส้กรอกลดลง ($P \leq 0.05$) โดยในสูตร PO-100 มีปริมาณไขมันต่ำกว่าสูตรควบคุม (13.28%

และ 22.26% ตามลำดับ) ($P \leq 0.05$) และสูตร PO-100 มีค่าพลังงานรวมต่ำกว่าสูตรควบคุม (186.65 kcal/100 g และ 263.98 kcal/100g ตามลำดับ) ($P \leq 0.05$) ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gao et al. (2013) ที่พบว่า การใช้ไขมันพรีอิมัลซิฟายด์จากเมล็ดดอกทานตะวันทดแทนไขมันแข็งสุกรในไส้กรอกแพนแฟรทอริที่ระดับ 0% ถึง 100% มีผลทำให้ค่าพลังงานลดต่ำลงจาก 1027.86 kJ/100g เป็น 816 kJ/100g และปริมาณไขมันลดลงจาก 19.35% เป็น 13.20% ($P \leq 0.01$) และ Chen et al. (2015) ก็พบเช่นเดียวกันว่า การใช้ไขมันถั่วเหลืองที่พรีอิมัลซิฟายด์ด้วยพลาสติกโปรตีนจากไก่เพื่อทดแทนไขมันแข็งสุกรที่ระดับ 25% และ 50% มีผลทำให้ค่าพลังงานลดลงจาก 271.66 kcal/100g เป็น 248.99 kcal/100g ตามลำดับ ($P \leq 0.05$) ซึ่งการลดลงของค่าพลังงานเป็นผลสืบเนื่องมาจากน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์มีปริมาณไขมันซึ่งเป็นแหล่งของพลังงานต่ำกว่าไขมันสัตว์ (Luruena-Maritnez et al., 2004; Gao et al., 2013) เพราะมีส่วนผสมของน้ำและโปรตีนถั่วเหลืองสกัดเป็นส่วนผสม ดังนั้นจึงส่งผลให้ไส้กรอกสูตรที่ใช้ไขมันพรีอิมัลซิฟายด์มีค่าพลังงานต่ำกว่าสูตรควบคุมที่ใช้ไขมันสัตว์เพียงอย่างเดียว

Table 5 Chemical composition of Vienna sausage with various pork back fat and pre-emulsified rice bran oil.

Sample treatment	Moisture (%)	Ash (%)	Crude Protein (%)	Fat (%)	Carbohydrate ^{ns} (%)	Total calories (kcal/100g)
Control ¹	59.61 ± 0.68 ^d	2.22 ± 0.03 ^c	13.92 ± 0.19 ^c	22.26 ± 0.19 ^a	1.97 ± 0.71	263.98 ± 3.74 ^a
PO-25	61.55 ± 0.82 ^c	2.36 ± 0.01 ^b	14.78 ± 0.06 ^b	19.42 ± 0.13 ^b	1.87 ± 0.60	241.53 ± 3.88 ^b
PO-50	62.79 ± 0.18 ^c	2.54 ± 0.01 ^a	15.91 ± 0.06 ^a	18.30 ± 0.40 ^c	0.43 ± 0.14	230.49 ± 2.79 ^c
PO-75	64.82 ± 0.7 ^b	2.52 ± 0.00 ^a	15.80 ± 0.00 ^a	16.69 ± 0.05 ^d	0.14 ± 0.13	214.33 ± 0.00 ^d
PO-100	67.44 ± 0.39 ^a	2.55 ± 0.00 ^a	15.99 ± 0.05 ^a	13.28 ± 0.12 ^e	0.71 ± 0.20	186.65 ± 2.15 ^e

^{a-c} Means in the same column with difference letters are significantly different ($P \leq 0.05$); ns = not significant ($P > 0.05$); n=3.

¹Control: 100% pork back fat, PO-25: 25% pre-emulsified oil, PO-50: 50% pre-emulsified oil, PO-75: 75% pre-emulsified oil, PO-100: 100% pre-emulsified oil.

ผลของระดับน้ำมันรำข้าวหรือมัลซีฟายด์ต่อค่าคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกเวียดนาม

ผลการประเมินค่าคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส (Table 6) พบว่า ค่าคะแนนความชอบด้านสีในทุกสูตรไส้กรอกเวียดนามไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าน้ำมันรำข้าวหรือมัลซีฟายด์มีคุณสมบัติด้านสีใกล้เคียงกับมันแข็งสุกร จึงทำให้ผู้ทดสอบชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างด้วยสายตาได้อย่างชัดเจนเมื่อนำมาทดแทนในสูตรไส้กรอกเวียดนาม ส่วนค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่น และรสชาติ พบว่าไส้กรอกเวียดนามสูตร PO-25

และ PO-50 มีค่าดังกล่าวไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($P > 0.05$) ยกเว้นสูตร PO-75 และ PO-100 ซึ่งมีค่าดังกล่าวลดลงเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้ อาจเป็นไปได้ว่าเมื่อปริมาณน้ำมันรำข้าวหรือมัลซีฟายด์สูงขึ้น ผู้ทดสอบชิมอาจตรวจสอบกลิ่นที่มาจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัดที่เรียกว่ากลิ่นถั่ว (cereal-like หรือ beany flavor) ได้ (McArdle et al., 2011) อย่างไรก็ตามพบว่า ค่าคะแนนความชอบโดยรวมของสูตร PO-50 ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้น้ำมันรำข้าว หรือมัลซีฟายด์เพื่อทดแทนมันแข็งในสุกรในไส้กรอกเวียดนามได้สูงสุดที่ระดับ 50%

Table 6 Sensory evaluation of Vienna sausage with various pork back fat and pre-emulsified rice bran oil.

Sample treatment	Color ^{ns}	Odor	Flavor	Texture ^{ns}	Overall accept
Control ¹	5.93 ± 1.112	6.43 ± 1.072 ^a	6.86 ± 0.860 ^a	6.90 ± 0.994	6.96 ± 0.850 ^a
PO-25	6.00 ± 1.082	6.46 ± 1.105 ^a	6.56 ± 1.104 ^{ab}	6.70 ± 1.087	6.60 ± 0.932 ^b
PO-50	5.76 ± 1.546	6.26 ± 1.112 ^a	6.60 ± 0.932 ^{ab}	6.73 ± 0.739	6.90 ± 0.922 ^a
PO-75	6.03 ± 1.425	5.20 ± 1.349 ^b	5.53 ± 1.502 ^c	6.46 ± 1.252	5.76 ± 1.430 ^c
PO-100	5.86 ± 1.613	5.36 ± 1.519 ^b	6.03 ± 1.542 ^{bc}	6.10 ± 1.729	5.96 ± 1.425 ^c

^{a-c}Means in the same column with difference letters are significantly different ($P \leq 0.05$).; ns = not significant ($P > 0.05$); n=2.

¹Control: 100% pork back fat, PO-25: 25% pre-emulsified oil, PO-50: 50% pre-emulsified oil, PO-75: 75% pre-emulsified oil, PO-100: 100% pre-emulsified oil.

สรุป

การใช้น้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์เพื่อทดแทนมันแข็งสุกรในไส้กรอกเวียนนา ไม่มีผลกระทบต่อความคงตัวของอิมัลชัน และในขณะเดียวกันช่วยลดค่าการสูญเสียระหว่างทำให้สุกต่ำลง นอกจากนี้ยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างมากขึ้น อย่างไรก็ตามการเพิ่มระดับน้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ทำให้ค่าความแน่นแข็ง ความเหนียวยืดติด และความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวลดลง การเพิ่มระดับการใช้น้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์ส่งผลให้ปริมาณโปรตีนและความชื้นของไส้กรอกสูงขึ้น แต่ทำให้ปริมาณไขมันและค่าพลังงานลดลง และจากผลการประเมินค่าคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การใช้น้ำมันรำข้าวไม่มีผลต่อค่าคะแนนความชอบด้านสี และลักษณะเนื้อสัมผัส โดยตัวอย่างไส้กรอกสูตรที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับ 50% มีค่าคะแนนความชอบด้านรสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า สามารถใช้น้ำมันรำข้าวพรีอิมัลซิฟายด์เพื่อทดแทนมันแข็งสุกรได้สูงสุดที่ระดับ 50% โดยที่ไส้กรอกเวียนนายังมีคุณภาพในด้านต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ดี มีปริมาณไขมันและค่าพลังงานต่ำ รวมทั้งได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิม

คำขอบคุณ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกลุ่มงานวิจัยการผลิตโคพื้นเมืองและกระบือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพเนื้อ และบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

ประดิษฐ์ คำหนองไผ่. 2553. ผลของการใช้น้ำมันรำข้าวทดแทนมันหมูแข็งต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพและความชอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกปลาตุก. น. 100-105. ใน: หนังสือประมวลผลการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 3 ณ ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬารกรณ์. 24-26 พฤศจิกายน 2553, กรุงเทพฯ.

ธทอง วิมลธรรม. 2557. ผลของปริมาณเยื่อฟักข้าวผงและในไตรที่ต่อลักษณะคุณภาพของไส้กรอกเวียนนาจากเนื้อปลานิลที่มีส่วนผสมของน้ำมันพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

อัมรินา แวมง. 2554. การเตรียมน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์จากโปรตีนถั่วเหลืองไฮโดรไลเสทและประยุกต์ใช้ในไส้กรอกไก่อิมัลชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

กรมปศุสัตว์. 2546. สูตรมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อ. กลุ่มงานผลิตภัณฑ์สัตว์กึ่งส่งเสริมการปศุสัตว์. กรมปศุสัตว์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Allais, I. 2010. Emulsification. P.143-148. In: F. Tódrá. Handbook of Meat Processing, Wiley-Blackwell, Iowa.

Álvarez, D., R.M. Delles, Y.L. Xiong, M. Castillo, F.A. Payne, and J. Laencina. 2011. Influence of canola-olive oils, rice bran and walnut on functionality and emulsion stability of frankfurters. J. Food Sci Tech. 44: 1435-1442.

AOAC. 2011. Official Methods of Analysis of AOAC international. volume2, 17th ed. AOAC international.

Asuming-Bediako, N., M.H. Jaspal, K. Hallett, J. Bayntun, A. Baker, and P.R. Sheard. 2014. Effects of replacing pork back fat with emulsified vegetable oil on fatty acid composition and quality of UK-style sausages. Meat Sci. 96: 187-194.

Benz, J.M., S.K. Lenneen, M.D. Tokach, S.S. Dritz, J.L. Nelssen, J.M. DeRouchey, R.D. Goodband, R.C. Sulabo, and K.J. Prusa. 2010. Effects of dried distillers grains with solubles on carcass fat quality of finishing pig. J Anim Sci. 88: 3666-82.

Bloukas, J.G., E.D. Paneras, and G.C. Fournitzis. 1997. Effect of replacing pork back fat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. Meat Sci. 45: 133-144.

Chen, L., W. Peng, K. Zhuang-Li, L. Ke, X. Chong, S. Jing-Xin, and X. Xing-Lian. 2015. Effect of soybean oil emulsified and un-emulsified with chicken plasma protein on the physicochemical properties of frankfurters. J. of Food. 13: 445-455.

Choi, Y.S., K.S. Park, H.W. Kim, K.E. Hwang, D.H. Song, M.S. Choi, and C.J. Kim. 2013. Quality characteristics of reduced-fat frankfurters with pork fat replaced by sunflower seed oils and dietary fiber extracted from *makgeolli lees*. Meat Sci. 93: 652-658.

- Csapo, J., and R. V. Salamon. 2013. Fatty acid composition and cholesterol content of the fat of pigs of various Genotypes. *Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria*. 6: 23-33.
- Deda M.S., J.G. Bloukas, and G.A. Fista. 2007. Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters. *Meat Sci*. 76: 501-508.
- Delgado-Pando, G., G.S. Cofrades, C. Ruiz-Capillas, M.T. Solas, and F. Jiménez-Colmenero. 2010. Healthier lipid combination oil-in-water emulsions prepared with various protein systems: an approach for the development of functional meat products. *Eur J Lipid Sci Tech*. 112: 791-801.
- Fernández-Ginés, J.M., J. Fernández-López, E. Sayas-Barbera, and J.A. Pérez-Alvarez. 2005. Meat products as functional foods: A review. *J Food Sci*. 70: 37-53.
- Gao, L, Y.P. Huang, and X.C. Gao. 2013. Influence of pre-emulsified sunflower oil used for pork back fat replacement in Sika Deer (*Cervus Nippon Hortulorum*) frankfurter. *Food Sci Technol*. 19: 773-780.
- Garcia, M.L., E. Caceres, and M. Selgas. 2006. Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a spanish cooked meat product. *Int Food Sci Technol*. 41: 1207-1215.
- Lee, H-J., J. Eun-Hee, L. Sang-Hwa, K. Jong-Hee, L. Jae-Joon, and C. Yang. 2015. Effect of replacing pork fat with vegetable oils on quality properties of emulsion-type pork sausages. *Korean J. Food Sci*. 35: 130-136.
- Jimenez-Colmenero, F. 2007. Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by nonmeat fats. *Trends Food Sci Tech*. 18: 567-578.
- Jiménez-Colmenero, F., S. Cofrades, I. López-López, C. Ruiz-Capillas, T. Pintado, and M.T. Solas. 2010. Technological and sensory characteristics of reduced lowfat, low-salt frankfurters as affected by the addition of konjac and seaweed. *Meat Sci*. 84: 356-363.
- López-López, I., S. Cofrades, and F. Jiménez-Colmenero. 2009. Low-fat frankfurters enriched with n-3 PUFA and edible seaweed: Effects of olive oil and chilled storage on physicochemical, sensory and microbial characteristics. *Meat Sci*. 83: 148-154.
- Lurueña-Martínez, M.A., A.M. Vivar-Quintana, and I. Revilla. 2004. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. *Meat Sci*. 68: 383-389.
- McArdle, R., R. Hamill, and J.P. Kerry. 2011. Utilization of hydrocolloids in processed meat systems. P. 243-269. In: Kerry, J.P. and J.K. Kerry. *Processed meat: Improving safety, nutrition and quality*. Wood head Publishing, Cambridge.
- McNeill, S., and M.E. Van Elswyk. 2012. Red meat in global nutrition. *Meat Sci*. 92: 166-173.
- Mohamed, K., S.B. Youssef, and S. Alexandra. 2011. Effects of pre-emulsifying fat/oil on meat batter stability, texture and microstructure. *Int J. food Sci Tech*. 46: 1216-1224.
- Muguerza, E., G. Fista, D. Ansorena, I. Astiasaran, and J.G. Bloukas. 2002. Effect of fat level and partial replacement of pork back fat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Sci*. 61: 397-404.
- Muguerza, E., O. Gimeno, D. Ansorena, and I. Astiasarán. 2004. New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. *Trends Food Sci Tech*. 15: 452-457.
- Ospina-E, J.C, S.A. Cruz, J.A. Pérez-Alvarez, and J. Fernández-López. 2010. Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork back fat substitutes in sausages formulations. *Meat Sci*. 84: 491-497.
- Ozvural, E.B., and H. Vural. 2008. Utilization of inter esterified oil blends in the production of frankfurters. *Meat Sci*. 78: 211-216.
- Pearson, A.M., and T.A. Gillet. 1996. *Processed Meats*. 3rd edition. Chapman & Hall, New York.
- Rohman, A. 2014. Rice Bran Oil's Role in Health and Cooking. P.121-125. In: *Wheat and Rice in Disease Prevention*. Academic Press, San Diego.
- Stone, H., and J.L. Sidel. 1993. *Sensory Evaluation Practices*. 2nd Edition. Academic Press, San Diego.
- Youssef, M.K., and S. Barbut. 2011. Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. *Meat Sci*. 87: 356-360.