บทความวิจัย

ผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ทดแทนไตรโพลีฟอสเฟตต่อคุณสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูแบบอิมัลชัน

เสาวภาคย์ วัฒนพาหุ และ ศรีวิกรณ์ ดิษฐอุดมโพธิ์*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการทดแทนสารประกอบไตรโพลีฟอสเฟตในการผลิตไส้กรอกหมูแบบอิมัลชันด้วยไฮโดรคอลลอยด์ 5 ชนิด ได้แก่ CMC3285 CMC3295 คาร์ราจีแนน กัวร์กัม และแซนแทนกัม ปริมาณร้อยละ 0.50 ของส่วนผสมทั้งหมด การประเมินคุณภาพทางด้านสี (L*, a*, b*) เนื้อสัมผัส (ความแข็ง การเกาะตัว การคืนตัว แรงที่ใช้ในการเคี้ยว และพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว) และการยอมรับทางประสาทสัมผัส (ด้านสี กลิ่นรส ความชุ่มฉ่ำ ความแน่นเนื้อ และการยอมรับโดยรวม) พบว่าสามารถใช้ CMC3295 ทดแทนสารประกอบฟอสเฟตในการผลิตไส้กรอกหมูแบบอิมัลชันได้ เมื่อพิจารณาจากคุณภาพด้านสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ: ไส้กรอกหมูแบบอิมัลชัน คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส คาร์ราจีแนน กัวร์กัม แซนแทนกัม

สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน, e-mail: srivikorn@swu.ac.th

Effects of Tripolyphosphate Substitution with Hydrocolloids on Physical and Sensory Properties of Emulsion-Type Pork Sausages

Saowapak Wattanapahu and Srivikorn Dit-udom-po*

ABSTRACT

This study aimed to substitute tripolyphosphate with five types of hydrocolloid. The CMC3285, CMC3295, carrageenan, guar gum and xanthan gum were added at 0.50 percent of emulsion-type pork sausage formulation. Effects of the substitution were evaluated in terms of color (L*, a*, b*), texture (hardness, cohesiveness, springiness, gumminess and chewiness) and sensory characteristics (color, flavor intensity, juiciness, firmness and overall acceptance) of the products. The results showed that phosphate could be substituted with CMC3295 when considering on color, texture and sensory quality of emulsion-type pork sausage.

Keywords: emulsion-type pork sausage, carboxymethylcellulose, carrageenan, guar gum, xanthan gum

Division of Food Science and Nutrition, Department of Home Economics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

*Corresponding author, email: srivikorn@swu.ac.th

บทนำ

ไส้กรอกแบบอิมัลชันเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ซึ่งเป็นที่นิยมเนื่องจากมีรสชาติ และเนื้อสัมผัสตรงตามความต้องการของผู้บริโภค มีรูปแบบหลากหลาย และสะดวกในการบริโภค ปัจจัยของกระบวนการผลิตที่มีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกของผู้บริโภคที่มีความสำคัญ ได้แก่ หลักเกณฑ์การคัดเลือกวัตถุดิบ เทคนิคกระบวนการผลิต และการคัดเลือกวัตถุเจือปนอาหารที่ใช้ปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไส้กรอก โดยสารที่นิยมใช้ปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแบบอิมัลชัน คือ สารประกอบฟอสเฟต เนื่องจากมีคุณสมบัติเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำในโปรตีนเนื้อสัตว์ ลดการสูญเสียน้ำหนักในการเก็บรักษา เพิ่มการยึดเกาะกันของชิ้นเนื้อ ทำให้อิมัลชันมีความเสถียร ค่าความเป็นกรดด่างมีความเสถียร (buffering agent) และปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสให้มีความนุ่มชุ่มฉ่ำ ในประเทศไทยตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา [1] กำหนดปริมาณสูงสุดที่ให้ใช้โซเดียมฟอสเฟต (โมโนเบสิก ไดเบสิก และไตรเบสิก) โซเดียมโพลีฟอสเฟต และโพแทสเซียมฟอสเฟต (โมโนเบสิก ไดเบสิก และไตรเบสิก) ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก (cured meat) เช่น ไส้กรอก กุนเชียง แฮม และขาหมูรมควัน คือ 3,000 มิลลิกรัม ต่อผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม และเมื่อคิดเป็นปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้โดยไม่เกิดอันตราย คือ ร้อยละ 0.5 ของฟอสเฟตในอาหารที่ได้รับแต่ละวัน (คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส) หรือน้อยกว่า 30 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน ถ้าใช้สารประกอบฟอสเฟตมากเกินไป อาจก่อให้เกิดผลเสีย (adverse effect) คือ ทำให้อาหารมีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น เกิดการกัดกร่อนของโลหะ เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส เช่น เกิดกลิ่นรสคล้ายสบู่ หรือมีรสฝาด (astringent flavor) [2] นอกจากนี้การบริโภคอาหารที่มีฟอสฟอรัสสูงและแคลเซียมต่ำเป็นเวลานาน จะทำให้ระดับฟอสฟอรัสในเลือดสูงและแคลเซียมในเลือดต่ำ ร่างกายจะเพิ่มการสลายแคลเซียมออกจากกระดูก มีความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกพรุน (osteoporosis) [3]

เนื่องจากปัจจุบันบางประเทศเริ่มมีการห้ามใช้สารประกอบฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด เช่น ประเทศนิวซีแลนด์ห้ามใช้สารประกอบฟอสเฟตในอาหารทะเลทุกชนิด แต่ยังสามารถใช้ในแฮมและไส้กรอกได้ บางประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรปห้ามนำเข้าผลิตภัณฑ์สัตว์ปีกที่ใช้สารประกอบฟอสเฟตในการผลิต และผู้บริโภคในประเทศญี่ปุ่นมีความตื่นตัวมาก พยายามเลือกบริโภคอาหารที่ไม่มีการใช้สารประกอบฟอสเฟต ดังนั้นเมื่อมีแนวโน้มในการห้ามใช้สารประกอบฟอสเฟต จึงต้องมีการวิจัยเพื่อหาวัตถุเจือปนอาหารอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงสารประกอบฟอสเฟตมาทดแทน กระบวนการผลิตไส้กรอกอิมัลชันไขมันต่ำมีการลดไขมันในส่วนผสมลง ทำให้ต้องหาสารชนิดอื่นมาแทนที่ส่วนของไขมัน งานวิจัยส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำในการแทนที่ไขมันเนื่องจากมีราคาถูกและมีความปลอดภัย โดยมีการใส่ไฮโดรคอลลอยด์เพื่อจับน้ำให้อยู่ในโครงสร้างของไส้กรอก ทำให้มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีขึ้น ลดการสูญเสียน้ำหนักในขณะทำให้สุก (cook loss) และทำให้อิมัลชันมีความคงตัว [4-11] ซึ่งไฮโดรคอลลอยด์หรือกัมเป็นพอลิเมอร์ของแซคคาไรด์ที่มีสายยาวและมีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีคุณสมบัติในการละลายหรือกระจายตัวในน้ำร้อนหรือน้ำเย็น ทำให้เกิดความข้นหนืดและ/หรือเกิดเจล สามารถใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ได้ งานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษาชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ ได้แก่ CMC3285 CMC3295 คาร์ราจีแนน กัวร์กัม และแซนแทนกัม เพื่อใช้ทดแทนสารประกอบฟอสเฟตในการผลิตไส้กรอกหมูแบบอิมัลชัน พร้อมทั้งศึกษาคุณสมบัติของไส้กรอกด้านสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับทางประสาทสัมผัส

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วิธีการผลิตไส้กรอกหมูแบบอิมัลชัน

ผลิตไส้กรอกหมูแบบอิมัลชัน ตามกระบวนการผลิตดังรูปที่ 1 มีส่วนประกอบ คือเนื้อหมูบด ร้อยละ 57.80 มันหมูแช่แข็ง ร้อยละ 24.45 น้ำแข็ง ร้อยละ 12.90 เกลือ ร้อยละ 1.78 น้ำตาลทราย ร้อยละ 1.56 ผงเครื่องเทศ ร้อยละ 0.93 โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตหรือไฮโดรคอลลอยด์ ร้อยละ 0.50 โพแทสเซียมไนเตรท ร้อยละ 0.04 และโซเดียมอิรีทอร์เบต ร้อยละ 0.04 โดยควบคุมอุณหภูมิใน ระหว่างกระบวนการผลิตให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

เนื้อหมูบด เกลือ โพแทสเซียมไนเตรท และโซเดียมอิรีทอร์เบต
เคล้าให้เข้ากัน
↓
แช่เย็นอุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง
↓ สับหยาบ
เติมโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตหรือไฮโดรคอลลอยด์
↓ สับหยาบ
เติมน้ำแข็ง
↓ สับละเอียด
เติมมันหมูแช่แข็ง น้ำตาลทราย ผงเครื่องเทศ และน้ำแข็ง
↓ สับละเอียด
บรรจุไส้กรอกในไส้คอลลาเจนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.2 เซนติเมตร
มัดเป็นท่อนยาวประมาณ 8 เซนติเมตร
↓
พักไส้กรอกนาน 1 ชั่วโมง
↓
อบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที
↓
ต้มอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที
↓
แช่น้ำเย็น
↓
บรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดสนิท
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส

รูปที่ 1 กระบวนการผลิตไส้กรอกหมูแบบอิมัลชัน

การศึกษาชนิดของไฮโดรคอลลอยด์เพื่อทดแทนสารประกอบฟอสเฟตในการผลิตไส้กรอกหมูแบบอิมัลชัน

ผลิตไส้กรอกหมูแบบอิมัลชันโดยเติมไฮโดรคอลลอยด์ร้อยละ 0.50 ของส่วนผสมทั้งหมด [11] ได้แก่ MC3285 CMC3295 คาร์ราจีแนน กัวร์กัม และแซนแทนกัม เพื่อทดแทนสารประกอบฟอสเฟต ประเมินคุณภาพของไส้กรอกหมูแบบอิมัลชันทางด้านสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับทางประสาทสัมผัส

คุณภาพทางด้านสี

ประเมินคุณภาพทางด้านสีระบบ C.I.E. LAB โดยใช้เครื่องวัดสี BYK-Gardner รุ่น Color-guide gloss เพื่อหาความสว่าง (L*) ความเป็นสีแดง (a*) และความเป็นสีเหลือง (b*)

คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส [12] โดยใช้เครื่องทดสอบเนื้อสัมผัส (Lloyd รุ่น LF500) ทดสอบตัวอย่างไส้กรอกหมูแบบอิมัลชันที่ตัดเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร สูง 25 มิลลิเมตร ด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) ซึ่งมี load cell 500 นิวตัน ใช้หัวกดแบบ compression สภาวะในการทดสอบ คือ อัตราเร็วหัวกด cross head 0.8 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกดของหัวกดร้อยละ 30 ของความสูง ซึ่งสามารถแสดงค่าจากการวัด ได้แก่ ความแข็ง (hardness) การเกาะตัว (cohesiveness) การคืนตัว (springiness) แรงที่ใช้ในการเคี้ยว (gumminess) และพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว (chewiness) จำนวนซ้ำ 6 ครั้ง

การยอมรับทางประสาทสัมผัส

ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ (7-Point Hedonic Scale) ด้านสี (color) กลิ่นรส (flavor intensity) ความชุ่มฉ่ำ (juiciness) ความแน่นเนื้อ (firmness) และการยอมรับโดยรวม (overall acceptance) จำนวนผู้ทดสอบ (untrained panelist) 50 คน (1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด จนถึง 7 หมายถึง ชอบมากที่สุด)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) ด้านการประเมินคุณภาพด้านสีและเนื้อสัมผัส ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสตามแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้ของแต่ละสิ่งทดลองโดยวิธี Tukey HSD ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากโปรแกรมคำนวณทางสถิติสำเร็จรูป SPSS

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาชนิดของไฮโดรคอลลอยด์เพื่อทดแทนสารประกอบฟอสเฟตในการผลิตไส้กรอกหมูแบบอิมัลชัน

คุณภาพทางด้านสี

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านสีของไส้กรอกหมูแบบอิมัลชันที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ 5 ชนิด ได้แก่ CMC3285 CMC3295 คาร์ราจีแนน กัวร์กัม และแซนแทนกัม เพื่อทดแทนสารประกอบฟอสเฟต (ตารางที่ 1) พบว่า ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ที่เติมทดแทนสารประกอบฟอสเฟตมีผลต่อความสว่างและความเป็นสีแดง ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อความเป็นสีเหลือง ($p > 0.05$) โดยไส้กรอกหมูที่เติมกัวร์กัมและคาร์ราจีแนนมีความสว่างมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ไส้กรอกหมูที่เติม CMC3285 มีความเป็นสีแดงมากที่สุด ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 1 Color parameters of pork sausages containing phosphate and various gums

samples	lightness (L*)	redness (a*)	yellowness ns (b*)
phosphate	$66.19^{b} \pm 0.70$	$5.99^{b} \pm 0.40$	19.27 ± 0.94
CMC 3285	$61.14^{c} \pm 1.53$	$7.17^{a} \pm 1.17$	17.00 ± 1.53
CMC 3295	$65.27^{b} \pm 0.82$	$5.94^{b} \pm 0.46$	18.98 ± 1.78
carrageenan	$69.67^{a} \pm 1.04$	$4.70^{c} \pm 0.74$	17.77 ± 1.69
guar gum	$70.08^{a} \pm 0.28$	$4.60^{c} \pm 0.38$	17.80 ± 0.96
xanthan gum	$66.59^{b} \pm 0.34$	$5.98^{b} \pm 0.50$	19.08 ± 0.64

หมายเหตุ: Means in the same column having different superscript are significantly different. ($p \leq 0.05$)
ns = not significant ($p > 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพด้านสีของไส้กรอกหมูแบบอิมัลชันที่เติมสารประกอบฟอสเฟต (สูตรควบคุม) กับไส้กรอกหมูที่เติมไฮโดรคอลลอยด์เพื่อทดแทนสารประกอบฟอสเฟต พบว่า ความสว่าง ความเป็นสีแดง และความเป็นสีเหลืองของไส้กรอกหมูที่เติม CMC3295 และแซนแทนกัม มีค่าไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ดังนั้นจึงสามารถเติม CMC3295 และแซนแทนกัม เพื่อทดแทนสารประกอบฟอสเฟตในการผลิตไส้กรอกหมูได้โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์

คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของไส้กรอกหมูแบบอิมัลชันที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ 5 ชนิด ได้แก่ CMC3285 CMC3295 คาร์ราจีแนน กัวร์กัม และแซนแทนกัม เพื่อทดแทนสารประกอบฟอสเฟต (ตารางที่ 2) พบว่า ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ที่เติมทดแทนสารประกอบฟอสเฟตมีผลต่อความแข็ง แรงที่ใช้ในการเคี้ยว และพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อการเกาะตัว และการคืนตัว ($p>0.05$) โดยไส้กรอกหมูที่เติม CMC3295 มีความแข็ง แรงที่ใช้ในการเคี้ยว และพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวมากที่สุดไม่แตกต่างจากที่เติม CMC3285 คาร์ราจีแนน และกัวร์กัม

ตารางที่ 2 Textural analysis of pork sausages containing phosphate and various gums

samples	hardness (N)	cohesiveness^{ns} (dimensionless)	springiness^{ns} (mm)	gumminess (N)	chewiness (N mm)
phosphate	$20.569^{ab} \pm 2.231$	0.544 ± 0.058	6.157 ± 0.171	$11.097^{ab} \pm 0.869$	$68.425^{ab} \pm 7.141$
CMC 3285	$20.341^{ab} \pm 2.029$	0.546 ± 0.019	6.274 ± 0.128	$10.916^{ab} \pm 0.925$	$68.593^{ab} \pm 7.064$
CMC 3295	$21.605^{a} \pm 1.859$	0.545 ± 0.023	6.444 ± 0.331	$11.766^{a} \pm 0.997$	$75.966^{a} \pm 8.876$
parrageenan	$18.359^{ab} \pm 2.829$	0.549 ± 0.013	6.392 ± 0.118	$10.063^{ab} \pm 1.480$	$64.445^{ab} \pm 10.434$
guar gum	$19.248^{ab} \pm 1.157$	0.518 ± 0.044	6.562 ± 0.526	$9.998^{ab} \pm 1.326$	$65.976^{ab} \pm 13.017$
xanthan gum	$17.034^{b} \pm 3.267$	0.535 ± 0.042	6.448 ± 0.121	$9.059^{b} \pm 1.481$	$58.546^{b} \pm 10.663$

หมายเหตุ: Means in the same column having different superscript are significantly different. ($p \leq 0.05$)
ns = not significant ($p>0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของไส้กรอกหมูแบบอิมัลชันที่เติมสารประกอบฟอสเฟต (สูตรควบคุม) กับไส้กรอกหมูที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ทดแทนสารประกอบฟอสเฟต พบว่า ความแข็ง การเกาะตัว การคืนตัว แรงที่ใช้ในการเคี้ยว และพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวของไส้กรอกหมูที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 5 ชนิด มีค่าไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม เนื่องจากปริมาณเกลือเป็นปัจจัย

หลักที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกไขมันต่ำที่มีระดับไขมันเท่ากัน โดยไส้กรอกที่เติมและไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์ที่มีเกลือในส่วนผสม ร้อยละ 2.5 มีความแข็งและการเกาะตัวมากกว่าไส้กรอกที่มีเกลือในส่วนผสม ร้อยละ 1.0 [11] แต่การศึกษานี้มีปริมาณเกลือคงที่ การเติมไฮโดรคอลลอยด์จึงไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส นอกจากนี้ไฮโดรคอลลอยด์ทำหน้าที่เป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) จับกับโมเลกุลของน้ำทำให้ส่วนผสมมีความหนืดเพิ่มขึ้น เป็นการลดหรือป้องกันไม่ให้เม็ดไขมันเคลื่อนที่เข้ามารวมกัน และลดความตึงผิวให้ต่ำลงทำให้อิมัลชั่นคงตัวดี การเติมไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 5 ชนิด มีการแทนที่ด้วยกลุ่มอัลคาไลให้ประจุลบในโครงสร้างของส่วนผสม เมื่อระบบอิมัลชั่นมีประจุเดียวกันจึงเกิดแรงผลักทำให้มีช่องว่างระหว่างโมเลกุลมากขึ้น สามารถกักเก็บน้ำได้มากขึ้นและอิมัลชั่นมีความคงตัวมากขึ้น [13-15] ดังนั้นจึงสามารถเติมไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 5 ชนิด เพื่อทดแทนสารประกอบฟอสเฟตในการผลิตไส้กรอกหมูได้โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

การยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูแบบอิมัลชันที่เติมสารประกอบฟอสเฟต (สูตรควบคุม) และไส้กรอกหมูที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ 5 ชนิด ได้แก่ CMC3285 CMC3295 คาร์ราจีแนน กัวร์กัม และแซนแทนกัม เพื่อทดแทนสารประกอบฟอสเฟต (ตารางที่ 3) พบว่า ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ที่เติมทดแทนสารประกอบฟอสเฟตมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบทุกด้าน ($p \leq 0.05$) โดยไส้กรอกหมูที่เติมแซนแทนกัมได้รับคะแนนความชอบด้านสีมากที่สุดไม่แตกต่างจากที่เติม CMC3295 คาร์ราจีแนน และกัวร์กัม ไส้กรอกหมูที่เติมแซนแทนกัมได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสมากที่สุดไม่แตกต่างจากที่เติม CMC3295 ไส้กรอกหมูที่เติม CMC3295 ได้รับคะแนนความชอบด้านความชุ่มฉ่ำมากที่สุดไม่แตกต่างจากที่เติม CMC3285

ตารางที่ 3 Mean sensory scores on pork sausages containing phosphate and various gums

samples	color	flavor intensity	juiciness	firmness	overall acceptance
phosphate	$5.52^{ab} \pm 0.90$	$6.10^{a} \pm 1.05$	$5.84^{a} \pm 0.90$	$6.16^{a} \pm 1.09$	$6.04^{a} \pm 0.93$
CMC 3285	$5.30^{b} \pm 0.98$	$5.48^{b} \pm 1.01$	$5.38^{a} \pm 0.88$	$5.50^{b} \pm 0.73$	$5.50^{b} \pm 0.89$
CMC 3295	$6.04^{a} \pm 0.91$	$5.60^{ab} \pm 1.02$	$5.94^{a} \pm 1.09$	$6.10^{ab} \pm 0.92$	$5.86^{ab} \pm 0.93$
carrageenan	$5.70^{ab} \pm 1.04$	$4.70^{c} \pm 0.97$	$4.20^{b} \pm 1.07$	$4.02^{c} \pm 0.93$	$4.18^{c} \pm 1.03$
guar gum	$5.58^{ab} \pm 0.59$	$5.36^{b} \pm 1.07$	$5.82^{a} \pm 0.89$	$5.72^{ab} \pm 0.96$	$5.80^{ab} \pm 1.04$
xanthan gum	$6.12^{a} \pm 1.06$	$5.78^{ab} \pm 0.56$	$5.42^{a} \pm 1.07$	$5.58^{ab} \pm 0.84$	$5.56^{b} \pm 0.91$

หมายเหตุ: Means in the same column having different superscript are significantly different. ($p \leq 0.05$)

กัวร์กัม และแซนแทนกัม ไส้กรอกหมูที่เติม CMC3295 ได้รับคะแนนความชอบด้านความแน่นเนื้อมากที่สุดไม่แตกต่างจากที่เติมกัวร์กัม และแซนแทนกัม ไส้กรอกหมูที่เติม CMC3295 ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมมากที่สุดไม่แตกต่างจากที่เติมกัวร์กัม

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูแบบอิมัลชันที่เติมสารประกอบฟอสเฟต (สูตรควบคุม) กับไส้กรอกหมูที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ทดแทนสารประกอบฟอสเฟต พบว่า ไส้กรอกหมูที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 5 ชนิด ได้รับคะแนนความชอบด้านสีไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ไส้กรอกหมูที่เติม CMC3295 และแซนแทนกัม ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ไส้กรอกหมูที่เติม CMC3285 CMC3295 กัวร์กัม และแซนแทนกัม ได้รับคะแนนความชอบด้านความชุ่มฉ่ำไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ไส้กรอกหมูที่เติม CMC3295 กัวร์กัม และแซนแทนกัม ได้รับคะแนนความชอบด้านความแน่นเนื้อไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม และไส้กรอกหมูที่เติม CMC3295 และกัวร์กัม ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ดังนั้นจึงสามารถเติม CMC3295 เพื่อทดแทนสารประกอบฟอสเฟตในการผลิตไส้กรอกหมูได้โดยไม่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านของผลิตภัณฑ์

สรุปผลการทดลอง

เมื่อพิจารณาคุณภาพของไส้กรอกหมูแบบอิมัลชั่นที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ 5 ชนิด ได้แก่ CMC3285 CMC3295 คาร์ราจีแนน กัวร์กัม และแซนแทนกัม เพื่อทดแทนสารประกอบฟอสเฟตเปรียบเทียบกับไส้กรอกหมูที่เติมสารประกอบฟอสเฟต พบว่าการเติม CMC3295 และแซนแทนกัมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสี (L*, a*, b*) การเติมไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 5 ชนิด ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส (ความแข็ง การเกาะตัว การคืนตัว แรงที่ใช้ในการเคี้ยว และพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว) และผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส ความชุ่มฉ่ำ ความแน่นเนื้อ และการยอมรับโดยรวม ของไส้กรอกหมูที่เติม CMC3295 ไม่แตกต่างจากไส้กรอกหมูที่เติมฟอสเฟต ดังนั้นจึงสามารถเติม CMC3295 เพื่อทดแทนสารประกอบฟอสเฟตในการผลิตไส้กรอกหมูแบบอิมัลชั่นได้โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับทางประสาทสัมผัส เมื่อเปรียบเทียบกับไส้กรอกหมูที่เติมฟอสเฟต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท คาลดิก (ไทยแลนด์) จำกัด สำหรับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2547. ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร. กระทรวงสาธารณสุข. 262 หน้า.
2. พันธิพา จันทวัฒน์. 2547. ฟอสเฟต..ถึงทางตันแล้วจริงหรือ?. *Asia Pacific Food Industry Thailand* 2(9): 46-49.
3. ลักษณา อินทร์กลับ. 2543. โภชนศาสตร์เชิงชีวเคมี วิตามิน เกลือแร่ น้ำ และใยอาหาร. กรุงเทพ. มีเดียการพิมพ์. หน้า 115-117.

4. Egbert, W. R., Huffman, D. L., Chen, C. M. and Dylewski, D. P. 1991. Development of Low-Fat Ground Beef. *Food Technology* 45(6): 64-73.
5. Foegeding, E. A. and Ramsey, S. R. 1987. Rheological and Water-Holding Properties of Gelled Meat Batters Containing Iota Carrageenan, Kappa Carrageenan or Xanthan Gum. *Journal of Food Science* 52(3): 549-553.
6. He, Y. and Sebranek, J. G. 1996. Frankfurters with Lean Finely Textured Tissue as Affected by Ingredients. *Journal of Food Science* 61(6): 1275-1280.
7. Hughes, E., Cofrades, S. and Troy, D. J. 1997. Effects of Fat Level, Oat Fibre and Carrageenan on Frankfurters Formulated with 5, 12 and 30 % Fat. *Meat Science* 45(3): 273-281.
8. Mittal, G. S. and Barbut, S. 1993. Effects of Various Cellulose Gums on the Quality Parameters of Low-Fat Breakfast Sausages. *Meat Science* 35(1): 93-103.
9. Lyons, P. H., Kerry, J. F., Morrissey, P. A. and Buckley, D. J. 1999. The Influence of Added Whey Protein/Carrageenan Gels and Tapioca Starch on the Textural Properties of Low Fat Pork Sausages. *Meat Science* 51(1): 43-52.
10. Trius, A., Sebranek, J. G., Rust, R. E. and Carr, J. M. 1994. Low-Fat Bologna and Beaker Sausage: Effect of Carrageenan and Chloride Salt. *Journal of Food Science* 59(5): 941-945.
11. Xiong, Y. L., Noel, D. C. and Moody, W. G. 1999. Textural and Sensory Properties of Low-Fat Beef Sausages with Added Water and Polysaccharides as Affected by pH and Salt. *Journal of Food Science* 64(3): 550-554.
12. Jiménez Colmenero, F., Ayo, M. J. and Carballo, J. 2005. Physicochemical Properties of Low Sodium Frankfurter with Added Walnut: Effect of Transglutaminase Combined with Caseinate, KCl and Dietary Fibre as Salt Replacers. *Meat Science* 69(4): 781-788.
13. Belitz, H. D. and Grosch, W. 1999. Food Chemistry. 2nd Edition. New York. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. p. 277-316.
14. Tolstoguzov, V. B. 1991. Functional Properties of Food Proteins and Role of Protein-Polysaccharide Interaction. *Food Hydrocolloids* 4(6): 429-468.
15. Xiong, Y. L. and Blanchard, S. P. 1993. Viscoelastic Properties of Myofibrillar Protein and Polysaccharide Composite Gels. *Journal of Food Science* 58(1): 164-167.

ได้รับบทความวันที่ 14 พฤศจิกายน 2549
ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 17 เมษายน 2550