วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 28 ฉบับที่ 3 ก.ค.–ก.ย. 2561
The Journal of KMUTNB., Vol. 28, No. 3, Jul.–Sep. 2018

บทความวิจัย

ผลของการเติมคาราจีแนนต่อคุณสมบัติทางกายภาพ-เคมี และประสาทสัมผัสของไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ

ถาวร จันทโชติ*
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0–7460–9605 อีเมล: tjuntachote@hotmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2018.05.004
รับเมื่อ 30 มกราคม 2560 ตอบรับเมื่อ 5 กันยายน 2560 เผยแพร่ออนไลน์ 7 พฤษภาคม 2561
© 2018 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำด้วยการเติมคาราจีแนนในปริมาณที่แตกต่างกัน (0%, 1%, 1.5% และ 2%) วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ-เคมี ทางด้านประสาทสัมผัส และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ จากผลการทดลองพบว่า ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณเพิ่มขึ้นมีค่าความชื้น ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ และปริมาณผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ขณะที่ค่าการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการต้มสุกลดลง ($p < 0.05$) เนื่องจากคาราจีแนนสามารถทำให้เกิดเจล ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำและเพิ่มความแข็งแรงของโปรตีนเจล สำหรับการวิเคราะห์ค่าสีพบว่า ไส้กรอกที่เติมคาราจีแนนมีค่าสี a^* ($p < 0.05$) และค่าสี b^* ($p < 0.05$) เพิ่มขึ้น และมีค่า L^* ($p < 0.05$) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า การเติมคาราจีแนนส่งผลให้ไส้กรอกมีค่า Hardness และค่า Chewiness เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) และค่า Cohesiveness และค่า Gumminess ลดลง ($p < 0.05$) ขณะที่ค่า Springiness ไม่เปลี่ยนแปลง ($p > 0.05$) ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณที่แตกต่างกันมีปริมาณโปรตีนและเถ้าไม่แตกต่างจากไส้กรอกชุดควบคุม ($p > 0.05$) แต่ปริมาณไขมันลดลงเมื่อเติมคาราจีแนนในปริมาณเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนน 1.5 และ 2% ได้รับคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่าไส้กรอกไขมันต่ำชุดควบคุม ($p > 0.05$)

คำสำคัญ: ไส้กรอกไขมันต่ำ, คาราจีแนน, คุณสมบัติทางเคมี-กายภาพ, ความชอบรวม, การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

การอ้างอิงบทความ: ถาวร จันทโชติ, "ผลของการเติมคาราจีแนนต่อคุณสมบัติทางกายภาพ-เคมี และประสาทสัมผัสของไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 28, ฉบับที่ 3, หน้า 605–616, ก.ค.–ก.ย. 2561.

Research Article

Influence of Carrageenan Addition on Physico-chemical and Sensory Properties of Low Fat Chicken Sausages

Thavorn Juntachote*

Department of Food Science and Technology, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Phatthalung, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0–7460–9605, E–mail: tjuntachote@hotmail.com
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2018.05.004
Received 30 January 2017; Accepted 5 September 2017; Published online: 7 May 2018
© 2018 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The objective of this study was to enhance the quality characteristics of low-fat chicken sausages by the incorporation of carrageenan at different levels (0, 1, 1.5 and 2% w/w). The physicochemical qualities, sensory evaluation and texture profile properties of low-fat chicken sausages were studied. The results showed that increasing carrageenan to product samples improved moisture content, water holding capacity along with cooking yield but decreased cooking loss ($p < 0.05$). This is probably due to the fact that they can form gel by themselves which entrapped more water and enhanced protein gel strength. For the color analysis, the addition of carrageenan increased a^* ($p < 0.05$) and b^* values but decreased L^* value of the sausages by comparison with the corresponding control counterpart. In regard to the texture profile analysis, increasing carrageenan increased hardness and chewiness and decreased cohesiveness and gumminess; nonetheless the practice did not affect the sample springiness ($p < 0.05$). Analysis of protein and ash contents of low fat chicken sausage added with carrageenan at different levels showed no significant differences as compared to the control; while fat contents significantly decreased with increasing amounts of carrageenan addition. Sensory evaluation revealed that the low-fat chicken sausages containing 1.5% and 2% carrageenan had no significantly higher scores for flavor, texture and overall acceptability than the control counterpart ($p > 0.05$).

Keywords: Low-Fat Chicken Sausages, Carrageenan, Physicochemical Qualities, Overall Acceptance, Texture Profile Analysis

Please cite this article as: T. Juntachote, "Influence of carrageenan addition on physico-chemical and sensory properties of low fat chicken sausages," *The Journal of KMUTNB*, vol. 28, no. 3, pp. 605–616, Jul.–Sep. 2018 (in Thai).

1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเป็นอิมัลชันประเภทไขมันในน้ำ (Oil in Water Emulsion) นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายทั่วโลก โดยมีเม็ดไขมันกระจายอยู่ในน้ำ ซึ่งปกตินำ้กับน้ำมันจะไม่รวมตัวกัน จึงต้องมีตัวช่วยในการรวมตัวด้วยสารอิมัลซิไฟเออร์ ได้แก่ โปรตีนไมโอซินที่ละลายอยู่ในเกลือทำหน้าที่หุ้มเม็ดไขมันไว้ โดยโมเลกุลโปรตีนหันส่วนที่ไม่ชอบน้ำสัมผัสกับไขมันภายในและหันส่วนที่ชอบน้ำสัมผัสกับน้ำที่อยู่รอบนอกเกิดอิมัลชันขึ้น ทำให้เกิดการผสมที่คงตัวรวมเป็นเนื้อเดียวกัน การเตรียมอิมัลชันที่ดีทำให้ได้อิมัลชันที่สมบูรณ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีมีความนุ่มเนื้อ (Tenderness) ความชุ่มน้ำ (Juiciness) ความยืดหยุ่น (Springiness) ให้กลิ่นรสที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ และสามารถยึดจับน้ำได้ดีทำให้การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกลดลง

โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์ไส้กรอกมีไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงประมาณ 25–30% และให้พลังงานมากกว่า 250 Kcal/100 กรัม โดยไขมันจะทำให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่การบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูงเป็นประจำอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพและเกิดภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคอ้วน ความดันโลหิตสูง และหลอดเลือดหัวใจเป็นต้น จึงได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไขมันต่ำ ที่มีไขมันน้อยกว่า 5% โดยการเติมสารทดแทนไขมันจำพวกแป้งลงไปในสูตรการผลิต มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ มีเนื้อสัมผัสนิ่มและมีผลต่อความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion Stability) ทำให้ความแน่นแข็งของเนื้อสัมผัสลดลงทำให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้อยลงด้วย ดังนั้นเพื่อคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคให้ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิมมากที่สุด จึงมีการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) เพื่อช่วยให้อาหารเกาะตัวกันดีขึ้น (Binder) คือ คาราจีแนน (Carrageenan) ลงไปเพื่อสามารถปรับปรุงความแน่นเนื้อ (Firmness) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity) และลดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างทำให้สุกของไส้กรอก โมเลกุลของคาราจีแนนเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ประเภทเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (Heteropolysaccharide) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นพอลิเมอร์ของกาแล็กโทส (Galactose) และ 3,6-Anhydrogalactose (3,6-AG) มีทั้งชนิดที่มีหมู่ซัลเฟตและไม่มีหมู่ซัลเฟต ซึ่งสกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง กลุ่ม Rhodophyceae เช่น สาหร่ายผมนาง (Gracilaria Fisheri) คาราจีแนนแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ แคปป้า (Kappa, κ) ไอโอต้า (Iota, ι) และแลมด้า (Lambda, λ) [1] คาราจีแนนชนิดแคปป้า ละลายได้ดีในน้ำเกลือที่ร้อนความเข้มข้นต่ำกว่า 50% เมื่อเย็นตัวลงจะเกิดเจล ลักษณะใส เนื้อสัมผัสแข็ง แน่น แต่เปราะ ชนิดไอโอต้ามีเจลที่อ่อนนุ่มและยืดหยุ่น ส่วนชนิดแลมด้าจะไม่มีสมบัติในการเกิดเจล การประยุกต์ใช้คาราจีแนนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไขมันต่ำมีรายงานอย่างกว้างขวาง แคปป้าคาราจีแนนสามารถเพิ่มความแข็งแรงของเจลในผลิตภัณฑ์เนื้อประเภทอิมัลชันที่ไม่เติมไขมันและน้ำที่มีปริมาณลิปิด 4% ขณะที่ไอโอต้าคาราจีแนนสามารถเพิ่มความแข็งแรงของเจลเนื้อสัตว์ไขมันต่ำที่เติมน้ำและไขมันที่มีปริมาณลิปิด 8% [2]–[4] คาราจีแนนเป็นสารช่วยยึดเกาะที่เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อวัวบด (Ground Beef Patties) ได้มากขึ้น [5] Xiong *et al*. [6] รายงานว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเนื้อวัวไขมันต่ำที่เติมเกลือ 1% และแคปป้าคาราจีแนน 0.5% มีเนื้อสัมผัสด้านความแข็งและความแข็งแรงในการยึดเกาะ (Binding Strength) เพิ่มขึ้น แต่การเติมเกลือร้อยละ 2% จะส่งผลเพียงเล็กน้อย Mittal และ Barbut [7] รายงานว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ไขมันต่ำที่เติมแคปป้าคาราจีแนน 0.5% มีความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) และความทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) สูงขึ้น Nicomrat *et al*. [8] การเติมแคปป้าและไอโอต้าคาราจีแนนในปริมาณ 1.0–1.5% ช่วยคงคุณภาพทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูยอแช่แข็งได้ Hasret [9] รายงานว่าลูกชิ้นเนื้อวัวไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนน 1% หลังการสุกมีเนื้อสัมผัสด้านความแข็งเพิ่มขึ้น Bater *et al*. [10] ผลิตภัณฑ์เนื้อไก่งวงขึ้นรูปมีปริมาณผลผลิตสูงขึ้นเมื่อเติมแคปป้าคาราจีแนน 0.5% ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการใช้คาราจีแนนต่อลักษณะทางกายภาพเคมี ลักษณะเนื้อสัมผัส องค์ประกอบทางเคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 วัตถุดิบ

เนื้อไก่สดส่วนอก จัดซื้อจากตลาดท้องถิ่นในอำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง น้ำแข็ง น้ำตาล ฟอสเฟต แป้งข้าวโพด เกลือไนไตรท์โซเดียมอิริธอเบท (บริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชัน จำกัด) โปรตีนถั่วเหลือง (บริษัท ฟู้ด อีควิปเม้นท์ จำกัด) น้ำมันถั่วเหลือง แคปป้า-คาราจีแนน (ห้างหุ้นส่วนจำกัด มัลติเวลธ) ไส้เทียมชนิดคอลลาเจนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว (บริษัท ฟู้ด อีควิปเม้นท์ จำกัด) และผงเครื่องเทศ ได้แก่ อบเชย ดอกจันทน์ป่น ผงปาปริกา และพริกไทย

2.2 อุปกรณ์

ประกอบด้วยเครื่องสับผสม (Cuttex M 11, เยอรมนี) เครื่องบดเนื้อ (Rewebo TC 12 E, อิตาลี) เครื่องบรรจุไส้ (F Dick Sausage Stuffer, เยอรมนี) ตู้อบลมร้อน (OFM TD10A, ประเทศไทย) เครื่องผสมอาหาร (Moulinex FP654127, ฝรั่งเศส) และเครื่องบรรจุสุญญากาศ (VAC-STAR S-225 SB, สวิตเซอร์แลนด์) เป็นต้น

2.3 การเตรียมน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ (Pre-Emulsified Oil)

ส่วนผสมประกอบด้วยโปรตีนถั่วเหลือง 88.90 กรัม น้ำมันถั่วเหลือง 400 กรัม และน้ำอุ่น 400 กรัม วิธีการผสมทำได้โดยเติมโปรตีนถั่วเหลืองลงในเครื่องผสมอาหาร เติมน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ผสมให้โปรตีนกระจายตัวและดูดซับน้ำไว้ ปั่นส่วนผสมด้วยความเร็วนาน 5 นาที ต่อจากนั้นเติมน้ำมันลงในส่วนผสมโดยค่อยๆ เติมทีละน้อยๆ จนหมด พร้อมปั่นผสมตลอดเวลาด้วยความเร็วสูง เพื่อให้ไขมันกระจายตัวและคงตัวดีในส่วนผสม จากนั้นเก็บน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ในถุงแบบสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำออกมาใช้งาน

2.4 การเตรียมไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ

นำเนื้อไก่ส่วนอกมาเลาะเอ็น พังผืด และไขมันส่วนเกินออก นำไปบดจำนวน 2 รอบ ด้วยเครื่องบดโดยใช้รูบด 3 มิลลิเมตร จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติก (Nylon/PE) และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้งาน (ไม่เกิน 2 สัปดาห์) สำหรับวัตถุดิบหลักของส่วนผสมที่ใช้เพื่อผลิตไส้กรอกไก่ไขมันต่ำประกอบด้วย เนื้อไก่ส่วนอก 2,152 กรัม น้ำแข็ง 750 กรัม แป้งข้าวโพด 40 กรัม ผงเครื่องเทศ 65 กรัม น้ำตาล 10 กรัม ฟอสเฟต 8 กรัม โซเดียมอิริธอเบท 2 กรัม น้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่ได้จากการเตรียมในข้อ 2.3 จำนวน 350 กรัม เกลือไนไตรท์ 42 กรัม แปรปริมาณคาราจีแนน 4 ระดับในปริมาณร้อยละ 0% (ชุดควบคุม) 1%, 1.5% และ 2% โดยน้ำหนักของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์

วิธีการผลิตไส้กรอกไก่ไขมันต่ำโดยสับผสมเนื้อไก่ เกลือไนไตรท์ น้ำแข็ง และวัตถุดิบอื่นๆ จนเข้ากันดี จากนั้นเติมน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์และคาราจีแนนในขั้นตอนสุดท้ายของการสับผสมโดยควบคุมอุณหภูมิระหว่างการสับผสม 15±1 องศาเซลเซียส และนำส่วนผสมไปบรรจุไส้คอลลาเจน โดยใช้เครื่องบรรจุไส้ มัดความยาวท่อนละ 5 นิ้ว นำเข้าอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที และต้มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิเป็น 75±1 องศาเซลเซียส ให้จุดกึ่งกลางได้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมิดังกล่าวนาน 60 วินาที แช่ในน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที บรรจุในถุงพลาสติก (Polyethylene/Polyester) แบบสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส

2.5 วิเคราะห์คุณภาพของไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ

2.5.1 ปริมาณความชื้น โดยใช้วิธีมาตรฐานการวิเคราะห์ของ AOAC [11]

2.5.2 สี (Color Measurement) โดยใช้เครื่อง Hunter Lab Digital Color Difference Meter รุ่น DP-9000 เตรียมตัวอย่างเพื่อวัดค่าสี โดยสุ่มตัวอย่างจำนวน 3 ซ้ำ เพื่อวัดสีภายในไส้กรอก นำไส้กรอกมาลอกผิวนอกออก ใช้เฉพาะเนื้อไส้กรอกด้านในตัดให้หนา 5 มิลลิเมตร นำไปใส่ในกระบอกพลาสติกให้เต็มแล้วนำไปวัดค่าสี แสดงค่าในรูปค่า L^* (Lightness) a^* (Redness) และ b^* (Yellowness)

2.5.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (% Water Holding Capacity; WHC) ตามวิธีของ Dagbjartsson และ Solberg [12] โดยชั่งไส้กรอกสับละเอียดข้อ 2.4 จำนวน 10 กรัม ใน

หลอดที่ใช้ในการเซนตริฟิวส์ นำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทำตัวอย่างให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปเซนตริฟิวส์ที่ 9000 rpm นาน 20 นาที ชั่งน้ำหนักส่วนของเหลว และส่วนเนื้อที่เหลือจากการเซนตริฟิวส์ คำนวณหาความสามารถในการอุ้มน้ำจากสูตร

$$\% \text{ ความสามารถในการอุ้มน้ำ} = [(W_2 - W_1)/W_1] \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนปั่นเหวี่ยง (กรัม)
W_2 = น้ำหนักหลังปั่นเหวี่ยง (กรัม)

2.5.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis; TPA) โดยตัดตัวอย่างไส้กรอกให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร และสูง 2.5 เซนติเมตร นำไปวัดเนื้อสัมผัสด้วยใช้เครื่อง Texture Analyzer (TA-XT Plus, UK) โดยใช้หัววัดทรงกระบอก (Cylinder Probe) เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร โดยกำหนดการวัดของเครื่องมือ ใช้ความเร็วก่อนการวัดค่าตัวอย่าง 1.00 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วขณะทำการวัดค่าตัวอย่าง 5.00 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วหลังการวัดค่าตัวอย่าง 5.00 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะเวลาระหว่างการกดครั้งที่สอง 5.00 วินาที ตัวอย่างจะถูกกดลงไปเป็นระยะทางร้อยละ 30 ของความสูงตัวอย่าง แต่ละสิ่งทดลองจะทำการวัดค่า 10 ตัวอย่าง การวัดเป็น Texture Profile Analysis ประมวลผลข้อมูลเป็นค่าความแน่นแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถในการการยึดเกาะกัน (Cohesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ค่าความเหนียวยึดติด (Gumminess) และค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness)

2.5.5 การสูญเสียน้ำหนักภายหลังการต้มสุก (% Cooking Loss) และปริมาณผลผลิตที่ได้ (% Cooking Yield) โดยนำไส้กรอกสดไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทำให้เย็นโดยแช่ลงในน้ำแข็ง ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำแล้วชั่งน้ำหนัก คำนวณหาค่าการสูญเสียน้ำหนักดังสมการ

$$\% \text{ การสูญเสียน้ำหนักภายหลังการต้มสุก} = ((\text{น้ำหนักก่อนสุก} - \text{น้ำหนักหลังสุก})/\text{น้ำหนักก่อนสุก}) \times 100$$

$$\% \text{ ปริมาณผลผลิตที่ได้} = 100 - (\% \text{ การสูญเสียน้ำหนักภายหลังการต้มสุก})$$

2.5.6 การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation) ประเมินค่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ (Appearance) สี (Color) รสชาติ (Flavor) ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) และความชอบโดยรวม (Overall Acceptability) โดยใช้วิธีทดสอบค่าคะแนนความชอบ (Liking Test) ของผู้ทดสอบด้วยสเกลความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมประเภทผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (Untrained Panels) จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาจากคณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อายุระหว่าง 19–23 ปี

2.6 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ

นำไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่ไม่เติมและที่เติมคาราจีแนนในปริมาณที่แตกต่างกัน วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในด้านปริมาณไขมัน โปรตีน และเถ้า โดยวิธีของ AOAC [4]

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Data Analysis)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ สำหรับการประเมินลักษณะทางกายภาพ-เคมีของไส้กรอกและวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) สำหรับการประเมินค่าคะแนนความชอบของลักษณะทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 ผลของระดับการเติมคาราจีแนนต่อคุณภาพทางกายภาพ-เคมีของไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่ไม่เติมคาราจีแนน พบว่ามีปริมาณความชื้น

ตารางที่ 1 คุณภาพทางกายภาพ-เคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณที่แตกต่างกัน

	Carrageenan (%)			
	0 (Control)	1	1.5	2
Moisture (%)	67.94±0.34[a]	69.29±0.13[b]	69.24±0.18[b]	70.02±0.08[c]
WHC (%)	89.99±1.29[a]	94.37±0.51[b]	96.87±0.57[c]	98.48±0.38[d]
Cooking Loss (%)	5.08±0.12[b]	3.59±0.59[a]	3.39±0.41[a]	3.23±0.34[a]
Cooking Yield (%)	94.92±0.12[a]	96.41±0.59[b]	96.61±0.41[b]	96.77±0.34[b]

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[a–d] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

68.04% โปรตีน 19.75 % ไขมัน 3.46% เถ้า 2.26% และเยื่อใย 1.42% ผลการทดลองผลิตไส้กรอกไก่ไขมันต่ำโดยเติมคาราจีแนนในปริมาณ 0%, 1%, 1.5% และ 2% นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (ตารางที่ 1) พบว่าไส้กรอกทุกสูตรมีปริมาณความชื้นในระดับใกล้เคียงกัน และการเติมคาราจีแนนในปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้ไส้กรอกมีค่าความชื้นเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากคาราจีแนนมีคุณสมบัติเป็นไฮโดรคอลลอยด์ชนิดเจล (Gel) ที่สามารถกักโมเลกุลของน้ำไว้ภายในได้จึงสามารถรักษาความชื้นในผลิตภัณฑ์ได้ดี โดยไส้กรอกที่ไม่เติมคาราจีแนนมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 67.94% และเมื่อเติมคาราจีแนน 2% ไส้กรอกจะมีความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 70.02%

ผลการวิเคราะห์ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 0%, 1%, 1.5% และ 2% (ตารางที่ 1) พบว่าไส้กรอกทุกสูตรมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อเติมคาราจีแนนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากคาราจีแนนสามารถช่วยเพิ่มการจับตัวกับน้ำมากขึ้นเป็นผลให้อิมัลชันของระบบเกิดความเสถียรมากขึ้น และทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของไส้กรอกเพิ่มขึ้นด้วยนั้นเอง โดยไส้กรอกที่ไม่เติมคาราจีแนนมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเท่ากับ 89.99% และเมื่อเติมคาราจีแนน 2% ไส้กรอกไก่จะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 98.48% มีรายงานว่าการเติมคาราจีแนนจะช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี [13]–[16] Ayadi *et al*. [17] รายงานว่าไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อไก่งวงที่ได้จากการเลาะกระดูก (Mechanically Separated Turkey Meat) มีค่า WHC เพิ่มขึ้น 1% ถ้าเติมคาราจีแนนในระดับความเข้มข้นในช่วง 0–1.5% นอกจากนี้คาราจีแนนสามารถปรับปรุงความสามารถในการอุ้มน้ำได้ เนื่องจากไปทำให้เกิดอันตรกิริยาระหว่างกัม (Gum) : น้ำ หรืออันตรกิริยาระหว่างกัม : โปรตีน : น้ำ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับพีเอช โครงสร้างโมเลกุลของคาราจีแนน ความเข้มข้น และองค์ประกอบของสารอื่นๆ ในสูตรการผลิต [18], [19]

ผลการวิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการต้มสุกและค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) พบว่าไส้กรอกที่เติมคาราจีแนนทุกสูตรมีค่าการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการต้มสุกน้อยกว่าไส้กรอกชุดควบคุม (ไม่เติมคาราจีแนน) ปริมาณการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการทำสุกที่ลดลง เนื่องมาจากคาราจีแนนมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำและเพิ่มความคงตัวของอิมัลชันจึงทำให้สามารถจับตัวกับน้ำที่เพิ่มขึ้นในระบบทำให้ลดค่าการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการต้มสุกจึงมีผลทำให้ไส้กรอกมีปริมาณผลผลิตที่ได้สูงขึ้น โดยไส้กรอกที่ไม่เติมคาราจีแนนมีค่าการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการต้มสุกและปริมาณผลผลิตที่ได้เท่ากับ 5.08% และ 94.92% ตามลำดับ และเมื่อเติมคาราจีแนน 2% ไส้กรอกจะมีค่าการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการต้มสุกลดลงเป็น 3.23% และมีค่าปริมาณผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นเป็น 96.77% มีรายงานว่าการเติมคาราจีแนนที่ระดับความเข้มข้นสูงกว่า 3% จะทำให้ไส้กรอกมีปริมาณผลผลิตที่ดีภายหลังขั้นตอน

ตารางที่ 2 ค่าสีภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณที่แตกต่างกัน

Carrageenan (%)	Color Value		
	*L**	*a**	*b**
0 (Control)	66.61±0.40[b]	4.51±0.17[a]	15.94±6.61[a]
1	65.82±0.27[b]	6.66±0.38[ab]	17.94±4.38[a]
1.5	63.38±0.58[a]	7.59±2.04[b]	18.97±0.18[a]
2	63.44±2.01[a]	7.02±1.19[b]	16.04±0.95[a]

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[a–b] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การรมควันและการต้ม ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ไขมันต่ำมีปริมาณผลผลิตเท่ากับ 81.86% แต่เมื่อเติมคาราจีแนนในปริมาณ 0.3%, 0.5% และ 0.7% จะมีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 83.67%, 86.01% และ 87.15% ตามลำดับ ปริมาณผลิตจากกระบวนการที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลเนื่องมาจากคาราจีแนนสามารถช่วยปรับปรุงคุณสมบัติด้านการจับน้ำของไส้กรอก ทำให้การสูญเสียน้ำหนักของไส้กรอกในขั้นตอนการต้มสุกเกิดขึ้นน้อย [20]

3.2 ผลของระดับการเติมคาราจีแนนต่อค่าสีของไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ

ผลการวิเคราะห์ค่าสีภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 0%, 1%, 1.5% และ 2% (ตารางที่ 2) พบว่าไส้กรอกที่เติมคาราจีแนนมีค่า *L** ลดลง แต่มีค่าสี *a** และ *b** เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่เติมคาราจีแนน) และการเติมคาราจีแนนในปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ไส้กรอกมีสีคล้ำลง โดยไส้กรอกที่เติมคาราจีแนน 1% มีค่าสี *L**, *a** และ *b** ความแตกต่างกับชุดควบคุม ทั้งนี้ถ้าไส้กรอกมีการสูญเสียน้ำระหว่างการทำให้สุกมากและมีปริมาณผลผลิตที่ได้ต่ำจะส่งผลให้ไส้กรอกมีค่าความสว่างสูง และมีค่าสี *a** ต่ำ ในทางกลับกันถ้าไส้กรอกมีค่าปริมาณผลผลิตที่ได้สูงจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำออกจากไส้กรอกน้อยลงจึงมีผลให้ไส้กรอกมีสีคล้ำลงและมีสีแดงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Koutsopoulos *et al*. [21] พบว่าไส้กรอกที่เติมคาราจีแนน 1–3% มีสีคล้ำกว่าไส้กรอกที่ไม่เติมคาราจีแนน Cardodo *et al*. [22] พบว่าไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์เนื้อปลาคอตที่เติมคาราจีแนนมีสีแดงมากขึ้น Candogan และ Kolsarici [20] พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์เนื้อวัวไขมันต่ำ (ไขมันน้อยกว่า 3%) ที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 0.3%, 0.5% และ 0.7% มีค่าความสว่างเท่ากับ 58.05, 56.76 และ 56.47 ตามลำดับ ค่าสี *a** เท่ากับ 15.58, 16.01 และ 16.38 ตามลำดับ และค่าสี *b** เท่ากับ 8.49, 8.89 และ 8.99 ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสี b* ระหว่างไส้กรอกที่เติมและไม่เติมคาราจีแนน

3.3 ผลของระดับการเติมคาราจีแนนต่อลักษณะเนื้อสัมผัส (Textural Profile Analysis; TPA) ของ ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ

ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 0%, 1% 1.5% และ 2% (ตารางที่ 3) พบว่าค่าความแข็ง (Hardness) ของไส้กรอกชุดควบคุมมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เติมคาราจีแนน การเกิดเจลของคาราจีแนนทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นส่งผลต่อค่าแรงเฉือนและค่าความแข็งที่วัดได้ อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อเติมคาราจีแนนในปริมาณเพิ่มขึ้นไส้กรอกจะมีค่า Hardness และค่า Chewiness เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ขณะที่ค่า Cohesiveness ค่า Springiness และค่า Gumminess ลดลง ($p < 0.05$) ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของไส้กรอกเกิดขึ้นจากคาราจีแนนทำอันตรกิริยากับโปรตีนในเนื้อสัตว์ สอดคล้อง

ตารางที่ 3 ลักษณะเนื้อสัมผัส (Textural Profile Analysis; TPA) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณที่แตกต่างกัน

Carrageenan (%)	Hardness (g)	Springiness	Cohesiveness	Chewiness (g)	Gumminess
0 (Control)	3246.41±460.22^{ab}	0.97±0.02^{b}	0.83±0.01^{d}	2632.38±341.95^{a}	3196.41±291.34^{c}
1	3580.65±288.20^{bc}	0.95±0.01^{a}	0.81±0.02^{c}	2748.79±206.41^{a}	2709.29±375.19^{b}
1.5	3767.27±354.47^{c}	0.95±0.02^{a}	0.79±0.03^{bc}	2857.02±316.20^{ab}	2488.51±358.14^{a}
2	4119.04±375.57^{d}	0.95±0.02^{a}	0.78±0.02^{ab}	3033.84±293.88^{b}	2394.22±205.78^{a}

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$^{a–d}$ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กับผลการศึกษาของ Ruusunen *et al*. [23] และ Garcia-Garcia และ Totosaus [24] และ Bater *et al*. [25] พบว่าการเติมคาราจีแนนจะช่วยทำให้ไส้กรอกไขมันต่ำมีค่า Hardness เพิ่มขึ้น Barbut และ Mittal [4] และ Foegeding และ Ramsey [18] แคปป้าคาราจีแนนช่วยเพิ่มค่า Hardness โดยไปแทนที่ไขมันด้วยสารละลายของน้ำและกัม ขณะที่ไอโอต้าคาราจีแนนช่วยปรับปรุงความสามารถในการอุ้มน้ำ DeFreits *et al*. [26] แคปป้าคาราจีแนนและไอโอต้าคาราจีแนนช่วยเพิ่มผลผลิตหลังการต้มสุก ค่า Hardness และความแข็งแรงในการยึดเกาะของไส้กรอกลดไขมัน Hsu และ Chung [27] รายงานว่าลูกชิ้นไขมันต่ำที่เติมแคปป้าคาราจีแนนมีค่า Hardness และค่า Chewiness เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) จากการรายงานของ Ayadi *et al*. [17] พบว่าไส้กรอกเนื้อไก่งวงเลาะกระดูกมีค่าความแข็งที่ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) เมื่อเติมคาราจีแนนที่ระดับความเข้มข้นในช่วง 0 ถึง 0.5% แต่เมื่อเติมคาราจีแนนที่ระดับความเข้มข้น 0.8% และ 1.5% ทำให้ไส้กรอกมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยไส้กรอกที่เติมคาราจีแนนในระดับความเข้มข้น 0.5% และ 0.8% มีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 12–16 นิวตัน (N) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการเติมแคปป้าคาราจีแนน 0.2% ไม่มีผลต่อค่า Hardness ของสูตรส่วนผสมเนื้อบดละเอียด [18]

3.4 ผลของระดับการเติมคาราจีแนนต่อคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 0%, 1%, 1.5% และ 2% โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทำการประเมินการยอมรับด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale ซึ่งคะแนน 9 หมายถึง ยอมรับมากที่สุด และคะแนน 1 หมายถึง ไม่ยอมรับมากที่สุด ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4 พบว่าไส้กรอกที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 1.5% มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่าไส้กรอกที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 1% ขณะที่ไส้กรอกที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 1.5% ได้รับคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ยกเว้นด้านสีที่ไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) จากไส้กรอกที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 2% นอกจากนี้ไส้กรอกที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 1.5% และ 2% มีคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมที่ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ($p > 0.05$) อาจเนื่องมาจากไส้กรอกไขมันต่ำชุดควบคุมมีองค์ประกอบของไขมันในปริมาณต่ำ (3.46%) และเติมโปรตีนถั่วเหลืองที่ช่วยให้ไส้กรอกมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่นเนื้อในระดับที่ผู้ทดสอบชิมมีความพึงพอใจและให้การยอมรับ และอยู่ในระดับเดียวกันกับไส้กรอกที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 1.5% และ 2% โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความชอบรวมอยู่ในช่วง 6.13–6.93 ซึ่งจัดอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางเช่นกัน มีผลการรายงานการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่แตกต่างกันของไส้กรอกที่เติมคาราจีแนน โดยทั่วไปไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ที่เติมคาราจีแนนมีการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าชุด

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณที่แตกต่างกัน

Carrageenan (%)	Appearance	Color	Flavor	Texture	Overall Acceptability
0 (Control)	6.00±1.20^{b}	6.67±0.72^{bc}	6.00±1.41^{b}	6.07±1.52^{b}	6.13±1.50^{b}
1	5.10±1.68^{a}	5.73±1.01^{a}	4.73±1.46^{a}	4.80±1.40^{a}	5.13±1.34^{a}
1.5	6.47±1.88^{bc}	6.27±1.03^{ab}	6.40±1.56^{b}	6.67±1.66^{b}	6.93±1.67^{b}
2	7.13±2.02^{c}	7.13±0.92^{c}	6.47±1.49^{b}	6.20±1.52^{b}	6.87±1.54^{b}

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$^{a–c}$ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณที่แตกต่างกัน

Carrageenan (%)	Fat	Protein	Ash
0 (control)	3.46±0.19^{a}	19.75±0.11^{a}	2.26±0.08^{a}
1	3.29±0.03^{b}	19.80±0.08^{a}	2.28±0.07^{a}
1.5	3.23±0.05^{b}	19.85±0.07^{a}	2.27±0.05^{a}
2	3.13±0.13^{b}	19.91±0.05^{a}	2.29±0.06^{a}

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$^{a–c}$ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ควบคุม ($p < 0.05$) แต่จากการรายงานของ Candogan และ Kolsarici [20] การเติมคาราจีแนนมีผลในการปรับปรุงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์เพียงเล็กน้อย He และ Sebranek [28] รายงานว่าการเติมแคปป้าคาราจีแนนจะช่วยปรับปรุงคุณภาพของไส้กรอก แต่ยังคงมีคะแนนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่ำกว่าไส้กรอกแบบไขมันเต็ม (Full Fat) Ayadi *et al*. [17] พบว่าไส้กรอกไก่งวงมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเติมคาราจีแนนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น และผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านเนื้อสัมผัสกับไส้กรอกไก่งวงที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 0.8% และ 1.5% ในระดับที่ดีมาก Sharma *et al*. [29] มีรายงานว่าผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนน 0.9% มีคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสต่ำสุด

3.5 ผลของระดับการเติมคาราจีแนนต่อองค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณ 0%, 1%, 1.5% และ 2% (ตารางที่ 5) พบว่าไขมัน โปรตีน และเถ้าอยู่ในช่วง 3.11–3.46%, 19.75–19.91% และ 2.26–2.29% ตามลำดับ ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่ไม่เติมและเติมคาราจีแนนมีปริมาณโปรตีนและเถ้าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ขณะที่เมื่อเติมคาราจีแนนในปริมาณเพิ่มขึ้นไส้กรอกจะมีปริมาณไขมันลดลง ($p < 0.05$) โดยปริมาณไขมันจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของไส้กรอก เมื่อปริมาณไขมันลดลงจะทำให้ไส้กรอกมีค่า Hardness เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Textural Profile Analysis; TPA) ของไส้กรอก Demirci *et al*. [30] รายงานว่าผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นเนื้อปรุงสุกที่เติมสารประเภทกัม ได้แก่ แซนแทนกัม กัวกัม คาราจีแนน และโลคัสบีนกัม มีปริมาณไขมันลดลง ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับลูกชิ้นเนื้อชุดควบคุม

4. สรุป

ผลของการใช้คาราจีแนนเพื่อเพิ่มลักษณะคุณภาพของ

ไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ พบว่าไส้กรอกที่เติมคาราจีแนนมีปริมาณความชื้น ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ ปริมาณผลผลิตที่ได้ ค่า Hardness ค่า Chewiness ค่าสี a^* และ b^* เพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการต้มสุก ค่า Cohesiveness ค่า Gumminess และค่า L^* ลดลง ปริมาณโปรตีนและเถ้าของไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนนในปริมาณที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุม แต่ปริมาณไขมันลดลงเมื่อเติมคาราจีแนนในปริมาณเพิ่มขึ้น จากผลการประเมินค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าไส้กรอกไก่ไขมันต่ำที่เติมคาราจีแนน 1.5 และ 2% ได้รับคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่าไส้กรอกชุดควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าคาราจีแนนสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพทางด้านกายภาพ-เคมี โดยเฉพาะด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกไก่ไขมันต่ำ

เอกสารอ้างอิง

[1] R. S. Igoe, "Hydrocolloid interactions useful in food systems," *Food Technology*, vol. 36, no. 4, pp. 72–74, 1982.

[2] A. Trius, J. G. Sebranek, R. E. Rust, and J. M. Carr, "Low-fat bologna and beaker sausage: effects of carrageenans and chloride salts," *Journal of Food Science*, vol. 59, no. 5, pp. 941–945, 1994.

[3] A. Trius, J. G. Sebranek, R. E. Rust, and J. M. Carr, "Carrageenans in beaker sausage as affected by pH and sodium tripolyphosphate," *Journal of Food Science*, vol. 59, no. 5, pp. 946–951, 1994.

[4] S. Barbut and G. S. Mittal, "Use of carrageenans and xanthan gum in reduced fatbreakfast sausages," *LWT-Food Science and Technologies*, vol. 25, no. 6, pp. 509–513, 1992.

[5] E. N. Mallika, K. Prabhakar, and P. M. Reddy, "Low Fat Products-An overview," *Veterinary World*, vol. 2, no. 9, pp. 364–366, 2009.

[6] Y. L. Xiong, D. C. Noel, and W. G. Moody, "Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt," *Journal of Food Science*, vol. 64, no. 3, pp. 550–554, 1999.

[7] G. S. Mittal and S. Barbut, "Effects of carrageenans and xanthan gum on the texture and acceptability of low-fat frankfurters," *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 18, no. 3, pp. 201–216, 1994.

[8] K. Nicomrat, S. Chanthachum, and P. Adulyatham, "Effect of carrageenan on quality of frozen Moo yor," *International Food Research Journal*, vol. 23, no. 2, pp. 904–908, 2016.

[9] U. Hasret, "Effects of carrageenan and guar gum on the cooking and textural properties of low fat meatballs," *Food Chemistry*, vol. 95, no. 4, pp. 600–605, 2006.

[10] B. Bater, O. Descamps, and A. J. Maurer, "Quality characteristics of cured turkey thigh meat with added hydrocolloids," *Poultry Science*, vol. 72, no. 2, pp. 349–354, 1993.

[11] Association of Official Analytical Chemists, *Official Method of Analysis*, 19th ed., Washington, DC: AOAC, 2012.

[12] B. Dagbjartsson and M. Solberg, "A simple method to determine the water holding capacity of muscle foods," *Journal of Food Science*, vol. 37, no. 3, pp. 499–501, 1972.

[13] B. Bater, O. Descamps, and A. J. Maurer, "Kappa-Carrageenan effects on the gelation properties of simulated oven-roasted turkey

breast juice," *Journal of Food Science*, vol. 57, no. 4, pp. 845–847, 1992.

[14] Z. Pietrasik, "Binding and textural properties of beef gels processed with k-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase," *Meat Science*, vol. 63, no. 3, pp. 317–324, 2003.

[15] Z. Pietrasik and Z. Duda, "Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages," *Meat Science*, vol. 56, no. 2, pp. 181–188, 2000.

[16] D. Verbeken, N. Neirinck, P. V. Der Meeren, and K. Dewettinck, "Influence of kappa-carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins," *Meat Science*, vol. 70, no. 1, pp. 161–166, 2005.

[17] M. A. Ayadi, A. Kechaou, and H. Attia, "Influence of carrageenan addition on turkey meat sausage properties," *Journal of Food Engineering*, vol. 93, no. 3, pp. 278–283, 2009.

[18] E. A. Foegeding and S. R. Ramsey, "Effect of gums on low-fat meat batters," *Journal of Food Science*, vol. 51, no. 1, pp. 33–46, 1986.

[19] L. Wallingford and T. P. Labuza, "Evaluation of the water binding properties of food hydrocolloids by physical/chemical methods and in a low fat meat emulsion," *Journal of Food Science*, vol. 48, no. 1, pp. 1–5, 1983.

[20] K. Candogan and N. Kolsarici, "The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters," *Meat Science*, vol. 64, no. 2, pp. 199–206, 2003.

[21] D. A. Koutsopoulos, G. E. Koutsimanis, and J. G. Bloukas, "Effect of carrageenan level and packaging during ripening on processing and quality characteristics of low-fat fermented sausages produced with olive oil," *Meat Science*, vol. 79, no. 1, 188–197, 2008.

[22] C. M. L. Cardodo, R. Mendes, and M. L. Nunes, "Instrumental texture and sensory characteristics of cod frankfurter sausages," *International Journal of Food Properties*, vol. 12, no. 3, pp. 625-643, 2009.

[23] M. Ruusunen, J. Vainionpaa, E. Puolanne, M. Lyly, L. Lahteenmaki, M. Niemisto, and R. Ahvenainen, "Effect of sodium citrate, carboxymethylcellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausages," *Meat Science*, vol. 64, no. 4, pp. 371–381, 2003.

[24] E. Garcia-Garcia and A. Totosaus, "Low-fat sodium-reduced sausages: effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and k-carrageenan by a mixture design approach," *Meat Science*, vol. 78, no.4, pp. 406–413, 2008.

[25] B. Bater, O. Descamps, and A. J. Maurer, "Quality characteristics of hydrocolloid added oven-roasted turkey breasts," *Journal of Food Science*, vol. 57, no. 5, 1068–1070, 1992.

[26] Z. DeFreitas, J. G. Sebranek, D. G. Olson, and J. M. Carr, "Carrageenan effects on salt soluble meat proteins in model systems," *Journal of Food Science*, vol. 62, no. 3, pp. 539–543, 1997.

[27] S. Y. Hsu and H.-Y. Chung, "Effects of k-carrageenan, salt, phosphates and fat on qualities of low-fat emulsified meatballs," *Journal of Food Engineering*, vol. 47, no. 2, pp. 115–121, 2001.

[28] Y. He and J. G. Sebranek, "Frankfurters with lean finely textured tissue as affected by

ingredients," *Journal of Food Science*, vol. 61, no. 6, pp. 1275–1279, 1996.

[29] K. Sharma, S. K. Mendiratta, and B. D. Sharma, "Physico-chemical, sensory and lipid profile of low-fat chicken nuggets incorporated with carrageenan as fat replacer," *International Journal of Meat Science*, vol. 1, pp. 70–76, 2011.

[30] Z. O. Demirci, I. Yılmaz, and A. Ş. Demirci, "Effects of xanthan, guar, and carrageenan and locust bean gum addition on physical, chemical and sensory properties of meatballs," *Journal of Food Science and Technology*, vol. 51, no. 1, pp. 936–942, 2014.