ไส้กรอกอิมัลชันเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอ

Emulsion Sausage Adding with Fiber from Pomelo Albedo

วันเพ็ญ แสงทองพินิจ* สิริวดี บุญเรือน สุชาดา สอสะอาด และ เพียงขวัญ กรประเสริฐ

Wanpen Saengthongpinit*, Siriwadee Boonruan, Suchada Sosaoad,

and Phiangkhwan Kornprasote

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม นครปฐม 73000

Program of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom 73000

*Corresponding author: wpetchson@yahoo.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณภาพของไส้กรอกอิมัลชันที่มีการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยการเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอดิบและต้มลงในไส้กรอกปริมาณร้อยละ 3 5 7 และ 10 ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี พบว่าไส้กรอกมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.26 ถึง 1.80 ตามปริมาณเปลือกในส้มโอที่เติมลงไป ปริมาณความชื้น โปรตีน และเถ้าเพิ่มขึ้น ปริมาณไขมันลดลง เปลือกในส้มโอดิบช่วยลดปริมาณไนไตรท์และลดการหืนของไขมันในไส้กรอกได้มากกว่าเปลือกในส้มโอต้ม การเติมเปลือกในส้มโอช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุก (cooking loss) ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอพบว่ามีความแข็ง การคืนตัว และแรงที่ใช้ในการเคี้ยวลดลงเมื่อเติมเปลือกมากขึ้น การเติมเปลือกในส้มโอทำให้ไส้กรอกมีสีซีดลง ผู้บริโภคให้การยอมรับไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบร้อยละ 3 และเปลือกในส้มโอต้มร้อยละ 7

คำสำคัญ : ไส้กรอกอิมัลชัน เปลือกในส้มโอ ใยอาหาร ไนไตรท์

Abstract

The objective of this research was to study the quality of emulsion sausages, which were nutritionally improved by increasing fiber content from the addition of pomelo albedo (raw and cooked) at 3%, 5%, 7%, and 10%. The addition of albedo to sausages increased fiber content (0.26% to 1.80%), moisture, protein and ash content, but decreased fat content. Raw albedo decreased nitrite level and retarded oxidative rancidity more effectively than cooked albedo did. Moreover, albedo was able to decrease cooking loss. Adding albedo decreased hardness, springiness, and chewiness of the sausages. Sausages formulated with albedo had more lightness (L*) value. It was found that the consumer accepted the sausages added 3% raw and 7% cooked albedo.

Keywords: emulsion sausage, pomelo albedo, dietary fiber, nitrite

บทนำ

ส้มโอเป็นผลไม้ที่นิยมบริโภคกันมากทั้งในและนอกประเทศ โดยบริโภคเฉพาะส่วนเนื้อ จากการสอบถามข้อมูลจากบริษัท กำแพงแสน คอมเมอร์เชียล จำกัด ในปี 2550 มีการส่งออกส้มโอแกะเนื้อตลอดทั้งปี ประมาณ 1.2 ตันต่อสัปดาห์ ซึ่งมีส่วนเปลือกเหลือทิ้งประมาณ 0.3 ตันต่อสัปดาห์ เปลือกพืชตระกูลส้มเป็นแหล่งใยอาหารที่มีคุณภาพดีเหมาะสำหรับนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากมีสัดส่วนของใยอาหารที่ละลายน้ำ และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำใกล้เคียงกับ 1:2 มีสารประกอบไบโอแอคทีพ (bioactive compounds) เช่น ฟลาโวนอยด์และวิตามินซี ที่มีคุณสมบัติเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนท์ (antioxidant) ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักหลังการหุงต้ม (cooking loss) ของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ลดต้นทุน ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส เนื่องจากใยอาหารสามารถอุ้มน้ำและจับไขมัน (Cofrades *et al.* 2000; Garau *et al.* 2007; Marín *et al.* 2007)

การบริโภคอาหารที่มีไขมันสูง และใยอาหารต่ำมีความสัมพันธ์กับภาวะของโรคเรื้อรัง (chronic diseases) เช่น โรคมะเร็งลำไส้ โรคอ้วน โรคเส้นเลือดอุดตันเป็นต้น ผลสำรวจสุขภาพคนไทยอายุ 30 ปีขึ้นไป พบว่าคนอ้วนเพิ่มจากร้อยละ 20 ในปี 2534 เพิ่มเป็นร้อยละ 35 ในปี 2547 และล่าสุดองค์การอนามัยโลก (WHO) คาดว่าในปี 2558 จะมีคนไทยอายุ 30 ปีขึ้นไป เป็นโรคอ้วนเพิ่มเป็นร้อยละ 46 หรือไม่น้อยกว่า 21 ล้านคน สถิติล่าสุดจากกระทรวงสาธารณสุขพบว่า คนไทยเสียชีวิตจากโรคมะเร็งถึงปีละกว่า 50,000 ราย โดยที่มะเร็งลำไส้ขึ้นมาเป็นอันดับ 3 นอกจากนี้คนไทยยังเป็นโรคเบาหวานที่รู้ตัวแล้วถึงกว่า 3 ล้านราย และกว่า 10 ล้านรายมีอัตราความเสี่ยงสูง ทั้งนี้เกิดจากการรับประทานอาหารที่ไม่สมดุล รับประทานอาหารที่มีแป้ง ไขมัน น้ำตาล และเนื้อสัตว์มากเกินไป และบริโภคผักผลไม้น้อยลง (กระทรวงสาธารณสุข. 2550)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหารในไส้กรอกอิมัลชันด้วยเปลือกในส้มโอ และศึกษาผลของการเติมเปลือกในส้มโอดิบและต้มต่อคุณภาพของไส้กรอก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมเปลือกส้มโอ

ส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งเฉพาะส่วนเปลือกในสีขาว (albedo) โดยใช้เปลือกในส้มโอดิบบดให้มีขนาด 4.5 มม. และเปลือกในส้มโอต้มในน้ำเดือด 5 นาที บีบน้ำออกและบดให้มีขนาด 4.5 มม. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น เส้นใย เถ้า ความเป็นกรดด่าง ตามวิธี AOAC (2000) วัดคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ สี

2. การทำไส้กรอก

ไส้กรอกสูตรควบคุมดัดแปลงจากสูตรของกรมปศุสัตว์ประกอบด้วยเนื้อแดงร้อยละ 84 ไขมันร้อยละ 16 และส่วนผสมอื่นๆ คิดเป็นร้อยละของปริมาณเนื้อสัตว์ทั้งหมดได้แก่ เกลือ พริกไทยป่น น้ำตาล อย่างละร้อยละ 1.23 น้ำแข็งร้อยละ 7.69 ฟอสเฟต ผงเพรก และ ดอกจันทร์ป่นอย่างละร้อยละ 0.1 น้ำปลาร้อยละ 1.54 ลูกผักชีป่นอบเชยป่นและ ผงปาปริก้า อย่างละร้อยละ 0.2 และแป้งมันร้อยละ 3.08 สำหรับไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบและเปลือกในส้มโอต้มจะเติมเปลือกในส้มโอในปริมาณร้อยละ 3 5 7 และ 10

การผลิตไส้กรอกโดยนำเนื้อหมูหมักด้วยเกลือและผงเพรกนำไปแช่เย็น 24 ชั่วโมง นำมาสับผสมควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 5 นาที จากนั้นใส่ส่วนผสมอื่นๆ และเปลือกในส้มโอ สับให้เป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุส่วนผสม (batter) ในไส้เซลลูโลสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 4 นิ้ว นำไปต้มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส 15 นาที และทำให้เย็นทันที

3. การวิเคราะห์คุณภาพไส้กรอกเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอ

ไส้กรอกเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอและสูตรควบคุมนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใย ความเป็นกรดด่าง และไนไตรท์ ตามวิธี AOAC (2000) และการหืนของผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยา oxidative rancidity (thiobarbituric acid; TBA) ตามวิธีของ Pearson (1976) วิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่การสูญเสียน้ำหนักหลังการต้มสุก (cooking loss) ตามวิธีของ Hughes *et al.* (1997) วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) โดยใช้เครื่อง Stable Micro System รุ่น TA XT plus ใช้หัววัดทรงกระบอกตัน No. P/50 ตัดไส้กรอกให้มีความหนา 2 เซนติเมตร ความเร็วหัววัด 2 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยวัดค่าความแข็ง (hardness) การคืนตัว (springiness) แรงยึดเกาะ (cohesiveness) และแรงที่ใช้ในการเคี้ยว (chewiness) การวัดค่าสี (CIE L*a*b*) ด้วยเครื่องวัดสี HunterLab รุ่น Mini Scan XE plus โดยวัดค่าความสว่างหรือความเข้มของสี (lightness: L*) ค่าสีแดง (redness: a*) และค่าสีเหลือง (yellowness: b*) ทำการวัด 3 ตำแหน่งต่อ 1 ตัวอย่าง

วางแผนการทดลองแบบการสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างผลของชนิดและปริมาณของเปลือกในส้มโอ โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

4. การทดสอบทางประสาทสัมผัสไส้กรอกเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอ

ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน โดยทดสอบความชอบ (preference test) ให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 คะแนน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (RCBD) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของชนิดและปริมาณของเปลือกในส้มโอ โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของเปลือกในส้มโอ

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของเปลือกในส้มโอดิบ และต้ม (ไม่ได้แสดงข้อมูล) พบว่าเปลือกต้มมีความชื้นมากกว่าเปลือกดิบเนื่องจากในกระบวนการต้มเปลือกในส้มโอดูดซับน้ำเอาไว้ ปริมาณเถ้าและเส้นใยของเปลือกในส้มโอดิบมีปริมาณสูงกว่าเปลือกในส้มโอต้ม เนื่องจากการต้มทำให้สูญเสียแร่ธาตุ และใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้ เช่นเพคติน (Marín *et al.* 2007) ซึ่งสอดคล้องกับ วันเพ็ญ (2551) พบว่าเปลือกในส้มโอที่ผ่านการต้มจะมีใยอาหารที่ละลายน้ำลดลงและมีใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำเพิ่มมากขึ้น เปลือกในส้มโอต้มมีพีเอชสูงกว่าเปลือกในส้มโอดิบ เนื่องจากการต้มทำให้สูญเสียกรดอินทรีย์ (Fernández Ginés *et al.* 2004) เปลือกในส้มโอต้มจะมีสีซีดลง หรือมีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้น

2. องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอ

องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอก (ตารางที่ 1) พบว่าปริมาณความชื้นของไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบสูงกว่าไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอต้มเนื่องจากในเปลือกดิบมีปริมาณเส้นใยอยู่สูงกว่าเปลือกต้มโดยเฉพาะใยอาหารที่ละลายน้ำได้เช่น เพคติน จึงสามารถดูดซับน้ำจากไส้กรอกไว้ได้มากกว่าเปลือกในส้มโอต้ม (Fernandez *et al.* 2004) การเติมเปลือกในส้มโอในไส้กรอกทำให้สัดส่วนของไขมันลด และพบว่าปริมาณไขมันในไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบต่ำกว่าไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอต้ม วันเพ็ญ (2551) พบว่าเปลือกในส้มโอต้มมี

ความสามารถในการดูดซับน้ำมันได้ดีกว่าเปลือกในส้มโอดิบ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเปลือกในส้มโอต้มมีใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำเช่นเซลลูโลสอยู่มาก ซึ่งเซลลูโลสมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำมันได้ดี (Chi-Fai *et al.* 2006; Marin *et al.* 2007) ปริมาณเถ้า เส้นใยและโปรตีนของไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเปลือกในส้มโอที่เติมลงไป โดยเฉพาะไส้กรอกที่เติมเปลือกดิบจะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าไส้กรอกที่เติมเปลือกต้ม เนื่องจากใยอาหารจากเปลือกในส้มโอมีลักษณะคล้ายร่างแหและมีเพคตินอยู่จึงดูดซับโปรตีนเอาไว้ไม่ให้สูญเสียไปเนื่องจากการต้ม (Fernandez *et al.* 2004) พีเอชของไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบมีค่าต่ำกว่าไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอต้มและสูตรควบคุม ปริมาณไนไตรท์ที่เหลือในไส้กรอกพบว่าไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบจะมีปริมาณไนไตรท์ที่เหลือน้อยกว่าไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอต้ม และสูตรควบคุม ตามลำดับ เนื่องจากไนไตรท์ทำปฏิกิริยากับ active biocompounds ที่มีอยู่ในเปลือกในส้มโอ ทั้งนี้การต้มจะทำให้ active biocompounds ลดลง (Fernandez *et al.* 2004) การลดลงของไนไตรท์มีประโยชน์ต่อสุขภาพเนื่องจากลดการเกิดไนโตรซามีน ที่เป็นสารก่อมะเร็ง

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมี ค่าความเป็นกรดด่างของไส้กรอกเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอ

ตัวอย่าง	ความชื้น (%)	ไขมัน (%)	โปรตีน (%)	เส้นใย (%)	เถ้า (%)	พีเอช	ไนไตรท์ (ppm)
Control	60.30±0.80^{bc}	13.14±0.06^{a}	12.81±0.18^{g}	0.02±0.01^{g}	1.93±0.04^{f}	5.68±0.01^{a}	0.21±0.01^{a}
R 3	60.62±1.05^{ab}	10.34±0.03^{f}	13.58±0.08^{e}	0.26±0.02^{f}	2.07±0.04^{de}	5.67±0.01^{b}	0.15±0.01^{ab}
R 5	60.92±0.68^{ab}	10.10±0.04^{g}	14.14±0.05^{c}	0.44±0.03^{d}	2.09±0.02^{d}	5.66±0.01^{bc}	0.07±0.01^{c}
R 7	61.14±1.01^{a}	9.94±0.05^{h}	14.31±0.04^{b}	1.24±0.03^{c}	2.14±0.02^{d}	5.65±0.01^{cd}	0.06±0.05^{c}
R 10	60.58±0.51^{ab}	9.26±0.03^{i}	14.67±0.09^{a}	1.80±0.04^{a}	2.19±0.01^{a}	5.64±0.01^{d}	0.08±0.01^{c}
C 3	59.66±0.71^{c}	11.80±0.03^{b}	13.27±0.05^{f}	0.26±0.02^{f}	2.04±0.04^{e}	5.67±0.01^{b}	0.19±0.02^{a}
C 5	59.76±0.49^{c}	11.47±0.03^{c}	13.66±0.10^{d}	0.37±0.06^{e}	2.07±0.02^{de}	5.67±0.01^{b}	0.18±0.01^{b}
C 7	60.25±0.53^{bc}	11.23±0.04^{d}	14.15±0.06^{c}	1.23±0.05^{c}	2.13±0.02^{c}	5.67±0.01^{b}	0.18±0.15^{b}
C 10	61.29±1.00^{a}	10.95±0.12^{e}	14.38±0.03^{b}	1.74±0.03^{b}	2.17±0.02^{ab}	5.66±0.01^{bc}	0.20±0.01^{a}

อักษร $^{a-i}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

Control คือ ตัวอย่างควบคุม R3 R5 R7 และ R10 คือ ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอส่วนขาวดิบร้อยละ 3 5 7 และ10

C3 C5 C7 และ C10 คือ ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอส่วนขาวต้มร้อยละ 3 5 7 และ10

การหืนของไขมันในไส้กรอกโดยดูจากค่า TBA (ตารางที่ 2) พบว่าการหืนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ไส้กรอกสูตรควบคุมจะมีค่าสูงกว่าไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอ โดยไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบจะมีค่า TBA ต่ำกว่าไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอต้ม ทั้งนี้เนื่องจากเปลือกส้มดิบมีสารแอนตี้ออกซิแดนท์ (antioxidant) อยู่การต้มเปลือกจะทำให้ประสิทธิภาพการต้านการหืนลดลง (Garau *et al.* 2007; Marín *et al.* 2007 และวันเพ็ญ. 2551) ซึ่งสอดคล้องกับ Aleson-Carbonell *et al.* (2005) พบว่าเบอเกอร์ที่เติมเปลือกเลมอนดิบมีค่าการหืนต่ำกว่าเบอเกอร์ที่เติมเปลือกเลมอนต้ม และวันเพ็ญ (2553) พบว่าหมูยอที่เติมเปลือกในส้มโอดิบมีค่าการหืนต่ำกว่าหมูยอที่เติมเปลือกในส้มโอต้ม

3. คุณสมบัติทางกายภาพของไส้กรอกเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอ

การเติมเปลือกในส้มโอทั้งสองชนิดช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักหลังการต้ม (cooking loss) ของไส้กรอก (ไม่ได้แสดงข้อมูล) โดยสูตรควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 4.50 แต่เมื่อเติมเปลือกดิบและเปลือกต้มร้อยละ 7 จะสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.70 และ 2.89 ตามลำดับ โดยเมื่อเติมเปลือกในส้มโอเพิ่มขึ้นค่าการสูญเสียน้ำหนักจะลดลง เนื่องจากเปลือกในส้มโอมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำและไขมัน (Marin *et al.* 2007) สีของไส้กรอก (ไม่ได้แสดงข้อมูล) พบว่าชนิดและปริมาณของเปลือกในส้มโอที่เติมลงในไส้กรอกมีผลทำให้ไส้กรอกมีสีซีดหรือค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้น ไส้กรอกที่เติมเปลือกดิบและต้มร้อยละ 7 มีค่าความสว่าง 63.77 และ 64.74 ตามลำดับ ค่าความสว่างของไส้กรอกจะเพิ่มขึ้นเมื่อเติมเปลือกในส้มโอปริมาณมากขึ้น (Fernández Ginés *et al.* 2004; Aleson-Carbonell *et al.* 2005) ค่าสีแดง (a*) ของไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบมีค่าสีแดงมากกว่าไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอต้ม ไส้กรอกที่เติมเปลือกดิบและต้มร้อยละ 7 มีค่าสีแดง 5.42 และ 4.82 ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าสีแดงของไส้กรอกมีความสัมพันธ์กับค่า TBA (ตารางที่ 2) ไส้กรอกที่เติมเปลือกดิบมีค่า TBA ต่ำจะมีค่าสีแดงสูง ส่วนไส้กรอกที่เติมเปลือกต้มมีค่า TBA สูง จะมีค่าสีแดงต่ำ เนื่องจากสารประกอบเปอร์ออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันจะไปฟอกสีทำให้สีจางลง (Aleson-Carbonell *et al.* 2005) ซึ่งจะให้ผลเช่นเดียวกับหมูยอเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอของวันเพ็ญ (2553)

ตารางที่ 2 ค่าการหืนของไส้กรอกเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (มิลลิกรัมมาโลแนลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมเนื้อสัตว์)

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)			
	0	**4**	**8**	**12**
Control	$0.53\pm0.03^{C,a}$	$1.63\pm0.04^{B,a}$	$1.88\pm0.04^{AB,a}$	$2.23\pm0.04^{A,a}$
R 3	$0.38\pm0.05^{D,c}$	$0.81\pm0.09^{C,b}$	$1.15\pm0.09^{B,c}$	$1.56\pm0.13^{A,bc}$
R 5	$0.28\pm0.02^{D,d}$	$0.44\pm0.04^{C,c}$	$0.84\pm0.11^{B,d}$	$1.21\pm0.02^{A,d}$
R 7	$0.24\pm0.02^{C,de}$	$0.29\pm0.03^{C,cd}$	$0.41\pm0.06^{B,e}$	$0.58\pm0.06^{A,f}$
R 10	$0.10\pm0.03^{C,f}$	$0.15\pm0.03^{C,d}$	$0.31\pm0.03^{B,ef}$	$0.63\pm0.05^{A,ef}$
C 3	$0.46\pm0.03^{C,b}$	$0.40\pm0.06^{C,c}$	$1.41\pm0.02^{B,b}$	$1.67\pm0.05^{A,b}$
C 5	$0.35\pm0.06^{C,cd}$	$0.42\pm0.02^{C,c}$	$0.94\pm0.01^{B,d}$	$1.70\pm0.05^{A,b}$
C 7	$0.29\pm0.02^{C,d}$	$0.37\pm0.02^{C,cd}$	$0.90\pm0.18^{B,d}$	$1.43\pm0.02^{A,c}$
C 10	$0.19\pm0.02^{C,e}$	$0.22\pm0.01^{C,cd}$	$0.40\pm0.03^{B,e}$	$0.77\pm018^{A,e}$

อักษร $^{a-f}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)
อักษร $^{A-D}$ ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)
Control คือ ตัวอย่างควบคุม R3 R5 R7 และ R10 คือ ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอส่วนขาวดิบร้อยละ 3 5 7 และ10
C3 C5 C7 และ C10 คือ ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอส่วนขาวต้มร้อยละ 3 5 7 และ10

ลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอก (ตารางที่ 3) พบว่าความแข็ง (hardness) ของไส้กรอกสูตรควบคุมมีค่าความแข็งไม่แตกต่างจากสูตรที่เติมเปลือกในส้มโอต้มร้อยละ 3 แต่มีค่าความแข็งมากกว่าสูตรที่เติมเปลือกในส้มโอดิบและสูตรที่เติมเปลือกในส้มโอต้มร้อยละ 5 7 และ 10 เนื่องจากการเติมเปลือกในส้มโอลงในไส้กรอกจะไป

รบกวนการเกิดอิมัลชันของโปรตีนและไขมันทำให้โครงสร้างของอิมัลชันไม่ต่อเนื่องทำให้ค่าความแข็งลดลง ค่าความคืนตัว ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบและต้มมีค่าความคืนตัว (springiness) ค่าการเกาะตัว (cohesiveness) และแรงที่ใช้ในการเคี้ยว (chewiness) ไม่แตกต่างกันแต่มีแนวโน้มลดลง เมื่อเติมเปลือกในปริมาณที่มากขึ้น

4. ลักษณะทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอ

คะแนนความชอบด้านกลิ่น ความแน่นเนื้อ รสขม ความชุ่มน้ำ และความชอบรวมของไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบร้อยละ 3 และเปลือกในส้มโอต้มร้อยละ 3 5 และ 7 ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม (ตารางที่ 4) ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบร้อยละ 5 7 และ 10 มีคะแนนความชอบด้านความชุ่มน้ำต่ำซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณไขมันที่ลดลง (ตารางที่ 1) เนื่องจากไขมันจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มน้ำมากขึ้น และพบว่าผู้บริโภคสามารถรู้สึกถึงรสขมที่เกิดขึ้นจึงทำให้ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบร้อยละ 5 7 และ 10 มีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกอิมัลชันเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอ

ตัวอย่าง	ความแข็ง (นิวตัน)	การคืนตัว	การเกาะตัว	การเคี้ยว (นิวตันเมตร)
Control	12388±1140^{a}	0.87±0.06^{ab}	0.73±0.01^{ab}	7849±998^{ab}
R 3	11091±1291^{bc}	0.92±0.03^{ab}	0.75±0.06^{ab}	7649±877^{abc}
R 5	10779±432^{bcd}	0.90±0.01^{ab}	0.70±0.02^{bc}	6813±270^{bcde}
R 7	10676±884^{bcd}	0.90±0.01^{ab}	0.67±0.01^{bc}	6478±593de
R 10	9796±414^{d}	0.85±0.07^{b}	0.67±0.04^{bc}	5571±473^{e}
C 3	12533±830^{a}	0.89±0.02^{ab}	0.72±0.01^{ab}	7997±424^{a}
C 5	11855±1408^{ab}	0.88±0.05^{ab}	0.71±0.01^{abc}	7434±1113^{abcd}
C 7	10878±665^{bcd}	1.02±0.21^{a}	0.66±0.01^{c}	7124±390^{abcd}
C 10	10286±427^{cd}	0.86±0.01^{b}	0.72±0.10^{ab}	6388±262de

อักษร $^{a-e}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

Control คือ ตัวอย่างควบคุม R3 R5 R7 และ R10 คือ ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอส่วนขาวดิบร้อยละ 3 5 7 และ10

C3 C5 C7 และ C10 คือ ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอส่วนขาวต้มร้อยละ 3 5 7 และ10

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การเติมเปลือกในส้มโอทำให้ไส้กรอกมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณเส้นใย เถ้า และโปรตีนจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเปลือกในส้มโอที่เติมลงไป การเติมเปลือกในส้มโอในไส้กรอกช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักหลังการต้ม ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอจะมีปริมาณไนไตรท์ตกค้างลดลงโดยเฉพาะไส้กรอกที่เติมเปลือกส้มโอดิบ ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอดิบยังช่วยชะลอการหืนได้ดีกว่าไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอต้ม ซึ่งการหืนทำให้ไส้กรอกมีสีแดงลดลง ความแข็ง การคืนตัว แรงที่ใช้ในการเคี้ยว ของไส้กรอกจะลดลงตามปริมาณของเปลือกในส้มโอที่เพิ่มขึ้น จากการทดสอบผู้บริโภคพบว่าการใช้เปลือกในส้มโอดิบจะใช้ได้ร้อยละ 3 เปลือกในส้มโอต้มใช้ได้ร้อยละ 7

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ตารางที่ 4 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกเสริมใยอาหารจากเปลือกในส้มโอ

ตัวอย่าง	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	สี	กลิ่น	ความแน่น	รสขม	ความชุ่ม	ความชอบรวม
Control	6.90±0.71	6.47±1.11	6.67±1.27^{a}	6.90±0.89^{a}	6.33±0.99^{a}	6.97±0.89^{a}
R 3	6.43±0.68	6.47±0.78	6.50±0.94^{a}	6.57±0.89^{ab}	6.30±0.95^{a}	6.80±0.71^{a}
R 5	6.13±0.86	5.03±1.71	4.50±1.43^{b}	3.60±1.07^{c}	4.30±1.60^{b}	4.03±1.13^{c}
R 7	5.67±1.49	5.07±1.26	4.17±1.56^{b}	3.87±1.28^{c}	4.43±1.63^{b}	4.03±1.40^{c}
R 10	5.10±1.35	4.43±1.36	4.00±1.91^{b}	2.73±0.83^{d}	3.97±1.94^{b}	3.40±1.16^{d}
C 3	6.77±0.68	6.10±0.96	6.50±1.3^{a}	6.60±0.81^{ab}	6.37±1.01^{a}	6.83±0.83^{a}
C 5	6.63±0.96	6.27±1.08	6.27±1.17^{a}	6.63±0.67^{ab}	6.10±1.21^{a}	6.73±0.83^{ab}
C 7	6.43±0.86	6.27±1.08	6.07±1.36^{a}	6.57±0.50^{ab}	6.10±1.40^{a}	6.60±0.86^{ab}
C 10	6.40±0.72	6.13±1.53	6.03±0.96^{a}	6.23±0.57^{b}	5.90±1.19^{a}	6.27±0.74^{b}

อักษร $^{a-d}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

Control คือ ตัวอย่างควบคุม R3 R5 R7 และ R10 คือ ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอส่วนขาวดิบร้อยละ 3 5 7 และ10

C3 C5 C7 และ C10 คือ ไส้กรอกที่เติมเปลือกในส้มโอส่วนขาวต้มร้อยละ 3 5 7 และ10

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2550. โรคอ้วนระบาดสังคมไทย. กระทรวงสาธารณสุขเตือนระวัง. แหล่งที่มา URL: http://www.thaihealth.or.th/cms/detail.php?id=5280. 14 กุมภาพันธ์ 2551.

วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. 2551. การผลิตและคุณสมบัติของใยอาหารจากเปลือกส้มโอเพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร. เอกสารการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมครั้งที่ 1 (บทคัดย่อ). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 23-24 ตุลาคม 2551 หน้า 8.

วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. 2553. การเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์หมูยอ. เอกสารการประชุมวิชาการครั้งที่ 48 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เล่มที่ 8 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3-6 กุมภาพันธ์ 2553. หน้า 269-276.

AOAC. 2000. Official method of analysis 15th ed. Washingtion D.C: .Association of Official Analytical Chemist.

Aleson-Carbonell, L and J. Fernández-López. 2005. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. Innovative Food & Emerging Technologies, 6(2): 247-255.

Chi-Fai Chau, Yu-Ling Wen and Yi-Ting Wang. 2006. Effects of micronisation on thecharacteristics and physicochemical propertics of insoluble fibres. J Sci Food and Agric., 86: 2380-2386

Cofrades, S., M.A. Guerra, J. Carballo, andet al. 2000. Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. J Food Sci., 65: 281–287.

Fernandez, G., J.M. Frutos, J.F. Lopez and et al. 2004. Lamon albedo as 2 new source of dietary fiber: Apilication to Bolongna sausage. Meat sci**.,** 67: 7-13.

Garau, M.C., S. Simal, C. Rosselló and A. Femenia. 2007. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fiber and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v.Canoneta) by-products. Food Chem. 104:1014-1024.

Hughes, E., S. Cofrades and D.J. Troy. 1997. Effect of fat level, oat fiber and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. Meat Sci. 45: 273-281.

Marín, F.R., C. Soler-Rivas, O. Benavente-García, J. Castillo and J.A. Pérez-Alvarez. 2007. By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibres. Food Chem. 100(2): 736-741.

Pearson, D. 1976. The Chemical Analysis of Foods. 7th ed., London: Churchill Livingstone. 575 p.