



รายงานการวิจัย
เรื่อง

ลักษณะของระบบอิมัลชันในเนื้อสัตว์ที่ได้รับอิทธิพลจากการเติมอัลเบโดจาก
เปลือกส้มโอในระดับที่แตกต่างกัน

Characteristics of Meat Emulsion Systems as Influenced by
Different Levels of Pomelo Albedo

นางสาวมนฤทัย ศรีทองเกิด
นางสาวจิราวรรณ วัชรคุณ
นายกวินท์ มอญถนอม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต



รายงานการวิจัย
เรื่อง

ลักษณะของระบบอิมัลชันในเนื้อสัตว์ที่ได้รับอิทธิพลจากการเติมอัลเบโดจาก
เปลือกส้มโอในระดับที่แตกต่างกัน

Characteristics of Meat Emulsion Systems as Influenced by
Different Levels of Pomelo Albedo

นางสาวมนฤทัย ศรีทองเกิด
หลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร โรงเรียนการเรือน
นางสาวจิราวรรณ วัชรคุณ
หลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร โรงเรียนการเรือน
นายกวินท์ มอญถนอม
หลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร โรงเรียนการเรือน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ปีงบประมาณ 2556)

หัวข้อวิจัย	ลักษณะของระบบอิมัลชันในเนื้อสัตว์ที่ได้รับอิทธิพลจากการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอในระดับที่แตกต่างกัน
ผู้ดำเนินการวิจัย	นางสาวมนฤทัย ศรีทองเกิด นางสาวจิราวรรณ วัชรกุล นายกวินท์ มอญถนอม
หน่วยงาน	หลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ปี พ.ศ.	2557

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ ต่อคุณสมบัติของอิมัลชัน ทำการศึกษาโดยใช้ระบบจำลองอิมัลชัน ซึ่งเตรียมขึ้นโดยการเพิ่มความเข้มข้นของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ (ชนิดสดและแห้ง) เป็น 5 ระดับคือ ร้อยละ 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 โดยน้ำหนักตามลำดับ เติมน้ำมันเนื้อที่ได้จากการเลาะโครงกระดูก จากนั้นวิเคราะห์ความสามารถในการเกิดอิมัลชัน ความคงตัว ค่าสี ความหนืดและการไหลของอิมัลชัน พบว่าการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอส่งผลให้ค่าความคงตัวและค่าการเกิดอิมัลชันเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดเมื่อเติมอัลเบโดในระดับร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก การเติมอัลเบโดที่ผ่านการอบแห้งส่งผลให้ประสิทธิภาพการเกิดอิมัลชันและค่าความคงตัวของอิมัลชันสูงกว่าอัลเบโดที่ไม่ผ่านการอบแห้งและส่งผลให้ค่าความสว่างลดลง ค่า a และ b เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความหนืดของอิมัลชันที่มีการเติมอัลเบโดชนิดสดมีค่าความหนืดสูงกว่าการเติมอัลเบโดชนิดอบแห้ง และการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอในระดับร้อยละ 5 เหมาะสำหรับการนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ และยังเป็นแหล่งใยอาหารที่ดีสำหรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่อีกด้วย

Research Title	Characteristics of Meat Emulsion Systems as Influenced by Different Levels of Pomelo Albedo
Researcher	Miss Monruthai Srithongkerd
Research Consultants	Miss Jirawan Whatcharakhul Mr. Kawin Mornthanhom
Organization	Food Process Technology Program. School of Culinary Arts. Suan Dusit Rajabhat University
Year	2014

The aims of this research was to study the effects of Pomelo albedo additions. The simulated meat emulsion systems were prepared using fresh or dried pomelo albedo. The albedo concentrations were varied from 0 to 10% w/w before adding to the emulsion in skeletal pruned meat. Afterthat, the emulsion capacity, emulsion stability, color, viscosity and emulsion flow were investigated. The results indicated that the addition of 5% w/w pomelo albedo affected to a significant increase of emulsion capacity and stability. The emulsion stability, color *a* and *b* values were significantly higher in the dried pomelo albedo addition than in fresh pomelo albedo. However, the fresh pomelo albedo addition affected to a greater increase in emulsion viscosity than in dried from In summary, the addition of 5% w/w pomelo albedo was the most appropriate formular for meat product development and also be a good source of dietary fiber for chicken sausage.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตในการสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.กนกกานต์ วีระกุล คณบดีโรงเรียนการเรือน ที่ให้การสนับสนุนในการใช้เครื่องมือ ตลอดจนให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณสุรรัตน์ จิตพัฒนกุล ผู้จัดการบ้านสวนดุสิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งสุพรรณบุรี ในการให้ความช่วยเหลือ อนุเคราะห์ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานวิจัย ในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ศวรรยา ปันตลสุข และอาจารย์สุราสินี ชื่นทอง อาจารย์ปิยวรรณ อยู่ดี อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร ในการให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูล และให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเคมีอาหาร ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร และห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร ที่ให้การช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอดการวิจัย

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากงานวิจัยเล่มนี้ ขอมอบให้กับคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ทุกท่าน สดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ที่ได้อบรม สั่งสอนสนับสนุน และให้กำลังใจตลอดมา

คณะผู้วิจัย

2557

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
สมมติฐานการวิจัย	2
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
ส้มโอ	4
เส้นใยอาหาร	5
อัลเบโด	9
อิมัลชัน	10
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
กรอบแนวคิดในการวิจัย	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	14
วัตถุประสงค์	14
อุปกรณ์และเครื่องมือ	14
สารเคมี	16
วิธีการ	17
สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล	19
บทที่ 4 ผลการวิจัย	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผลการศึกษาคูณภาพทางเคมีและกายภาพของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ ทั้งชนิดสดและอบแห้ง และเนื้อไ้ที่ได้จากการเลาะโครง	21
ผลของการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสดและอบแห้งต่อคุณสมบัติ การทำงานของระบบจำลองอิมัลชันในเนื้อไ้ที่ได้จากการเลาะโครง	22
การศึกษาคูณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไ้ที่เติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ	26
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	29
สรุปผลการวิจัย	29
อภิปรายผล	29
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	29
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	30
บรรณานุกรม	31
บรรณานุกรมภาษาไทย	31
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ	31
ภาคผนวก	35
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คูณภาพทางด้านกายภาพ	36
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คูณภาพทางด้านเคมี	42
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คูณภาพทางประสาทสัมผัส	53
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน	55
ประวัติผู้วิจัย	62

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	การจำแนกองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยอาหาร	6
4.1	คุณภาพทางเคมีและกายภาพของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้งและเนื้อไ้ที่ได้จากการเลาะโครง	21
4.2	คุณภาพทางกายภาพของระบบจำลองอิมัลชันที่ทำการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสด โดยทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการเกิดอิมัลชัน ค่าความคงตัว และค่าสี	22
4.3	คุณภาพทางกายภาพของระบบจำลองอิมัลชันที่ทำการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสด โดยทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการเกิดอิมัลชัน ค่าความคงตัว และค่าสี	23
4.4	คุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไ้ที่ได้จากการเลาะโครงไ้สูตรควบคุมและสูตรที่มีการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้งที่ได้ระดับการเติมร้อยละ 5	26
4.5	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไ้ที่ได้จากการเลาะโครงไ้สูตรควบคุมและสูตรที่มีการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้งที่ได้ระดับการเติมร้อยละ 5	27

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างของเซลล์โลส	9
2.2	อัลเบโดในเปลือกส้มโอ	10
2.3	อิมัลชันในเนื้อสัตว์	11
4.1	ค่าความหนืดและพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชันที่เติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสด	24
4.2	ค่าความหนืดและพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชันที่เติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดอบแห้ง	25
ก-1	เครื่องวัดสี (Handy colorimeter NR-3000, Japan)	37
ข-1	ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)	43
ข-2	การย่อยตัวอย่าง	45
ข-3	การกลั่นตัวอย่าง	45
ข-4	เครื่องสกัดไขมัน	46
ข-5	เตาเผา (Muffle furnace)	48
ข-6	เครื่องสกัดเส้นใยหยาบ	50

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันนี้พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปเนื้อสัตว์มีราคาที่สูงมากขึ้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต ผู้ผลิตจึงได้มีการนำเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครงกระดูกซึ่งมีลักษณะเป็นชิ้นเล็กมาใช้เพื่อเพิ่มลงไปในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ต่างๆ ซึ่งในปัจจุบันเนื้อแดงและเนื้อขาวที่ได้จากการเลาะโครงกระดูกได้ถูกนำมาใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่มีลักษณะเป็นชิ้นเล็กให้เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แบบบดละเอียด (Aleson-Carbonell *et al.*, 2004)

โดยทั่วไปแล้ว ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ประเภทอิมัลชัน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคนับล้านคนจากผู้คนทั่วโลก อย่างไรก็ตามพบว่าปัญหาที่เพิ่มขึ้นในด้านสุขภาพเกิดจากการบริโภคอาหารที่มีไขมันสูง ดังนั้นทางอุตสาหกรรมอาหารจึงได้มีการปรับปรุงสูตรโดยการลดไขมันซึ่งเป็นวิธีการที่ดีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบดั้งเดิม เพื่อให้ผู้บริโภคทุกคนมีสุขภาพที่ดียิ่งขึ้น โดยอาหารที่แพร่หลายในประเทศอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักจะอุดมไปด้วยพลังงาน ไขมัน และน้ำตาลซึ่งมีมากเกินไป และยังเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาในด้านสุขภาพ ก่อให้เกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น มะเร็งลำไส้ใหญ่ โรคอ้วน โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคอื่นๆ ซึ่งเกิดจากการขาดการบริโภคคาร์โบไฮเดรตประเภทเส้นใยอาหาร ดังนั้นจึงมีการแนะนำให้มีการเพิ่มระดับปริมาณของเส้นใยอาหารในอาหารประจำวันมากยิ่งขึ้น (Aleson-Carbonell *et al.*, 2004)

อัลเบโดเป็นส่วนประกอบที่มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อสีขาวที่ได้จากเซลล์โลสของผลไม้ตระกูลส้ม เป็นแหล่งของใยอาหารที่มีศักยภาพ อัลเบโดนั้นไม่เพียงแต่ให้คุณค่าทางโภชนาการแต่ยังมีความสำคัญต่อการทำงานและเทคโนโลยีทางอาหารด้วย และในอีกมุมหนึ่งการใช้เส้นใยจากอัลเบโดนี้ยังสามารถใช้ในการปรับปรุงพัฒนาผลผลิตของอาหาร ลดค่าใช้จ่ายของวัตถุดิบ และเพิ่มพื้นที่ผิวในผลิตภัณฑ์อาหารอีกด้วย และยังมีความเหมาะสมในการใช้งานกับผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อสัตว์ (Eastwood, 1992) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาอัลเบโดและเส้นใยอีกหลากหลายชนิด (Aleson-Carbonell *et al.*, 2004) โดยศึกษาเพียงอย่างเดียวหรือรวมกับส่วนผสมอื่นๆ สำหรับสูตรของการลดไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ และปรับโครงสร้างผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชัน โดยทั่วไปผลของชนิดและความเข้มข้นของอัลเบโด (ร้อยละ 0, 2.5, 5.5, 7.5 และ 10) ต่อคุณสมบัติของชนิดอิมัลชันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้มีการศึกษาในผลิตภัณฑ์สุดท้าย อย่างไรก็ตามการศึกษาผลกระทบดังกล่าวพบว่า การศึกษาการทำงานของอัลเบโดจะใช้วิธีการที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพสามารถให้ผลที่แม่นยำ ทั้งนี้การศึกษาแบบระบบจำลองอิมัลชันนี้สามารถทำได้ง่ายสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่าย โดยทั่วไปแล้วคุณสมบัติการทำงานบางอย่างของระบบจำลองอิมัลชันที่ถูกเตรียมขึ้นโดยการใช้อัลเบโดจากส้มโอ เช่น การเกิดอิมัลชัน ความคงตัวของอิมัลชัน และคุณสมบัติของการเกิดเจลนั้น ยังไม่ได้มีการศึกษา นอกจากนี้การศึกษานี้ใช้ระบบจำลองอิมัลชันยังไม่พบลักษณะของคุณสมบัติดังกล่าวอีกด้วย ในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงระดับการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอที่ร้อยละ 0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ชิ้นเล็กที่ได้จากการเลาะโครงไก่อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ (ชนิดสดและอบแห้ง) และเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครง
2. เพื่อศึกษาผลของการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ (ชนิดสดและอบแห้ง) ต่อคุณสมบัติการทำงานของระบบจำลองอิมัลชันในเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครง
3. เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่เติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและชนิดอบแห้ง และสมบัติทางเคมีและกายภาพของเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครง โดยทำการวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี ปริมาณความชื้น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า และปริมาณใยอาหาร (เส้นใยหยาบ)
2. ศึกษาผลของการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ (ชนิดสดและอบแห้ง) ต่อคุณสมบัติการทำงานของระบบจำลองอิมัลชันในเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครง ที่ระดับการเติมอัลเบโดร้อยละ 0.0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10
3. ศึกษาสมบัติทางกายภาพของระบบจำลองอิมัลชัน โดยทำการวิเคราะห์ค่าการเกิดอิมัลชัน ค่าความคงตัว ค่าความหนืดและพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชัน
4. กำหนดระดับการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่ได้จากการเลาะโครงไก่ โดยเติมลงในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ และวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะเนื้อสัมผัส (ค่าแรงตัด) และค่าสี คุณภาพทางเคมี ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ค่ากรด-ด่าง และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ การทดสอบความชอบ แบบ 9 Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน

สมมติฐานการวิจัย

การเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งแบบสดและแบบแห้งในระดับที่เหมาะสมจะทำให้ระบบจำลองของอิมัลชันจากเนื้อไก่เลาะโครงมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น ซึ่งได้แก่ ความสามารถในการเกิดอิมัลชัน ความคงตัวของอิมัลชัน ความหนืดและการไหลของอิมัลชัน ค่าสีและการเกิดเจล ซึ่งทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ประเภทอิมัลชัน ซึ่งได้แก่ ไส้กรอกไก่มีเนื้อสัมผัสที่ดี นอกจากนั้นใยอาหาร จากอัลเบโดที่ได้จากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและชนิดอบแห้ง ยังทำให้คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ดีขึ้นอีกด้วย เพราะอัลเบโดจากเปลือกส้มโอเป็นแหล่งของใยอาหารที่สำคัญ

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

ระบบจำลอง (model system) หมายถึง รูปแบบการจำลองสภาวะของอิมัลชัน, อัลเบโดจากเปลือกส้มโอ (pomelo albedo) หมายถึง เปลือกด้านในของส้มโอที่มีลักษณะฟูและมีสีขาว, ใยอาหาร (fiber) หมายถึง เส้นใยอาหาร เช่นเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ที่อยู่บริเวณอัลเบโด, ลักษณะอิมัลชัน (emulsion characteristics) หมายถึง ลักษณะของส่วนผสมที่เป็นเนื้อเดียวกันของน้ำ น้ำมัน และ โปรตีน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

นำผลงานการวิจัยไปประยุกต์ใช้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น อุตสาหกรรมจังหวัด พัฒนาชุมชน กรมการปกครอง และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อหน่วยงานภาคอุตสาหกรรมการผลิตผลไม้ตัดแต่ง ผลไม้สดพร้อมบริโภค โรงงานผลิตไส้กรอก เนื้อสัตว์แปรรูป ร้านอาหาร ภัตตาคารที่มีการจำหน่ายไส้กรอก ร้านอาหารที่จำหน่ายอาหารเพื่อสุขภาพ ร้านอาหารหรือโครงการอาหารภายในมหาวิทยาลัย เช่น โฮมเบเกอร์ คีรวันดุสิต คีרב้านสวนดุสิต ศูนย์สุพรรณบุรี เป็นต้น โดยนำงานวิจัยไปถ่ายทอดเป็นเมนูอาหารจากไส้กรอกเพื่อสุขภาพ หรือการผลิตเพื่อจำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป และเพื่อเผยแพร่แก่ผู้ประกอบการ เป็นต้น

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ส้มโอ

ส้มโอ เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางในตระกูลเดียวกับส้ม มีชื่อพื้นเมืองอื่นๆ อีกคือ โก๋ร้ยตะลอง (ภาษาเขมร) มะขุน (เหนือ) มะโอ (เหนือ) ส้มบาโล (มลายู ยะลา) และ สังอุ (กะเหรี่ยง มลายู) มีชื่อสามัญในภาษาอังกฤษว่า Pomelo ซึ่งมีรากศัพท์มาจากภาษาดัช Pampelmoose ซึ่งแปลตรงตัวว่า "ส้มที่ลูกเท่าฟักทอง" แหล่งกำเนิดอยู่ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ส้มโอจัดว่าเป็นไม้ผลเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย นิยมปลูกทางภาคตะวันตกของประเทศ

ส้มโอเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก แตกกิ่งก้านสาขาที่เรื้อนยอด ลำต้นมีสีน้ำตาล มีหนามเล็กๆ สูงประมาณ 8 เมตร ใบเป็นแผ่นหนาสีเขียวเข้ม โคนก้านใบมีหูใบแผ่ออกเป็นรูปหัวใจ แผ่นใบเหมือนมะกรูด คือแบ่งใบเป็น 2 ตอน แต่ขนาดใบใหญ่กว่า ใบหนาแข็ง มีสีเขียวแก่ มีกลิ่นหอม ดอกออกเป็นช่อสั้นหรือดอกเดี่ยว ตามบริเวณง่ามใบ มีสีขาว ปลายกลีบมี 4 กลีบ กลางดอกมี เกสร 20-25 อัน ผลกลมโต บางพันธุ์ตรงช่วงมีจุดสูงขึ้นมา ผิวผลเมื่อยังอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่จัดเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง ผิวของผลไม่เรียบ ผิวของเปลือกผลมีต่อมน้ำมันกระจายทั่วไป ภายในผลเป็นช่องๆ มีแผ่นบางๆ สีขาวกั้นเนื้อให้แยกออกจากกัน เนื้อแต่ละส่วนเรียกว่า "กลีบ" มีรสหวานหรือหวานอมเปรี้ยว มีเมล็ดฝังอยู่ระหว่างเนื้อมากกว่า 1 เมล็ด ผลส้มโอมีเปลือกหนาทำให้สามารถเก็บรักษาได้นาน มีวิตามินซีมาก แหล่งปลูกส้มโอที่สำคัญในประเทศไทยแต่เดิมมีสองแหล่งคือ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม เป็นแหล่งกำเนิดของพันธุ์ขาวแป้น และบางปะกอกในเขตธนบุรี เป็นแหล่งกำเนิดของพันธุ์ขาวพวง ในปัจจุบัน พันธุ์ส้มโอที่เป็นที่นิยมปลูกทางการค้าได้แก่ พันธุ์ทองดี ผลโต กลมแป้น ไม่มีจุดที่หัวมีจิบเล็กน้อย รสหวาน ฉ่ำน้ำ เนื้อสีชมพู เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกที่จังหวัดนครปฐม พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ผลใหญ่ กลมสูง ก้นเรียบพันธุ์ขาวใหญ่ เนื้อเป็นสีครีมอ่อน นิยมปลูกที่จังหวัดสมุทรสงคราม พันธุ์ขาวพวง ผลกลม มีจุดสูง ผิวเรียบ สีเปลือกเขียวอ่อนอมเหลือง มีเมล็ดน้อย เป็นพันธุ์ดั้งเดิม พันธุ์ขาวแตงกวา ผลขนาดกลาง กลมแป้น เปลือกบาง เนื้อสีขาว นิยมปลูกที่จังหวัดชัยนาท พันธุ์ท่าซ้อย เป็นพันธุ์ที่ปลูกมากที่จังหวัดพิจิตรและพันธุ์ปัตตาเวีย ปลูกมากทางภาคใต้

ลักษณะภายนอกของเปลือกส้มโอ ผลรูปทรงกลมหรือรูปแป้น เส้นผ่าศูนย์กลาง 11-17 เซนติเมตร บริเวณหัวผลนูนขึ้นเป็นกระจุก ผลอ่อนมีสีเขียวพอกแก่มีสีเขียวอมเหลือง เปลือกผลหนา 1-2 เซนติเมตร ผิวผลเรียบ มีต่อมน้ำมันมาก ข้างในมีเยื่อสีขาวหรือสีชมพู ลักษณะหย่นนุ่มรสหวานหรืออมเล็กน้อยเนื้อผลที่เป็นถุงน้ำ เปลือกผล มีรสขมฝืด ปรา หอมร้อน

สรรพคุณทางยา เปลือกผล มีรสหอม แก้ลมวิงเวียน หน้ามืด ตาลาย ใจสั่น ช่วยขับลม ขับเสมหะ แก้อืดอัด แก้อ่อนเพลีย แก้อาเจียน ตำพอกฝี ประคบฝี แก้ลมวิงเวียน หน้ามืด ตาลาย ใจสั่น แก้ลม ท้องขึ้นอืดเพื่อ ต้มน้ำอาบแก้คัน รักษาโรคผิวหนังจำพวกลมพิษ ประเทศจีนใช้เป็นยาแก้ธาตุไม่ปกติ และแก้ไอ ผสมในยาหอมกินแล้วทำให้ชื่นใจ ตำรายาไทย ผิวส้มโอ จัดอยู่ใน “เปลือกส้ม 8 ประการ” ประกอบด้วย ผิวส้มโอ ผิวส้มเขียวหวาน ผิวส้มจีน ผิวส้มซ่า ผิวส้มตรังกานู ผิวมะงั่ว ผิวมะนาว หรือผิวส้มโอมีโอ และผิวมะกรูด มีสรรพคุณแก้ลมกองละเอียด กองหยาบ แก้เสมหะโลหะ ใช้ประคบหอม แก้ทาง

ลม นอกจากนี้บัญชียาจากสมุนไพร ที่มีการใช้ตามองค์ความรู้ดั้งเดิม ตามประกาศ คณะกรรมการแห่งชาติด้านยา (ฉบับที่ 5) ปรากฏการใช้ผิวส้มโอ ในยารักษากลุ่มอาการทางระบบไหลเวียนโลหิต (แก้ลม) ปรากฏตำรับ “ยาหอมเทพจิตร” มีส่วนประกอบของผิวส้มโอ อยู่ใน “เปลือกส้ม 8 ประการ” ร่วมกับสมุนไพรชนิดอื่นๆ ในตำรับ มีสรรพคุณในการแก้ลมวิงเวียน แก้อาการหน้ามืด ตาลาย ใจสั่น คลื่นเหียน อาเจียน แก้ลมจุกแน่นในท้อง บำรุงดวงจิตให้ชุ่มชื่น รูปแบบและขนาดวิธีใช้ยา ใช้รักษาโรคลมพิษที่ผิวหนัง ใช้เปลือกผลครั้งละ 0.5-1 ผล หั่นเป็นชิ้นๆ ต้มกับน้ำอาบ หรือทาบ่อยๆ บริเวณที่เป็นองค์ประกอบทางเคมี Acridone, Acronycine, Anthranilate, Apigenin, Bergamottin, Camphor, Citral, Hesperidine, Limonene, Limonin, Linalool, Myricetin, Naringenin, Nerol, Nomilin, Pinene, Quercetin, Rutin, Scopoletin, Umbelliferone สารเคมีในเปลือกชื่อ Naringin การศึกษาทางเภสัชวิทยา ด้านเชื้อรา ด้านเชื้อแบคทีเรีย ด้านไวรัส ฆ่าแมลง ฆ่าเห็บวัว ยับยั้งเอนไซม์ Cyclooxygenase ลดการอักเสบ ยับยั้งการทำงานของต่อมไทรอยด์ ยับยั้งการกลายพันธุ์ ต้านออกซิเดชัน ขับเสมหะ แก้ไอ เพิ่มปริมาณน้ำนมในวัว เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง

เส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหารเป็นส่วนของผนังเซลล์พืช (Plant cell wall material) ที่เอนไซม์ในร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ แต่อาจถูกย่อยได้บ้างเล็กน้อย โดยแบคทีเรียที่มีอยู่ตามปกติในลำไส้ ไม่มีสารอาหาร และไม่มีพลังงาน พบในส่วนต่างๆ ของผัก ผลไม้ ถั่ว และธัญพืช (สันทนา อมรไชย, 2537) ใยอาหารมีบทบาทสำคัญต่อระบบทางเดินอาหาร เนื่องจากใยอาหารมีลักษณะเป็นกากและสามารถอุ้มน้ำได้ในปริมาณมาก จึงเคลื่อนผ่านกระเพาะอาหารได้อย่างช้าๆ ทำให้รู้สึกอิ่มนาน ในขณะที่อาหารเคลื่อนผ่านไปในระบบทางเดินอาหาร ใยอาหารจะดูดซับสารต่างๆ เช่น ไขมัน คอเลสเตอรอล สารพิษ ก่อนที่สารดังกล่าวจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิต และใยอาหารถูกขับถ่ายออกจากร่างกาย โดยยังคงสภาพโครงสร้างเช่นเดิมในรูปของอุจจาระ จึงมีผลในด้านการป้องกันและบำบัดโรคที่สำคัญ เช่น โรคอ้วน เบาหวาน ไขมันในเลือดสูง และมะเร็งลำไส้ใหญ่ เป็นต้น (จรรยา วัฒนทวีกุล, 2545)

1. องค์ประกอบทางเคมีและประเภทของเส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหารประกอบด้วย สารประกอบที่มีโครงสร้างโพลีแซ็กคาไรด์ (Polysaccharides) เช่น เซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicelluloses) เพคติน (Pectin) กัม (Gums) และมิวซิเลจส์ (Mucilage) และสารประกอบที่ไม่มีโครงสร้างเป็นโพลีแซ็กคาไรด์ (Non polysaccharide) เช่น ลิกนิน (Lignin) (สันทนา อมรไชย, 2537)

ตารางที่ 1.1 การจำแนกองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหาร	องค์ประกอบทางเคมี	
	สายหลัก (Main chain)	สายรอง (Side chain)
โพลีแซกคาไรด์ (Polysaccharides) เซลลูโลส (Cellulose) ไม่ใช่เซลลูโลส (Noncellulose)	กลูโคส (Glucose)	
เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose)	ไซโลส (Xylose) แมนโนส (Mannose) กาแลคโตส (Galactose)	อราบินอส (Arbinose) กาแลคโตส (Galactose) กรดกลูโคโรนิก (Glucuronic acid)
เพคติน (Pectin)	กรดกาแลคทูโรนิก (Galacturonic acid)	แรมนอส (Ramnose) อราบินอส (Arabinose) ไซโลส (Xylose) ฟูโคส (Fucose)
มิวซิเลจ (Mucilages)	กาแลคโตส-แมนโนส (Galactose-mannose) กลูโคส-แมนโนส (Glucose-mannose) อราบินอส-ไซโลส (Arabinose-Xylose) กรดกาแลคทูโรนิก-แรมนอส (Galacturonic acid- rhamnose)	กาแลคโตส (Galactose)

ตารางที่ 1.1 การจำแนกองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยอาหาร (ต่อ)

เส้นใยอาหาร	องค์ประกอบทางเคมี	
	สายหลัก (Main chain)	สายรอง (Side chain)
กัมส์ (Gums)	กาแลคโตส (Galactose) กรดกลูโคโรนิก-แมนโนส (Glucuronic acid-mannose) กรดกาแลคทูโรนิก-แรมโนส (Galacturonic acid-rhamnose)	ไซโลส (Xylose) ฟูโคส (Fucose) กาแลคโตส (Galactose)
แอลเกิล โพลีแซคคาไรด์ (Algal polysaccharides)	แมนโนส (Manose) ไซโลส (Xylose) กรดกลูโคโรนิก (Glucuronic acid)	กาแลคโตส (Galactose)
ไม่ใช่โพลีแซคคาไรด์ (Nonpolysaccharide) ลิกนิน (Lignin)	กลูโคส (Glucose) แอลกอฮอล์ซินแนปิล (Sinapyl alcohol) แอลกอฮอล์โคนิเฟอริล (Coniferyl alcohol) แอลกอฮอล์พารา-โคมาริล (p-Coumaryl alcohol)	ประกอบเป็นโครงสร้าง 3 มิติ (3-dimensional structure)

ที่มา: ลาวัลย์ ฉัตรวิรุฬ, (2539)

เส้นใยอาหารแบ่งตามความสามารถในการละลายน้ำได้ 2 ชนิด คือ ชนิดไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber, IDF) และชนิดละลายน้ำ (Soluble dietary fiber, SDF) ซึ่งโดยทั่วไปพืชแต่ละชนิดจะมีเส้นใยอาหารทั้งสองชนิดรวมกัน หากแต่ถ้าถ้ามีเส้นใยอาหารชนิดใดมากกว่า ก็แสดงสมบัติของใยอาหารชนิดนั้นชัดเจนมากกว่า (ประทุม พุทธิวิช และ พิมพาภรณ์ ไตรณรงค์สกุล, 2540; จรรยา วัฒนทวีกุล, 2545)

1.1 เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber, IDF)
มีลักษณะเหนียว เคี้ยวยาก ซึ่งเป็นธรรมชาติของโครงสร้างของผนังเซลล์พืช อีกทั้งยังอุ้มน้ำได้ดีจึงช่วยเพิ่มปริมาตรของกากอาหาร ทำให้กากอ่อนนุ่ม เคลื่อนตัวผ่านลำไส้ได้เร็วขึ้น มีผลทำให้การขับถ่ายอุจจาระสะดวกขึ้น ใยอาหารไม่ละลายน้ำ (จรรยา วัฒนทวีกุล, 2545)

1.2 เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (Soluble dietary fiber, SDF)
เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำเป็นส่วนหนึ่งของเซลล์พืชทั่วไป อาจถูกย่อยได้บ้าง จึงมีคุณสมบัติในการสร้างความหนืด โดยใยอาหารอาจถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของเจล (Gel) และเคลือบผนังลำไส้ให้หนาขึ้น ทำ

ให้การดูดซึมอาหารที่มีประจุต่ำลง เช่น การดูดซึมน้ำตาล ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดไม่สูงแบบเฉียบพลัน (จรรยา วัฒนาวิกุล, 2545)

2. แหล่งของเส้นใยอาหาร

แหล่งของเส้นใยอาหารที่สำคัญได้แก่ ธัญพืช ผัก ผลไม้ ถั่วเมล็ดแห้ง ถั่วเปลือกแข็ง และเมล็ดพืช (จรรยา วัฒนาวิกุล, 2545; Michael *et al.*, 1998) ธัญพืชมีเส้นใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำในปริมาณสูง โดยเฉพาะ ข้าวกล้อง ข้าวโพด ข้าวสาลีไม่ขัดขาว รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ทำจากธัญพืชดังกล่าว เช่น ขนมปังโฮลวีต ส่วนรำข้าว ซึ่งเป็นส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดชั้นนอกสุดของข้าว จะอุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการและมีเส้นใยอาหารสูง โดยเฉพาะชนิดที่ไม่ละลายน้ำ ถั่วเมล็ดแห้งมีเส้นใยอาหารสูงทั้งชนิดที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ ผักหลายชนิดเช่น แครอท ดอกกะหล่ำ ถั่วฝักยาว ผักกวางตุ้ง มีเส้นใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำสูง ส่วนผลไม้ เช่น กล้วย ฝรั่ง แอปเปิ้ล กล้วยน้ำว้า น้อยหน่า มีเส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ในปริมาณสูง จึงมีการนำใยอาหารจากเศษเหลือทิ้งจากแหล่งต่างๆไปใช้ประโยชน์ โดยเติมลงในผลิตภัณฑ์หลายชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปรุงสุก เพื่อเพิ่มน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ และปรับปรุงสมบัติการกักเก็บน้ำและไขมัน สำหรับผลิตภัณฑ์ทอด มีการเติมใยอาหารลงไปเพื่อลดปริมาณน้ำมันและเพิ่มปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Reghavendra *et al.*, 2006; Thebaudin *et al.*, 1997)

โดยทั่วไปมีการใช้เส้นใยอาหารจากธัญพืชมากกว่าจากแหล่งอื่น อย่างไรก็ตาม เส้นใยอาหารจากผลไม้มีคุณภาพดีกว่าธัญพืช เนื่องจากเส้นใยอาหารจากผลไม้มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดและปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำสูง มีความสามารถในการดูดซับน้ำและไขมัน มีความสามารถในการถูกย่อยในลำไส้ได้ดี และให้พลังงานต่ำกว่าเส้นใยอาหารจากธัญพืช เส้นใยอาหารจากพืชตระกูลส้มมีคุณภาพดีกว่าเส้นใยอาหารจากแหล่งอื่น นอกจากจะมีปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมดและเส้นใยอาหารละลายน้ำสูงแล้ว ยังประกอบด้วยสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น ฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ และกรดแอสคอร์บิก ซึ่งมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Lario *et al.*, 2004) โดยเฉพาะเปลือกของผลไม้ตระกูลส้ม ซึ่งมีเส้นใยอาหารทั้งหมดและสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าในเนื้อของผลไม้ตระกูลส้ม อีกทั้งยังมีความสมดุลของสัดส่วนระหว่าง เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำและเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Larrauri *et al.*, 1996; Gorinstein *et al.*, 2001) รายงานว่า เปลือกของผลไม้ตระกูลส้ม ได้แก่ มะนาว (*Citrus limon*) ส้ม (*Citrus sinensis*) และเกรปฟรุต (*Citrus paradisi*) มีเส้นใยอาหารทั้งหมด เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าในเนื้อ โดยที่เปลือกมะนาวมีศักยภาพเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด Ubando-Rivera *et al.*, (2005) รายงานว่า เปลือกมะนาวตาสี (Persian lime) และมะนาวเม็กซิโก (Mexican lime) เป็นแหล่งของใยอาหารที่ดี

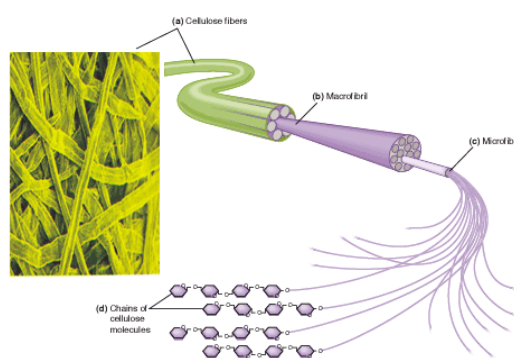
3. คุณประโยชน์ของเส้นใยอาหารต่อสุขภาพ

พบว่าการบริโภคอาหารที่มีเส้นใยในอาหารสูงนั้นส่งผลต่อการลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งเป็นกลไกที่ส่งผลต่อการลดระดับคอเรสเตอรอลเข้าสู่กระแสเลือดน้อยลง และเส้นใยอาหารประเภทที่ละลายน้ำได้จะให้ประสิทธิภาพที่ดีในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด นอกจากนี้เส้นใยอาหารยังมีส่วนช่วยในการทำงานของลำไส้และลดความเสี่ยงของโรคถุงโป่งพองในลำไส้ สำหรับผู้ที่มีปัญหาท้องผูก หากเกิดขึ้นเป็นประจำจะก่อให้เกิดโรคถุงโป่งพองในลำไส้และทำให้

เกิดการอักเสบที่ลำไส้ ดังนั้น การบริโภคอาหารที่มีเส้นใยอาหารสูง นอกจากจะช่วยแก้ปัญหาท้องผูกแล้วยังช่วยบรรเทาอาการของผู้ที่เป็นโรคถุงโป่งพองในลำไส้ เนื่องจากจะไปกระตุ้นการขับถ่ายของเสียและสารพิษออกจากร่างกายนั่นเอง

4. ข้อเสนอแนะการบริโภคเส้นใยอาหาร

คณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ได้จัดทำบัญชีสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไปเรียกว่า ไทยอาร์ดีไอ (Thai RDA, Thai Recommended Daily Intake) เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับการคำนวณเพื่อแสดงคุณค่าทางโภชนาการบนฉลากอาหาร ทั้งนี้ไทยอาร์ดีไอได้กำหนดปริมาณเส้นใยอาหารที่แนะนำให้บริโภควันละ 25 กรัม ซึ่งเป็นค่ากลางสำหรับคนไทยทั่วไปที่มีสภาวะทางสุขภาพปกติ โดยในแต่ละวันถ้าบริโภคอาหารที่ให้เส้นใยอาหารในปริมาณดังกล่าวก็จะเพียงพอให้กระบวนการทำงานของร่างกายเป็นปกติ แต่ถ้าร่างกายอยู่ในสภาวะไม่ปกติอาจจำเป็นต้องรับประทานเพิ่มเพื่อการรักษาตามคำแนะนำของแพทย์ (จรรยา วัฒนทวีกุล, 2545)

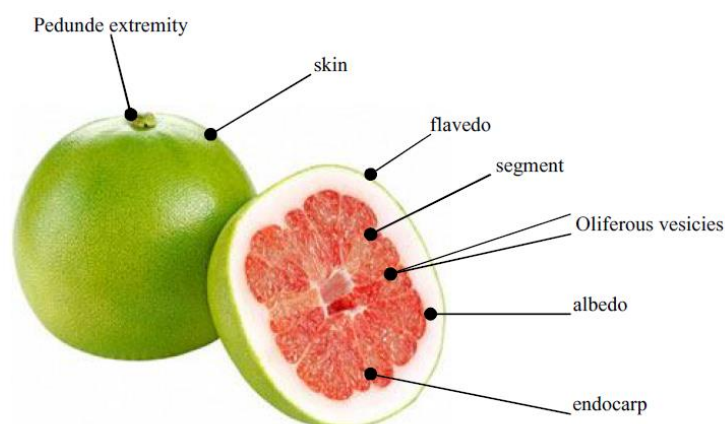


ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของเซลลูโลส

ที่มา: <http://alevelnotes.com/Carbohydrate-polymers>

อัลเบโด

อัลเบโด คือ เนื้อสีขาวที่อยู่ติดกับเปลือกของผลไม้ตระกูลส้ม ดังแสดงในภาพที่ 1.1 เป็นเนื้อเยื่อของเซลลูโลส มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ เป็นส่วนที่มีปริมาณเส้นใยสูง เส้นใยของผลไม้ตระกูลส้มมีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงประมาณร้อยละ 80 ดังนั้นการจะนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจึงจำเป็นต้องนำมาผ่านกระบวนการทำแห้ง หรือ อาจทำให้เป็นผง (จะมีปริมาณน้ำคงเหลือประมาณร้อยละ 7) และเมื่อผ่านกระบวนการทำแห้ง สารประกอบทางชีวภาพ(bio-compound) ประกอบด้วย โพลีฟีนอล (polyphenols) ในเปลือกส้มจะมีมากกว่าผลไม้ชนิดอื่นสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งพบมากในส่วนที่เป็นเนื้อ เปลือก และเนื้อเยื่อ ช่วยลดการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ และเป็นสารต่อต้านมะเร็ง วิตามินซี (vitamin c) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) และกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ช่วยดูดซับไอออน ช่วยในกระบวนการทำงานของกรดอะมิโน และฮอร์โมนซึ่งจะสูญเสียเพียงเล็กน้อย (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2548)



ภาพที่ 2.2 อัลเบโดในเปลือกส้มโอ

ที่มา: วันเพ็ญ แสงทองพินิจ (2548)

อิมัลชัน

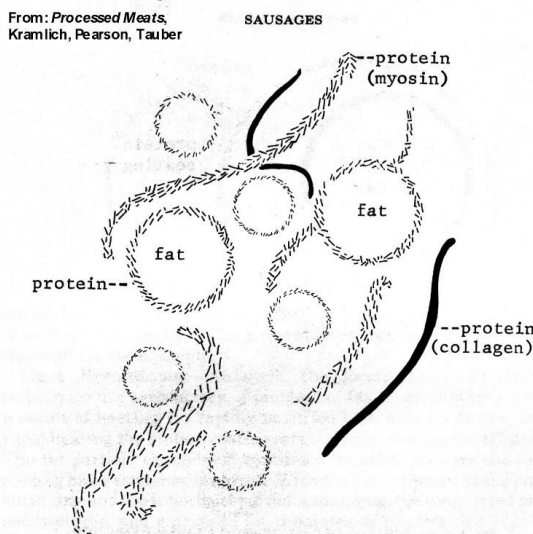
อิมัลชัน (Emulsion) หมายถึง การผสมและอยู่รวมกันของของเหลว 2 ชนิด ที่ปกติไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน ให้รวมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยของเหลวชนิดหนึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในส่วนผสมและอยู่ในรูปของหยดและละออง (Droplets) ของเหลวชนิดนี้เรียกว่า Dispersed phase ส่วนของเหลวอีกส่วนหนึ่งที่ Dispersed phase กระจายอยู่เรียกว่า Continuous phase

1. กลไกการเกิดอิมัลชัน

ปกติของเหลวสองชนิดซึ่งไม่เข้ากันเมื่อถูกนำมารวมจะแยกกันอยู่เป็น 2 ชั้นเนื่องจากเกิดแรงตึงระหว่างผิวชั้นแต่เมื่อมีการเขย่าซึ่งเป็นการเพิ่มพลังงานและเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลวทั้งสอง จะทำให้ของเหลวนั้นกระจายตัวเป็นหยดเล็กๆ ในกันและกันได้ และมีลักษณะของอิมัลชันเกิดขึ้น แต่เป็นเพียงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นชั่วคราว ซึ่งหลักการทางเทอร์โมไดนามิกส์อธิบายได้ว่าการเขย่าเป็นการเพิ่มพลังงานอิสระที่พื้นผิว (Surface free energy) ของเหลวจึงเข้ากันได้ชั่วคราวสภาวะนี้ถือว่าไม่คงสภาพ เพราะเมื่อหยดเขย่าหรือหยดกวาน ของเหลวเหล่านั้นก็จะพยายามกลับมารวมตัวกันและแยกชั้นดังเดิม เนื่องจากการปรับสภาวะให้เข้าสู่จุดคงสภาพโดยลดพื้นที่ผิวการสัมผัสระหว่างกันน้อยที่สุด อิมัลชันที่พบในอาหารมี 2 ชนิด คือ

1.1 พวกที่ตัวกลางเป็นน้ำและอนุภาคคอลลอยด์เป็นน้ำมันเรียกว่าอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil-in-water ; O/W) เช่น นำนม น้ำสลัด มายองเนส ไข่กรอก

1.2 พวกที่ตัวกลางเป็นน้ำมันและอนุภาคคอลลอยด์เป็นน้ำ เรียกว่าอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (Water-in-oil ; W/O) เช่น เนย เนยเทียม



ภาพที่ 2.3 อิมัลชันในเนื้อสัตว์
ที่มา: <http://lpoli.50webs.com>

2. อิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ (Emulsifying agent)

อิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ หรืออิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) เป็นตัวช่วยลดแรงตึงระหว่างผิวของน้ำกับของเหลวอินทรีย์ที่ไม่รวมกับน้ำโดยลดแรงตึงระหว่างผิว แต่การลดแรงตึงระหว่างผิวลงอาจไม่สามารถทำให้อิมัลชันคงตัวได้เสมอไป

อิมัลชันส่วนใหญ่ที่พบในอาหารเป็นน้ำที่ผสมกับน้ำมัน น้ำเป็นโพลาร์คือมีขั้ว และน้ำมันเป็นอะโพลาร์ คือไม่มีขั้ว ส่วนอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ในโมเลกุลจะมีลักษณะพิเศษคือ มี 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเป็นโพลาร์สามารถละลายได้ในน้ำ และอีกส่วนหนึ่งเป็นอะโพลาร์สามารถละลายได้ในอนุภาคน้ำมัน อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ สามารถให้มีความคงตัวอยู่ได้ โดยใช้วิธีหนึ่งก็ได้

2.1 ทำให้มีชั้นของประจุไฟฟ้าอยู่ที่ผิวอนุภาคของน้ำมันในอาหารที่เป็นอิมัลชันประจุไฟฟ้าเหล่านี้มักเกิดจากการดูดซับเอาพวกอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ไว้ที่ผิว

2.2 ทำให้มีการเกิดฟิล์มของโปรตีนหรือ Surface-active agent อื่นๆ รอบๆ หยดนํ้ามัน ฟิล์มเหล่านี้จะมีผลดีต่อหยดนํ้ามัน เช่น ฟิล์มบางชนิดเกิดขึ้นจากสารประกอบหลายๆชนิดถูกดูดซับอยู่ที่ผิวระหว่างน้ำกับน้ำมัน เช่น ฟิล์มที่ล้อมรอบอนุภาคไขมันกับน้ำนม ทำให้อนุภาคไขมันกับน้ำนมทำให้อนุภาคไขมันในน้ำนมกระจายตัวอยู่ในน้ำได้เป็นอิมัลชันที่คงตัว

อิมัลซิไฟอิงเอเจนต์เป็นที่นิยมใช้กับ W/O อิมัลชันซึ่งได้แก่ แคลเซียมโอเลเอตและคอเรสเตอรอลส่วนอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ที่นิยมใช้กับ O/W อิมัลชันซึ่งได้แก่ โปรตีน เดกซ์ทริน เลซิทีน และไดกลีเซอไรต์ในการทำนํ้าสลัดนิยมใช้ไข่แดงลงไป เลซิทีนในไข่แดงจะทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ช่วยทำให้ความคงตัวมากขึ้นทำให้มีความหนืดสูง ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชันอีกอย่างหนึ่งคือ ความหนืด การทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นโดยการเติมพวกกัม หรือสารเพิ่มความหนืด (Thickener) ลงในอิมัลชันเพื่อเพิ่มความหนืดให้แก่สารละลายจะทำให้อนุภาคคอลลอยด์เคลื่อนตัวได้

ช้าลง ทำให้อนุภาคคอลลอยด์ไม่มีโอกาสรวมตัวกันได้ และไม่มีโอกาสเกิดการแยกตัว จะทำให้มีมลพิษคงตัวได้ดีขึ้น (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Saricoban *et al.* (2008) ได้ศึกษาผลของการเติมอัลเบโดจากเปลือกมะนาว ต่อคุณสมบัติของอีมีลชันทำการศึกษาโดยใช้การจำลองระบบอีมีลชันชนิดน้ำมันในน้ำ ซึ่งเตรียมขึ้นโดยการเพิ่มความเข้มข้นของอัลเบโดจากเปลือกมะนาว (ชนิดสดและแห้ง) ที่ระดับความเข้มข้น 5 ระดับ (ร้อยละ 0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10) ในเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครงกระดูก จากนั้นวิเคราะห์ความสามารถในการเกิดอีมีลชัน ความคงตัวของอีมีลชัน ความหนืดและการไหลของอีมีลชัน วัดค่าสีและการเกิดเจลของอีมีลชัน พบว่า การเติมอัลเบโดจากเปลือกมะนาวส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพของอีมีลชันเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดเมื่อเติมอัลเบโดในระดับร้อยละ 5 อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณอัลเบโดส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเกิดอีมีลชันลดลง ซึ่งเป็นแนวโน้มเดียวกับค่าความคงตัวของอีมีลชันด้วย นอกจากนี้ อัลเบโดที่ผ่านการอบแห้งส่งผลให้ประสิทธิภาพการเกิดอีมีลชันและค่าความคงตัวของอีมีลชันสูงกว่าอัลเบโดที่ไม่ผ่านการอบแห้งและส่งผลให้ค่าสี L , a และ b ของเจลอีมีลชันเพิ่มขึ้น ค่าความหนืดของอีมีลชันมีค่าความสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของระดับการเติมอัลเบโดและค่าความหนืดสูงสุดเมื่อเติมอัลเบโดที่ระดับร้อยละ 10 นอกจากนี้ อัลเบโดไม่เพียงแต่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการไหลของอีมีลชันเท่านั้น แต่ยังส่งผลให้ค่าความหนืดลดลงเมื่อการไหลเพิ่มขึ้น

ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาการใช้อัลเบโดจากเปลือกมะนาว ซึ่งเป็นแหล่งของใยอาหารที่สำคัญต่อการบริโภค นับว่าเป็นการนำเทคโนโลยีที่ได้ไปใช้เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเยอรมันและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในอนาคต

วันเพ็ญ แสงทองพินิจ (2548) ศึกษาการผลิต และคุณสมบัติของใยอาหารจากเปลือกส้มโอเพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่าการผลิตใยอาหารจากเปลือกส้มโอส่วนขาวของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยเตรียมเป็น 3 ประเภท ได้แก่ เปลือกดิบ เปลือกต้ม 5 นาที และ 10 นาที นำเปลือกมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่า การต้มและการทำแห้งทำให้ผลผลิตของใยอาหารลดลงโดยเปลือกที่ไม่ได้ต้มได้ปริมาณผลผลิตของใยอาหารสูงสุด คือร้อยละ 93.07 องค์ประกอบเคมี และกายภาพของใยอาหารจากเปลือกส้มโอที่ผลิตได้มีใยอาหารทั้งหมด 16.05-21.18 ปริมาณกากใยร้อยละ 17.91-24.40 ความชื้นร้อยละ 0.13-76.95 ค่า pH เท่ากับ 4.52-5.36 ค่าประสิทธิภาพสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันเท่ากับ 1.29-1.53 การต้มทำให้ใยอาหารทั้งหมด กากใย และความเป็นกรดลดลง การต้ม และการอบแห้งมีผลทำให้สารปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลง และเปลือกที่ต้ม มีความสามารถในการอุ้มน้ำ และความสามารถในการกักเก็บน้ำความสามารถในการพองตัวเพิ่มขึ้นจากเปลือกที่ไม่ได้ต้มประมาณร้อยละ 58, 66 และ 62 ตามลำดับ เปลือกต้ม 10 นาทีที่มีความสามารถในการดูดซับน้ำมัน มากกว่าเปลือกที่ไม่ได้ต้ม และเปลือกต้ม 5 นาที การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำความสามารถในการกักเก็บน้ำ และความสามารถในการดูดซับน้ำมันลดลง ได้มากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และการอบแห้งมีผลต่อการพองตัวของอัลเบโดเล็กน้อย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ

เติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ

แบบสด ปริมาณการเติม
ร้อยละ 0, 2.5, 5.0 และ 7.5
และ 10 โดยน้ำหนัก

แบบแห้ง ปริมาณการเติม
ร้อยละ 0, 2.5, 5.0 และ 7.5
และ 10 โดยน้ำหนัก



ตัวแปรตาม

- คุณสมบัติของอิมัลชัน
 - ค่าพีเอช (ต่ำกว่า)
 - ค่าการเกิดอิมัลชัน (ต่ำกว่า)
 - ค่าความคงตัวของอิมัลชัน (สูงกว่า)
 - ค่าสีของอิมัลชัน (สว่างกว่า)
 - ความความหนืดและการไหลของอิมัลชัน (สูงกว่า)
- ปริมาณใยอาหาร
 - ปริมาณเส้นใยหยาบ (สูงกว่า)
- ได้ใช้กรอกไก่เสริมเส้นใยจากอัลเบโดส้มโอ ที่มีเนื้อสัมผัส สี และปริมาณองค์ประกอบเคมีอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด มีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น และผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่ในเกณฑ์ดี
- ได้ใช้ประโยชน์จากเปลือกส้มโอ เป็นการลดปริมาณขยะ
- ได้ใช้ประโยชน์จากโครงไก่ ทำให้ลดต้นทุนในการผลิต

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ

1. อัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสด (Raw albedo)
2. อัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดอบแห้ง (Dehydrated albedo)
3. เนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครงกระดูก (Mechanically deboned chicken breast meat)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีและทางเคมีกายภาพ
 - 1.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture content)
 - 1) ถ้วยอะลูมิเนียม พร้อมฝา (Ammonia cans)
 - 2) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
 - 3) โถดูดความชื้น (Desiccator)
 - 4) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
 - 5) ปีกเกอร์ (Beaker)
 - 6) ที่คืบ
 - 7) ถุงมือ
 - 1.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Protein content)
 - 1) กระดาษกรอง เบอร์ 1
 - 2) หลอดย่อยโปรตีน (Digestion tube)
 - 3) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
 - 4) บิวเรตต์ (Burette)
 - 5) ปิเปต (Pipette)
 - 6) ขวดปริมาตร (Volumetric flask)
 - 7) ปีกเกอร์ (Beaker)
 - 8) หลอดหยอด (Dropper)
 - 9) เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
 - 10) เครื่องย่อยโปรตีน (Buchi digestion unit/ B-323 / Switzerland)
 - 11) เครื่องกลั่นโปรตีน (Distillation unit/ Buchi 435 / Switzerland)
 - 1.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Fat content)
 - 1) ชุดสกัดไขมัน (Soxtec amanti 2050 Auto system/ S-26321 / Sweden)
 - 2) หลอดบรรจุตัวอย่าง (Thimble) พร้อมที่จับ (Thimble holder)
 - 3) ถ้วยสกัด (Extraction cup) พร้อมที่จับ (Extraction holder)

- 4) Mortar and pestle สำหรับบดตัวอย่าง
- 5) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- 6) โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 7) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

1.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Ash content)

- 1) Crucible พร้อมฝา
- 2) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- 3) Electric burner
- 4) เตาเผา (Electric Furnace, Lab Tech, LEF – P series / USA)
- 5) โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 6) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 7) ที่คีบ

1.5 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (Fiber content)

1) อุปกรณ์ชุดหา Fiber (Hot extraction, Cold extraction/SE-263 21/
Sweden)

- 2) ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Crucible)
- 3) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- 4) เตาเผา (Electric Furnace, Lab Tech, LEF – P series / USA)
- 5) โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 6) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 7) Hot plate
- 8) ปีกเกอร์ (Beaker)

1.6 อุปกรณ์ในการวัดค่าสีของระบบจำลองอิมัลชัน

- 1) เครื่องวัดค่าสี (Handy colorimeter)

1.7 อุปกรณ์ในการวัดค่าการเกิดอิมัลชัน

- 1) เครื่องปั่นผสม
- 2) Centrifuge (Hettich/EBA 8S / Germany)
- 3) ปีเปต
- 4) ปีกเกอร์ (Beaker)
- 5) หลอดทดลอง

1.8 อุปกรณ์ในการวัดค่าความคงตัวของระบบจำลองอิมัลชัน

- 1) เครื่องปั่นผสม
- 2) Centrifuge (Hettich/EBA 8S / Germany)
- 3) หลอดทดลอง
- 4) ปีกเกอร์ (Beaker)

1.9 อุปกรณ์ในการวัดค่าความหนืดของอิมัลชันและคุณสมบัติการไหลของระบบจำลองอิมัลชัน

- 1) เครื่องปั่นผสม
- 2) Centrifuge (Hettich/EBA 8S / Germany)
- 3) หลอดทดลอง
- 4) ปีกเกอร์ (Beaker)
- 5) เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer)

สารเคมี

1. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางเคมีกายภาพ

1.1 สารเคมีในการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Protein content)

- 1) คอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_{4.5}\text{H}_2\text{O}$)
- 2) โพแทสเซียม (K_2SO_4)
- 3) Octanol
- 4) กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Sulfuric Acid/ J.T.Baker/ Thailand)
- 5) กรดบอริก (BORIC ACID/ UNIVAR/ New Zealand)
- 6) เมทิลเรด (Methyl red)
- 7) Bromocresol
- 8) น้ำ (H_2O)
- 9) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- 10) ไฮโดรคลอริก (HCl)

1.2 สารเคมีในการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Fat content)

- 1) เฮกเซน (Hexane fraction/ UNILAB/ New Zealand)

1.3 สารเคมีในการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (Fiber content)

- 1) Celite
- 2) กรดซัลฟิวริก (Sulfuric Acid/ J.T.Baker/ Thailand)
- 3) Octanol
- 4) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (Sodium hydroxide pellets/ QReCTM/ New Zealand)

Zealand)

- 5) อะซิโตน (Acetone/ J.T.Baker/ USA)

- 6) น้ำกลั่น

1.4 สารเคมีในการเตรียมระบบจำลองอิมัลชัน

- 1) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl 2.5%)
- 2) โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4 0.25 %)
- 3) น้ำมันข้าวโพด (Corn oil)

4) น้ำกลั่น

วิธีการ

1. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ (ชนิดสดและอบแห้ง) และเนื้อที่ได้จากการเลาะโครง

1.1 การเตรียมวัตถุดิบเปลือกส้มโอ

เตรียมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสด (ดัดแปลงจากวิธีของ วันดี ไทยพานิช, 2552) นำอัลเบโดจากเปลือกส้มโอมานั่นลดขนาดให้มีขนาด 1-3 มิลลิเมตร จากนั้นทำการหมักด้วยเกลือในอัตราส่วนน้ำหนักต่อน้ำหนัก เปลือกต่อเกลือ (1 : 0.5) เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง จากนั้นบีบน้ำออกจากเปลือก และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาใช้ให้เพิ่มอุณหภูมิเป็น 4 องศาเซลเซียส เพื่อละลายน้ำแข็ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การเตรียมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดแห้ง (ดัดแปลงจากวิธีของ วันดี ไทยพานิช, 2552) เตรียมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ นำอัลเบโดจากเปลือกส้มโอมานั่นลดขนาดให้มีขนาด 1-3 มิลลิเมตร จากนั้นทำการหมักด้วยเกลือในอัตราส่วนน้ำหนักต่อน้ำหนัก เปลือกต่อเกลือ (1 : 0.5) เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง จากนั้นบีบน้ำออกจากเปลือก อบแห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรง 100 เมช บรรจุใส่ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ ปิดผนึกสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

การเตรียมเนื้อไ้ที่ได้จากการเลาะโครงกระดูกเตรียมเนื้อไ้ที่ได้จากการเลาะโครงกระดูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาใช้ให้เพิ่มอุณหภูมิเป็น 4 องศาเซลเซียส เพื่อละลายน้ำแข็ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.2 การวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้งและเนื้อไ้ที่ได้จากการเลาะโครง

- 1) วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดย pH meter
- 2) วิเคราะห์โดยชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)
- 3) วิเคราะห์โดยเครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)
- 4) วิเคราะห์โดยเครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)
- 5) วิเคราะห์โดยเครื่องวัดปริมาณใยอาหาร (AOAC, 2000)
- 6) วิเคราะห์โดยเครื่องวัดปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

2. การศึกษาผลของการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ (ชนิดสดและอบแห้ง) ต่อคุณสมบัติการทำงานของระบบอิมัลชันในเนื้อไ้ที่ได้จากการเลาะโครง

2.1 การเตรียมระบบจำลองอิมัลชัน (ดัดแปลงจากวิธีของ Sariçobanc *et al.*, 2008) เตรียมอัลเบโดทั้งชนิดสดและอบแห้งที่ความเข้มข้น 5 ระดับ (ร้อยละ 0.0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10) นำอัลเบโด ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ มารวมกับ เนื้อไ้เลาะโครงกระดูก 25 กรัม และสารละลายเกลือฟอสเฟต 100 มิลลิลิตร นำไปปั่นในโถปั่น ปั่นเป็นเวลา 2 นาที ที่ความเร็วสูง เติมน้ำมันข้าวโพด 50

มิลลิลิตร และนำไปปั่นผสมเป็นเวลา 10 วินาที ที่ความเร็วต่ำ จากนั้นค่อยๆเติมน้ำมันข้าวโพดลงไปจนครบ 100 มิลลิลิตร แล้วทำการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

2.2 การวัดค่าสีของระบบจำลองอิมัลชันด้วยระบบ Hunter Lab โดยใช้เครื่อง Handy colorimeter

2.3 การวัดค่าการเกิดอิมัลชัน (Emulsion capacity) (ดัดแปลงจากวิธีของ Cui *et al.*, 1993) เตรียมอัลเบโดทั้งชนิดสดและอบแห้งที่ความเข้มข้น 5 ระดับ (ร้อยละ 0.0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10) นำอัลเบโด ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ มารวมกับ เนื้อไก่เลาะโครงกระดูก 25 กรัม และสารละลายเกลือฟอสเฟต 100 มิลลิลิตร นำไปปั่นในโบลปั่น ปั่นเป็นเวลา 2 นาที ที่ความเร็วสูง (13,000 รอบต่อวินาที) เติมน้ำมันข้าวโพด 50 มิลลิลิตร และนำไปปั่นผสมเป็นเวลา 10 วินาที ที่ความเร็วต่ำ (5,000 รอบต่อวินาที) จากนั้นค่อยๆ เติมน้ำมันข้าวโพดลงไป ครั้งละ 5 มิลลิลิตรจนครบ 100 มิลลิลิตร จากนั้นบีบอิมัลชันที่เตรียมไว้ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2750 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที และคำนวณหาการเกิดอิมัลชันโดยใช้สูตรดังสมการ

$$\text{ค่าการเกิดอิมัลชัน (\%)} = \frac{\text{ความสูงของชั้นอิมัลชัน}}{\text{ความสูงของชั้นของเหลวทั้งหมด}} \times 100$$

2.4 การวิเคราะห์ค่าความคงตัวของระบบจำลองอิมัลชัน (ดัดแปลงจากวิธีของ Cui *et al.*, 1993) เตรียมระบบจำลองอิมัลชัน 25 กรัม จากนั้น บีบอิมัลชันที่เตรียมไว้ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทำให้เย็นด้วยน้ำจมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2750 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงนำไปคำนวณหาความคงตัวโดยใช้สูตรดังสมการ

$$\text{ค่าความคงตัวของอิมัลชัน (\%)} = \frac{\text{ความสูงของชั้นอิมัลชันที่คงอยู่}}{\text{ความสูงของชั้นของเหลวทั้งหมด}} \times 100$$

2.5 การวิเคราะห์ค่าความหนืดของอิมัลชันและคุณสมบัติการไหลของระบบจำลองอิมัลชัน (ดัดแปลงจากวิธีของ Sariçobanc *et al.*, 2008) เตรียมระบบจำลองอิมัลชัน 25 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ที่ได้เตรียมไว้ โดยใช้ระดับความเร็วการหมุน 6 ระดับที่แตกต่างกัน (2.5, 5, 10, 20, 50 และ 100 รอบต่อวินาที) โดยตัวอย่างในแต่ละระดับใช้เวลา 60 วินาที ที่อุณหภูมิ 20 ± 2 องศาเซลเซียส จะทำการวัดค่าความหนืดโดยใช้เครื่อง Brookfield viscometer โดยใช้หัวเข็มเบอร์ 4

3. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ

ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอในปริมาณที่เหมาะสม วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางกายภาพได้แก่ ลักษณะเนื้อสัมผัส (ค่าแรงตด) และค่าสี วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และวิเคราะห์คุณภาพ

ทางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ การทดสอบความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน ในปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม

วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและชนิดอบแห้ง และสมบัติทางเคมีและกายภาพของเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครง



ศึกษาผลของการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ (ชนิดสดและอบแห้ง) ต่อคุณสมบัติการทำงานของระบบจำลองอิมัลชันในเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครง ที่ระดับการเติมอัลเบโดร้อยละ 0.0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10



ศึกษาสมบัติทางกายภาพของระบบจำลองอิมัลชัน โดยทำการวิเคราะห์ค่าการเกิดอิมัลชัน ค่าความคงตัว ค่าความหนืดและพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชัน



กำหนดระดับการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่ได้จากการเลาะโครงไก่ โดยเติมลงในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่



วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะเนื้อสัมผัส (ค่าแรงตัด) และค่าสี คุณภาพทางเคมี ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ค่ากรด-ด่าง และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ การทดสอบความชอบ แบบ 9 Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีทดสอบความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร หลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร โรงเรียนการเรือน ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง สุพรรณบุรี

2. ห้องปฏิบัติการเคมีอาหาร หลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร โรงเรียนการเรือน ศูนย์วิทยาศาสตร์ ถนนสิรินธร กรุงเทพฯ

3. ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาอาหารหลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร โรงเรียนการเรือน ศูนย์วิทยาศาสตร์ ถนนสิรินธร กรุงเทพฯ

บทที่ 4 ผลการวิจัย

ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้ง และเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครง

1. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพ

การศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี L a และ b ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้ง และเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครง

คุณภาพ	อัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสด	อัลเบโดจากเปลือกส้มโอบอบแห้ง	เนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครง
คุณภาพทางเคมี			
ความชื้น	70.00 ^a ±0.35	8.06 ^b ±0.41	70.64±1.18
โปรตีน	1.16 ^b ±0.32	5.40 ^a ±0.07	18.31±0.58
ไขมัน ^{ns}	0.24±0.20	0.37±0.08	0.45±0.32
เถ้า	0.93 ^b ±0.05	5.89 ^a ±0.25	1.40±0.04
เส้นใยหยาบ	27.03 ^b ±0.01	72.25 ^a ±0.19	0.50±0.33
คาร์โบไฮเดรต	0.62 ^b ±0.20	8.00 ^a ±0.59	8.68±1.33
คุณภาพทางกายภาพ			
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	4.96 ^a ±0.00	4.78 ^b ±0.02	6.26±0.01
ค่าสี L	67.90 ^a ±0.30	61.56 ^b ±0.80	38.93±0.68
ค่าสี a	-0.86 ^b ±0.11	1.36 ^a ±0.40	3.63±1.00
ค่าสี b	4.30 ^b ±0.17	6.33 ^a ±0.28	8.26±0.20

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ตัวอักษร ns ที่แสดงในแนวนอน แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสดและอบแห้ง และเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครง พบว่า ปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าสี L a และ b ของ อัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสดและอบแห้ง มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ส่วนปริมาณไขมันของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้ง พบว่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยปริมาณความชื้นของอัลเบโดชนิดอบแห้งจะมีค่าน้อยกว่าอัลเบโดชนิดสดเนื่องจากอัลเบโดชนิดอบแห้งมีการสูญเสียไอน้ำจากความร้อนในกระบวนการแปรรูปโดยการอบแห้ง คือ ปริมาณโปรตีน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต ของอัลเบโดชนิดอบแห้งมีคุณค่าทาง

โภชนาการที่ดีกว่า อัลเบโดชนิดสด อีกทั้งการอบแห้งยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้กับอัลเบโดอีกด้วย ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง ของอัลเบโดชนิดอบแห้งมีค่าความเป็นกรดสูงกว่าอัลเบโดชนิดสด และค่าสี L a และ b พบว่า ที่อัลเบโดอบแห้งจะมีค่าความสว่างที่ลดลง (ค่าสี L) เป็นผลมาจากการคายน้ำซึ่งปริมาณน้ำในอัลเบโดนั้นจะลดลง สำหรับอาหารบางชนิดนั้นค่าความสว่างจะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้น ในค่าการเกิดสีแดง (ค่าสี a) พบว่ามีค่าที่เพิ่มขึ้น และการคายน้ำนั้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทำให้มีค่าการเกิดสีเหลือง (ค่าสี b) ที่เพิ่มขึ้น (Saricoban *et al.*, 2008)

โดยทั่วไปแล้วปริมาณโปรตีนในเนื้อไก่จะมีอยู่ประมาณร้อยละ 20-23 และจากการศึกษาปริมาณโปรตีนในเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครงกระดูกนั้น พบว่า มีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 18.31 ซึ่งมีปริมาณโปรตีนที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Saricoban *et al.* (2008) ที่พบว่า เนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครงกระดูกนั้นมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 17.23

ผลของการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสดและอบแห้ง ต่อคุณสมบัติการทำงานของระบบจำลองอิมัลชันในเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครงกระดูก

1. ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของระบบจำลองอิมัลชันที่ทำการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสดที่ระดับการเติมอัลเบโดร้อยละ 0.0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10

การศึกษาคูณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าการเกิดอิมัลชัน ค่าความคงตัว ค่าความหนืด และพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชัน ค่าสี และศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ดังตารางที่ 4.2 และ ภาพที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางกายภาพของระบบจำลองอิมัลชันที่ทำการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสดโดยทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการเกิดอิมัลชัน ค่าความคงตัวและค่าสี

ระดับการเติมอัลเบโด (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ^{ns}	ค่าการเกิดอิมัลชัน (ร้อยละ)	ค่าความคงตัว (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ยค่าสี		
				L ^{ns}	a ^{ns}	b ^{ns}
0.0(Control)	6.78±0.01	25.80 ^e ±3.22	44.28 ^e ±2.68	53.56±0.25	-0.26±0.11	3.76±0.15
2.5	6.82±0.03	36.55 ^b ±2.04	52.11 ^b ±3.34	53.40±1.05	-0.43±0.15	3.63±0.37
5	6.78±0.00	43.80 ^a ±4.36	55.52 ^a ±2.81	54.63±0.25	-0.46±0.05	3.86±0.05
7.5	6.82±0.03	34.68 ^c ±1.53	51.41 ^c ±0.26	54.06±0.55	-0.50±0.10	3.80±0.10
10	6.83±0.01	31.92 ^d ±0.58	51.11 ^d ±0.96	54.20±0.78	-0.40±0.20	3.86±0.05

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b,c,d,e ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตัวอักษร ns ที่แสดงในแนวตั้ง แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

จากการศึกษาคูณภาพทางกายภาพของระบบจำลองอิมัลชันที่ทำการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสด พบว่า ค่าการเกิดอิมัลชันของระบบจำลองอิมัลชันที่ระดับการเติมอัลเบโดชนิด

สด ร้อยละ 2.5 , 7.5 , และ 10 ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่ที่ระดับการเติมอัลเบโดชนิดสด ร้อยละ 0.0 และ 5 มีความแตกต่างกัน ($p\leq 0.05$) โดยระดับการเติมอัลเบโดชนิดสด ร้อยละ 5 มีค่าการเกิดอิมัลชันสูงที่สุด ส่วนค่าความคงตัวของระบบจำลองอิมัลชันที่ระดับการเติมอัลเบโดชนิดสด ร้อยละ 2.5 , 5 , 7.5 และ 10 ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่จะมีความแตกต่างกัน ($p\leq 0.05$) กับระดับการเติมอัลเบโดชนิดสดร้อยละ 0 โดยที่ระดับการเติมอัลเบโดชนิดสด ร้อยละ 5 มีค่าความคงตัวสูงที่สุด อาจเกิดจากคุณสมบัติของอัลเบโดที่เป็นใยอาหารที่มีโครงสร้างที่สามารถกักเก็บของเหลวได้ทำให้ช่วยเพิ่มความหนืด ความคงตัว และความสามารถในการอุ้มน้ำ ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี L a และ b ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

2. ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของระบบจำลองอิมัลชันที่ทำการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดอบแห้งที่ระดับการเติมอัลเบโดร้อยละ 0.0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10

การศึกษาคูณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าการเกิดอิมัลชัน ค่าความคงตัว ค่าสี และศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางกายภาพของระบบจำลองอิมัลชันที่ทำการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดอบแห้ง โดยทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการเกิดอิมัลชัน ค่าความคงตัว และค่าสี

ระดับการเติมอัลเบโด (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ค่าการเกิดอิมัลชัน	ค่าความคงตัว	ค่าเฉลี่ยค่าสี		
				L ^{ns}	a ^{ns}	b ^{ns}
0.0(Control)	6.78 ^a ±0.01	25.80 ^e ±3.22	44.28 ^e ±2.68	53.56±0.25	-0.26±0.11	3.76±0.15
2.5	6.70 ^b ±0.01	33.74 ^d ±2.72	58.54 ^d ±7.91	52.86±0.25	-0.50±0.00	4.50±0.10
5	6.60 ^c ±0.01	50.87 ^a ±1.51	60.81 ^a ±0.60	52.90±0.10	-0.70±0.20	4.56±0.15
7.5	6.53 ^e ±0.00	41.53 ^b ±3.66	60.30 ^b ±4.37	52.93±0.15	-0.53±0.20	4.53±0.32
10	6.56 ^d ±0.01	39.64 ^c ±5.70	58.66 ^c ±1.31	53.17±0.20	-0.63±0.11	4.63±0.20

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b,c,d,e ที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

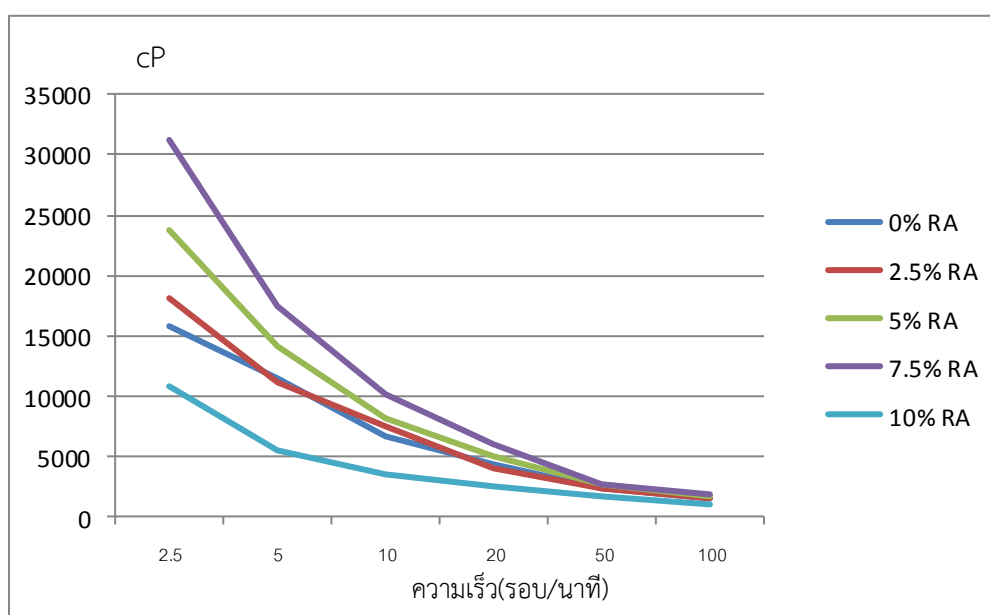
ตัวอักษร ns ที่แสดงในแนวตั้ง แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากการศึกษาคูณภาพทางกายภาพของระบบจำลองอิมัลชันที่ทำการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดอบแห้ง พบว่าที่ระดับการเติมอัลเบโดชนิดอบแห้งร้อยละ 0 , 2.5 , 5 , 7.5 และ 10 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการเกิดอิมัลชัน และค่าความคงตัวของระบบจำลองอิมัลชัน มีความแตกต่างกัน ($p\leq 0.05$) โดยค่าการเกิดอิมัลชันและค่าความคงตัวที่ระดับการเติมอัลเบโดชนิดอบแห้ง ร้อยละ 5 มีค่าสูงที่สุด อาจเกิดจากคุณสมบัติของอัลเบโดที่เป็นใยอาหารที่มีโครงสร้างที่สามารถกักเก็บของเหลวได้ทำให้ช่วยเพิ่มความหนืด ความคงตัว และความสามารถในการอุ้มน้ำ ส่วนค่าความ

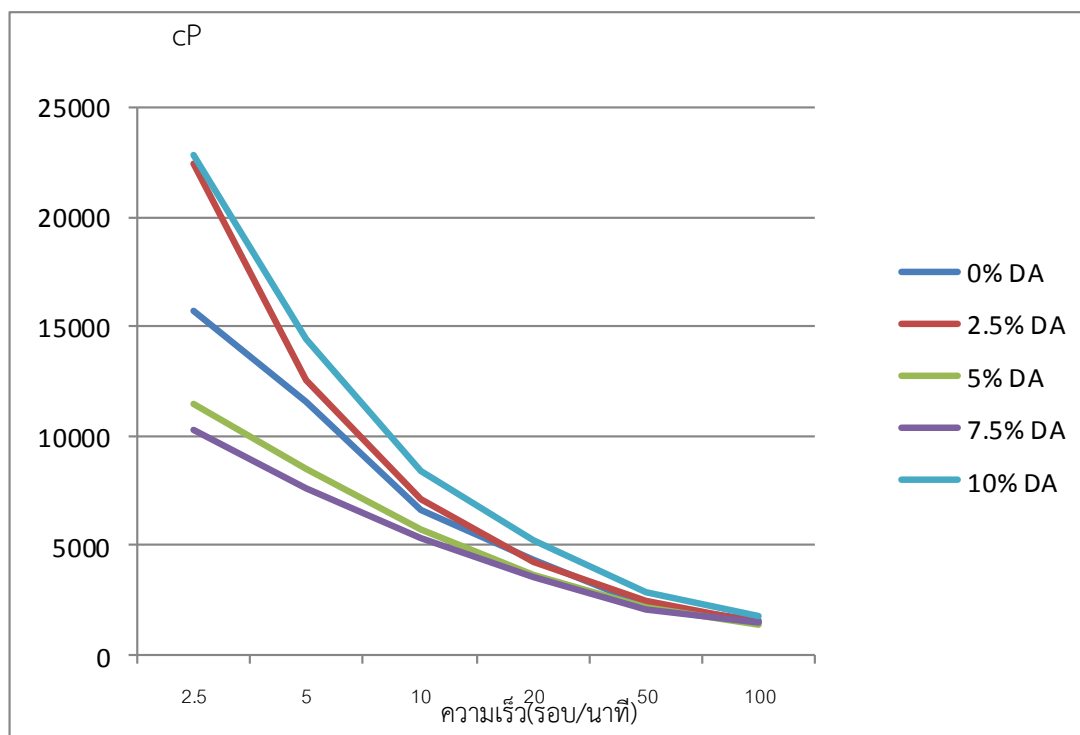
เป็นกรด-ด่าง ที่ระดับการเติมอัลเบโดชนิดอบแห้งร้อยละ 0 มีค่าสูงที่สุด ส่วนค่าสี L a และ b ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ผลจากการศึกษาการเติมอัลเบโดทั้งชนิดสดและชนิดอบแห้ง พบว่า ค่าการเกิดอิมัลชัน และค่าความคงตัวของอิมัลชันของระบบจำลองอิมัลชันที่มีการเติมอัลเบโดชนิดอบแห้งที่ระดับร้อยละ 5 มีค่าที่ดีกว่าระบบจำลองอิมัลชันที่มีการเติมอัลเบโดชนิดสดที่ระดับร้อยละ 5 เนื่องจากอัลเบโดชนิดอบแห้งมีความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดีกว่า ซึ่งการอบแห้งส่งผลให้มีพื้นที่ผิวและปริมาณรูพรุนเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้มีความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้นอีกทั้งยังเกิดการจัดเรียงตัวที่ดีของอนุภาคของเส้นใย หยาบ ดังนั้นอัลเบโดชนิดอบแห้งจึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันสูงและผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นอิมัลชัน (Elleuch *et al.*, 2011)

3. ผลการศึกษาค่าความหนืดและพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชันที่เติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้ง ร้อยละ 0 , 2.5 , 5 , 7.5 และ 10



ภาพที่ 4.1 ค่าความหนืดและพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชันที่เติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสด



ภาพที่ 4.2 ค่าความหนืดและพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชันที่เติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดอบแห้ง

จากการศึกษาค่าความหนืดและพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชันที่เติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0 , 2.5 , 5 , 7.5 และ 10 ดังภาพที่ 4.1 และ 4.2 พบว่า ค่าความหนืดและพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชันที่เติมอัลเบโดทั้งชนิดสดและอบแห้งร้อยละ 0 , 2.5 , 5 , 7.5 และ 10 มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยค่าความหนืดและพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชันที่เติมอัลเบโดทั้งชนิดสดและอบแห้งร้อยละ 0 , 2.5 , 5 , 7.5 และ 10 จะมีค่าที่ลดลงเมื่อความเร็วในการหมุนเพิ่มขึ้น แสดงว่า ความเร็วรอบในการหมุน มีผลกระทบต่อค่าความหนืดและพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชัน

ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ค่าความหนืดของระบบจำลองอิมัลชันที่มีการเติมอัลเบโดชนิดสดมีค่าความหนืดที่มากกว่าชนิดอบแห้ง เนื่องจากอัลเบโดเป็นเซลล์โลสที่มีโครงสร้างและมีความสามารถในการดูดซับน้ำและกักเก็บน้ำได้ เมื่ออัลเบโดได้รับความร้อนโครงสร้างเซลล์โลสจะถูกทำลายและเกิดการพองตัว ทำให้อัลเบโดอบแห้งมีความสามารถในการดูดน้ำเพิ่มขึ้น โดยอัลเบโดชนิดอบแห้งจะไปดูดซับน้ำในระบบจำลองอิมัลชันทำให้ลักษณะของระบบจำลองอิมัลชันมีความร่วน ความแข็ง มากขึ้น จึงทำให้มีความหนืดลดน้อยลงกว่าระบบจำลองอิมัลชันที่เติมอัลเบโดชนิดสด (Fernandez Gines *et al.*, 2004) ซึ่งพบว่า มีลักษณะการไหลแบบซูโดพลาสติกคือ ค่าความหนืดมีค่าลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามระบบจำลองอิมัลชันที่มีการเติมอัลเบโดชนิดสดและอบแห้ง มีความสมเหตุสมผลมากที่สุดที่ระดับการเติมอัลเบโดร้อยละ 5 โดยจะสังเกตจากแนวโน้มค่าการอิมัลชันและค่าความคงตัวดังตารางที่ 4.2 และ 4.3

ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่เติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ

จากการศึกษาระดับการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้ง พบว่า ระดับที่เหมาะสมในการเติมลงในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ คือ ระดับการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้งที่ร้อยละ 5 โดยมีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและ คุณภาพทางกายภาพและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส เป็นต้น

1. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพ

การศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี L a b ค่าลักษณะเนื้อสัมผัส ค่าแรงตัด ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่ได้จากการเลาะโครงไก่สุตรควบคุมและสูตรที่มีการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้งที่ระดับการเติมร้อยละ 5

คุณภาพ	การเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ(ร้อยละ)		
	0.0(Control)	5 RA	5 DA
คุณภาพทางเคมี			
ความชื้น ^{ns}	59.73±0.16	60.35±0.26	60.16±0.64
โปรตีน ^{ns}	23.44±2.87	23.44±2.29	23.15±0.52
ไขมัน ^{ns}	6.61±3.13	6.81±1.16	6.95±0.84
เถ้า	1.14 ^c ±0.02	1.45 ^b ±0.00	1.53 ^a ±0.02
เส้นใยหยาบ	0.65 ^c ±0.02	0.99 ^b ±0.01	1.01 ^a ±0.09
คาร์โบไฮเดรต	8.19 ^a ±0.92	6.19 ^c ±1.42	7.16 ^b ±0.65
คุณภาพทางกายภาพ			
ค่าความเป็นกรด-ด่าง ^{ns}	6.24±0.57	6.33±0.01	6.48±0.03
ค่าสี L	56.26 ^b ±0.32	55.66 ^c ±0.20	57.13 ^a ±0.23
ค่าสี a	2.70 ^c ±0.51	3.66 ^b ±0.32	3.80 ^a ±0.00
ค่าสี b	19.5 ^a ±0.36	12.5 ^b ±0.26	11.73 ^c ±0.11
ค่าแรงตัด	281.86 ^c ±14.00	300.42 ^b ±0.08	387.26 ^a ±30.99

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตัวอักษร ns ที่แสดงในแนวนอน แสดงถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

RA คือ การเติมอัลเบโดชนิดสด , DA คือการเติมอัลเบโดชนิดอบแห้ง

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่ได้จากการเลาะโครงไก่พบว่า ปริมาณเถ้า เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต และค่าสี L a b ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่สูตรควบคุมและสูตรที่มีการเติมอัลเบโดทั้งชนิดสดและอบแห้งที่ระดับการเติมร้อยละ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดชนิดอบแห้งมีค่ามากกว่าไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดชนิดสดและสูตรควบคุมซึ่งมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 1.53, 1.45 และ 1.14 ตามลำดับ ปริมาณเส้นใยหยาบพบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดอบแห้งมีค่ามากกว่าสูตรที่มีการเติมอัลเบโดชนิดสดและสูตรควบคุมเท่ากับร้อยละ 1.01, 0.99 และ 0.65 ตามลำดับ เนื่องจากในขั้นตอนการอบแห้งนั้นอัลเบโดมีการสูญเสีย น้ำ ส่งผลให้ในขั้นตอนการเติมอัลเบโดอบชนิดอบแห้งมีอัตราส่วนเท่ากับอัลเบโดชนิดสด อัลเบโดชนิดอบแห้งจึงมีปริมาณเนื้ออัลเบโดในขณะที่เป็นเส้นใยหยาบมากกว่า ส่งผลให้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดชนิดอบแห้งมีปริมาณเส้นใยหยาบสูงกว่าไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดชนิดสด ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่สูตรควบคุมมีค่ามากกว่าสูตรที่มีการเติมอัลเบโดทั้งชนิดสดและอบแห้ง แสดงว่าการเติมอัลเบโดทั้งชนิดสดและอบแห้งมีผลต่อปริมาณเถ้า คาร์โบไฮเดรตและเส้นใยหยาบ ส่วนปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน ค่าความเป็นกรด-ด่าง ลักษณะเนื้อสัมผัสได้แก่ ค่าแรงตัด ของสูตรที่มีการเติมอัลเบโดชนิดอบแห้งมีค่าสูงที่สุด

2. ผลการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

การศึกษาคูณลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ การทดสอบความชอบ แบบ 9 point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่จากการเลาะโครงไก่สูตรควบคุมและสูตรที่มีการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้งที่ระดับการเติมร้อยละ 5

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	การเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ(ร้อยละ)		
	0.0 (Control)	5 RA	5 DA
ลักษณะปรากฏ	6.42 ^a ± 1.37	6.28 ^a ± 1.26	5.44 ^b ± 1.68
สี	6.42 ^a ± 1.26	6.04 ^a ± 1.06	5.64 ^b ± 1.43
กลิ่นรส	6.42 ^a ± 1.41	6.14 ^a ± 1.14	5.82 ^b ± 1.45
รสชาติ	6.20 ^a ± 1.70	5.80 ^a ± 1.26	5.12 ^b ± 1.27
ความแข็ง	6.38 ^a ± 1.57	5.52 ^a ± 1.43	5.02 ^b ± 1.09
ความเหนียว	6.38 ^a ± 1.71	5.60 ^a ± 1.29	5.16 ^b ± 1.26
ความชอบโดยรวม	6.52 ^a ± 1.37	5.50 ^a ± 1.50	5.40 ^b ± 1.44

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

RA คือ การเติมอัลเบโดชนิดสด , DA คือการเติมอัลเบโดชนิดอบแห้ง

จากการศึกษาคูณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่จากการเลาะโครงไก่โดยเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้งที่ระดับการเติมร้อยละ 5 พบว่า ค่าลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัสได้แก่ความแข็ง ความเหนียว และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดทั้งชนิดสดและอบแห้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดชนิดสด มีค่าที่ดีกว่า

ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดชนิดอบแห้ง เนื่องจากอัลเบโดชนิดสดมีความสามารถในการอุ้มน้ำที่น้อยกว่าอัลเบโดอบแห้งและเมื่อเติมลงไปในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่มีการเติมส่วนผสมในอัตราส่วนที่เท่ากัน ทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่ได้ไม่แห้ง แข็งและร่วนจนเกินไป จึงส่งผลให้มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดีกว่าไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดชนิดอบแห้ง โดยผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดทั้งชนิดสดและอบแห้ง มีค่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่น้อยกว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่สูตรควบคุม เนื่องจากอัลเบโดนั้นเป็นสารทดแทนไขมันจำพวกคาร์โบไฮเดรตสามารถละลายน้ำแล้วเกิดโครงร่างคล้ายเจล ซึ่งจะช่วยเพิ่มความหนืดและเนื้ออาหารในผลิตภัณฑ์ โดยสารทดแทนไขมันกลุ่มนี้มีข้อจำกัดในการใช้คือ จะให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ไม่ค่อยดี ในกรณีที่สามารถจับกับน้ำได้ดี จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณสูงกว่าปกติ (Lucca & Teppe., 1994)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ที่ผ่านการพัฒนาแล้วคือไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสด ที่ร้อยละ 5 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี L a และ b เท่ากับ 6.33 55.66 3.66 และ 12.5 ตามลำดับ ค่าแรงตึงผิวเท่ากับ 300.42 และมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 60.35 23.44 6.81 1.45 0.99 และ 6.19 ตามลำดับ ไส้กรอกไก่ที่มีการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดอบแห้ง ที่ร้อยละ 5 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี L a b เท่ากับ 6.48 57.13 3.80 และ 11.73 ตามลำดับ ค่าแรงตึงผิวเท่ากับ 387.26 และมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 60.16 23.15 6.95 1.53 1.01 และ 7.16 ตามลำดับ

อภิปรายผล

การเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทั้งชนิดสดและอบแห้ง ต่อคุณสมบัติการทำงานของระบบจำลองอิมัลชันในเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครง พบว่าค่าการเกิดอิมัลชันและค่าความคงตัวของระบบจำลองอิมัลชันในเนื้อไก่ที่ได้จากการเลาะโครง ที่ระดับการเติมอัลเบโดทั้งชนิดสดและอบแห้ง ร้อยละ 5 มีค่าที่เหมาะสมที่ใช้เสริมในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ ส่วนค่าความหนืดและพฤติกรรมการไหลของระบบจำลองอิมัลชันที่เติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอชนิดสดมีค่าสูงกว่าชนิดอบแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ SariçobanC et al., (2008) ซึ่งศึกษาการเติมอัลเบโดจากเปลือกมะนาวลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แบบอิมัลชัน ทั้งชนิดสดและแห้งที่ระดับการเติมร้อยละ 5 ส่งผลต่อลักษณะของอิมัลชันที่ดี และเพิ่มปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากอัลเบโดนั้น เป็นสารทดแทนไขมันจำพวกคาร์โบไฮเดรต สามารถละลายน้ำแล้วเกิดโครงร่างคล้ายเจล ซึ่งจะช่วยเพิ่มความหนืดและเนื้ออาหารในผลิตภัณฑ์ โดยสารทดแทนไขมันกลุ่มนี้มีข้อจำกัดในการใช้คือ จะให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ไม่ค่อยดี ในกรณีที่สามารถจับกับน้ำได้ดี จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณสูงกว่าปกติ (Lucca & Teppe., 1994)

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ไส้กรอกเสริมไฟเบอร์ที่ได้จากอัลเบโดของเปลือกส้มโอ สามารถนำมาใช้ในการประกอบเมนูเพื่อสุขภาพ หรือทานกับผักสลัด หรือนำไปพัฒนารูปแบบของการบริโภค โดยการจำหน่ายเป็นเมนูอาหารเข้าเพื่อสุขภาพ

หน่วยงาน เช่น อุตสาหกรรมจังหวัด พัฒนาชุมชน กรมการปกครอง และกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ในจังหวัดสุพรรณบุรี สามารถนำไปให้เกิดประโยชน์ต่อ หน่วยงานภาคอุตสาหกรรมการผลิตผลไม้ดัด

แต่ง ผลไม้สดพร้อมบริโภค โรงงานผลิตไส้กรอก เนื้อสัตว์แปรรูป ร้านอาหาร ภัตตาคารที่มีการจำหน่ายไส้กรอก ร้านอาหารที่จำหน่ายอาหารเพื่อสุขภาพ ร้านอาหารหรือโครงการอาหารภายในมหาวิทยาลัย เป็นต้น โดยนำงานวิจัยไปถ่ายทอดเป็นเมนูอาหารจากไส้กรอกเพื่อสุขภาพ เพื่อเผยแพร่แก่ผู้ประกอบการ โรงงานไส้กรอกลูกชิ้น พ่อค้าแม่ค้าร้านอาหาร และประชาชนที่สนใจ เป็นต้น

เผยแพร่ในวารสารวิจัย เช่น วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย วารสารวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วารสารวิจัยทางด้านเทคโนโลยีการเกษตร เทคโนโลยีการอาหาร เป็นต้น รวมทั้งวารสารวิจัย มสด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทดลองใช้อัลเบโดจากพืชตระกูลส้มชนิดอื่นๆ เช่น มะนาวและเลมอน แทนการใช้ส้มโอในการเสริมลงในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ เพื่อเพิ่มความหลากหลายในผลิตภัณฑ์
2. สามารถนำอัลเบโดเติมลงในผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อสัตว์หรือผลิตภัณฑ์เบเกอรี่
3. เลือกส้มโอมีคุณค่าทางโภชนาการควรมีการศึกษาการเสริมลงในผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

- ไพลิน วุฒิพลากร. 2549. ผลของการบำบัดเบื้องต้นต่อองค์ประกอบของใยอาหารผงจากกากมะนาว, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- วรรณิ มาวิมล. 2545. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตมะนาวผงและการประเมินอายุการเก็บรักษา, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ศุภวัฒน์ นามคำ, 2554. การผลิตและการใช้เส้นใยผงจากเปลือกส้มโอในการทำผลิตภัณฑ์ขอม่วงใยอาหารสูงพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็ง, วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- สุนีย์ จันทร์สกา. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีคุณสมบัติต้านออกซิเดชันจากเปลือกส้มและเปลือกมะนาวโดยกระบวนการหมักด้วยเชื้อรา, วิทยานิพนธ์วารสารศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- อภิตา รินพล. 2555. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกลาบหมูปั่นเมือง, วิทยานิพนธ์วารสารศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

- SarıçobanC., ÖzalpB., Yılmaz,M.T., ÖzenG., KarakayaM. & AkbulutM. (2008). Characteristics of meat emulsion systems as influenced by different levels of lemon albedo. *Meat Science*. 80, 599-606.
- Akoh, C. C. (1998). Fat replacers. *Food Technology*, 52, 47-53.
- Aleson-Carbonell, L., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera , E., Sendra, E.,& Perez-Alvarez, J. A. (2003). Utilization of lemon albedo in dry-cured sausages. *Journal of Food Science*, 68, 1826-1830.
- Aleson-Carbonell, L., Fernandez-Lopez, J., Sendra, E., Sayas-Barbera, E.,& Perez-Alvarez, J. A. (2004). Quality characteristics of a nonfermented dry-cured sausage formulated with lemon albedo. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 2077-2084.
- Aleson-Carbonell,L., Fernandez-Lopez, J.,Perez-Alvarez, J.A., & Kuri, V. (2005). Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 247-255.

- AOAC (2000). *Official methods of analysis (17th ed.)*. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Babji, A. S., & Lim, W. K. (1993). Some characteristics of MDCM and chicken trimming, used in a local Frankfurter production. In 3rd IFCON – *International Food Convention*, India, September 7–12, 1993, Mysore, India. Barnes, H. A., Hutton, J. F., & Walters, K. (1989). *An introduction to rheology* (pp. 11–35). New York: Elsevier Applied Science.
- Beecher, G. R. (1999). Phytonutrients role in metabolism: Effects on resistance to degenerative processes. *Nutritional Review*, 57, 3–6.
- Best, D. (1991). Whatever happened to fiber. *Prepared Foods*, 160, 54–56. Borroto, B., Larrauri, J. A., & Cribeiro, A. (1995). Influencia del tamaño de partícula sobre la capacidad de retención de agua de la fibra obtenida a partir de cítricos y pimiento. *Alimentaria*, 12, 89–90.
- Braddock, R. J. (1995). By-products of citrus fruits. *Food Technology*, 49, 74–77.
- Chang, H. C., & Carpenter, J. A. (1997). Optimizing quality of frankfurters containing oat bran and added water. *Journal of Food Science*, 62, 194–202.
- Cheftel, J. C., Cuq, J. L., & Lorient, D. (1985). Amino acids, peptides, and proteins. In O. R. Fennema (Ed.), *Food chemistry* (2nd ed.) (pp. 246–369). New York, NY: Marcel Dekker Inc.
- Cofrades, S., Guerra, M. A., Carballo, J., Fernandez-Martin, F., & Jimenez-Colmenero, F. (2000). Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. *Journal of Food Science*, 65, 281–287.
- Desmond, E., Troy, D. J., & Buckley, J. (1998). Comparative studies on non-meat ingredients used in the manufacture of low-fat burgers. *Journal of Muscle Foods*, 9, 221–224.
- Eastwood, M. A. (1992). The physiological effect of dietary fiber: An update. *Annual Review of Nutrition*, 12, 19–35.
- Fernandez-Lopez, J., Perez-Alvarez, J. A., Sayas-Barbera, E., & Lopez-Santovenia, F. (2002). Effect of Paprika (*Capsicum annum*) on color of Spanish-type sausages during the resting stage. *Journal of Food Science*, 67, 2410–2414.
- Fernandez-Lopez, J., Fernandez-Gines, J. M., Aleson-Carbonell, L., Sendra, E., Sayas-Barbera, E., & Perez-Alvarez, J. A. (2004). Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 176–185.

- Fernandez-Gines, J. M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., & Perez-Alvarez, J. A. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. *Meat Science*, 67, 7–13.
- Griguelmo-Miguel, N., & Martin-Belloso, O. (1999). Comparison of dietary fibre from by-products of processing fruits and greens and from cereals. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 32, 503–508.
- Hunt, M. C., Acton, J. C., Benedict, R. C., Calkins, C. R., Cornforth, D. P., Jeremiah, L. E., et al. (1991). *Guidelines for meat color evaluation*. Chicago: American Meat Science Association and National Live Stock and Meat Board.
- Hutchings, J. B. (1999). *Food color and appearance* (pp. 453–541). Maryland: Aspen Publishers Inc.
- Iyengar, R., & Gross, A. (1991). Fat substitutes. In I. Goldberg & R. Williams (Eds.), *Biotechnology and food ingredients* (pp. 287–313). New York: Van Nostrand Reinhold.
- Jimenez-Colmenero, F. (1996). Technologies for developing low-fat meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 7, 41–48.
- Johnson, I. T., & Southgate, D. A. T. (1994). Dietary fiber and related substances. In J. Edelman & S. Miller (Eds.), *Food safety series* (pp. 39–65). London: Chapman & Hall.
- Kaferstein, F. K., & Clugston, G. A. (1995). Human health problems related to meat production and consumption. *Fleischwissenschaft und Technologie*, 75, 889–892.
- Karakaya, M. (1990). *Farkli Tur Organ Etlerinin Bitkisel ve Degisik Hayvansal Yaglar ile Olusturduklari Emulsiyonlari Cesitli Ozelliklerinin Model Sistemde Arastirilmesi*. Ataturk Uni., Fen Bilimleri Ens., Doktora Tezi, Gida Bilimi ve Teknolojisi ABD. Erzurum. p. 60 (in Turkish).
- Lario, Y., Sendra, E., Garcia-Perez, J., Fuentes, C., Sayas-Barbera, E., Fernandez-Lopez, J., et al. (2004). Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5, 113–117.
- Mansour, E. H., & Khalil, A. H. (1999). Characteristics of low-fat beef burgers as influenced by various types of wheat fibers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 493–498.
- Meseguer, A. (2002). Caracterizacion de subproductos de las industrias de elaboracion de zumos citricos. B.S. thesis. Universidad Miguel Hernandez. (Orihuela). Alicante, Spain.

- Mielnik, M. B., Aaby, K., Rolfsen, K., Ellejaer, M. R., & Nilsson, A. (2002). Quality of comminuted sausages formulated from mechanically deboned poultry meat. *Meat Science*, 61, 73–84.
- MINITAB (2000). *Computer program, MINITAB release 13.0 for windows*. Minitab Inc., USA.
- MstatC (1986). *Version 4.00*. Michigan State University, East Lansing, MI.
- Nas, S., Gokalp, H. T., & Unsal, M. (1998) (2nd ed.). *Bitkisel yağ teknolojisi (Vegetable oil technology)*. (005). Denizli, Turkey: Pamukkale University Publications.
- Ockerman, H. W. (1985). *Quality control of post-mortem muscle tissue (13th ed.)*. Columbus, OH, USA: The Ohio State University.
- Papadina, S. N., & Bloukas, J. G. (1999). Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages. *Meat Science*, 51, 103–113.
- Perez-Alvarez, J. A., & Fernandez-Lopez, J. (2000). *Aspectos físicos, fisiológicos, psicológicos químicos e instrumentales para la determinación del color en los alimentos*. Elche (Alicante): Universidad Miguel Hernandez (CDrom format).
- Sarıçoban C., Özalp B., Yılmaz, M. T., Özen G., Karakaya M. & Akbulut M. (2008). Characteristics of meat emulsion systems as influenced by different levels of lemon albedo. *Meat Science*. 80, 599–606.
- Smith, D. M. (1988). Meat proteins: Functional properties in comminuted meat products. *Food Technology*, 42(4), 116–121.
- Thebaudin, J. Y., Lefebvre, A. C., Harrington, M., & Bourgeois, C. M. (1997). Dietary fibers: Nutritional and technological interest. *Trends in Food Science and Technology*, 8, 41–48.
- Warriss, P. D., Wilkins, L. J., & Knowles, T. G. (1999). The influence of ante-mortem handling on poultry meat quality. In R. I. Richardson & G. C. Mead (Eds.). *Poultry meat science: poultry meat symposium series* (Vol. 25, pp. 217–230). Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Webb, N. B., Ivey, J. F., Craip, H. B., Jones, V. A., & Monroe, R. J. (1970). The measurement of capacity by electrical resistance. *Journal of Food Science*, 35, 501–504.
- Yapar, A., Atay, S., Kayacier, A., & Yetim, H. (2006). Effects of different levels of salt and phosphate on some emulsion attributes of the common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). *Food Hydrocolloids*, 20, 825–830.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ

ภาคผนวก ก1 การวิเคราะห์ค่าสี

การวิเคราะห์ค่าสีโดยระบบสีของ (Hunter color system) จะให้ค่าสี L เป็นค่าความสว่าง (Lightness) ค่าสี a เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness/Greeness) และค่าสี b เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness) โดยที่

ค่าสี L คือ ค่าแสดงความสว่างของสี มีค่าอยู่ในช่วง 0 (มืด) ถึง 100 (สว่าง)

ค่าสี a คือ ค่าที่แสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว

กรณีถ้า a มีค่าเป็นบวก หมายถึง สีแดง และกรณีถ้า a มีค่าเป็นลบ หมายถึง สีเขียว

ค่าสี b คือ ค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน

กรณีถ้า b มีค่าเป็นบวก หมายถึง สีเหลือง และกรณีถ้า b มีค่าเป็นลบ หมายถึง สีน้ำเงิน

1.1 อุปกรณ์

1.1.1 เครื่องวัดค่าสี (Handy colorimeter NR-3000, Japan)

1.2 การเตรียมตัวอย่าง

1.2.1 ทำการ *Calibrate* โดย ปรับค่า D65, X 82.04, Y 86.19 และ Z 90.18

1.2.2 นำตัวอย่างไปใส่ภาชนะให้ถึงขีด แล้วนำไปวางในฐานสีดำ

1.2.3 นำเครื่อง handy colorimeter วางบนฐานกดปุ่มด้านหลัง 1 ครั้ง จดค่าที่ได้



ภาพผนวก ก1 เครื่องวัดค่าสี (Handy colorimeter NR-3000, Japan)

ภาคผนวก ก2 การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส (texture analyzer)

2.1 อุปกรณ์

2.1.1 ชุดเครื่องมือในการวัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture analyzer, Stable Micro System/TA-XT2i / England)

2.2 ค่าที่ต้องการวัด

2.2.1 ค่าแรงตัด

2.3 การเตรียมตัวอย่าง

2.3.1 click ที่แถบเมนู T.A.

2.3.2 click เลือก calibrate probe

2.3.3 ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีตัวอย่างหรือสิ่งของวางทิ้งไว้ที่ฐานของเครื่อง

2.3.4 กดปุ่ม fast และปุ่ม↓ ที่คีย์บอร์ดของเครื่อง texture analyzer เพื่อเลื่อนตำแหน่งของหัววัดให้มาอยู่ใกล้กับฐานเครื่อง

2.3.5 กำหนดระยะทางในการเคลื่อนที่กลับไปของหัววัด เมื่อหัววัดสัมผัสกับฐานเครื่องแล้ว โดยใช้ความสูงของตัวอย่างที่ต้องการวัดเป็นเกณฑ์ (ให้ระยะทางมากกว่าความสูงของตัวอย่างเล็กน้อย)

2.3.6 click ที่ปุ่ม OK.

2.3.7 รอให้หัววัดเคลื่อนลงสัมผัสฐานวางตัวอย่างแล้วเคลื่อนกลับขึ้นไปเป็นระยะทางเท่ากับที่กำหนดไว้

2.3.8 ตั้งค่า T.A. setting ในการวัด

2.3.9 ใช้ตัวอย่างวางบนแท่นกด ทำการวิเคราะห์ผล

2.3.10 อ่านค่าแรงสูงสุด (maximum peak force) ซึ่งแสดงถึงค่า ความแข็ง (Hardness) และความยืดหยุ่น (springiness) ของตัวอย่าง

ภาคผนวก ก3 การวัดค่าการเกิดอิมัลชัน (Emulsion capacity) (ดัดแปลงจากวิธีของ Cui *et al.*, 1993)

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 เครื่องปั่นผสม

3.1.2 Centrifuge (Hettich/EBA 8S / Germany)

3.1.3 ปีเปต

3.1.4 ปีกเกอร์ (Beaker)

3.1.5 หลอดทดลอง

3.2 การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมอัลเบโดทั้งชนิดสดและอบแห้งที่ความเข้มข้น 5 ระดับ (ร้อยละ 0.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10) นำอัลเบโด ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ มารวมกับ เนื้อไก่เลาะโครงกระดูก 25 กรัม และสารละลายเกลือฟอสเฟต 100 มิลลิลิตร นำไปปั่นในโถปั่น ปั่นเป็นเวลา 2 นาที ที่ความเร็วสูง (13,000 รอบต่อนาที) เติมน้ำมันข้าวโพด 50 มิลลิลิตร และนำไปปั่นผสมเป็นเวลา 10 วินาที ที่ความเร็วต่ำ (5,000 รอบต่อนาที) จากนั้นค่อยๆเติมน้ำมันข้าวโพดลงไป ครั้งละ 5 มิลลิลิตรจนครบ 100 จากนั้นปีเปตอิมัลชันที่เตรียมไว้ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2750 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที และคำนวณหาค่าการเกิดอิมัลชันโดยใช้สูตรดังสมการ

$$\text{ค่าการเกิดอิมัลชัน (\%)} = \frac{\text{ความสูงของชั้นอิมัลชัน}}{\text{ความสูงของชั้นของเหลวทั้งหมด}} \times 100$$

ภาคผนวก ก4 การวัดค่าความคงตัวของระบบจำลองอิมัลชัน (ดัดแปลงจากวิธีของ Cui *et al.*, 1993)

4.1 อุปกรณ์

4.1.1 เครื่องปั่นผสม

4.1.2 Centrifuge (Hettich/EBA 8S / Germany)

4.1.3 ปีเปต

4.1.4 ปีกเกอร์ (Beaker)

4.1.5 หลอดทดลอง

4.2 การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมระบบจำลองอิมัลชัน 25 กรัม จากนั้นปีเปตอิมัลชันที่เตรียมไว้ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทำให้เย็นด้วยน้ำจืดอุณหภูมิเท่ากับ อุณหภูมิห้อง นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2750 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงนำไป คำนวณหาค่าความคงตัวโดยใช้สูตรดังสมการ

$$\text{ค่าความคงตัวของอิมัลชัน (\%)} = \frac{\text{ความสูงของชั้นอิมัลชันที่คงอยู่}}{\text{ความสูงของชั้นของเหลวทั้งหมด}} \times 100$$

ภาคผนวก ก5 การวัดค่าความหนืดของอิมัลชันและคุณสมบัติการไหลของระบบจำลองอิมัลชัน (ดัดแปลงจากวิธีของ Sariçobanc et al, 2008)

5.1 อุปกรณ์

5.1.1 เครื่องปั่นผสม

5.1.2 Centrifuge (Hettich/EBA 8S / Germany)

5.1.3 ปีกเกอร์ (Beaker)

5.1.4 หลอดทดลอง

5.1.5 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer)

5.2 การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมระบบจำลองอิมัลชัน 25 กรัม ใส่ในปีกเกอร์ที่ได้เตรียมไว้ โดยใช้ระดับความเร็วการหมุน 6 ระดับที่แตกต่างกัน (2.5, 5, 10, 20, 50, 100 รอบต่อนาที) โดยตัวอย่างในแต่ละระดับใช้เวลา 60 วินาที ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะทำการวัดค่าความหนืดโดยใช้เครื่อง Brookfield viscometer

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

ภาคผนวก ข1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น AOAC (2000)

1.1 อุปกรณ์

- 1.1.1 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
- 1.1.2 ถ้วยหาความชื้นพร้อมฝาปิด (aluminum can, moisture can)
- 1.1.3 โถดูดความชื้น (descicator)
- 1.1.4 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม4 ตำแหน่ง
- 1.1.5 Tongs

1.2 การเตรียมตัวอย่าง

1.2.1 หาน้ำหนักคงที่ของถ้วยเปล่า โดยนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-4 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักแล้วนำเข้าอบใหม่จนได้น้ำหนักที่คงที่ (น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม)

1.2.2 ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้น้ำหนัก 2 กรัม ใส่ลงถ้วยหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-4 ชั่วโมง จากนั้นนำมาใส่โถดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที และชั่งน้ำหนัก นำเข้าอบใหม่ให้น้ำหนักที่แน่นอน (น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม)



ภาพผนวก ข1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

1.3 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน AOAC (2000)

2.1 อุปกรณ์

- 2.1.1 ชุดย่อยโปรตีน (Buchi digestion unit/ B-323 / Switzerland)
- 2.1.2 ชุดกลั่นโปรตีน (Distillation unit/ Buchi 435 / Switzerland)
- 2.1.3 ขวดปรับปริมาตร
- 2.1.4 ขวดรูปชมพู่
- 2.1.5 บิวเรตต์
- 2.1.6 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 2.1.7 กระดาษชำระ

2.2 สารเคมี

- 2.2.1 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Sulfuric Acid/ J.T.Baker/ Thailand)
- 2.2.2 สารเร่งปฏิกิริยา: คอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) และโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
- 2.2.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 40
- 2.2.4 สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มัล: HCl 8.2 มิลลิลิตรในน้ำกลั่น 1

ลิตร

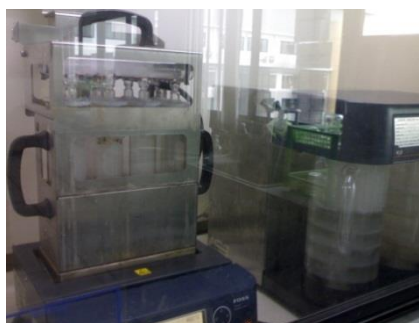
- 2.2.5 สารละลายกรดบอริก ร้อยละ 4: เตรียมโดยใช้น้ำร้อน
- 2.2.6 Mix indicator : Methyl red 0.1 กรัม ผสมกับ Bromocresol green 0.1 กรัม ในเอทานอล 100 มิลลิลิตร

2.3 การเตรียมตัวอย่าง

- 2.3.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 1 กรัม เติมคอปเปอร์ซัลเฟต 0.8 กรัม โพแทสเซียมซัลเฟต 7 กรัม
- 2.3.2 เติมกรดซัลฟูริก 12 มิลลิลิตร และหยด octanol 2 หยด เพื่อป้องกันการเดือด
- 2.3.3 เปิดเครื่องตั้งอุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส เมื่อได้อุณหภูมิแล้ว นำ stand ที่มีหลอดย่อยใส่ในเครื่องย่อย
- 2.3.4 ย่อยจนได้สารละลายสีฟ้าใสในตู้ดูดควัน (เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง) จากนั้นขึ้นพักไว้บน stand ทิ้งให้เย็น
- 2.3.5 นำ Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ไปตั้งไว้ที่ตำแหน่งรองรับของเครื่องกลั่น และเลื่อนฐานขึ้นไปให้ปลายแท่งแก้วจุ่มอยู่ใต้สารละลาย รองรับสิ่งที่กลั่นด้วยสารละลายกรดบอริกเข้มข้น ร้อยละ 4 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ที่ผสม mix indicator ระหว่าง Methyl red กับ Bromocresol green เรียบร้อยแล้ว
- 2.3.6 นำหลอดกลั่นใส่ให้ตรงหัวกลั่น เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 80 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ร้อยละ 40 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปิด safety door เครื่องจะทำงานทันที
- 2.3.7 กลั่นประมาณ 4 นาที สารละลายใน flask รองรับจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงใน flask รองรับ

2.3.8 ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มัล จนได้จุดยุติสีชมพู จดปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้

2.3.9 ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 1 แต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่างนำไปคำนวณ



ภาพผนวก ข2 การย้อยตัวอย่าง



ภาพผนวก ข3 การกลั่นตัวอย่าง

2.4 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)} = \frac{(T-B) \times 14.007 \times N \times 100}{W(\text{mg})}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \% \text{Nitrogen} \times \text{conversion factor (F)}$$

T = sample titration (ml)

B = blank titration (ml)

N = normality of titrant (N)

Conversion factor = แฟคเตอร์สำหรับแปลงกลับ = 6.25

(น้ำหนักกรัมสมบูรณ์ของไนโตรเจนเท่ากับ 14.007)

ภาคผนวก ข3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน AOAC (2000)

3.1 อุปกรณ์

- 3.1.1 เครื่องสกัดไขมัน (Soxtec amanti 2050 Auto system/ S-26321 / Sweden)
- 3.1.2 หลอดบรรจุตัวอย่าง (thimble) พร้อมที่จับ (thimble holder)
- 3.1.3 ถ้วยสกัด (extraction cup) พร้อมที่จับ (extraction cup holder)
- 3.1.4 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
- 3.1.5 โถดูดความชื้น (desiccator)
- 3.1.6 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม4 ตำแหน่ง

3.2 สารเคมี

- 3.2.1 เฮกเซน (Hexane fraction/ UNILAB/ New Zealand)

3.3 การเตรียมตัวอย่าง

- 3.3.1 อบถ้วยอลูมิเนียมสำหรับหาไขมันในตู้อบลมร้อน ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
- 3.3.2 ชั่งตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ 1 กรัมใส่ลงใน thimble
- 3.3.3 warm เครื่อง soxtec โดยเปิดปุ่ม power ปรับอุณหภูมิ และตั้งโปรแกรมดังนี้
over temp. = 210 องศาเซลเซียส, hot plate = 155 องศาเซลเซียส, boiling = 45 นาที, rising = 15 นาที และ recover = 30 นาที
- 3.3.4 นำ thimble ที่ใส่ตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว ประกอบเข้ากับก้าน condenser ของเครื่อง soxtec
- 3.3.5 เติม hexane ลงในถ้วยอลูมิเนียมสำหรับหาไขมันที่ทราบน้ำหนักแน่นอน 50 มิลลิกรัม จากนั้นนำเข้าเครื่อง soxtec ส่วนที่เป็นเตาให้ความร้อน
- 3.3.6 กดปุ่ม start 1 ครั้ง โปรแกรมจะเริ่มตั้งแต่ boiling จนถึง pre-drying
- 3.3.7 นำถ้วยอลูมิเนียมเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 ± 3 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีหรือจนกว่าน้ำหนักคงที่



ภาพผนวก ข4 เครื่องสกัดไขมัน

3.4 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W}$$

W_1 = น้ำหนักของ extraction cup และน้ำหนักไขมันที่สกัดได้ภายหลังการอบแห้ง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของ extraction cup ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ภาคผนวก ข4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า AOAC (2000)

4.1 อุปกรณ์

- 4.1.1 เตาเผา (Electric Furnace, Lab Tech, LEF – P series / USA)
- 4.1.2 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible)
- 4.1.3 โถดูดความชื้น
- 4.1.4 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

4.2 การเตรียมตัวอย่าง

- 4.2.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่เผาและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว
- 4.2.2 นำตัวอย่างไปเผาในตู้อบควันจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2-3 ชั่วโมง จนกระทั่งได้เถ้าสีขาวหรือสีเทาอ่อน
- 4.2.3 นำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น ทำการชั่งน้ำหนัก และเผาตัวอย่างซ้ำ จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่ บันทึกน้ำหนัก



ภาพผนวก ข5 เตาเผา (Muffle furnace)

4.3 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} - \text{น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ภาคผนวก ข5 การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร AOAC (2000)

5.1 อุปกรณ์

- 5.1.1 crucible สำหรับกรอง ทำจาก Borosilicate glass
- 5.1.2 Fiber extraction unit (Hot extraction, Cold extraction/ SE-263 21 / Sweden)
- 5.1.3 hot air oven
- 5.1.4 Furnace (Electric Furnace, Lab Tech, LEF – P series / USA)
- 5.1.5 desiccator

5.2 สารเคมี

- 5.2.1 H_2SO_4 1.25% (Sulfuric Acid/ J.T.Baker/ Thailand)
- 5.2.2 NaOH 1.25% (Sodium hydroxide pellets/ QRëCTM/ New Zealand)
- 5.2.3 Acetone (Acetone/ J.T.Baker/ USA)
- 5.2.4 น้ำกลั่นร้อน
- 5.2.5 Celite
- 5.2.6 Octanol

5.3 การเตรียมตัวอย่าง

5.3.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม โดยชั่งใน crucible เติม celite 1 กรัม เพื่อช่วยในการกรองแล้วนำไปเข้าเครื่อง Fiber extraction unit ในส่วน hot extraction

- hot extraction step 1: วาง crucible ในช่องเติม H_2SO_4 1.25% ที่ร้อนประมาณ 150 มิลลิลิตร และหยด Octanol 2-4 หยด เพื่อป้องกันการเดือด ต้มให้เดือดและจับเวลา 30 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 30 มิลลิลิตร 3 ครั้ง แต่แต่ละครั้งต้องระบายน้ำออก

- hot extraction step2: เติม NaOH 1.25% ที่ร้อน ประมาณ 150 มิลลิลิตร และหยด Octanol 2-4 หยด เพื่อป้องกันการเดือด ต้มให้เดือดและจับเวลา 30 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 30 มิลลิลิตร 3 ครั้ง แต่แต่ละครั้งต้องระบายน้ำออก

5.3.2 นำ crucible เข้า cold extraction เติม acetone 25 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 10 นาที กรองแล้วทำซ้ำอีกครั้ง

5.3.3 นำ crucible เข้า hot air oven เพื่อระเหย Solvent และ Dry crucible ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง จากนั้นนำ crucible มาเข้า Furnace ที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นนำมาลดอุณหภูมิให้ได้ ประมาณ 250 องศาเซลเซียส ใน hot air oven จากนั้นนำมาเข้า desiccators และชั่งน้ำหนัก



ภาพผนวก ข6 เครื่องสกัดเส้นใยหยาบ

5.4 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณใยอาหาร (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักหลังอบ} - \text{น้ำหนักหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ภาคผนวก ข6 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต AOAC(2000)

คำนวณหาโดยใช้ความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างแห้งและปริมาณขององค์ประกอบอื่นๆ

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)} = 100 - (\text{ร้อยละโปรตีน} + \text{ร้อยละไขมัน} + \text{ร้อยละเส้นใยหยาบ} + \text{ร้อยละความชื้น} + \text{ร้อยละเถ้า})$$

ภาคผนวก ข7 การวิเคราะห์ค่าเป็นกรด-ด่างโดยใช้เครื่อง pH meter

7.1 อุปกรณ์

7.1.1 พีเอชมิเตอร์ (pH meter/ Jenco / USA)

7.1.2 ปีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร

7.2 การเตรียมตัวอย่าง

7.2.1 ตัวอย่างที่เป็นของแข็ง ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ลงในปีกเกอร์ แล้วเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร

7.2.2 วัดความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้พีเอชมิเตอร์ที่ผ่านการปรับด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน พีเอช 4.0 และ 7.0 จุ่มอิเล็กโทรดลงในตัวอย่าง อ่านค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้และบันทึกผล

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างแบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส
ผลิตภัณฑ์ ไส้กรอกไก่

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่เสนอโดยให้คะแนนความชอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน

ระดับการให้คะแนนที่ 1-9 ดังนี้

- | | | |
|---------------------|--------------------|------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 7 = ชอบปานกลาง |
| 2 = ไม่ชอบมาก | 5 = เฉยๆ | 8 = ชอบมาก |
| 3 = ไม่ชอบปานกลาง | 6 = ชอบเล็กน้อย | 9 = ชอบมากที่สุด |

รหัส	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....
กลิ่นรส	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส			
-ความแข็ง	.....	.....	.....
-ความยืดหยุ่น	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไส้กรอกไก่

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะไส้กรอกไก่ที่ทำจากเนื้อไก่เป็นส่วนประกอบหลัก บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้
ไส้กรอกไก่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อไก่ไปบดละเอียด นวดหรือสับผสมกับเกลือ น้ำแข็งมันของสัตว์หรือน้ำมันพืช เครื่องเทศ เช่น พริกไทย กระเทียม และวัตถุเจือปนอาหารอื่น แล้วนำส่วนผสมที่ได้บรรจุลงในไส้ของสัตว์หรือไส้ชนิดอื่นที่บริโภคได้ ทำให้สุก อารมณ์ควนหรือไม่ก็ได้

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปร่างเดียวกัน และมีขนาดใกล้เคียงกัน มีผิวเรียบ ไม่มีลักษณะผิดปกติ

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ สม่ำเสมอกันตลอดทั้งชิ้น ไม่มีสีผิดปกติ เช่น สีเขียวคล้ำ สีดำ

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นคาว กลิ่นเหม็นบูด รสเปรี้ยว

3.4 ลักษณะเนื้อ

ต้องเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีโพรงอากาศ มีความนุ่ม ยืดหยุ่น คงรูป และไม่มีการแยกตัวของหยดน้ำหรือน้ำมันออกจากเนื้อไส้กรอกไก่ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น กระดูก เส้นผม ขนสัตว์ ดินทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3.6 โปรตีน

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

3.7 ไขมัน

ต้องไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก

3.8 วัตถุเจือปนอาหาร

3.8.1 ห้ามใช้วัตถุกันเสียและสีทุกชนิด

3.8.2 หากมีการใช้ฟอสเฟตในรูปของโมโน-, ได- และโพลีของเกลือโซเดียมหรือเกลือโพแทสเซียมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน (คำนวณเป็น P_2O_5 จากฟอสฟอรัสทั้งหมด) ต้องไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3.8.3 โซเดียมไนเตรตหรือโพแทสเซียมไนเตรต (คำนวณเป็นโซเดียมไนเตรต) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือโซเดียมไนไตรต์หรือโพแทสเซียมไนไตรต์ (คำนวณเป็นโซเดียมไนไตรต์) ไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถ้าใช้โซเดียมไนไตรต์หรือโพแทสเซียมไนไตรต์ หรือโซเดียมไนเตรตหรือโพแทสเซียมไนเตรตรวมกัน ต้องไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3.9 จุลินทรีย์

3.9.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.2 ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

3.9.3 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.4 คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม

3.9.5 เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.6 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

สุขลักษณะในการทำไส้กรอกไก่ ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุไส้กรอกไก่ในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้ง ผนึกได้เรียบร้อย และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของไส้กรอกไก่ในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุไส้กรอกไก่ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ไส้กรอกไก่อรมควัน ไส้กรอกไก่สมุนไพร

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(4) น้ำหนักสุทธิ

(5) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(6) ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บไว้ในตู้เย็น

(7) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ไส้กรอกไก่ที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

1) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าไส้กรอกไกรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อ ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 1) แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 จึงจะถือว่าไส้กรอกไกรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบโปรตีน ไขมัน และวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 ถึงข้อ 3.8 จึงจะถือว่าไส้กรอกไกรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

4) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 500 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.9 จึงจะถือว่าไส้กรอกไกรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างไส้กรอกไก่ต้องเป็นไปตามข้อ 7.2 ข้อ 2) ข้อ 3) และข้อ 4) ทุกข้อ จึงจะถือว่าไส้กรอกไกรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น และลักษณะเนื้อ

1) ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบไส้กรอกไก่ออย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

2) วางตัวอย่างไส้กรอกไก่ในงานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

3) หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ 8.1 ข้อ 3))

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน และมีขนาดใกล้เคียงกัน มีผิวเรียบ ไม่มีฉีกขาด	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ สม่ำเสมอกันตลอดทั้งชิ้น ไม่มีสีผิด ปกติ เช่น สีเขียวคล้ำ สีดำ	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นคาว กลิ่นเหม็นบูด รสเปรี้ยว	4	3	2	1
ลักษณะเนื้อ	ต้องเป็นเนื้อเดียวกันไม่มีโพรงอากาศ มีความนุ่ม ยืดหยุ่น คงรูป และไม่มีการแยกตัวของหยดน้ำหรือน้ำมันออกจากเนื้อไส้กรอกไก่	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบโปรตีน ไขมัน และวัตถุเจือปนอาหารให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบจุลินทรีย์ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ภาคผนวก ก.

สัญลักษณ์

(ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้เกิดมลพิษที่ทำการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังและสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เหม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิมล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าไปในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุชาและเมื่อมือสกปรก

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวมนฤทัย ศรีทองเกิด

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Monruthai Srithongkerd

หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 2-7109-0000-2-158

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

ที่อยู่ สำนักงานโรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ศูนย์สุพรรณบุรี

โทร 083-254-8283 โทรภายใน 9530, 9531

สำนักงานโรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ศูนย์วิทยาศาสตร์ โทรภายใน 9482, 9435

อีเมลล์ s_monruthai@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

วท.ม. (วิทยาศาสตร์การอาหาร) คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว เทคโนโลยีการแปรรูปเนื้อสัตว์และสัตว์ปีก หลักการวิเคราะห์อาหาร และเทคโนโลยีการแปรรูปผักและผลไม้

2. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวจิราวรรณ วัชรกุล

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Jirawan Watcharakul

หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1-1020-0181-8-464

ตำแหน่งปัจจุบัน นักศึกษา

ที่อยู่ สำนักงานโรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ศูนย์วิทยาศาสตร์ โทรภายใน 9482, 9435

อีเมลล์ jang_hana55@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 หลักสูตร วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

3. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายกวินท์ มอญถนอม

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Kawin Morntanom

หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1-1020-0157-5-650

ตำแหน่งปัจจุบัน นักศึกษา

ที่อยู่ สำนักงานโรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ศูนย์วิทยาศาสตร์

โทรภายใน 9482, 9435

อีเมลล์ donromeo@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 หลักสูตร วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต