



รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลิตภัณฑ์ส้มฟักเพื่อสุขภาพ

SOM FUG FOR HEALTH



ผู้วิจัย

นางทัศนีย์ ขาเจียมเจน

RMUTK - CARIT



โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณแผ่นดิน ปี พ.ศ. 2550

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

641 063

๓๒๑๕๖

กิตติกรรมประกาศ

เลขที่.....
เลขทะเบียน 0329
วัน เดือน ปี 19/11/53

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา จากสำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ในงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2550 มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณ คุณสมานี พรกิจประสาน
คุณนิตยา มีปัดมา และเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่มี
ส่วนสนับสนุนให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

บทคัดย่อ

การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์สัสม์ผักเพื่อให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพผู้บริโภคด้วยการเสริมเส้นใยอาหารและก้างปลา จากการทดลองเสริมเส้นใยถั่วเหลืองในปริมาณ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 โดยน้ำหนัก แสดงให้เห็นว่าการเสริมเส้นใยถั่วเหลืองในปริมาณที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลง ผลิตภัณฑ์สัสม์ผักที่เสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 ได้รับการยอมรับรวมไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) มีปริมาณเส้นใยอาหารเท่ากับร้อยละ 2.23 สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีร้อยละ 2.04 นอกจากนี้การเสริมเส้นใยถั่วเหลืองยังมีผลทำให้ค่าความแข็งและความสามารถในการเกาะรวมตัวกันดีกว่ากลุ่มควบคุม ผลิตภัณฑ์สัสม์ผักที่เสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 จึงเหมาะสำหรับการทดลองเสริมก้างปลา โดยการเสริมก้างปลาในปริมาณ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.5, 1.0, และ 1.5 โดยน้ำหนัก ผลการทดสอบปรากฏว่าการเสริมก้างปลาร้อยละ 0.5 ได้รับการยอมรับสูงกว่าระดับอื่นอย่างชัดเจน ($p<0.05$) อีกทั้งปริมาณก้างปลาไม่มีผลทางสถิติต่อความแข็งและความสามารถในการเกาะรวมตัวกันของผลิตภัณฑ์ แต่ทำให้ปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นเป็น 877.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุม (441.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ได้ผลิตภัณฑ์สัสม์ผักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 และก้างปลาร้อยละ 0.5 มีคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี คือ ความเป็นกรดค่าเท่ากับ 4.36 ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 1.31 ปริมาณเกลือร้อยละ 2.10 ปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.972 ความสว่าง (L^*) เท่ากับ 75.83 ความเป็นสีแดง (a^*) เท่ากับ 2.85 ความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 14.66 ความแข็งเท่ากับ 39.61 กิโลกรัม ความสามารถในการเกาะรวมตัวกันของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.67 มีความชื้นร้อยละ 69.99 โปรตีนร้อยละ 14.38 ไขมันร้อยละ 0.32 เถ้าร้อยละ 2.6 เส้นใยอาหารร้อยละ 2.06 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 10.65 ได้พลังงาน 103 กิโลแคลอรี มีเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาที่ติดตามมาตรฐาน คือ *Bacillus cereus* , *Clostridium perfringens* , yeast , mold , *Staphylococcus aureus* มีค่า < 10 CFU / gm ส่วน *Escherichia coli* มีค่า < 3 MPN / gm และไม่พบ *Salmonella* ใน 25 กรัม

ABSTRACT

The developing of Som Fug Product to be useful for consumer health by fortifying with soy bean fiber and fish bone was investigated. Among the fortifying with 1, 2, 3, or 4 % w/w soy bean fiber, it was shown that the higher percentage of soy bean fiber decreased the sensory acceptance. The acceptance of Som Fug with 1 % w/w soy bean fiber was not significantly different from that of the control group ($p>0.05$). It was found that the dietary fiber of Som Fug with 1 % w/w soy bean fiber (2.23 %) was higher than that of the control group (2.04 %). The hardness and cohesiveness of Som Fug with 1 % w/w soy bean fiber were found to be better than the control group, and were suitable to be added with 0.5, 1.0, and 1.5 % w/w fish bone. However, the result showed that the addition of 0.5 % w/w fish bone was most significantly accepted ($p<0.05$). The amount of fish bone had no statistical effect to the hardness and the cohesiveness of Som Fug Product, but its calcium content (877.9 mg/kg) was higher than that of the control group (441.8 mg/kg). The Som Fug Product fortified with 1 % w/w soy bean fiber and 0.5 % w/w fish bone had the physical and chemical property as follows: pH (4.36), total acidity (1.31), salt (2.10 %) Aw (0.972), L* (75.83) , a* (2.85), b* (14.66), hardness (39.67 kg), cohesiveness (0.67), moisture (69.99 %), Protein (14.38 %), Fat (0.32 %), ash (2.6 %), dietary fiber (2.06 %), carbohydrate (10.65 %) and energy (103 kilocalories). According to the standard criteria, the good microbiology quality were found on *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringen*, yeast, mold, *Staphylococcus aureus* < 10 CFU/gm, *Escherichia coli* < 3 MPN/gm. There was no any Salmonella found in 25 grams of Som Fug Product.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
วิธีดำเนินการวิจัยโดยสรุป	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	5
บทที่ 3 เนื้อหาการวิจัย	12
วัสดุการทดลอง	12
เครื่องมือและสารเคมี	12
วิธีดำเนินการ	13
บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	15
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	39
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก	42
ภาคผนวก ก	43
- แบบทดสอบด้านประสาทสัมผัส	44
ภาคผนวก ข	46
- การวิเคราะห์ผล	47
ภาคผนวก ค	58
- ภาพเครื่องมือวิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพ	59
ภาคผนวก ง	63
- ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ	64

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 องค์ประกอบของกรดอะมิโนในซูริมิเปรียบเทียบกับ เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ เนื้อไก่ฉ่ำ	10
ตารางที่ 2 Chemical score ของกรดอะมิโนจำเป็นในซูริมิ เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ และเนื้อไก่ฉ่ำ	11
ตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	16
ตารางที่ 4 คุณภาพด้านสีของซูริมิ เส้นใยถั่วเหลือง และก้างปลา	17
ตารางที่ 5 คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	18
ตารางที่ 6 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	19
ตารางที่ 7 คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	21
ตารางที่ 8 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	26
ตารางที่ 9 คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	27
ตารางที่ 10 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	29
ตารางที่ 11 คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	30
ตารางที่ 12 ปริมาณเส้นใยอาหารของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	34
ตารางที่ 13 ปริมาณแคลเซียมของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	35
ตารางที่ 14 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	36
ตารางที่ 15 ปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	38
ตารางที่ 16 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	64
ตารางที่ 17 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	65
ตารางที่ 18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 19 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	67
ตารางที่ 20 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	68
ตารางที่ 21 คุณภาพด้านสี(ความสว่าง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	69
ตารางที่ 22 คุณภาพด้านสี(ความเป็นสีแดง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	70
ตารางที่ 23 คุณภาพด้านสี(ความเป็นสีเหลือง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	71
ตารางที่ 24 ความเป็นกรดค้างของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	72
ตารางที่ 25 ปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	73
ตารางที่ 26 ปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	74
ตารางที่ 27 ปริมาณน้ำอิสระ(Aw)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	75
ตารางที่ 28 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส(ค่าความแข็ง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	76
ตารางที่ 29 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส(ความสามารถในการรวมตัวกัน)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	77
ตารางที่ 30 ปริมาณเส้นใยอาหารของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	78
ตารางที่ 31 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	79
ตารางที่ 32 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	80
ตารางที่ 33 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	81

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 34 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	82
ตารางที่ 35 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	83
ตารางที่ 36 คุณภาพด้านสี(ความสว่าง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	84
ตารางที่ 37 คุณภาพด้านสี(ความเป็นสีแดง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	85
ตารางที่ 38 คุณภาพด้านสี(ความเป็นสีเหลือง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	86
ตารางที่ 39 ความเป็นกรดค้างของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	87
ตารางที่ 40 ปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	88
ตารางที่ 41 ปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	89
ตารางที่ 42 ปริมาณน้ำอิสระ(A_w)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	90
ตารางที่ 43 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส(ค่าความแข็ง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	91
ตารางที่ 44 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส(ความสามารถในการรวมตัวกัน)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	92
ตารางที่ 45 ปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	93

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าแรงและเวลาของการทดสอบแบบ TPA ของผลิตภัณฑ์ส้มผัก	22
ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าแรงและเวลาของการทดสอบแบบ TPA ของผลิตภัณฑ์ส้มผัก เสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0	23
ภาพที่ 3 ผลการทดสอบความแข็งของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส้มผักเสริมเส้นใยถั่ว เหลือง	24
ภาพที่ 4 ผลการทดสอบความสามารถในการเกาะรวมตัวกันของผลิตภัณฑ์ส้มผักเสริม เส้นใยถั่วเหลือง	25
ภาพที่ 5 แสดงค่าแรงและเวลาของการทดสอบแบบ TPA ของผลิตภัณฑ์ส้มผัก เสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 และก้างปลาร้อยละ 0.5	31
ภาพที่ 6 ผลการทดสอบความแข็งของผลิตภัณฑ์ส้มผักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและ ก้างปลา	32
ภาพที่ 7 ผลการทดสอบความสามารถในการเกาะตัวกันของผลิตภัณฑ์ส้มผัก เสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	33
ภาพที่ 8 เครื่องวัดสี	59
ภาพที่ 9 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	59
ภาพที่ 10 ตู้อบไฟฟ้า	60
ภาพที่ 11 เตาเผาไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้	60
ภาพที่ 12 เครื่องสกัดไขมัน	61
ภาพที่ 13 เครื่องย่อยโปรตีน	61
ภาพที่ 14 เครื่องวิเคราะห์เส้นใยอาหาร	62

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

อาหารเพื่อสุขภาพเป็นอาหารที่มีความสัมพันธ์ระหว่างอาหารหรือส่วนประกอบของอาหารกับสุขภาพ ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพโดยทำหน้าที่ทางสรีรศาสตร์ด้วยการควบคุมสุขภาพ อาทิ ความดันโลหิต ระดับโคเลสเตอรอล โรคกระดูกพรุน โรคที่เกิดจากอาหาร รวมทั้งการลดความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบที่เป็นประโยชน์ทางสรีรศาสตร์นี้อาจเป็นเส้นใยอาหารที่ได้จากส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว ส่วนที่เหลือใช้จากการทำน้ำมันถั่วเหลืองหรือกากปลาที่เหลือจากการแยกเนื้อปลา เป็นต้น และในปัจจุบันผู้บริโภคโลกคำนึงถึงอาหารที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น สามารถต้านทานโรคภัย ทดแทนสารอาหารที่สำคัญต่อระบบร่างกาย อาหารเพื่อสุขภาพจึงเป็นที่นิยมและได้รับความสนใจมาก แต่อาหารที่บริโภคอยู่ประจำวันได้ให้ความสนใจเฉพาะคุณค่าอาหารและรสชาติโดยขาดองค์ประกอบที่เป็นประโยชน์ทางสรีรศาสตร์ ดังนั้นหากสามารถบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพให้เป็นส่วนหนึ่งของอาหารประจำวัน ได้จะมีผลให้สุขภาพของผู้บริโภคแข็งแรงและดำรงชีวิตได้อย่างเป็นสุข

สัปปะเป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักพื้นบ้านของไทยที่มีองค์ประกอบหลักจากเนื้อปลา ข้าวสุกเกลือ และกระเทียม สัปปะจึงได้คุณค่าโปรตีนจากปลาสูงแต่มีปริมาณเส้นใยอาหารต่ำ ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์สัปปะให้มีความเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้นด้วยการเพิ่มองค์ประกอบที่เป็นประโยชน์ทางสรีรศาสตร์ เช่น เส้นใยอาหาร แคลเซียม แล้วส่งเสริมให้มีแนวทางการใช้สัปปะในการประกอบอาหารให้เป็นที่ยอมรับและยอมรับมากขึ้นจะส่งผลดีต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค ก่อให้เกิดความผาสุกและความเจริญก้าวหน้าของมนุษยชาติซึ่งเท่ากับการเสริมสร้างความมั่นคงของชีวิต

สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

1. ผลิตภัณฑ์สัปปะ

ผลิตภัณฑ์สัปปะที่เป็นอาหารพื้นเมืองในจังหวัดลพบุรีทำจากปลาสดที่มีเนื้อละเอียด (เช่น ปลาราย ปลาสลิด ปลาช่อน) นวดกับเกลือจนเหนียวก่อนนำมาผสมกับข้าวสุกบดและกระเทียมบดแล้วนวดต่อจนเหนียวอีกครั้งก่อนห่อด้วยใบตองหรือถุงพลาสติก เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 3 วัน จะเกิดรสเปรี้ยว นำมาทำให้สุกเพื่อรับประทานเป็นกับแกล้ม (นุปลา, 2548)

ผ่องเพ็ญและสุภาพรณ (2532) ได้ศึกษาทดลองหาเทคนิคการผลิตและวิธีเก็บรักษาคุณภาพสัปปะที่เหมาะสมจากปลาน้ำจืดเช่น ปลาช่อน ปลาชะโด ปลาสร้อย ปลาชิว และปลาตะเล

เช่น ปลาทรายแดง พบว่า สภาวะการหมักที่ $28 \pm 3^{\circ}\text{C}$ เป็นช่วงที่แบคทีเรียกลุ่มสร้างกรดแลกติกเจริญได้ดี และสัมผัสที่ใช้ความเค็ม 1-2 % เกิดสภาพสัมผัสได้เร็วกว่าการใช้ความเค็ม 3-5 % ส่วนการหมักในสภาพที่อับอากาศมากจะจะได้สัมผัสที่มีลักษณะเนื้อละเอียดแน่นเหนียวไม่เป็นฟองน้ำ (spongy like texture) แต่อัตราการเกิดสภาพสัมผัสจะช้ากว่าสภาพกึ่งอับอากาศ ขณะที่การหมักที่อุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10°C ใช้เวลาเกิดสภาพสัมผัสนานถึง 7 วัน ซึ่งช้ากว่าที่ $28 \pm 3^{\circ}\text{C}$ และที่ 10°C สามารถเก็บสัมผัสไว้ได้ 30 วัน นานกว่า $28 \pm 3^{\circ}\text{C}$ และที่ 0°C เก็บได้นานถึง 3-6 เดือน

Sangjindavong et al. (2000) ได้ทดลองศึกษาการผลิตสัมผัสหรือเหนมปลาจากปลาน้ำจืด 2 ชนิด (ปลาสาวยและปลานิล) และปลาทะเล 2 ชนิด (ปลาทรายแดงและปลาน้ำดอกไม้) พบว่าสัมผัสจากปลาน้ำจืดได้รับการยอมรับมากกว่าปลาทะเล ได้สัมผัสที่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 14.08-17.92 ไขมันร้อยละ 0.49-1.95 ความชื้นร้อยละ 75.7-80.1 ปริมาณเกลือร้อยละ 1.61-1.97 ค่าความเป็นกรดค่า 4.53-5.8 ปริมาณกรดร้อยละ 0.49-1.13 โดยสัมผัสปลานิลมีปริมาณกรดสูงร้อยละ 1.13 และแบคทีเรียแลกติกที่พบมากที่สุดคือ *Leuconostoc mesenteroides* นอกจากนี้ยังพบ *Lactobacillus plantarum* , *Pediococcus damnosus* , *Lactobacillus leichmanii* , *Lactobacillus delbrueckii* , *Lactobacillus brevis* และที่พบน้อยที่สุดคือ *Lactobacillus acidophilus*

อรรณพและคณะ (2544) ได้ศึกษาการเก็บรักษาสัมผัสด้วยการฉายรังสีแกมมา พบว่าปริมาณรังสี 4 กิโลเกรย์ สามารถยืดอายุการเก็บที่อุณหภูมิ 4°C เชลเซียส ได้นานถึง 55 วัน และที่อุณหภูมิ $28-30^{\circ}\text{C}$ เชลเซียส ได้นาน 9 วัน เปรียบเทียบกับการไม่ใช้รังสีสามารถเก็บที่อุณหภูมิ 4°C เชลเซียส ได้นาน 14 วัน และที่อุณหภูมิ $28-30^{\circ}\text{C}$ เชลเซียส ได้นาน 3 วัน

Siripom Riebroy et al. (2004) ได้ศึกษาสัมผัส 7 ตัวอย่าง ที่ผลิตขายในท้องตลาด พบว่ามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 11.4-16.2 ไขมันร้อยละ 1.13-1.56 ความชื้นร้อยละ 69.66-77.08 เถ้าร้อยละ 2.45-3.60 ปริมาณเกลือร้อยละ 3.37-4.90 ค่าความเป็นกรดค่า 4.56-4.6 และปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 1.42-2.35 นอกจากนี้ยังพบว่าสัมผัสที่ศึกษาได้รับการยอมรับที่แตกต่างกันในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และลักษณะปรากฏ ทั้งนี้เนื่องมาจากวัตถุดิบ ส่วนประกอบ และกรรมวิธีการผลิต

2. เส้นใยอาหาร

วิภาและคณะ (2542) ได้ศึกษาการใช้เซลลูโลสผงจากเปลือกถั่วเหลืองและกากคอกกระเจียบเป็นแหล่งของเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์เค้กชิฟอนและคุกกี้ จากการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์เค้กชิฟอนสามารถเติมเซลลูโลสผงจากเปลือกถั่วเหลืองได้ร้อยละ 6 และจากกากกระเจียบได้ไม่เกินร้อยละ 8 ทำให้เส้นใยอาหารหยาบ(crude fiber) เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 1.53 และ 2.44 ตามลำดับ สำหรับคุกกี้ก็สามารถเติมเซลลูโลสผงจากเปลือกถั่วเหลืองได้ร้อยละ 10

ในปี 2000 Azizah และ Luan ได้ศึกษาการใช้รำข้าวเป็นเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (Functional foods) โดยใช้รำข้าวสาลีที่ผ่านการแยกไขมันออกแล้ว (defatted rice bran) ในขนมปังเปรียบเทียบกับเส้นใยจากซูการ์บีทที่มีชื่อทางการค้าว่า FIBREX พบว่ารำข้าวสาลีสามารถจับไขมันและทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟค์ได้ดีกว่า FIBREX และนอกจากนี้การใช้รำข้าวสาลีปริมาณร้อยละ 5 และ 10 ในขนมปัง ยังช่วยเพิ่มความหนืดในขนมปังได้ดี แต่มีผลต่อการลดการขึ้นฟูหรือลดปริมาตรของขนมปัง

กากถั่วเหลืองที่ได้จากการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยังคงมีคุณค่าอาหารอยู่ แต่ถูกนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์หรือถูกทิ้งให้สูญเปล่า จึงได้มีผู้นำมาหมักกับเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* ได้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นแผ่นก้อนที่มีเส้นใยสีขาวปกคลุม กลิ่นหอมคล้ายเห็ดสด เรียกว่าเทมเป้ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 16 แครกไขมันไม่อิ่มตัวสูงร้อยละ 84 และเส้นใยอาหารสูงถึงร้อยละ 84 (พรทิพย์, 2536) นอกจากนี้ยังมีการเสริมกากถั่วเหลืองในหมูยอเพื่อเพิ่มเส้นใยอาหารเช่นกัน (ทัศนีย์, 2545)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเสริมเส้นใยถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ส้มผัก
2. เพื่อศึกษาการเสริมก้างปลาในผลิตภัณฑ์ส้มผัก
3. เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ส้มผักเพื่อสุขภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ผลิตภัณฑ์ส้มผักเพื่อสุขภาพ ผลิตจากปลาทรายแดงที่ผ่านการล้างน้ำ
2. เส้นใยถั่วเหลืองที่เสริมในผลิตภัณฑ์ส้มผัก เป็นส่วนเหลือใช้จากการทำน้ำมันถั่วเหลืองที่ล้างน้ำจนสะอาด อบแห้ง และบดเป็นผง
3. ก้างปลาที่ใช้เป็นก้างปลาทรายที่ล้างน้ำจนสะอาด อบแห้ง และบดเป็นผง ก่อนเสริมในผลิตภัณฑ์ส้มผักที่เสริมเส้นใยถั่วเหลืองในปริมาณที่เหมาะสมแล้ว

วิธีดำเนินการวิจัยโดยสรุป

- 1 ขั้นตอนในการดำเนินการ
 - 1.1 ศึกษาข้อมูล วางแผนการทดลอง และทดลอง
 - 1.2 วิเคราะห์ผลในห้องปฏิบัติการ
 - 1.3 วิเคราะห์ผลข้อมูล

1.4 รายงานการวิจัย

2 สถานที่ดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการของสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรม-
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เขตสาทร กรุงเทพฯ ฯ โทรศัพท์ 0-2211-2056

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์สัมพัทธ์ที่มีการพัฒนาให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้น ด้วยองค์ประกอบที่เป็นประโยชน์ทางสรีรศาสตร์มากกว่าสัมพัทธ์ที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด
2. เป็นการช่วยให้ผู้บริโภคมีความห่วงใยต่อสุขภาพตนเอง ด้วยการบริโภคอาหารที่มีสารเส้นใยอาหาร
3. สามารถส่งเสริมการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัมพัทธ์เพื่อสุขภาพแก่ชุมชนเพื่อเสริมรายได้ช่วยแก้ปัญหาเศรษฐกิจในครัวเรือนและขจัดความยากจนในระดับชุมชนได้
4. เป็นการเพิ่มมูลค่าเส้นใยอาหารจากส่วนเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอาหารให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

บทที่ 2

การบ่มอาหารหมัก

อาหารหมักและจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง

อาหารหมักที่มีจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรดแลกติกทำให้มีรสเปรี้ยวของกรดแลกติก จุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรดแลกติก ได้แก่ แบคทีเรียแลกติก เช่น *Lactobacillus bulgaricus* เป็นแบคทีเรียที่มีสมบัติค่อนข้างทนต่อกรดได้สูงถึงร้อยละ 2.5-3.0 ในขณะที่ *Lactobacillus casei* เป็นแบคทีเรียที่มีสมบัติค่อนข้างทนต่อกรดได้สูงประมาณร้อยละ 1.5-2.0 ส่วน *Streptococcus liquifaciens* และ *Streptococcus lactis* เป็นแบคทีเรียที่มีสมบัติค่อนข้างทนต่อกรดและถูกยับยั้งเมื่อมีปริมาณกรดแลกติกเพิ่มขึ้นในช่วงร้อยละ 0.7-1.0 (นิธิยา, 2544)

แบคทีเรียแลกติกสามารถใช้กลูโคสเป็นอาหารและมีการสร้างกรดแลกติก แบคทีเรียกลุ่มนี้มี 2 ประเภท คือ โฮโมเฟอร์เมนเตทิฟ (Homofermentative) และเฮเทอโรเฟอร์เมนเตทิฟ (Heterofermentative) โดยโฮโมเฟอร์เมนเตทิฟทำการหมักน้ำตาลกลูโคสแล้วสร้างกรดแลกติกร้อยละ 95 คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ส่วนเฮเทอโรเฟอร์เมนเตทิฟให้กรดกรดแลกติกร้อยละ 50 คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 25 และกรดอื่นๆ รวมร้อยละ 25 ได้แก่ กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก และอะเซตาดีไฮด์ (บุญกร, 2550)

จุลินทรีย์กลุ่มแลกติกที่เกี่ยวข้องกับการหมัก (บุญกร, 2550) ได้แก่ *Lactobacillus* เป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการหมักที่มีรสเปรี้ยวในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ผัก และน้ำนม เป็นแบคทีเรียที่พบในธรรมชาติ มีรูปร่างเป็นท่อนยาว ไม่สร้างสปอร์ ดิจีสแกรมบวกและเปลี่ยนเป็นแกรมลบเมื่อมีอายุมากขึ้นหรือมีกรดมากขึ้น ไม่สร้างเอนไซม์อะไมเลส สภาพที่เหมาะสมในการเติบโต คือ อุณหภูมิระหว่าง 30-40 °เซลเซียส ต้องการออกซิเจนเพียงเล็กน้อย ชอบกรดที่มีความเป็นกรดค่าน้อยกว่า 5.5-5.8 และทำให้อาหารมีรสเปรี้ยว ส่วน *Leuconostoc* มีลักษณะคล้าย *Lactobacilli* เป็นแบคทีเรียที่มีการหมักแบบเฮเทอโรเฟอร์เมนเตทิฟ มีรูปร่างกลม ดิจีสแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ ไม่สร้างอะไมเลส ไม่เคลื่อนที่ สภาพที่เหมาะสมในการเติบโต คือ ทั้งมีและไม่ใช้ออกซิเจน อุณหภูมิระหว่าง 20-30 °เซลเซียส และ *Pediococcus* มีการหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเตทิฟ เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างกลม อยู่เป็นคู่ ไม่สร้างสปอร์ ไม่เคลื่อนที่

ส้มผักเป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักพื้นบ้านของไทยทำจากปลาน้ำจืดหรือปลาทะเลก็ได้ มีหลายชื่อแล้วแต่ภูมิภาค เช่น ส้มดอก (ตะวันออกเฉียงเหนือ) ปลาส้ม (ภาคเหนือ) ปลาหมัก (ภาคตะวันออก) ผักส้ม (บางหมู่บ้านทางเหนือของภาคเหนือ) ส้มผักเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการหมักที่เกิดกรดแลกติก โดยแบคทีเรียแลกติกเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตไปเป็นกรดแลกติก ช่วยให้อายุการเก็บรักษา

สภาพเป็นกรดลดลงและช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ (จารุวรรณ, 2550) ผลึกภัณฑ์ส้มพิก นิยมทำจากปลาน้ำจืดเพราะมีไขมันน้อยทำให้ไม่เหม็นหืนระหว่างเก็บรักษาเช่น ปลาเค้า ปลาสวาย ปลาเทโพ ปลาเนื้ออ่อน ปลาตะเพียน ปลาสร้อย ปลาชะโด ปลาสลาด (มัทนา, 2538) โดยผสมเนื้อ ปลา ข้าวสุก เกลือ น้ำตาล และกระเทียม ห่อให้มีคหิด และหมักที่อุณหภูมิ 30 °เซลเซียส นาน 3-4 วัน ได้ผลึกภัณฑ์ส้มพิกมีเนื้อปลาสีขาว สีน้ำตาล หรือสีแดง ขึ้นอยู่กับชนิดปลาที่นำมาใช้ มีรสเปรี้ยว กลิ่นเฉพาะ สภาพความเป็นกรดต่ำ (pH) 4.3 ปริมาณกรด(กรดแลกติก)ร้อยละ 2.2-2.5 ปริมาณเกลือร้อยละ 3-5 คุณค่าทางอาหารของโปรตีนร้อยละ 15.7 ไขมันร้อยละ 3.2 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 4 การเก็บผลึกภัณฑ์หมักนี้นานกว่า 5 วัน อาจมีสีซีด น้ำไหลเยิ้ม และเกิดเมือกได้ เนื่องมาจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เสื่อมเสียจำพวกยีสต์ *Pichia* spp. และ *Candida* spp. ที่เติบโตได้ที่ความเป็นกรดต่ำ และยังอาจมี *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Klebsiella* ที่สามารถเจริญและใช้ประโยชน์จากอาหารหมัก ทำให้ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค (จารุวรรณ, 2550)

จากการที่ส้มพิกเป็นผลึกภัณฑ์อาหารหมักพื้นเมืองเช่นเดียวกับแหนม กรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้พิจารณากำหนดให้ส้มพิกเป็นผลึกภัณฑ์พร้อมบริโภค มีเกณฑ์ คุณภาพทางจุลชีววิทยา คือ มีเชื้อยีสต์ น้อยกว่า 1×10^4 ต่อกรัม เชื้อรา น้อยกว่า 500 ต่อกรัม MPN *E.coli* น้อยกว่า 10 ต่อกรัม *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 100 ต่อกรัม *Bacillus cereus* น้อยกว่า 100 ต่อกรัม ไม่พบ *Clostridium perfringens* และพยาธิ (บุญกร, 2550)

อาหารเพื่อสุขภาพ

อาหารเพื่อสุขภาพเป็นอาหารที่ทำหน้าที่พิเศษนอกเหนือจากคุณค่าทางโภชนาการซึ่งหน้าที่ ดังกล่าวมีผลคือต่อสุขภาพของผู้บริโภค เช่น เส้นใยอาหาร(dietary fibers) แบคทีเรียกลุ่มสร้างกรด แลกติก (lactic acid bacteria) สารโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) สารระงับออกซิเดชั่น (antioxidants) แอลกอฮอล์ น้ำมันปลา (fish oils) วิตามิน เกลือแร่ น้ำตาลแอลกอฮอล์ (sugar – alcohols) กรดไขมันไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acids – PUFA's) และ Phytochemical เป็นต้น (ลูกจันทร์, 2537) อาหารเพื่อสุขภาพนี้สามารถบริโภคได้เสมือนเป็นส่วนหนึ่งของอาหารประจำวัน และเมื่อผ่านการย่อยแล้วจะทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการเฉพาะในร่างกายที่เน้นถึงหน้าที่ ในทางสรีรศาสตร์ 3 อย่าง คือ คุณสมบัติทางโภชนาการ (nutritional function) คุณสมบัติทาง ประสาทสัมผัส (sensory function) และมีคุณสมบัติทางสรีรศาสตร์ (physiological function) การ พัฒนาอาหารที่ส่งเสริมสุขภาพเพื่อให้อาหารมีคุณสมบัติทางสรีรศาสตร์ โดยทำหน้าที่ควบคุมการ ป้องกันทางชีวะ การควบคุมสภาวะทางกายภาพ การชะลอความแก่ ป้องกันการเกิดโรคที่

เกี่ยวกับอาหารและทำให้ฟันผุจากโรคนี้ จากที่กล่าวมาเส้นใยอาหารเป็นชนิดหนึ่งที่มีหน้าที่ทางสรีรศาสตร์ที่สามารถควบคุมการทำงานของลำไส้ ป้องกันการท้องผูก ขับยั้งการดูดซึมสารพิษ ป้องกันมะเร็งลำไส้ ควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือด ขับยั้งการหลั่งอินซูลิน ขับยั้งการหลั่งไกลโคเจน ควบคุมปริมาณไขมันในเลือด ควบคุมปริมาณโคเลสเตอรอล ป้องกันการเกิดนิ่ว ลดไขมันธรรมชาติ ป้องกันโรคอ้วน (มณฑาทิพย์, 2537)

ในการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพจะไปในทิศทางใดนั้นขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้บริโภค เป็นสำคัญ และงานวิจัยขณะนี้ส่วนใหญ่เน้นทำให้อาหารที่มีรสชาดี มีหน้าที่ทางสรีรศาสตร์ มีคุณค่าทางโภชนาการ และความสะดวก (convenience goods) การค้นคว้าและพัฒนาอาหารจึงต้องเปลี่ยนแนวทางไปด้วย การใช้ส่วนประกอบที่จะเป็นประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหาร และประเภทของสารประกอบที่มีแนวโน้มจะนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพได้ เช่น เส้นใยอาหารร้อยละ 57 โอลิโกแซคคาไรด์ร้อยละ 51.5 แคลเซียมร้อยละ 35.6 วิตามินซีร้อยละ 21.8 เป็นต้น (มณฑาทิพย์, 2537)

เส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหาร (dietary fibers) เป็นชื่อรวมที่ใช้เรียกสารประกอบเชิงซ้อนหลายชนิดที่ได้จากพืช โดยเฉพาะจากผักและผลไม้ซึ่งอาจเป็นส่วนประกอบของเปลือก ราก ใบ ผล หรือเยื่อหุ้มเมล็ดของธัญพืชชนิดต่างๆ โดยทั่วไปเส้นใยอาหารมีองค์ประกอบ 2 ชนิด คือ เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble fibre) เป็นกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ย่อยสลายยาก ประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน แวกซ์ เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้ไม่สามารถถูกย่อยและดูดซึมได้ในระบบย่อยอาหารของร่างกายคนเรา ทำให้เส้นใยอาหารเหล่านี้เป็นกากอยู่ในลำไส้ เป็นตัวกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ ทำให้ลำไส้ทำงานได้ดีขึ้น ส่งเสริมการย่อยและดูดซึมสารอาหารต่างๆ ที่จำเป็นต่อร่างกาย ทำให้การขับถ่ายดีขึ้น ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ ส่วนอีกชนิด คือ เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (water soluble fibre) ประกอบด้วยเพกติน กัมและมิวซิเลจส์ มีความสามารถในการดูดซึมอาหารจำพวกน้ำตาล เกลือแร่ โคเลสเตอรอล ทำให้ลดการดูดซึมสารเหล่านี้เข้าสู่ร่างกาย จึงมีส่วนช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในกระแสเลือด ควบคุมระดับโคเลสเตอรอล และโดยทั่วไปปริมาณเส้นใยที่แนะนำให้ร่างกายควรได้รับต่อการบริโภค 1 วัน อยู่ในช่วงประมาณ 25 – 35 กรัม (ไพโรจน์, 2539) ซึ่งอาจได้จาก รำข้าว รำข้าวสาลี รำข้าวโอ๊ต รำข้าวโพด แป้งที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีขัดและฟอกสี ผักและผลไม้ พืชตระกูลถั่วซึ่งมีส่วนประกอบของโพลีแซคคาไรด์ที่สลับซับซ้อน ในเปลือกถั่วจะมีเซลลูโลสมาก แต่ส่วนของ

cotyledon จะมีเพกติน (ลูกจันทร์, 2537) และข้าวกล้องที่เป็นธัญพืชที่มีเส้นใยอาหารร้อยละ 2.1 ซึ่งมากกว่าในข้าวสารขัดสี ที่มีร้อยละ 0.7 (เพลินใจ, 2537)

เส้นใยอาหารที่นำมาใช้เป็นอาหารนั้นมีทั้งเส้นใยจากธรรมชาติซึ่งได้จากผลิตผลทางการเกษตร และเส้นใยจากกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด ซึ่งการเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารตามธรรมชาติให้กับร่างกายจากการรับประทานผัก ผลไม้สด เพราะผักและผลไม้สดนอกจากให้เส้นใยแล้วยังให้วิตามินและเกลือแร่ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารที่ดีจึงควรเลือกบริโภคเส้นใยจากอาหารมากกว่าการบริโภคเส้นใยจากแหล่งอาหารเสริมชนิดต่างๆ (ปิ่นมณี, 2547)

ซูริมิ

ซูริมิ (surimi) เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อปลาสดแช่เยือกแข็งที่ผ่านขั้นตอนการล้างน้ำเพื่อกำจัดเลือด กลิ่นคาว ไขมัน และโปรตีนที่ละลายน้ำ บิบน้ำออก ผสมสารป้องกันการเสื่อมสภาพของโปรตีน (น้ำตาลและ/หรือซอร์บิทอล และสารประกอบฟอสเฟต) ระหว่างการแช่แข็ง ซูริมิใช้เป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น ลูกชิ้น ไส้กรอก ส้มพัก ปูเทียม เป็นต้น ประเทศไทยมีการผลิตซูริมิตามานานกว่า 20 ปี โดยมีการใช้วัตถุดิบหลักที่มีการจับกันมากในน่านน้ำไทย คือ ปลาทรายแดง ปลาตาหวาน ปลาจวด ปลาปากกม ได้ซูริมิที่มีความเหนียวเนื่องจากมีโปรตีนไมโอไฟบริลลาที่ทำให้เกิดเจล มีความคงทนต่อความร้อนและการแช่แข็ง (อรรณพและคณะ, 2545)

ซูริมิเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญและมีโคเลสเตอรอลต่ำ องค์ประกอบของซูริมิประกอบด้วย ปริมาณน้ำร้อยละ 76 โปรตีนร้อยละ 16 ไขมันร้อยละ 0.2 ซูโครสร้อยละ 4.0 ซอร์บิทอลร้อยละ 3.5 โพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.3 แคลเซียมร้อยละ 0.0038 เมื่อเปรียบเทียบกับคุณค่าทางโภชนาการและองค์ประกอบของซูริมิสด (raw surimi) กับเนื้อสัตว์สด (raw meat) ชนิดอื่น พบว่า ซูริมิมิมีปริมาณกรดอะมิโนและค่า chemical score ของกรดอะมิโนจำเป็นสูงกว่าเนื้อวัวและเนื้อไก่ โดยให้ค่าใกล้เคียงกับเนื้อไก่ แต่จะมีปริมาณน้อยกว่าเนื้อหมูเล็กน้อย (ตารางที่ 1 และตารางที่ 2) ซูริมิสามารถย่อยได้ง่าย และร่างกายสามารถดูดซึมได้ดีกว่าเนื้อสัตว์ปีกเนื่องจากเส้นใยกล้ามเนื้อของซูริมิต้นกว่า (สุทธวัฒน์, 2549)

ความสำคัญของแคลเซียม

ปลาเป็นอาหารที่ให้คุณภาพประโยชน์ต่อร่างกาย ในไขมันปลามีกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ชื่อ Eicosapentaenoic acid หรือ EPA ที่มีผลช่วยลดการเกิดโรคหัวใจ และยังมีวิตามินเอและแร่ธาตุซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญของตา ผิวหนัง ฟันและกระดูก (ประเสริฐ, 2534) การบริโภคแต่เนื้อปลาอย่างเดียวจะได้รับปริมาณแคลเซียมน้อยกว่าการบริโภคปลาทั้งตัวเนื่องจากปริมาณแคลเซียมส่วน

ใหญ่อยู่ในโครงกระดูก แคลเซียมเป็นแร่ธาตุชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญของกระดูกและฟันและมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเส้นประสาท การแข็งตัวของเลือด การหดตัวของกล้ามเนื้อ การขาดแคลเซียมในเด็กทำให้กระดูกและฟันไม่แข็งแรง เติบโตไม่เต็มที่ ส่วนในผู้ใหญ่การขาดแคลเซียมในระยะยาวทำให้กระดูกบาง เปราะและหักง่าย เป็นโรคกระดูกพรุน การแข็งตัวของเลือดช้ากว่าปกติ เป็นต้น (สาวณีย์, 2526)

โครงการผลิตโปรตีนผงของสถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ศึกษาปลาหมึกแคลเซียมสูงของไทยและแนวโน้มการใช้ประโยชน์จากกระดูกปลาติดเนื้อของปลาทรายแดง ปลาจวด ปลาปากคม ที่ผ่านการแยกกระดูกด้วยเครื่องแยกกระดูกของโรงงานซูริมิ จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการล้างน้ำ ทอด ก่อนสกัดน้ำมันด้วยสารเฮกเซน แล้วแยกเฮกเซนออก ทำแห้ง และบดเป็นผง ได้ปลาหมึกมีปริมาณความชื้นร้อยละ 2.2 โปรตีนร้อยละ 5-55 ไขมันร้อยละ 3.5-7.0 เกลือร้อยละ 34-51 แล้วนำปลาหมึกนี้ไปเป็นอาหารเพิ่มโปรตีนและแคลเซียมในอาหารประเภทอัดพอง ขนมหอย เช่น ขนมหอยจอก และครองแครง เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ที่เสริม เติม เพิ่ม แคลเซียมลงในอาหารหรือเครื่องดื่มได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากการรับประทานอาหารที่มีแคลเซียมน้อยกว่าที่กำหนด ทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคกระดูกพรุนมากขึ้นโดยเฉพาะในผู้ใหญ่ แต่หากการบริโภคแคลเซียมมากเกินไปอาจจะทำให้เกิดอาการมีนงง นัวในไต ไ่วต่อแสง กระหายน้ำบ่อย หัวใจเต้นช้าผิดปกติ หัวใจเต้นไม่เป็นจังหวะสม่ำเสมอ ซึมเศร้า คลื่นไส้ ผื่นขึ้นบนผิวหนัง อ่อนเพลีย ปวดหัว และปากแห้ง นอกจากนี้ยังมีการใช้เกลือแคลเซียมของกรดแลกติกหรือเกลือแคลเซียมแลกเตทที่มีคุณสมบัติการละลายได้ในน้ำ และได้จากการหมักกรดแลกติกจากธรรมชาติ สามารถช่วยป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารได้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของกรดอะมิโนในซูริมิเปรียบเทียบกับ เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ และเนื้อไก่จวง

กรดอะมิโน	ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)				
	ซูริมิ	เนื้อวัว	เนื้อหมู	เนื้อไก่	เนื้อไก่จวง
กรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential amino acid)					
ฮิสทีดีน(histidine)	2.50	2.90	5.10	3.10	3.10
ไอโซลิวซีน(isoleucine)	6.20	5.10	4.80	5.30	5.20
ลิวซีน(leucine)	10.60	8.40	8.10	7.50	8.00
ไลซีน(lysine)	11.70	8.40	9.90	8.50	9.40
เมทไทโอนีน(methionine)	3.10	2.30	2.50	2.80	2.90
เฟนิลอลานีน(phenylalanine)	3.80	4.00	4.00	4.00	4.00
ทรีโอนีน(threonine)	4.60	4.00	4.70	4.20	4.40
ทริปโตเฟน(tryptophan)	1.30	1.10	1.30	1.20	1.10
วาเลีน(valine)	4.90	5.70	5.40	5.00	5.30
กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น(Non – Essential amino acid)					
อะลานีน(alanine)	6.50	6.40	5.90	5.40	6.20
อาร์จินีน(arginine)	7.00	6.60	6.90	6.00	7.00
แอสปาร์เทต(aspartate)	11.60	8.80	9.30	8.90	9.70
ซิสทีน(cystine)	1.00	1.40	1.30	1.30	1.00
กลูตาเมต(glutamate)	18.90	14.40	15.50	15.00	16.30
ไกลซีน(glycine)	3.60	7.10	4.60	4.90	5.00
โพรลีน(proline)	4.50	5.40	3.80	4.10	4.20
เซอรีน(serine)	5.20	3.80	4.10	3.40	4.40
ไทโรซีน(tyrosine)	3.60	3.21	3.60	3.40	4.00

ที่มา : สุทธวัฒน์ (2549)

ตารางที่ 2 Chemical score ของกรดอะมิโนจำเป็นในซูริมิ เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ และเนื้อไก่ทรง

กรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential amino acid)	Chemical Score				
	ซูริมิ	เนื้อวัว	เนื้อหมู	เนื้อไก่	เนื้อไก่ทรง
ฮิสทีดีน(histidine)	2.50	2.90	5.10	3.10	3.10
ไอโซลิวซีน(isoleucine)	6.20	5.10	4.80	5.30	5.20
ลิวซีน(leucine)	10.60	8.40	8.10	7.50	8.00
ไลซีน(lysine)	11.70	8.40	9.90	8.50	9.40
เมทไทโอนีน(methionine)และ ซิสทีน(cystine)	3.10	2.30	2.50	2.80	2.90
เฟนิลอลานีน(phenylalanine)และ ไทโรซีน(tyrosine)	3.80	4.00	4.00	4.00	4.00
ทรีโอนีน(threonine)	4.60	4.00	4.70	4.20	4.40
ทริปโตเฟน(tryptophan)	1.30	1.10	1.30	1.20	1.10
วาลีน(valine)	4.90	5.70	5.40	5.00	5.30
Overall Chemical Score	101	99	104	101	100
(Standard value for a high quality protein)					

ที่มา : สุทรวัดน์ (2549)

บทที่ 3

เนื้อหาการวิจัย

วัสดุการทดลอง

- 1 ปลาทรายแดง (*Nemipterus spp.*) ล้างปลาให้สะอาด ชูเฉพาะเนื้อปลา นำมาล้างน้ำ 3 ครั้ง อัตราส่วน เนื้อปลา : น้ำ เท่ากับ 1 : 3 แล้วบีบน้ำออก ได้เนื้อปลาบดล้างน้ำหรือซูริมิ
- 2 ข้าวสุก ข้าวที่ใช้เป็นข้าวผสมระหว่างข้าวกล้องเหลือง 3 ส่วน กับ ข้าวกล้องแดง 2 ส่วน ผสมเข้าด้วยกันเติมน้ำในอัตราส่วน ข้าว : น้ำ เท่ากับ 1 : 1.5 หุงจนสุก ร่อนเย็นแล้วบดหรือตำให้ละเอียด
- 3 เส้นใยถั่วเหลือง ล้างกากถั่วเหลืองที่เหลือจากการทำนํ้ามันถั่วเหลือง จนน้ำที่ล้างมีลักษณะใส ไม่ขุ่นขาว จากนั้นบีบให้แห้งก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °เซลเซียส นานประมาณ 6 ชั่วโมง และบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรง 60 เมช
- 4 ก้างปลาทราย ล้างก้างปลาทรายให้สะอาด ต้มในน้ำเดือดนาน 30 นาที ล้างและต้มใหม่อีก 2 ครั้ง อบที่อุณหภูมิ 60 °เซลเซียส นานประมาณ 6 ชั่วโมง และบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรง 60 เมช

เครื่องมือและสารเคมี

1 เครื่องมือวิเคราะห์

- เครื่องชั่งไฟฟ้า (Sartorius ED 3204S , LD 224S)
- ตู้อบไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้ (Binder FD 115)
- เครื่องวิเคราะห์ไนโตรเจน (Gerhardt KBL 20S , TUR/K , Vapodest 30)
- เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Gerhardt SOX 416 , Multistat Control)
- เครื่องวิเคราะห์สารเยื่อใย(Fibertec system M 1017 Hot Extractor , 1018 Cold Extractor)
- เตาเผา (Carbolite CWF 11/23/301)
- เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aqua Lab CX 3 TE)
- เครื่องกลั่นน้ำ (Autostill Double D WS)
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (รุ่น TA.XT Plus)
- เครื่องวัดสี (Hunter Color Flex)

2 สารเคมี

- เอนไซม์เทอร์มามิล (Termamyl)
- เอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส (Amyloglucosidase)

- เอนไซม์โปรติเอส (Protease)
- แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต
 - แอลกอฮอล์
- กรดซัลฟูริกเข้มข้น
- โซเดียมไฮดรอกไซด์
- คอปเปอร์ซัลเฟต
- โพแทสเซียมซัลเฟต
- กรดบอริก
- เมทิลเรด
- เมทิลีนบลู
- อะซิโตน
- ปีโตรเลียมอีเทอร์

วิธีดำเนินการ

1 สูตรที่ใช้

เนื้อปลาล้างน้ำ	75.0 %
เกลือ	3.0 %
ข้าวสุก	12.6 %
กระเทียม	6.2 %
น้ำตาล	3.0 %
สารฟอสเฟต	0.2 %

ผสมส่วนผสมทั้งหมดและนวดให้เข้ากันดีจนเหนียว ห่อในถุงพลาสติกและไล่อากาศออก

หมักที่อุณหภูมิห้องนาน 3 วัน

2 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเส้นใยถั่วเหลืองเพื่อเสริมในผลิตภัณฑ์ไส้ฟัก

นำส่วนผสมผลิตภัณฑ์ไส้ฟักมาทำการทดลองโดยแบ่งเป็น

กลุ่มควบคุม ไม่ใส่เส้นใยถั่วเหลือง

กลุ่มทดลอง เสริมเส้นใยถั่วเหลือง 4 ระดับ (ร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด)

3 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของกากปลาในผลิตภัณฑ์ไส้ฟักที่เสริมเส้นใยถั่วเหลือง

นำส่วนผสมผลิตภัณฑ์ไส้ฟักที่เสริมเส้นใยถั่วเหลืองมาทำการทดลองโดยแบ่งเป็น

กลุ่มควบคุม ไม่ใส่กากปลา

กลุ่มทดลอง เสริมกากปลา 3 ระดับ (ร้อยละ 0.5, 1 และ 1.5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด)

4. ตรวจสอบคุณภาพ

4.1 ทางกายภาพ

- สี วัดสีในระบบ Hunter โดยวัดค่าความสว่าง(L*) ค่าสีแดง(a*) ค่าสีเหลือง(b*)
- เนื้อสัมผัส โดยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์สัมผัสมาตัดเป็นชิ้นบาง 5 มิลลิเมตร เลือกใช้วิธีวัด

แบบ TPA (Texture Profile Analysis) ด้วยหัววัดรูปทรงกระบอก วัดความแข็ง (hardness) ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (cohesiveness)

4.2 ทางเคมี (AOAC, 2000) (ภาคผนวก ข)

- ความเป็นกรดค้าง
- ปริมาณกรดแลกติก
- ปริมาณเกลือ
- ปริมาณน้ำอิสระ (Aw)
- ปริมาณเส้นใยอาหาร (total dietary fibre)
- องค์ประกอบทางเคมี (ความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต)
- ปริมาณแคลเซียม

4.3 ทางจุลินทรีย์

- *Bacillus cereus* (BAM ONLINE, 2001)
- *Staphylococcus aureus* (BAM ONLINE, 2001)
- *Clostridium perfringens* (BAM ONLINE, 2001)
- *Escherichia coli* (BAM ONLINE, 2001)
- Mold (BAM ONLINE, 2001)
- Yeast (BAM ONLINE, 2001)
- *Salmonella spp.* (ISO 6579, 2002)

5. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Completed Block Design (RCBD) สำหรับทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 20 คน ให้คะแนนแบบ 7-Point hedonic scale เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเส้นใยถั่วเหลืองเพื่อเสริมในผลิตภัณฑ์สั้มผัก

ผลิตภัณฑ์สั้มผักเป็นเนื้อปลาหมักที่มีส่วนผสมของเนื้อปลา เกลือ กระเทียม น้ำตาลทราย และข้าวสุก โดยข้าวสุกที่ใช้เป็นส่วนผสมของข้าวกล้องเหลืองและข้าวกล้องแดง เมื่อมีการเสริมเส้นใยถั่วเหลือง 4 ระดับ คือ ร้อยละ 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 ในผลิตภัณฑ์สั้มผัก หลังจากหมักนาน 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ได้สั้มผักมีลักษณะเนื้อนุ่ม แน่นเล็กน้อย กลิ่นและรสเปรี้ยวพอเหมาะ มีโพรงอากาศเล็กน้อย มีสีค่อนข้างเหลืองและมีสีแดงของข้าวกล้องแดงกระจายอยู่ทั่วไป เมื่อทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 3) พบว่าผลิตภัณฑ์สั้มผักกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เสริมเส้นใยถั่วเหลืองได้รับการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่เสริมเส้นใยถั่วเหลืองระดับร้อยละ 1.0 และร้อยละ 2.0 แต่แตกต่างจากระดับร้อยละ 3.0 และร้อยละ 4.0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเสริมเส้นใยถั่วเหลืองระดับร้อยละ 1.0 ได้รับคะแนนยอมรับทุกคุณลักษณะคุณภาพสูงกว่าระดับอื่น และระดับร้อยละ 4.0 ได้คะแนนต่ำสุด ส่วนด้านความชอบรวมผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่เสริมเส้นใยถั่วเหลืองระดับร้อยละ 1.0 ไม่แตกต่างกันแตกต่างจากระดับอื่นอย่างชัดเจน ($p < 0.05$) จึงเลือกใช้ผลิตภัณฑ์สั้มผักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของก้างปลาในผลิตภัณฑ์สั้มผักที่เสริมเส้นใยถั่วเหลือง

การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สั้มผักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองด้วยเครื่องมือ (ตารางที่ 4) เนื้อปลาซูริมีที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบมีค่าความสว่าง ($L^* = 76.33$) ความเป็นสีแดง ($a^* = 0.28$) ความเป็นสีเหลือง ($b^* = 16.29$) หลังจากผสมส่วนผสมอื่นแล้วทำให้ผลิตภัณฑ์สั้มผักก่อนเสริมเส้นใยถั่วเหลืองมีค่าความสว่างลดลง ($L^* = 75.17$) ความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น ($a^* = 2.85$) ความเป็นสีเหลืองลดลง ($b^* = 13.21$) (ตารางที่ 5) ซึ่งความเป็นสีแดงมาจากข้าวกล้องแดง เมื่อมีการเสริมเส้นใยถั่วเหลืองที่มีค่าความสว่าง ($L^* = 84.43$) ความเป็นสีแดง ($a^* = 2.00$) ความเป็นสีเหลือง ($b^* = 20.41$) มีผลทำให้ค่าความสว่าง ความเป็นสีเหลือง และปริมาณกรดทั้งหมดยของผลิตภัณฑ์สั้มผักสูงขึ้นตามระดับเส้นใยถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณกรดที่เพิ่มมากขึ้นนี้อาจเป็นผลจากเส้นใยถั่วเหลืองมีเบี่ยงคั่งอยู่และเป็นแหล่งอาหารคาร์บอนของเชื้อจุลินทรีย์ในการผลิตกรด แต่การเสริมเส้นใยถั่วเหลืองไม่มีผลทางสถิติต่อความเป็นสีแดง ความเป็นกรดค่า ปริมาณเกลือ และปริมาณน้ำอิสระ ในผลิตภัณฑ์สั้มผัก (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

ผลิตภัณฑ์ส้มฟัก	เส้นใยถั่วเหลือง (ร้อยละ)	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
กลุ่มควบคุม	0	6.15 ^a	5.95 ^a	5.75 ^a	5.90 ^a	6.40 ^a
กลุ่มทดลอง	1.0	5.85 ^{ab}	5.50 ^{ab}	5.60 ^{ab}	5.70 ^a	6.35 ^a
	2.0	5.80 ^{ab}	5.45 ^{ab}	5.50 ^{ab}	5.50 ^{ab}	5.45 ^b
	3.0	5.50 ^{bc}	5.25 ^b	5.10 ^{bc}	5.10 ^{bc}	5.40 ^b
	4.0	5.05 ^c	4.85 ^c	4.50 ^c	4.85 ^c	4.75 ^c

ตัวอักษรเหมือนกันในแนวกิ่งแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4 คุณภาพด้านสีของซูริมิ เส้นใยถั่วเหลือง และก้างปลา

วัสดุการทดลอง	ความสว่าง(L*)	ความเป็นสีแดง ^a (a*)	ความเป็นสีเหลือง(b*)
ซูริมิ	76.33	0.28	16.29
เส้นใยถั่วเหลือง	84.43	2.00	20.41
ก้างปลา	66.52	2.42	22.50

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ตารางที่ 6 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

ผลิตภัณฑ์ส้มฟัก	เส้นใยถั่วเหลือง (ร้อยละ)	ความเป็นกรดค่า ^{ns} (pH)	ปริมาณกรด (ร้อยละ)	ปริมาณเกลือ ^{ns} (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำอิสระ ^{ns} (Aw)
กลุ่มควบคุม	0	4.36	1.26 ^d	2.20	0.971
กลุ่มทดลอง	1.0	4.32	1.24 ^c	2.28	0.972
	2.0	4.33	1.27 ^c	2.23	0.972
	3.0	4.31	1.31 ^b	2.31	0.972
	4.0	4.31	1.34 ^a	2.34	0.973

ns Nonsignificant ($p>0.05$)

ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดังแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ส่วนการวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง (ตารางที่ 7) พบว่าการเสริมเส้นใยถั่วเหลืองในระดับที่เพิ่มสูงขึ้นผลิตภัณฑ์จะมีความแข็งมากขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมเส้นใยถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ภาพที่ 1 และ 2) โดยกลุ่มควบคุมมีความแข็งต่ำสุด (ภาพที่ 3) สอดคล้องกับความสามารถในการเกาะตัวกัน (cohesiveness) ของกลุ่มควบคุมที่มีค่าต่ำสุดเช่นกัน (0.61) (ภาพที่ 4) และแตกต่างทางสถิติจากกลุ่มทดลองทุกระดับ และกลุ่มทดลองทุกระดับมีความสามารถในการเกาะตัวกันไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) คือ 0.66-0.67 ซึ่งเป็นความเหนียวระดับปานกลางที่พอเหมาะ เมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องมือกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงให้เห็นว่าการเสริมปริมาณเส้นใยถั่วเหลืองในระดับที่มากขึ้นผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ส้มฟักที่เสริมเส้นใยถั่วเหลืองลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเส้นใยถั่วเหลืองที่ใช้ผ่านการล้างน้ำแช่แข็งออกจนเกือบหมด จึงมีองค์ประกอบของเซลลูโลสสูงซึ่งเซลลูโลสนี้มีความสามารถอุ้มน้ำได้มาก (ปิ่นมณี, 2547) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการเกาะรวมตัวกันภายในได้ดี แล้วส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากขึ้นต้องใช้แรงมากในการทำให้แตกแยกออกจากกัน

ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของก้างปลาในผลิตภัณฑ์ส้มฟักที่เสริมเส้นใยถั่วเหลือง

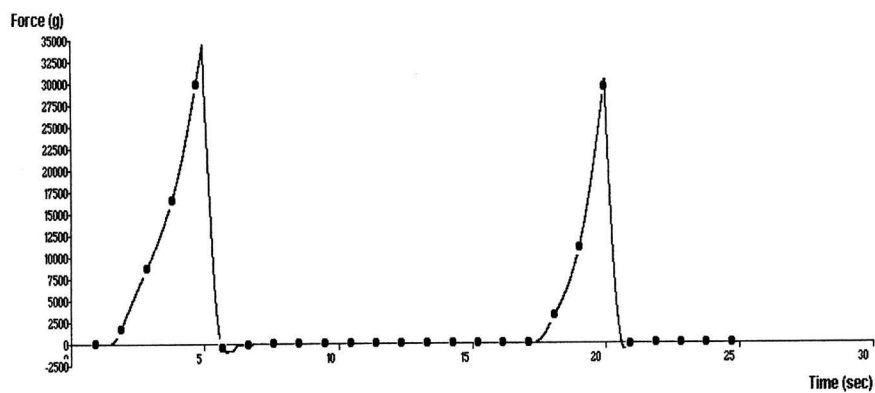
เมื่อนำผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 มาศึกษาการเสริมก้างปลา 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.5, 1.0, 1.5 ตามลำดับ แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสตามตารางที่ 8 พบว่าการเสริมก้างปลาทำให้การยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมลดลง โดยการเสริมก้างปลาในระดับร้อยละ 0.5 ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมในทุกคุณลักษณะคุณภาพ ($p > 0.05$) และได้รับการยอมรับคะแนนความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ 6.25 สูงกว่าระดับร้อยละ 1.0 และร้อยละ 1.5 ที่ได้คะแนน 5.95 และ 5.45 ตามลำดับ

การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลาด้วยเครื่องมือ (ตารางที่ 9) ปรากฏว่าก้างปลามีค่าความสว่าง ($L^* = 66.52$) ความเป็นสีแดง ($a^* = 2.42$) ความเป็นสีเหลือง ($b^* = 22.50$) ส่วนผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 ที่ยังไม่เสริมก้างปลามีค่าความสว่าง ($L^* = 75.80$) ความเป็นสีแดง ($a^* = 2.89$) ความเป็นสีเหลือง ($b^* = 14.11$) ซึ่งจะเห็นว่าก้างปลามีความสว่างและความเป็นสีแดงน้อยกว่า แต่ความเป็นสีเหลืองมากกว่าผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง ดังนั้นการเสริมก้างปลา (ตารางที่ 9) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลาามีความเป็นสีแดงและความเป็นสีเหลืองมากขึ้น ความสว่างลดลงเล็กน้อย โดยปริมาณก้างปลาที่เสริมไม่มีผลทางสถิติต่อความเป็นสีแดงและความสว่าง แต่มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์

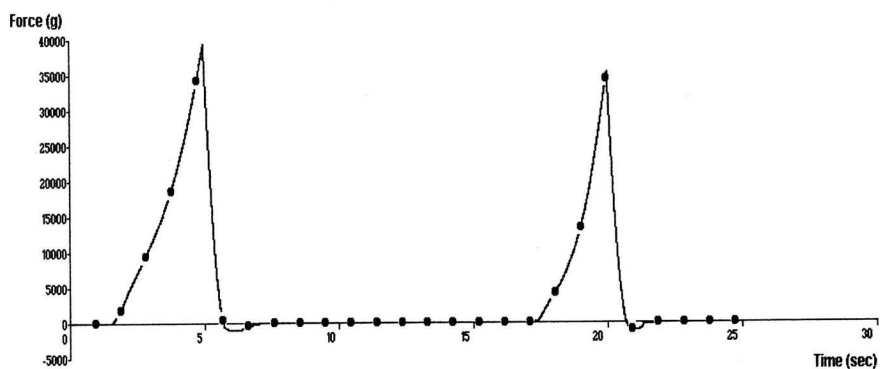
ตารางที่ 7 คุณลักษณะเนื้อสัตว์ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

ชนิดอาหาร	ความแข็ง (กิโลกรัม)	ความสามารถในการเคี้ยวรวมตัวกัน
ผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง 0 %	34.63 ^c	0.61 ^b
ผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง 1.0 %	38.94 ^b	0.67 ^a
2.0 %	42.42 ^{ab}	0.67 ^a
3.0 %	44.06 ^a	0.67 ^a
4.0 %	40.93 ^{ab}	0.66 ^a

ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดังแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

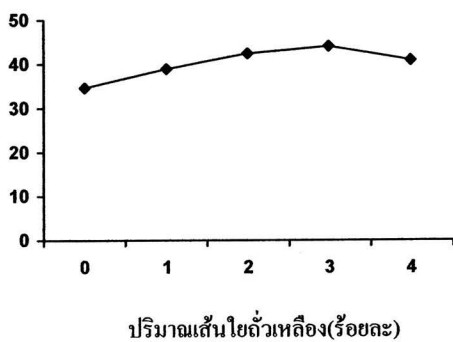


ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าแรงและเวลาของการทดสอบแบบ TPA ของผลิตภัณฑ์ส้มฟัก



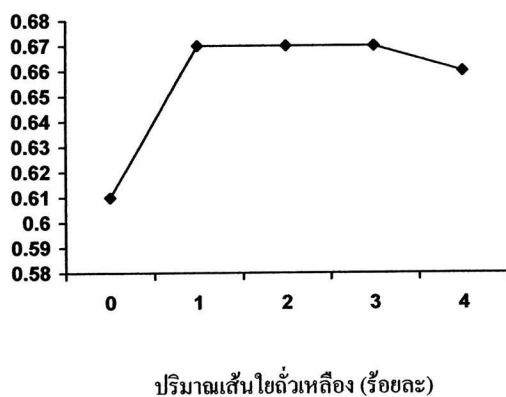
ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าแรงและเวลาของการทดสอบแบบ TPA
ของผลิตภัณฑ์สับฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0

ค่าความแข็ง(กิโลกรัม)



ภาพที่ 3 ผลการทดสอบความแข็งของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน



ภาพที่ 4 ผลการทดสอบความสามารถในการเกาะรวมตัวกันของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยอัลจีนา

ตารางที่ 8 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง และ
 ก้างปลา

ผลิตภัณฑ์ส้มฟัก	ก้างปลา	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
	(ร้อยละ)					
กลุ่มควบคุม	0	6.45 ^a	6.20 ^a	6.35 ^a	6.35 ^a	6.55 ^a
กลุ่มทดลอง	0.5	6.20 ^{ab}	5.95 ^{ab}	5.95 ^a	5.95 ^{ab}	6.25 ^{ab}
	1.0	5.95 ^{bc}	5.60 ^{bc}	5.95 ^a	5.75 ^b	5.95 ^b
	1.5	5.65 ^c	5.20 ^c	5.45 ^b	5.55 ^b	5.45 ^c

ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดังแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ตารางที่ 9 คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

ผลิตภัณฑ์ส้มฟัก	กากปลา (ร้อยละ)	ความสว่าง ^{ns} (L*)	ความเป็นสีแดง ^{ns} (a*)	ความเป็นสีเหลือง (b*)
กลุ่มควบคุม	0	75.80	2.89	14.11 ^c
กลุ่มทดลอง	0.5	75.83	2.85	14.66 ^b
	1.0	75.43	3.02	15.14 ^a
	1.5	75.72	3.03	15.08 ^a

ns Nonsignificant ($p>0.05$)

ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อ L* หมายถึง ความสว่างของสี
a* หมายถึง (+) สีแดง หรือ (-) สีเขียว
b* หมายถึง (+) สีเหลือง หรือ (-) สีนํ้าเงิน

ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลาที่มีความเป็นสียเหลืองมากขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ปริมาณกากปลาที่เสริมยังส่งผลทำให้ปริมาณเกลือ ปริมาณกรดทั้งหมด(กรดแลกติก) ความเป็นกรดค้าง แตกต่างกันแต่ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำอิสระ (ตารางที่ 10)

การวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา(ตารางที่ 11) พบว่า กากปลาไม่มีผลต่อความแข็งและความสามารถในการเกาะตัวกันภายใน โดยผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 และกากปลาร้อยละ 0.5 มีความแข็งเท่ากับ 39.66 กิโลกรัม และความสามารถในการเกาะตัวกันภายในเท่ากับ 0.67

องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

จากตารางที่ 12 ผลิตภัณฑ์ส้มฟักก่อนเสริมเส้นใยถั่วเหลืองมีปริมาณเส้นใยอาหารเท่ากับร้อยละ 2.04 ใกล้เคียงกับปริมาณเส้นใยอาหารของข้าวกล้องที่มีประมาณร้อยละ 2.10 (เพลินใจ, 2537) เมื่อมีการเสริมเส้นใยถั่วเหลืองที่มีปริมาณเส้นใยอาหารร้อยละ 38.05 ในผลิตภัณฑ์ส้มฟักที่ระดับร้อยละ 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 ทำให้ผลิตภัณฑ์ส้มฟักมีปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้นตามลำดับอย่างชัดเจน ($p < 0.05$)

กากปลามีองค์ประกอบของแคลเซียมสูงถึง 190,250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเสริมในผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง 3 ระดับ คือร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 (ตารางที่ 13) จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ส้มฟักที่ไม่ได้เสริมเส้นใยถั่วเหลืองมีปริมาณแคลเซียม 342.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ภายหลังจากเสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 มีปริมาณแคลเซียม 441.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณกากปลาที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นอย่างมากแตกต่างกันอย่างชัดเจน ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 14 จะเห็นว่าการเสริมเส้นใยถั่วเหลืองทำให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้าคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และการเสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 ซึ่งเป็นระดับที่ได้รับการยอมรับสูงกว่าระดับอื่นทำให้มีปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มสูงขึ้นจากร้อยละ 2.04 เป็นร้อยละ 2.23 คิดเป็นร้อยละ 10.9 (ของน้ำหนักแห้ง) ในทำนองเดียวกันกับตารางที่ 13 การเสริมกากปลาร้อยละ 0.5 ในผลิตภัณฑ์ส้มฟักที่มีเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 ซึ่งเป็นระดับที่ได้รับการยอมรับสูงกว่าระดับอื่นทำให้มีปริมาณกากปลาเพิ่มสูงขึ้นจาก 441.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็น 877.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 98.84 (ของน้ำหนักแห้ง)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา (ตารางที่ 14) มีปริมาณความชื้นร้อยละ 69.99 โปรตีนร้อยละ 14.38 ไขมันร้อยละ 0.32 เถ้าร้อยละ 2.60 เส้นใยอาหารร้อยละ 2.06 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 10.65 ได้พลังงาน 103 กิโลแคลอรี

ตารางที่ 10 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

ผลิตภัณฑ์ส้มฟัก เสริมเส้นใยถั่วเหลือง	กากปลา (ร้อยละ)	ความเป็นกรดค่า ^{ns} (pH)	ปริมาณกรด (ร้อยละ)	ปริมาณเกลือ ^{ns} (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำอิสระ ^{ns} (Aw)
กลุ่มควบคุม	0	4.34 ^c	1.21 ^c	2.15 ^a	0.972
กลุ่มทดลอง	0.5	4.36 ^c	1.31 ^b	2.10 ^{ab}	0.972
	1.0	4.46 ^b	1.33 ^b	2.05 ^b	0.973
	1.5	4.53 ^a	1.39 ^a	1.82 ^c	0.973

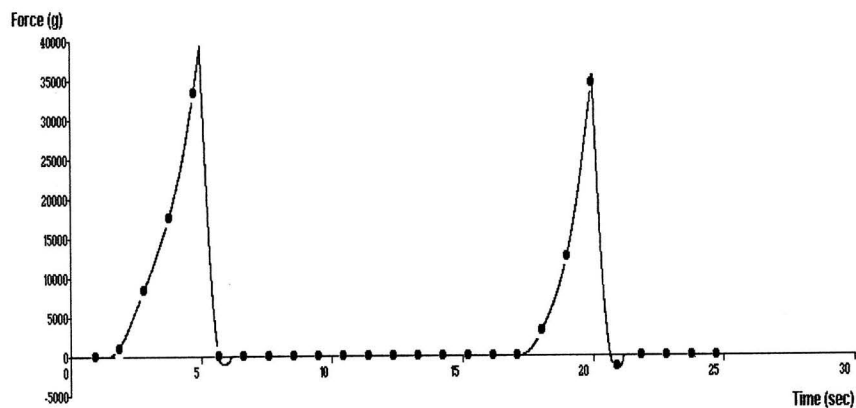
ns Nonsignificant ($p > 0.05$)

ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 11 คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

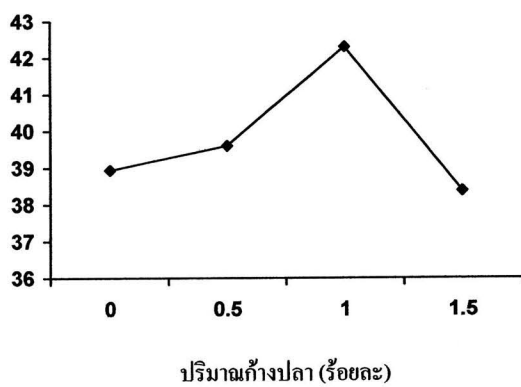
ชนิดอาหาร	กากปลา (ร้อยละ)	ความแข็ง ^{ns} (กิโลกรัม)	ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ^{ns}
ผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	0	38.94	0.67
ผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง	0.5	39.66	0.67
	1.0	42.31	0.67
	1.5	38.38	0.65

ns Nonsignificant ($p>0.05$)



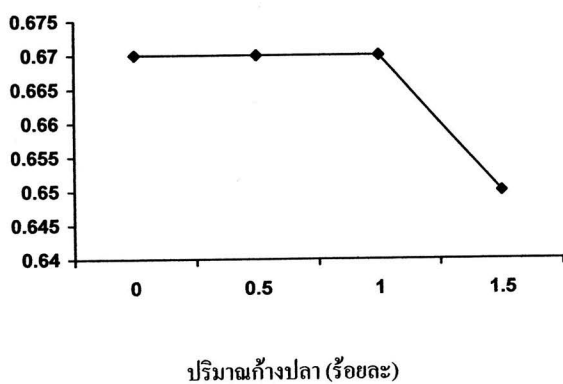
ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่าแรงและเวลาของการทดสอบแบบ TPA ของผลิตภัณฑ์ส้มฟัก
เสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 และกากปลาร้อยละ 0.5

ค่าความแข็ง (กิโลกรัม)



ภาพที่ 6 ผลการทดสอบความแข็งของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน



ภาพที่ 7 ผลการทดสอบความสามารถในการเกาะรวมตัวกันของผลิตภัณฑ์สั้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา

ตารางที่ 12 ปริมาณเส้นใยอาหารของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

ชนิดอาหาร	ปริมาณเส้นใยอาหาร(ร้อยละ)
ผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง 0 %	2.04
ผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง 1.0 %	2.23 ^{ns}
2.0 %	2.41 ^{ns}
3.0 %	2.64 ^{ns}
4.0 %	3.10 ^{ns}
เส้นใยถั่วเหลือง	38.05

ตารางที่ 13 ปริมาณแคลเซียมของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

ชนิดอาหาร	ปริมาณแคลเซียม(mg/kg)
ผลิตภัณฑ์ส้มฟักไม่เสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา	342.95
ผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง 1.0% และกากปลา 0 %	441.8 ^d
0.5 %	877.9 ^c
1.0 %	2,198.5 ^b
1.5 %	2,660.5 ^a
กากปลา	190,250.0

ตารางที่ 14 องค์ประกอบทางเคมีของของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา

ชนิดอาหาร	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)					
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	เส้นใยอาหาร	คาร์โบไฮเดรต
ผลิตภัณฑ์ส้มฟักไม่เสริมเส้นใยถั่วเหลืองและก้างปลา	69.57	14.17	0.28	2.59	2.04	11.05
ผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง 1.0 % และก้างปลา 0 %	69.97	14.36	0.31	2.59	2.23	10.54
ผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง 1.0 % และก้างปลา 0.5 %	69.99	14.38	0.32	2.60	2.06	10.65
เส้นใยถั่วเหลือง	6.62	18.23	5.53	2.26	38.05	29.31
ก้างปลา	8.64	30.95	6.65	53.76	-	-

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา
(ตารางที่ 15) พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพเนื่องจากมีเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาดำกว่าที่กอง
อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขกำหนด (บุญกร, 2550)

ตารางที่ 15 ปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สัสมักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

ชนิดจุลินทรีย์	ปริมาณ
<i>Bacillus cereus</i>	< 10 CFU / gm
<i>Clostridium perfringen</i>	< 10 CFU / gm
Yeast	< 10 CFU / gm
Mold	< 10 CFU / gm
<i>Salmonella</i>	ไม่พบ/ 25 gm
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 10 CFU / gm
<i>Escherichia coli</i>	< 3 MPN / gm

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การศึกษากการเสริมเส้นใยอาหารจากเส้นใยถั่วเหลืองและเพิ่มปริมาณแคลเซียมด้วยกากปลา ในผลิตภัณฑ์ส้มผัก สรุปได้คือ

1. เส้นใยอาหารมีผลทำให้คุณสมบัติและการยอมรับทางประสาทสัมผัสเปลี่ยนไป ปริมาณที่เหมาะสมที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ คือ ผลิตภัณฑ์ส้มผักที่เสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 และ กากปลาร้อยละ 0.5
2. การเสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 ได้ผลิตภัณฑ์ส้มผัก มีความสว่าง (L^* =75.24) ความเป็นสีแดง (a^* =2.76) ความเป็นสีเหลือง (b^* =14.27) ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) เท่ากับ 0.972 ค่าความแข็ง เท่ากับ 39.61 กิโลกรัม ความสามารถในการเกาะตัวกัน เท่ากับ 0.67 ปริมาณเกลือร้อยละ 2.28 ปริมาณกรดทั้งหมด(กรดแลกติก)ร้อยละ 1.24 ความเป็นกรดค่า (pH) เท่ากับ 4.32 ปริมาณเส้นใยอาหารร้อยละ 2.23 สูงกว่าสูตรที่ไม่ได้เสริมเส้นใยถั่วเหลือง (ร้อยละ 2.04) ถึงร้อยละ 10.9 (ของ น้ำหนักแห้ง)
3. การเสริมกากปลาร้อยละ 0.5 ในผลิตภัณฑ์ส้มผักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 ได้ผลิตภัณฑ์ ส้มผักมีความสว่าง (L^* =75.83) ความเป็นสีแดง (a^* =2.85) ความเป็นสีเหลือง (b^* =14.66) ปริมาณ น้ำอิสระ (A_w) เท่ากับ 0.972 ค่าความแข็ง เท่ากับ 39.61 กิโลกรัม ความสามารถในการเกาะตัวกัน เท่ากับ 0.67 ปริมาณเกลือร้อยละ 2.10 ปริมาณกรดทั้งหมด(กรดแลกติก)ร้อยละ 1.31 ความเป็น กรดค่า (pH) เท่ากับ 4.36 ปริมาณเส้นใยอาหารร้อยละ 2.06 ปริมาณแคลเซียม 877.9 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม สูงกว่าผลิตภัณฑ์ส้มผักที่เสริมเฉพาะเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 (441.8 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม) ถึงร้อยละ 98.84 (ของน้ำหนักแห้ง)
4. องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ส้มผักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 และกากปลาร้อยละ 0.5 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 69.99 โปรตีนร้อยละ 14.38 ไขมันร้อยละ 0.32 เกลือร้อยละ 2.60 เส้น ใยอาหารร้อยละ 2.06 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 10.65 ไขมัน 103 กิโลแคลอรี
5. คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ส้มผักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 และกากปลาร้อยละ 0.5 มีเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ที่ตีตามมาตรฐาน คือ *Bacillus cereus* , *Clostridium perfringen* , yeast, mold , *Staphylococcus aureus* มีค่า < 10 CFU / gm ส่วน *Escherichia coli* มีค่า < 3 MPN / gm และไม่พบ *Salmonellae* ใน 25 กรัม

จากผลการวิจัยดังกล่าวที่ได้ ผลิตภัณฑ์ส้มผักที่เสริมเส้นใยถั่วเหลืองร้อยละ 1.0 และกากปลา ร้อยละ 0.5 มีเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ที่จัดได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ส้มผักเพื่อสุขภาพ

บรรณานุกรม

1. จารุวรรณ มณีศรี. 2550. เทคโนโลยีอาหารหมัก. บริษัทก้าวใหม่ จำกัด, กรุงเทพฯ.
2. ชมดาว สิกขะมณฑล. 2550. ประโยชน์ของแคลเซียมในอาหาร. วารสารจารย์พา. 37 (1) : 43.
3. ทศนีย์ ชาเจียมเงิน. 2545. หมูยอเสริมใยอาหาร. วารสารอาหารและยา. 9 (2) : 17-26.
4. นิธิยา รัตนพานนท์. 2544. หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. สำนักพิมพ์โอเดียน, กรุงเทพฯ.
5. บุปผา ทิพย์สภาพกุล. 2548. สัมผัส. รายงานผลการวิจัยเรื่องภูมิปัญญาชาวบ้านเกี่ยวกับการถนอมอาหารท้องถิ่นในจังหวัดลพบุรี. แหล่งที่มา : <http://www.rits.ac.th>, 22 มิถุนายน 2548.
6. บุญกร อุดรภิชิต. 2550. จุลชีววิทยาทางอาหาร. มหาวิทยาลัยทักษิณ, .
7. ประเสริฐ สายสิทธิ์. 2534. ปลา อาหารอาชีวพัฒนาของมนุษย์. วารสารอาหาร. 21(1) : 38-39.
8. ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2547. คุณสมบัติของเส้นใยอาหารในการเป็น functional foods. วารสารจารย์พา. 11 (76) : 50-54.
9. ปิยวัฒน์ วสยกุล. 2548. คุณภาพชีวิตที่ดีกับเทคโนโลยีอาหารหมัก. วารสารจารย์พา. 12 (85):53.
10. ห่องเพ็ญ รัตกุล และ สุภาพรพรณ สุขประทุม. 2532. พัฒนาการผลิตและเก็บรักษาส้มผัก. วารสารอาหาร . 19 (4) : 294-295.
11. พรทิพย์ เจริญธรรมวัฒน์. 2536. กากถั่วเหลือง : อาหารเสริมสุขภาพ. วารสารอาหาร. 23(1):62-66.
12. เพลินใจ ดังคณะกุล . 2537. มังสวิรัติ : ทางเลือกใหม่เพื่อสุขภาพ. วารสารอาหาร. 24 (4): 240-246.
13. ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์. 2538. เส้นใยอาหารกับคุณภาพชีวิต. วารสารอาหารและยา. 2(2) : 28-33.
14. มณฑาทิพย์ ชุ่มฉลาด. 2537. อาหารสร้างสุขภาพ. วารสารอาหาร. 24 (4) : 235-239.
15. มัทนา แสงจินดาวงษ์ . 2538 . จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง. วิ.บี.บี.เค.แซนเดอร์(เค.ยู), กรุงเทพฯ.
16. มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2548. ผลิตภัณฑ์ประมงไทย. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
17. ลูกจันทร์ ภักร์พันธุ์. 2537. อาหารเพื่อชีวิต. วารสารอุตสาหกรรมเกษตร. 5 (3) : 65-68.
18. สันทนา อมรไชย. 2539. ใยอาหาร. วารสารอุตสาหกรรมสาร. 39 (1) : 18-25.
19. สุรพล อุปติสสกุล. 2528. สถิติการวางแผนการตลาดเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

20. สุทรวัดน์ เบญจกุล. 2549. ชูริมิ: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อปลาบด. สำนักพิมพ์โอเคียน, กรุงเทพฯ.
21. เสาวนีย์ จักรพิทักษ์. 2526. หลักโภชนาการปัจจุบัน. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.
22. อรวรรณ คงพันธุ์, พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล และจิราภรณ์ รุ่งทอง. 2545. ชูริมิกับการปรับปรุงคุณภาพ. วารสารอาหาร. 32 (3) : 213-221.
23. อรวรรณ เลาสินนุรักษ์. 2544. การยืดอายุการเก็บรักษาสัมพัทธ์โดยการฉายรังสี. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
24. AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15 th. ed. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.
25. Azizah ,A.H. and Y.S.Luan. 2000. Functional properties of dietary fibre from defatted rice bran. Food Chemidtry. 68:15-19.
26. Pearson, D. 1976 . The Chemical Analysis of Foods. 7 th. Ed. Churchill Livingstone, London and New York .
27. Sangiindavong, M., P.Chuapoehuk, and N. Raksakulthai. 2000. Quality characteristics of fermented sour fish cake (Kham-Pla). Internation Journal of Food Properties. 3 (3) : 399-406.
28. Siriporn Riebroy, Soottawat Benjakul, Wannop Visessanguan, Kongkarn Kijroongrojana and Munehiko Tanaka. 2004. Some characteristics of commercial Som-fug produced in Thailand. Food Chem. 88 (4) : 527-535.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบด้านประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์สัมผัสเพื่อสุขภาพ

วันที่/...../.....

โปรดทดสอบผลิตภัณฑ์สัมผัสที่เสริมเส้นใยด้วยเกลือต่อไปนี้ พร้อมให้คะแนนตามลำดับความชอบของท่านเป็น 7 ระดับดังนี้

ชอบมากที่สุด	เท่ากับ 7
ชอบปานกลาง	เท่ากับ 6
ชอบเล็กน้อย	เท่ากับ 5
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	เท่ากับ 4
ไม่ชอบเล็กน้อย	เท่ากับ 3
ไม่ชอบปานกลาง	เท่ากับ 2
ไม่ชอบมาก	เท่ากับ 1

ตัวอย่างอาหาร	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
581					
327					
694					
462					
735					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบค่านประสาธัมผัส

ผลิตภัณฑ์สัมผัสเพื่อสุขภาพ

วันที่/...../.....

โปรดทดสอบผลิตภัณฑ์สัมผัสที่เสริมกำลังต่อไปนี้ พร้อมให้คะแนนตามลำดับความชอบของท่านเป็น 7 ระดับดังนี้

ชอบมากที่สุด	เท่ากับ 7
ชอบปานกลาง	เท่ากับ 6
ชอบเล็กน้อย	เท่ากับ 5
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	เท่ากับ 4
ไม่ชอบเล็กน้อย	เท่ากับ 3
ไม่ชอบปานกลาง	เท่ากับ 2
ไม่ชอบมาก	เท่ากับ 1

ตัวอย่างอาหาร	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
593					
873					
927					
267					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ผล

1. ค่าสี

วัดค่าความสว่าง(L^*) ค่าสีแดง(a^*) ค่าสีเหลือง(b^*) ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Color Flex

1.1 วิธีการ

1.1.1 เปิดเครื่องวัดสี อุ่นเครื่องประมาณ 30 นาที

1.1.2 ทำการ Standardized เครื่องก่อนทุกครั้งที่เปิดเครื่อง (โดยเลือก port กลวงทุกครั้งที่ทำ
การ Standardized)

1.1.3 กด ready to จากนั้นให้เอาแผ่นมาตรฐานสีค่าวางบนช่องวัดสีแล้วกด $\swarrow$ เครื่องจะ
ทำการอ่านค่า

1.1.4 เมื่อค่าเรียบร้อยแล้ว ให้วางแผ่นมาตรฐานสีขาวบนช่องวัดสีแล้วกด $\swarrow$ เครื่อง
จะทำการอ่านค่า จากนั้นเครื่องพร้อมทำงานแล้ว

1.1.5 เลือกระบบวัดค่าสีที่ต้องการ (CIE/Hunter; L^*, a^*, b^*) และเลือกโหมดต่างๆที่ต้องการ
โดยเลือกช่องสีในการมองสีที่ 100 และเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐานเป็น D65 ซึ่งเป็นแสง
จากหลอดไฟที่ใช้แสงธรรมชาติคอนที่ขงวัน

1.1.6 เตรียมตัวอย่างอาหารที่ต้องการวัดค่าสี ก่อนนำไปวางที่ช่องวัดสีดังนี้

1.1.6.1 เตรียมชิ้นสัมพัทธ์ที่มีขนาดสูง 1 เซนติเมตรเลือกใช้ port รูเล็ก

1.1.6.2 สำหรับผงเส้นใยถั่วเหลืองและผงก้างปลาให้ใส่ในจานแก้วสูงประมาณ 1

เซนติเมตร

1.1.7 วางตัวอย่างที่จะวัดสี แล้วกดปุ่ม $\swarrow$ อ่านค่าสี บันทึก

1.2 ความหมายของค่า Hunter (L^*, a^*, b^*)

ค่า L^* เป็นค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 -100 ค่า

โดย L^* เท่ากับ 0 เป็นสีดำ

L^* เท่ากับ 100 เป็นสีขาวที่สุด

ค่า a^* เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีแดงหรือความเป็นสีเขียว

โดย a^* เป็นบวก แสดงความเป็นสีแดง

a^* เป็นลบ แสดงความเป็นสีเขียว

b^* เป็นค่าแสดงความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน

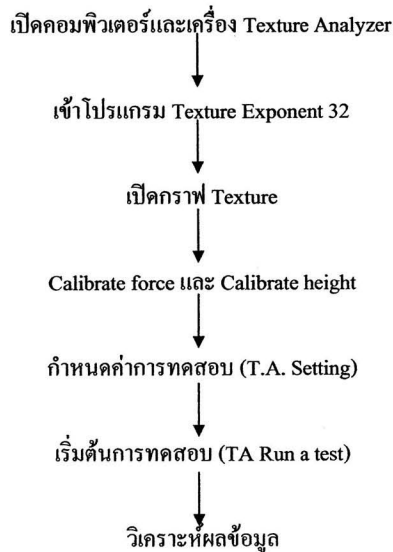
โดย b^* เป็นบวก แสดงความเป็นสีเหลือง

B^* เป็นลบ แสดงความเป็นสีน้ำเงิน

2. ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus)

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์สัมผัสมาตัดเป็นชิ้นบาง 5 มิลลิเมตร เลือกใช้วิธีวัดแบบ TPA (Texture Profile Analysis) ด้วยหัววัดรูปทรงกระบอก (Compression Patents,P/100) วัดความแข็ง (hardness) ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (cohesiveness)

2.1 วิธีการ



ค่า Condition ในการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)

Accessory	P/100
Mode	Measure Force in Compression
Option	Return to Start
Pre-test Speed	1.0 mm/sec.
Test Speed	2.0 mm/sec.
Post-test Speed	2.0 mm/sec.
Distance	5.0 mm
Trigger Type	5.0 gm.

3. ค่าความเป็นกรดต่าง(พีเอช)

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Sartorius ED 3204S , LD 224S)

3.1.2 เครื่องวัดความเป็นกรดค่า (Schott Lab 850 set)

3.1.3 บีกเกอร์

3.2 วิธีการ

3.2.1 ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักแน่นอน 10 กรัม เติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน รินเอาส่วนใสไว้สำหรับวัดค่า

3.2.2 เปิดเครื่องก่อนใช้งานเป็นเวลานานประมาณ 15 นาที

3.2.3 กดปุ่ม Mode เพื่อตั้ง set parameter ในการทำงาน

3.2.4 กดปุ่ม Cal เพื่อทำการ Calibrate Standard Buffer

3.2.5 จุ่มหัววัด(probe) ลงใน buffer กดปุ่ม OK เพื่อเริ่มต้นการ Calibrate ที่ pH 4.00 และ 7.00 โดยทุกครั้งทีวัดค่าใหม่ต้องล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่นและเช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด

3.2.6 เมื่อเครื่องแสดงค่า slope เป็น mV/pH กดปุ่ม OK

3.2.7 จุ่มหัววัดลงในตัวอย่าง รอจนสัญญาณ SC หยุดกระพริบจะเป็นค่าที่นำมาใช้ได้

4. ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity :Aw)

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

4.1.1 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aqua Lab CX 3 TE)

4.2 วิธีการ

4.2.1 เปิดเครื่องก่อนใช้งานเป็นเวลานานประมาณ 15 นาที

4.2.2 ใส่ตัวอย่างในภาชนะบรรจุสูงประมาณ 3 มม. ให้ครอบคลุมพื้นที่ของก้นภาชนะบรรจุ

4.2.3 ใส่ภาชนะบรรจุในลิ้นชักใส่ตัวอย่าง ปิดลิ้นชัก

4.2.3 หมุนปุ่มของลิ้นชักจากตำแหน่ง Open/Load ไปยังตำแหน่ง Read เครื่องจะเริ่มทำการวัดค่า Aw

4.2.4 หลังจากเครื่องทำการวัดค่า Aw ผ่านไปนานประมาณ 40 วินาที จะมีสัญญาณเตือนและแสดงผลของค่าAw

5. ปริมาณกรดแลกติก

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

5.1.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Sartorius ED 3204S , LD 224S)

5.1.2 เครื่องปั่นอาหาร

5.1.3 บิวเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร

5.1.4 ปิเปต ขนาด 10 มิลลิลิตร

5.1.5 ฟลาส ขนาด 250 มิลลิลิตร

5.1.6 กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร

5.2 สารเคมี

5.2.1 สารละลายมาตรฐาน โซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.01 นอร์แมล

5.2.2 สารละลายฟีนอล์ฟทาเลิน เข้มข้นร้อยละ 1

5.3 วิธีการ

5.2.1 ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 25 กรัม ในเครื่องปั่นอาหารเติมน้ำกลั่นจำนวน 250 มิลลิลิตร บั่นให้เข้ากันดี

5.2.2 กรองและปิเปตของเหลวที่กรองได้จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ฟลาส

5.2.3 หยดฟีนอล์ฟทาเลิน 1 หยด

5.2.4 ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไฮดรอกไซด์ จนเกิดสีชมพูจางประมาณ 30 วินาที บันทึกปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นมิลลิลิตร

5.4 วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณกรดแลกติก (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{N \times V \times E}{W \times 10}$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นนอร์แมล

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ เป็นมิลลิลิตร

E = น้ำหนักสมมูลของกรดแลกติก (90)

W = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

6. ปริมาณเกลือ

6.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

6.1.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Sartorius ED 3204S, LD 224S)

6.1.2 เครื่องปั่นอาหาร

6.1.3 บิวเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร

6.1.4 ปิเปต ขนาด 10 มิลลิลิตร

6.1.5 ฟลาส ขนาด 250 มิลลิลิตร

6.1.6 กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร

6.2 สารเคมี

6.2.1 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 นอร์แมล

6.2.2 สารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรทเข้มข้น 0.1 นอร์แมล

6.2.3 สารละลายอินดิเคเตอร์โพแทสเซียมโครเมท เข้มข้นร้อยละ 5

6.3 วิธีการ

6.3.1 ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 25 กรัม ในเครื่องปั่นอาหารเติมน้ำกลั่นจำนวน 250 มิลลิลิตร ปั่นให้เข้ากันดี

6.3.2 กรองและบีบคั้นของเหลวที่กรองได้จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ฟลาส

6.3.3 เติมสารละลายอินดิเคเตอร์โพแทสเซียมโครเมทจำนวน 0.5 มิลลิลิตร

6.3.4 ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรทจนถึงจุดยุติ บันทึกปริมาณสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรทที่ใช้เป็นมิลลิลิตร

6.3.5 ทำเบลงก์อินดิเคเตอร์ และบันทึกปริมาณสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรทที่ใช้เป็นมิลลิลิตร

6.4 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเกลือ (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times A \times 58.5 \times 100}{W \times 1000 \times V}$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท เป็นนอร์แมล

V = ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ไตเตรท เป็นมิลลิลิตร

V_1 = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรทสำหรับตัวอย่าง เป็นมิลลิลิตร

V_2 = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรทจากอินดิเคเตอร์เบลงก์ เป็นมิลลิลิตร

A = ส่วนผสมของตัวอย่างและน้ำกลั่น

W = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

7. ความชื้น

7.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

7.1.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Sartorius ED 3204S , LD 224S)

7.1.2 ตู้อบไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้ (Binder FD 115)

7.1.3 จานอะลูมิเนียมมีฝาปิด

7.1.4 เคชิกเคเตอร์ที่มีสารดูดความชื้น

7.2 วิธีการ

7.2.1 อบจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาที่มีทรายและแท่งแก้วในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ นาน 30 นาที ทำให้เย็น ในเคชิกเคเตอร์ และชั่งน้ำหนัก

7.2.2 ชั่งตัวอย่างให้ทรายน้ำหนักแน่นอนประมาณ 2-3 กรัม (ละเอียดถึง 0.0001 กรัม) ในจานอะลูมิเนียมที่มีทรายและแท่งแก้วที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักไว้แล้ว

7.2.3 อบตัวอย่างพร้อมจานอะลูมิเนียมในตู้อบไฟฟ้าโดยเปิดฝาท่อออกที่อุณหภูมิ $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง

7.2.4 นำออกจากตู้อบและปิดฝาจานอะลูมิเนียมแล้วทำให้เย็นในเคชิกเคเตอร์และชั่งน้ำหนัก

7.2.5 นำเข้าอบต่ออีกครั้งละ 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่

7.3 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{(W_2 - W_1)}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมที่มีทรายและแท่งแก้วเป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมและตัวอย่าง ก่อนอบ เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมและตัวอย่าง หลังอบ เป็นกรัม

8. ปรोटิน

8.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

8.1.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Sartorius ED 3204S, LD 224S)

8.1.2 เครื่องย่อยโปรตีน (Gerhardt KBL 20S, TUR/K)

8.1.3 เครื่องกลั่น โปรตีน (Vapodest 30)

8.1.4 หลอดแก้วขนาด 300 มิลลิลิตร

8.1.5 บิวเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร

8.1.6 ฟลาสขนาด 250 มิลลิลิตร

8.2 สารเคมี

8.2.1 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4)

8.2.2 กรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.1 นอร์แมล

8.2.3 คะตะกิสต์ ($\text{CuSO}_4 : \text{K}_2\text{SO}_4 = 1:10$)

8.2.4 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32%

8.2.5 Indicator (Methyl red + Methylene blue)

8.2.6 กรดบอริก (H_3BO_3) เข้มข้น 4 %

8.3 วิธีการ

8.3.1 ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 0.5-2.0 กรัมใส่ในหลอดเจลาห์ล (โดยการชั่งน้ำนักภาชนะที่มีตัวอย่างและภาชนะหลังถ่ายตัวอย่างออกแล้ว)

8.3.2 เติมอะดัลเฟต จำนวน 10 กรัม (K_2SO_4 10 ส่วน $Cu SO_4$ 1 ส่วน)

8.3.3 เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น จำนวน 20 มิลลิลิตร ด้วยการเอียงขวดและค่อย ๆ รินกรดลงด้านข้างโดยรอบ เขย่าเบาๆ

8.3.4 ย่อยด้วยความร้อนอุณหภูมิ $250^{\circ}C$ เซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เพิ่มไฟแรงอุณหภูมิ $380^{\circ}C$ เซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตั้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

8.3.5 เติมน้ำกลั่นประมาณ 60 มิลลิลิตร ลงในสารละลายผสมให้เข้ากัน พร้อมต่อเข้ากับชุดกลั่นโดยด้านล่างมีขวดฟลาสที่ใส่สารละลายกรดบอริก 50 มิลลิลิตร และอินดิเคเตอร์ผสม 6-10 หยด รอรับอยู่

8.3.6 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 32 จำนวนประมาณ 90 มิลลิลิตร

8.3.7 ทำการกลั่นแอมโมเนียนาน 7 นาที ได้สารละลายสีฟ้าอมเขียว

8.3.8 ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้ กับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก จนได้จุดยุติ โดยสังเกตสีชมพูที่ปรากฏ

8.3.9 ทำแบบลงก์เช่นเดียวกับตัวอย่าง

8.4 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{[(V_1 - V_2) \times N \times 1.4007]}{(W_1 - W_2)}$$

เมื่อ V_1 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดสำหรับตัวอย่างอาหาร เป็น มิลลิลิตร

V_2 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดสำหรับแบบลงก์ เป็น มิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก เป็น นอร์แมล

W_1 = น้ำหนักภาชนะ และน้ำหนักตัวอย่าง เป็น กรัม

W_2 = น้ำหนักภาชนะ หลังถ่ายตัวอย่างแล้ว เป็น กรัม

ปริมาณโปรตีน (ร้อยละของน้ำหนัก) = ปริมาณไนโตรเจน x แฟกเตอร์

9. ไขมัน

9.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

9.1.1 เครื่องสกัดไขมัน (Gerhardt SOX 416 , Multistat Control)

9.1.2 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Sartorius ED 3204S , LD 224S)

9.1.3 คู่มือไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้ (Binder FD 115)

9.1.3 เครื่องชั่งน้ำ

9.1.4 ตู้ดูดควัน

9.1.5 เครื่องเคเตอร์

9.1.6 บีกเกอร์สำหรับสกัดไขมัน

9.1.7 ทิมเบล

9.1.8 กระบอกตวงขนาด 250 มิลลิลิตร

9.2 สารเคมี

9.2.1 ปีโตรเลียมอีเทอร์

9.3 วิธีการ

9.3.1 อบบีกเกอร์ที่อุณหภูมิ $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ นาน 30 นาที ทำให้ง่าย ชั่งน้ำหนัก

9.3.2 นำตัวอย่างหลังจากการหาความชื้นแล้วห่อด้วยกระดาษกรองแล้วใส่ลงในทิมเบล

9.3.3 นำทิมเบลใส่ในบีกเกอร์สำหรับสกัดไขมัน

9.3.4 สกัดโดยใช้ตัวทำละลาย ปีโตรเลียมอีเทอร์ ในเครื่องสกัดไขมันนาน 3 ชั่วโมง

9.3.5 นำบีกเกอร์สำหรับสกัดไขมันไประเหยปีโตรเลียมอีเทอร์จนแห้งพอดีในตู้ดูดควัน

9.3.6 อบบีกเกอร์สำหรับสกัดไขมันในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ $100 - 105^{\circ}\text{C}$ นาน 30 นาที ทำให้ง่ายในเครื่องเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก อบต่ออีกครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่

9.4 วิธีคำนวณ

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

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักบีกเกอร์สำหรับสกัดไขมัน เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักบีกเกอร์สำหรับสกัดไขมันและไขมัน เป็นกรัม

10. ปริมาณเส้นใยอาหาร (total dietary fibre)

10.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

10.1.1 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

10.1.2 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Sartorius ED 3204S , LD 224S)

10.1.3 เครื่องวิเคราะห์เส้นใยอาหาร (Fibertec system M 1017 Hot Extractor , 1018 Cold Extractor)

10.1.4 ฟลาสสำหรับใส่ตัวอย่าง

10.1.5 ตู้อบ

10.1.6 ไมโครปิเปต

10.1.7 เตาเผา (Carbolite CWF 11/23/301)

10.1.8 pH meter

10.1.9 แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

10.1.10 pH meter

10.1.11 เคชิกเคเตอร์

10.1.12 Crucible

10.2 สารเคมี

10.2.1 เอนไซม์เทอร์มามิล (Termamyl)

10.2.2 เอนไซม์โปรติเอส (Protease)

10.2.3 เอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส (Amyloglucosidase)

10.2.4 แอลกอฮอล์ (Ethanol) 95 %

10.2.5 แอลกอฮอล์ (Ethanol) 78 %

10.2.6 กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.325 นอร์แมล

10.2.7 โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.275 นอร์แมล

10.2.8 ซีไรท์ (Celite 545)

10.2.9 อะซิโตน (Acetone)

10.2.10 ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (Phosphate buffer) เข้มข้น 0.08 โมล , pH 6.0

10.2.11 ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum Ether)

10.3 วิธีการ

10.3.1 เตรียมตัวอย่างขนาด 0.3 – 0.5 มิลลิเมตร ชั่ง 1.0 กรัม

10.3.2 ถ้าตัวอย่างมีปริมาณไขมันมากกว่า 10 % ให้สกัดด้วยปีโตรเลียมอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร

ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ชั่งน้ำหนักที่หายไป

10.3.3 ถ้าตัวอย่างมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่า 50 % ให้สกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95 % ครั้งละ 10 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง อบค้ำคืนที่ 40 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักที่หายไป

10.3.4 เมา Crucible ที่ 525 องศาเซลเซียส นำออกมาใส่เครื่องเคเตอร์ให้เย็น แล้วชั่งน้ำหนัก 1 ชั่วโมง ถ้างด้วยอะซิโตน ทิ้งให้แห้ง ชั่งซีไรท์ 0.500 กรัม ใส่ Crucible อบ 103 องศาเซลเซียส 30 นาที ทิ้งให้เย็นในเครื่องเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก Crucible + ซีไรท์

10.3.5 ชั่งตัวอย่าง 1.0 กรัม ตัวอย่างละ 2 ช้ำ

10.3.6 เติมฟอสเฟตบัพเฟอร์ 50 มิลลิลิตรและเอนไซม์เทอร์มามิต 0.1 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 6.0 ± 0.2 ปิดด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์

10.3.7 บ่มใน Water bath ที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เขย่าทุก 5 นาที

10.3.8 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.275 นอร์มัล จำนวน 10 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 7.5 ± 0.2 และเติมเอนไซม์โปรติเอสจำนวน 5 มิลลิกรัม บ่มใน Water bath ที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

10.3.9 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.325 นอร์มัล จำนวน 10 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 4.0 – 4.6 และเติมเอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส จำนวน 0.3 มิลลิลิตร บ่มใน อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

10.3.10 หา Total Dietary Fiber โดยนำข้อ 5.3.9 มาเติมแอลกอฮอล์ 95 % (60 องศาเซลเซียส) ฟลัส ละ 280 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

10.3.11 กรองใส่ Crucible ที่มีซีไรท์ โดยล้างตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ 78 % จำนวน 20 มิลลิลิตร 3 ครั้ง และแอลกอฮอล์ 95 % จำนวน 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง ก่อนล้างด้วยอะซิโตนจำนวน 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง

10.3.12 นำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส ค้างคืนและทิ้งให้เย็นในเครื่องเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (Residue weight)

10.3.13 ฟลัส ช้ำ 1 หาโปรตีน จะได้ค่า mg_{protein} และ B_{protein}

10.3.14 ฟลัส ช้ำ 2 เมาที่ 525 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเครื่องเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก จะได้ mg_{Ash} และ B_{Ash}

10.4 วิธีคำนวณ

$$\text{Dietary Fiber (g/100g)} = \left[\left((R_1 + R_2) / 2 \right) - mg_{\text{protein}} - mg_{\text{Ash}} - B \right] / \left((M_1 + M_2) / 2 \right) \times 100$$

เมื่อ Residue weight (R) = (residue + celite + crucible)_{หลังอบ} - (celite + crucible)

$$B = ((B_1 + B_2) / 2) - B_{\text{protein}} - B_{\text{Ash}}$$

$$B = \text{Blank (mg)}$$

$$B_1, B_2 = \text{Residue weight ของ Blank (mg)}$$

$$R_1, R_2 = \text{Residue weight ของ Sample (mg)}$$

$$M_1, M_2 = \text{weight ของ Sample (mg)}$$

11. เถ้า

11.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

11.1.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Sartorius ED 3204S , LD 224S)

11.1.2 เตาเผาไฟฟ้าที่ปรับและควบคุมอุณหภูมิได้ (Carbolite CWF 11/23/301)

11.1.3 ถูบไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้ (Binder FD 115)

11.1.4 เตาไฟฟ้า

11.1.5 ตู้ดูดควัน

11.1.6 เคชิกเคเตอร์ที่มีสารดูดความชื้น

11.1.7 ถ้วยเผา

11.2 วิธีการ

11.2.1 ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนัก แนนอนประมาณ 5 กรัม ในถ้วยเผาที่เผาและ ทราบ น้ำหนัก

11.2.2 เผาตัวอย่างพร้อมถ้วยด้วยไฟอ่อนบนเตาไฟฟ้า ในตู้ดูดควันและเผาต่อในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 525°-550°ซ จนได้เถ้าสีขาว ทำให้เย็นในเคชิกเคเตอร์และชั่งน้ำหนัก

11.3 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{(W_3 - W_1) \times 100}{(W_2 - W_1)}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักถ้วยเผา เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักถ้วยเผาและตัวอย่าง เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักถ้วยเผาและเถ้าทั้งหมด เป็นกรัม

6. คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ)

คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) = 100 - (% ความชื้น + % โปรตีน + % ไขมัน + % เถ้า + % เส้นใยอาหาร)

ภาคผนวก ก

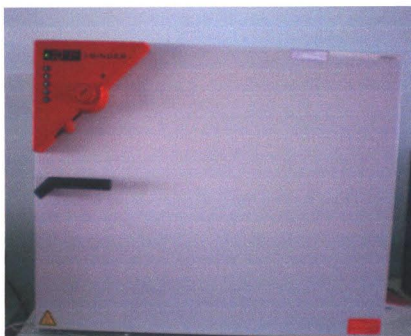
ภาพเครื่องมือวิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพ



ภาพที่ 8 เครื่องวัดค่าสี



ภาพที่ 9 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)



ภาพที่ 10 ตู้อบไฟฟ้า



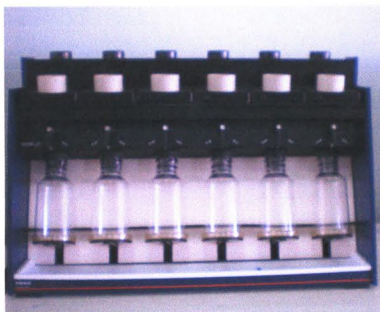
ภาพที่ 11 เตาเผาไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้



ภาพที่ 12 เครื่องสั่นไวนัน



ภาพที่ 13 เครื่องข่อยโปรตีน



ภาพที่ 14 เครื่องวิเคราะห์เส้นใยอาหาร

ภาคผนวก ง

ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลิตภัณฑ์สัปปะเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์สัปปะเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

Dependent Variable:color

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	14.240	4	3.560	6.072	.000
Panel	65.640	19	3.455	5.892	.000
Error	44.560	76	.586		
Corrected Total	124.440	99			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	
4.0 %	20	5.0500		
3.0 %	20	5.4500	5.4500	
2.0 %	20		5.8000	5.8000
1.0 %	20		5.8500	5.8500
0	20			6.1500
Sig.		.103	0.123	.179

Alpha = .05

ตารางที่ 17 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

Dependent Variable:odor

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	12.800	4	3.200	4.537	.002
Panel	61.600	19	3.242	4.597	.000
Error	53.600	76	.705		
Corrected Total	128.000	99			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
4.0 %	20	4.8500		
2.0 %	20	5.2500	5.2500	
3.0 %	20		5.4500	5.4500
1.0 %	20		5.5000	5.5000
0	20			5.9500
Sig.		.136	.380	.078

Alpha = .05

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้น

ใยแก้วเหลือง

Dependent Variable:flavo r

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	20.240	4	5.060	6.567	.000
Panel	119.790	19	6.305	8.182	.000
Error	58.560	76	.771		
Corrected Total	198.590	99			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
4.0 %	20	4.5000		
3.0 %	20		5.1000	
2.0 %	20		5.5000	5.5000
1.0 %	20		5.6000	5.6000
0	20			5.7500
Sig.		1.000	.092	.401

Alpha = .05

ตารางที่ 19 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้น

ใยถั่วเหลือง

Dependent Variable: texture

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	14.840	4	3.710	5.344	.001
Panel	70.590	19	3.715	5.352	.000
Error	52.760	76	.694		
Corrected Total	138.190	99			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
4.0 %	20	4.8500		
3.0 %	20	5.1000	5.1000	
2.0 %	20		5.5000	5.5000
0	20			5.7000
1.0 %	20			5.9000
Sig.		.346	.133	.156

Alpha = .05

ตารางที่ 20 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้น

ไข้วเหลือง

Dependent Variable : acceptability

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	39.260	4	9.815	31.159	.000
Panel	26.910	19	1.416	4.496	.000
Error	23.940	76	.315		
Corrected Total	90.110	99			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
4.0 %	20	4.7500		
3.0 %	20		5.4000	
2.0 %	20		5.4500	
0	20			6.3500
1.0 %	20			6.4000
Sig.		1.000	.779	.779

Alpha = .05

ตารางที่ 21 คุณภาพด้านสี(ความสว่าง)ของผลิตภัณฑ์สั้มปักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

ความสว่าง(ค่า L)

Dependent Variable : L

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	1.224	4	.306	27.155	.000
Error	.113	10	.011		
Corrected Total	1.336	14			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
0	3	75.1667		
2.0 %	3	75.2433		
4.0 %	3	75.3133		
1.0 %	3		75.5900	
3.0 %	3			75.9467
Sig.		.137	1.000	1.000

Alpha = .05

ตารางที่ 22 คุณภาพด้านสี(ความเป็นสีแดง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

ความเป็นสีแดง(ค่า a)

Dependent Variable : a

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.082	4	.021	1.969	.176
Error	.104	10	.010		
Corrected Total	.186	14			

Duncan

Treatment	N	Subset	
		1	2
1.0 %	3	2.7567	
3.0 %	3	2.8100	2.8100
0	3	2.8467	2.8467
2.0 %	3	2.8833	2.8833
4.0 %	3		2.9767
Sig.		.187	.092

Alpha = .05

ตารางที่ 23 คุณภาพด้านสี(ความเป็นสีเหลือง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

ความเป็นสีเหลือง(ค่า b)

Dependent Variable :b

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	10.198	4	2.550	195.314	.000
Error	.131	10	.013		
Corrected Total	10.329	14			

Duncan

Treatment	N	Subset			
		1	2	3	4
0	3	13.2133			
2.0 %	3		14.2500		
1.0 %	3		14.2700		
1.3 %	3			14.5433	
1.4 %	3				15.7900
Sig.		1.000	.835	1.000	1.000

Alpha = .05

ตารางที่ 24 ความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์สัปปะกเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

Dependent Variable : pH

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.004	4	.001	1.651	.237
Error	.006	10	.001		
Corrected Total	.010	14			

Duncan

Treatment	N	Subset
		1
3.0 %	3	4.3133
4.0 %	3	4.3133
2.0 %	3	4.3300
1.0 %	3	4.3400
0	3	4.3567
Sig.		.079

Alpha = .05

ตารางที่ 25 ปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

Dependent Variable : acidity

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.018	4	.004	36.944	.000
Error	.001	10	.000		
Corrected Total	.019	14			

Duncan

Treatment	N	Subset			
		1	2	3	4
1.0 %	3	1.2400			
0	3		1.2600		
2.0 %	3		1.2733		
3.0 %	3			1.3067	
4.0 %	3				1.3367
Sig.		1.000	.167	1.000	1.000

Alpha = .05

ตารางที่ 26 ปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

Dependent Variable : salt

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.039	4	.010	1.012	.446
Error	.095	10	.010		
Corrected Total	.134	14			

Duncan

Treatment	N	Subset
		1
0	3	2.1961
2.0 %	3	2.2310
1.0 %	3	2.2807
3.0 %	3	2.3047
4.0 %	3	2.3376
Sig.		.134

Alpha = .05

ตารางที่ 27 ปริมาณน้ำอิสระ(Aw)ของผลิตภัณฑ์สับฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

Dependent Variable : Aw

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	3.333E6	4	8.333E7	.463	.762
Error	1.800E5	10	1.800E6		
Corrected Total	2.133E5	14			

Duncan

Treatment	N	Subset
		1
4.0 %	3	.9717
0	3	.9720
1.0 %	3	.9723
3.0 %	3	.9727
2.0 %	3	.9730
Sig.		.288

Alpha = .05

ตารางที่ 28 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส(ค่าความแข็ง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

ค่าความแข็ง (Hardness)

Dependent Variable : hardness

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	2.649E8	4	6.623E7	9.661	.000
Error	1.371E8	10	6855555.936		
Corrected Total	4.020E8	14			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
0	5	3.4626E4		
1.0 %	5		3.8942E4	
4.0 %	5		4.0931E4	4.0931E4
2.0 %	5		4.2421E4	4.2421E4
3.0 %	5			4.4055E4
Sig.		1.000	.059	.088

Alpha = .05

ตารางที่ 29 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส(ความสามารถในการรวมตัวกัน)ของผลิตภัณฑ์สับพีคเสริมเส้น

ไขถั่วเหลือง

ความสามารถในการรวมตัวกัน(Cohesiveness)

Dependent Variable : cohesiveness

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.015	4	.004	11.416	.000
Error	.007	20	.000		
Corrected Total	.022	24			

Duncan

Treatment	N	Subset	
		1	2
0	5	.6080	
4.0 %	5		.6580
1.0 %	5		.6680
2.0 %	5		.6720
3.0 %	5		.6740
Sig.		1.000	.217

Alpha = .05

ตารางที่ 30 ปริมาณเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

Dependent Variable : dietary fiber

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.920	4	.230	-	-
Error	.000	4	.000		
Corrected Total	.920	8			

ผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

ตารางที่ 31 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง
และกากปลา

Dependent Variable:color

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	7.037	3	2.346	5.200	.003
Panel	33.938	19	1.786	3.960	.000
Error	25.713	57	.451		
Corrected Total	66.688	79			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
1.5 %	20	5.650		
1.0 %	20	5.950	5.950	
0.5 %	20		6.200	6.200
0	20			6.450
Sig.				.244

Alpha = .05

ตารางที่ 32 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยด้วยเห็ด

และก้างปลา

Dependent Variable:odor

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	11.337	3	3.779	6.083	.001
Panel	38.738	19	2.039	3.282	.000
Error	35.413	57	.621		
Corrected Total	85.487	79			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
1.5 %	20	5.200		
1.0 %	20	5.600	5.600	
0.5 %	20		5.950	5.950
0	20			6.200
Sig.		.114	.166	.320

Alpha = .05

ตารางที่ 33 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้น

ไข้วเหลืองและก้างปลา

Dependent Variable:flavo r

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	8.150	3	2.717	5.019	.004
Panel	30.550	19	1.608	2.971	.001
Error	30.850	57	.541		
Corrected Total	69.550	79			

Duncan

Treatment	N	Subset	
		1	2
1.5 %	20	5.450	
0.5 %	20		5.950
1.0 %	20		5.950
0	20		6.350
Sig.		1.000	.109

Alpha = .05

ตารางที่ 34 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้น

ไข้วเหลืองและก้างปลา

Dependent Variable: texture

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	7.000	3	2.333	3.912	.013
Panel	34.200	19	1.800	3.018	.001
Error	34.000	57	.596		
Corrected Total	75.200	79			

Duncan

Treatment	N	Subset	
		1	2
1.5 %	20	5.550	
1.0 %	20	5.750	
0.5 %	20	5.950	5.950
0	20		6.350
Sig.		.127	.107

Alpha = .05

ตารางที่ 35 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้น

ใยถั่วเหลืองและก้างปลา

Dependent Variable : acceptability

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	13.200	3	4.400	11.775	.000
Panel	35.300	19	1.858	4.972	.000
Error	21.300	57	.374		
Corrected Total	69.800	79			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
1.5 %	20	5.450		
1.0 %	20		5.950	
0.5 %	20		6.250	6.250
0	20			6.550
Sig.		1.000	.126	.126

Alpha = .05

ตารางที่ 36 คุณภาพด้านสี(ความสว่าง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยด้วยเห็ดและกากปลา

ความสว่าง(ค่า L)

Dependent Variable : L

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.300	3	.100	.1888	.210
Error	.423	8	.053		
Corrected Total	.723	11			

Duncan

Treatment	N	Subset
		1
1.0 %	3	75.4333
1.5 %	3	75.7200
0	3	75.8033
0.5 %	3	75.8333
Sig.		.081

Alpha = .05

ตารางที่ 37 คุณภาพด้านสี(ความเป็นสีแดง)ของผลิตภัณฑ์สับฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

ความเป็นสีแดง(ค่า a)

Dependent Variable : a

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.073	3	.024	3.350	.076
Error	.058	8	.007		
Corrected Total	.132	11			

Duncan

Treatment	N	Subset	
		1	3
0.5 %	3	2.8500	
0	3	2.8933	2.8933
1.0 %	3		3.0233
1.5 %	3		3.0267
Sig.		.552	.104

Alpha = .05

ตารางที่ 38 คุณภาพด้านสี(ความเป็นสีเหลือง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

และกากปลา

ความเป็นสีเหลือง(ค่า b)

Dependent Variable : b

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	2.042	3	.681	83.609	.000
Error	.065	8	.008		
Corrected Total	2.107	11			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
0	3	14.1100		
0.5 %	3		14.6633	
1.0 %	3			15.0800
1.5 %	3			15.1433
Sig.		1.000	1.000	.415

Alpha = .05

ตารางที่ 39 ความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

Dependent Variable : pH

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.075	3	.025	100.356	.000
Error	.002	8	.000		
Corrected Total	.077	11			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
0	3	4.3400	4.4633	4.5333
0.5 %	3	4.3567		
1.0 %	3			
1.5 %	3			
Sig.		.233	1.000	1.000

Alpha = .05

ตารางที่ 40 ปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

Dependent Variable : acidity

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.051	3	.017	33.928	.000
Error	.004	8	.000		
Corrected Total	.055	11			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
0	3	1.2067		
0.5 %	3		1.3133	
1.0 %	3		1.3300	
1.5 %	3			1.3867
Sig.		1.000	.388	1.000

Alpha = .05

ตารางที่ 41 ปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

Dependent Variable : salt

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.187	3	.062	50.076	.000
Error	.010	8	.001		
Corrected Total	.197	11			

Duncan

Treatment	N	Subset		
		1	2	3
1.5 %	3	1.8183		
1.0 %	3		2.0458	
0.5 %	3		2.0958	2.0958
0	3			2.1448
Sig.		1.000	.121	.128

Alpha = .05

ตารางที่ 42 ปริมาณน้ำอิสระ(Aw)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

Dependent Variable : Aw

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	6.917E6	3	2.306E6	1.627	.258
Error	1.133E5	8	1.417E6		
Corrected Total	1.825E5	11			

Duncan

Treatment	N	Subset
		1
0	3	.9710
0.5 %	3	.9723
1.5 %	3	.9727
1.0 %	3	.9730
Sig.		.089

Alpha = .05

ตารางที่ 43 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส(ค่าความแข็ง)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลือง

และก้างปลา

ค่าความแข็ง (Hardness)

Dependent Variable : hardness

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	4.534E7	3	1.511E7	1.993	.156
Error	1.213E8	16	7582440.254		
Corrected Total	1.667E8	19			

Duncan

Treatment	N	Subset
		1
1.5 %	5	3.8380E4
0	5	3.8942E4
0.5 %	5	3.9606E4
1.0 %	5	4.2305E4
Sig.		.053

Alpha = .05

ตารางที่ 44 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส(ความสามารถในการรวมตัวกัน)ของผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้น

ไข้วเหลืองและก้างปลา

ความสามารถในการรวมตัวกัน(Cohesiveness)

Dependent Variable : cohesiveness

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.001	3	.000	1.458	.263
Error	.003	16	.000		
Corrected Total	.004	19			

Duncan

Treatment	N	Subset
		1
1.5 %	5	.6520
0.5 %	5	.6660
1.0 %	5	.6660
0	5	.6680
Sig.		.107

Alpha = .05

ตารางที่ 45 ปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ส้มฟักเสริมเส้นใยถั่วเหลืองและกากปลา

Dependent Variable : calcium

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	6666949.455	3	2222316.485	1.430E3	.000
Error	6214.300	4	1553.575		
Corrected Total	6673163.755	7			

Duncan

Treatment	N	Subset			
		1	2	3	4
0	2	4.4180E2			
0.5 %	2		8.7790E2		
1.0 %	2			2.1985E3	
1.5 %	2				2.6605E3
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Alpha = .05