ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง)

ปริญญา

ผลิตภัณฑ์ประมง	ผลิตภัณฑ์ประมง
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งเสริมใยอาหารจากจากเปลือกถั่วเหลือง

Development of Frozen Battered and Breaded Soft - Shell Crabs Added with Fiber from Soybean Hulls

นามผู้วิจัย นางสาวเจนจิตต์ มุขลาย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มยุรี จัยวัฒน์, วท.ม.)

กรรมการ .....
(รองศาสตราจารย์นงนุช รักสกุลไทย, Ph.D.)

กรรมการ .....
(รองศาสตราจารย์สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, M.S.)

รักษาราชการแทนหัวหน้าภาควิชา .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 31 **เดือน** มีนาคม **พ.ศ.** 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง

Development of Frozen Battered and Breaded Soft -Shell Crabs Added with Fiber from Soybean Hulls

โดย

นางสาวเจนจิตต์ มุขลาย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบรูณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง)
พ.ศ.2549

ISBN 974-16-1395-4

เจนจิตต์ มุขลาย 2549: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง) สาขาผลิตภัณฑ์ประมง ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง ประธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์มยุรี จัยวัฒน์, วท.ม. 152 หน้า
ISBN 974-16-1395-4

เปลือกถั่วเหลืองเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร ที่มีปริมาณใยอาหารสูง ผลการวิเคราะห์พบว่ามีปริมาณใยอาหารร้อยละ 46.64 จากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 68 สนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง การศึกษากรรมวิธีการแปรรูปที่เหมาะสมในการผลิตปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง พบว่าการลวกปูนิ่มทั้งตัวในน้ำเดือดเป็นเวลา 2 นาที เป็นการเตรียมวัตถุดิบที่เหมาะสม การพัฒนาสูตรแป้งชุบ พบว่าสูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย แป้งสาลีร้อยละ 70 เปลือกถั่วเหลืองผงร้อยละ 25 แป้งมันสำปะหลังดัดแปรร้อยละ 5 ผงกระเทียมร้อยละ 2 พริกไทยร้อยละ 2.5 ลูกผักชีป่นร้อยละ 1 ไข่ขาวผงร้อยละ 2 น้ำตาลทรายร้อยละ 2 ผงฟูร้อยละ 3 เกลือร้อยละ 4.5 ของน้ำหนักแป้ง การปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตโดยนำปูนิ่มทั้งตัวหมักกับน้ำปรุงรสนาน 1 ชั่วโมง นำไปลวก 2 นาที จากนั้นนำมาตัดเป็น 4 ชิ้น คลุกกับแป้งสำหรับคลุก ประกอบด้วย แป้งสาลีร้อยละ 70 เปลือกถั่วเหลืองร้อยละ 25 แป้งมันสำปะหลังดัดแปรร้อยละ 5 ชุบในน้ำแป้งในอัตราส่วนน้ำต่อแป้งเป็น 1.5 : 1 คลุกขนมปังป่นแล้วนำไปแช่เยือกแข็งโดยวิธีการแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิก บรรจุถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็งแล้วทอดในหม้อทอดควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส 4 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณลักษณะตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏ พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในลักษณะแช่เยือกแข็งที่ -18 องศาเซลเซียส ได้นานกว่า 26 สัปดาห์ การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารของผู้บริโภคจำนวน 200 คน พบว่าร้อยละ 95.5 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

เจนจิตต์ มุขลาย — ลายมือชื่อนิสิต

มยุรี จัยวัฒน์ — ลายมือชื่อประธานกรรมการ

28 / มี.ค. / 49

Jenjit Mooklai 2006: Development of Frozen Battered and Breaded Soft – Shell Crabs Added with Fiber from Soybean Hulls. Master of Science (Fishery Products). Major Field: Fishery Products, Department of Fishery Products. Thesis Advisor: Assistant Professor Mayuree Chaiyawat, M.S. 152 pages.
ISBN 974-16-1395-4

Soybean hull, an agricultural foodstuff by-product, is a potential natural source of dietary fiber since it contained 46.64 % crude fiber. The consumer survey on battered and breaded products had been conducted with 100 participants. It was found that 68% of participating consumers were interested in buying battered and breaded soft – shell crab added with soybean hulls. The appropriate process for battered and breaded soft – shell crab was studied. The results showed that the optimal blanching time was 2 minutes and the appropriate formula of batter comprised 70% wheat flour, 25% soybean hulls, 5% modified starch, with 2% garlic powder, 2.5% pepper powder, 1% coriander seed powder, 2% white egg powder, 2% sugar, 3% baking powder, 4.5% salt (w/w) of flour mixture. The process was improved by soaking whole soft – shell crab in seasoning solution for 1 hour then blanching for 2 minutes before cutting into 4 pieces, predusting with a mixture of 70% wheat flour, 25% soybean hulls and 5% modified starch and battering in a batter (mixed flour: water = 1 : 1.5), breading, cryogenic freezing, packing in polypropylene bag and polyethylene box and storing at -18°C. Frozen samples were randomly sampled every 2 weeks for 6 months. The products were kept frozen until deep frying at 160 °C for 3 min before serving. The ready to eat product was accepted by consumers. No pathogenic bacteria was found. Judging from appearance, the storage test showed that this product could be stored for more than 26 week at -18 °C. Consumer test indicated that 95.5% of 200 participants accepted the product at the level of like moderately to like very much.

Jenjit Mooklai — Student's signature

Mayuree Chaiyawat — Thesis Advisor's signature

28 / มี.ค. / 49

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้เป็นผลงานส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทอดปรุงรสและผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งจากปูนิ่ม ซึ่งสนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.มยุรี จัยวัฒน์ ประธานกรรมการ และ รศ.ดร.นงนุช รักสกุลไทย กรรมการสาขาวิชาเอก ที่ให้คำปรึกษา ให้ความห่วงใย ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน และให้กำลังใจในการทำการวิจัยครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ รศ.สิริพันธุ์ จุลกรังคะ กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง และ ดร.พิสิฏฐ์ ธรรมวิถี ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณบริษัท ไร่ทิพย์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เปลือกถั่วเหลือง ขอขอบพระคุณบริษัท สยามมอดิฟายด์สตาร์ช จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์แป้งมันสำปะหลังดัดแปร ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมงทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมงทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำงาน ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และ น้อง ๆ นิสิตปริญญาโทภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมงทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยและเป็นกำลังใจให้งานวิจัยสำเร็จลงได้ด้วยดี

สุดท้ายข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ไพเราะ มุขลาย ขอขอบคุณพี่ชายชัยภัทร มุขลาย พี่สาวอาบบุญ ปะทะยศ น้องสาวประอรศรี มุขลาย และญาติ ๆ ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านเสมอมา

ประโยชน์อันใดที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้พึงมี ขอมอบแด่บุพพการีและครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธ์ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้า โดยเฉพาะดวงวิญญาณของคุณพ่อ น.อ.ชำนาญ มุขลาย ที่ล่วงลับไปแล้วโดยที่ยังไม่ทันได้เห็นความสำเร็จของลูก หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

เจนจิตต์ มุขลาย
กุมภาพันธ์ 2549

สารบัญ

หน้า

สารบัญ (1)
สารบัญตาราง (2)
สารบัญภาพ (6)
คำนำ 1
วัตถุประสงค์ 3
การตรวจเอกสาร 4
อุปกรณ์และวิธีการ 29
อุปกรณ์ 29
วิธีการ 33
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง 42
สรุปผลการทดลอง 79
ข้อเสนอแนะ 81
เอกสารและสิ่งอ้างอิง 82
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก แบบสอบถาม 91
ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางจุลินทรีย์ 109
ภาคผนวก ค ตารางแสดงผลการทดสอบและตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ 123
ภาคผนวก ง ภาพผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังปั่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองและแผนภาพการผลิต 150

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อัตราส่วนของแป้งชุบจากการวางแผนการทดลองแบบมิกซ์เจอร์ดีไซน์	36
2	การสำรวจความต้องการของผู้บริโภคเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งขนมปังป่น	43
3	ผลผลิตจากการเตรียมเปลือกถั่วเหลือง ดัดแปลงจากวิธีของนงลักษณ์	46
4	องค์ประกอบทางเคมีของปูนิ่ม	47
5	องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพของเปลือกถั่วเหลืองผงเปรียบเทียบกับแป้งข้าวเจ้า	48
6	ค่าเคมีกายภาพวัดค่าความหนืดของเปลือกถั่วเหลืองผงเปรียบเทียบกับแป้งข้าวเจ้า	49
7	ผลของระยะเวลาลวกปูนิ่มที่มีต่อปริมาณความชื้นและการเกาะติดของแป้ง	50
8	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นซึ่งลวกที่ระยะเวลาต่าง ๆ	51
9	การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นที่ผลิตจากแป้ง 6 สูตร	52
10	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสเมื่อแปรอุณหภูมิและเวลาในการทอดปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่แข็งที่ได้รับการพัฒนาแล้ว	54
11	คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองที่ได้รับการพัฒนาแล้ว	56
12	ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำน้ำหมักปู	69
13	ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำแป้งผสมสำหรับคลุก	69
14	ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำแป้งชุบ	70
15	ต้นทุนวัตถุดิบทั้งหมด	70
16	ลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง	73
17	ระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ต่อปัจจัยคุณภาพต่าง ๆ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 200 คน	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

18 การสำรวจความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว 78

ตารางผนวกที่

ค1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่น ลวกที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน 124
ค2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่น ที่ผลิตจากแป้ง 6 สูตร 125
ค3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่อุณหภูมิและเวลาในการทอดหลังการแช่เยือกแข็ง 126
ค4 ปริมาณความชื้น ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ในสภาวะปกติ ที่บรรจุในถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีนที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 128
ค5 ปริมาณค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ในสภาวะปกติ ที่บรรจุในถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีนที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 129
ค6 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ในสภาวะปกติ ที่บรรจุในถุงพลาสติกOPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีนที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 130
ค7 คะแนนการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองที่มีการปรับปรุงรสชาติด้านรสหวานโดยวิธี just about right 132
ค8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยปรับปรุงรสหวานโดยวิธี just about right scale 133

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ค9 คะแนนการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง ที่มีการปรับปรุงด้านกลิ่นพริกไทย โดยวิธี just about right scale 134

ค10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบโดยปรับปรุงกลิ่นพริกไทยโดยวิธี just about right scale 135

ค11 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏที่เก็บรักษาในถุง OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีนก่อนทอด 136

ค12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติทางสถิติคะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏที่เก็บรักษาในถุง OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ก่อนทอด 137

ค13 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏที่เก็บรักษาในถุง OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ก่อนทอด 138

ค14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏที่เก็บรักษาในถุง OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ก่อนทอด 139

ค15 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏที่เก็บรักษาในถุง OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน หลังทอด 140

ค16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติคะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏที่เก็บรักษาในถุง OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน หลังทอด 141

ค17 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสหลังทอดที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่เก็บรักษาใน ถุง OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน 142

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ค18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุง OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 148

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็ง	19
2	ขั้นตอนการเตรียมเปลือกถั่วเหลืองผง	34
3	กระบวนการผลิตปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนา	55
4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองแช่เยือกแข็ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	59
5	การเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองแช่เยือกแข็ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	60
6	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ที่อุณหภูมิ –18 องศาเซลเซียส	61
7	คะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองก่อนทอด ในถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	64
8.	คะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	65
9	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองก่อนทอดในถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	65
10	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านสี ของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	66
11	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านกลิ่น ของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

12 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านรสชาติ ของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 67
13 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสแป้ง ของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 67
14 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านความรู้สึกเมื่อเคี้ยวแป้งและกลืน ของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 68
15 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสปู ของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 68

ภาพผนวกที่

ง1 กระบวนการแปรรูปหอยแมลงภู่ชุบแป้งและขนมปังป่นที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ดวงเดือน, 2543) 151
ง2 ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารก่อนทอด (A) และ ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารหลังทอด (B) 152
ง3 ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารในบรรจุภัณฑ์ กล่องโพลีเอทิลีน และในถุง OPP 152

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง

Development of Frozen Battered and Breaded Soft-Shell Crabs Added with Fiber from Soybean Hulls

คำนำ

ปูนิ่มเป็น ปูที่ลอกคราบใหม่ ๆ มีลักษณะกระดองนิ่มสามารถบริโภคได้ทั้งตัว มีความสะดวกในการบริโภค ปูนิ่มเป็นผลผลิตสัตว์น้ำที่มีศักยภาพในการส่งออกสูง ผลผลิตส่งออกส่วนใหญ่อยู่ในรูปปูนิ่มแช่แข็ง การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค หรือผลิตภัณฑ์กึ่งพร้อมบริโภคยังมีน้อย ดังนั้นหากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปูนิ่มจะเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าและขยายตลาดปูนิ่มได้ อาหารกึ่งสำเร็จรูปแช่เยือกแข็งในปัจจุบันได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงของผู้บริโภค ความจำกัดในเรื่องของเวลา และพื้นที่ในการประกอบอาหารซึ่งผลิตภัณฑ์ประเภทนี้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ เพราะผู้บริโภคมีความต้องการผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความสะดวกในการประกอบและรับประทาน มีรสชาติอร่อย มีคุณค่าทางโภชนาการ และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่นเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทหนึ่งที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเนื่องจากมีลักษณะปรากฏ ที่น่าสนใจ มีกลิ่นรสดึงดูดใจผู้บริโภค ช่วยเพิ่มขนาดและน้ำหนักให้กับผลิตภัณฑ์ (สุทธวัฒน์, 2537) ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ชุบแป้งทอดเป็นอาหารที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความนิยมหาซื้อได้ง่าย เนื่องจากมีผู้ผลิตและผู้จำหน่ายจำนวนมาก เช่น ตามร้านฟาสต์ฟู้ดต่าง ๆ และมีแนวโน้มว่าจะมีอัตราการบริโภคที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคต แต่อย่างไรก็ตามอาหารประเภทฟาสต์ฟู้ดเหล่านี้ โดยเฉพาะอาหารชุบแป้งทอดมีข้อจำกัดทางโภชนาการต่อผู้บริโภค เพราะในส่วนของแป้งที่เคลือบชิ้นอาหารประกอบด้วย แป้ง และไขมันซึ่งให้พลังงานสูง การรับประทานในปริมาณมากอาจทำให้เกิดการสะสมของไขมันและเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิด โรคอ้วน โรคหลอดเลือดอุดตัน และโรคหัวใจได้ จากงานวิจัยเกี่ยวกับใยอาหาร (dietary fiber) พบว่าการบริโภคใยอาหารในปริมาณที่เหมาะสมมีผลในการช่วยป้องกันหรือลดอัตราเสี่ยงจากการเป็นโรคบางอย่างได้ เช่น มะเร็งในระบบทางเดินอาหาร ริดสีดวงทวารเป็นต้น จึงทำให้กระแสความนิยมในการบริโภคใยอาหารเพิ่มมากขึ้น ดังจะเห็นว่าในปัจจุบันมีการนำใยอาหารมาเสริมในผลิตภัณฑ์อาหารหลาย ๆ

ประเภท เช่น ขนมอบ อาหารเช้าธัญพืชต่าง ๆ เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ดังนั้นหากมีการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหารน่าจะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค การเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองซึ่งเป็นเศษวัสดุที่เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองและถั่วเหลืองเลาะเปลือก เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นและเป็นการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์มากขึ้นอีกด้วย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตแป้งชุบเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองสำหรับการผลิตปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังปั่นแช่เยือกแข็ง โดยมีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกถั่วเหลืองที่อบแห้งและบดเป็นผง การทดลองใช้เปลือกถั่วเหลืองปริมาณต่าง ๆ ในแป้งชุบ การศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเตรียมปูนิ่มที่มีความเหมาะสมสำหรับทำผลิตภัณฑ์ การคัดเลือกสูตรแป้งชุบที่เหมาะสม การคัดเลือกวิธีการแปรรูปที่เหมาะสม นอกจากนั้นจะมีการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่นำไปแช่เยือกแข็งและเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน (OPP) และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่ -18 °ซ เป็นเวลา 6 เดือน ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย คือได้วิธีการผลิตปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังปั่นที่มีใยอาหารสูง ทราบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในสภาพแช่เยือกแข็ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิต ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็ง

2. เพื่อศึกษาปริมาณเปลือกถั่วที่เหมาะสมในการผลิตแป้งชุบ

3. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งเสริมใยอาหาร

การตรวจเอกสาร

ปูทะเล

ปูทะเล (Mud crab, *Scylla* spp.) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง มีผู้นิยมบริโภคเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีรสชาติดีและเป็นสินค้าส่งออกต่างประเทศ มีมูลค่านับล้านบาท ประเทศไทยมีการส่งออกปูทะเลแช่เยือกแข็งเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งผลผลิตทั้งหมดจะได้จากการจับจากธรรมชาติซึ่งอยู่ในสภาพที่เป็นปูกระดองแข็ง ด้วยเหตุที่การบริโภคปูกระดองแข็งไม่สะดวกจะต้องมีการแกะเนื้อในระหว่างรับประทานหรือแปรรูป ผู้บริโภคจึงนิยมบริโภคปูที่กระดองยังนิ่ม โดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งสามารถนำมาปรุงอาหารได้สะดวกหลากหลายและบริโภคได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีอีกหลายประเทศในทวีปยุโรป จีน ฮ่องกง ไต้หวัน ญี่ปุ่น ที่นิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ปูนิ่มส่งผลให้ปูนิ่มมีแนวโน้มที่ดีในการตลาด (ไกรฤกษ์, 2545)

ปูนิ่ม (Soft - shell crab) คือปูที่ลอกคราบใหม่ ๆ มีลักษณะกระดองนิ่มสามารถบริโภคได้ทั้งตัว ปูที่นำมาทำปูนิ่มที่นิยมใช้ได้แก่ ปูดำ *(Scylla serrata* Forskal) เนื่องจากหาได้ง่าย ราคาถูก ส่วนปูขาว (*Scylla oceanica* Dana) และปูเขียว (*Scylla tranquebarica* Fabricius) มีราคาสูงกว่าและมีความอดทนน้อยกว่าปูดำ โดยเฉพาะเมื่อเป็นปูนิ่มแล้วราคาจะเหมือนกันหมดไม่ว่าจะเป็นปูดำ ปูขาว หรือปูเขียว ขนาดที่เหมาะสมควรเป็นปูขนาดกระดองกว้างระหว่าง 5–6 ซม. (ประมาณ 15–18 ตัว/ กก.) เมื่อลอกคราบแล้วจะได้ปูขนาด 8–9 ซม. (ประมาณ 10–12 ตัว/ กก.) ถ้านำปูที่ขนาดใหญ่กว่า 10–12 ตัว / กก. มาทำปูนิ่มต้นทุนในการซื้อพันธุ์ปูจะสูง ราคาขายปูนิ่มจะไม่แตกต่างกับปูนิ่มขนาดเล็กมากนัก อย่างไรก็ตามถึงแม้การบริโภคปูนิ่มจะได้รับความนิยมสูงและมียอดการส่งออกของประเทศไทยสูงขึ้นทุกปี แต่ปริมาณการผลิตก็ยังไม่เพียงพอกับยอดสั่งซื้อจากต่างประเทศ เนื่องจากจำนวนฟาร์มในประเทศไทยยังมีไม่มาก ส่วนใหญ่คุณภาพการผลิตยังไม่ได้มาตรฐานและขาดการควบคุมคุณภาพ (บรรจง และ บุญรัตน์, 2545)

ปูทะเลเป็นสัตว์ที่เจริญเติบโตและเพิ่มขนาดขึ้นโดยการลอกคราบ เมื่อเจริญเติบโตจะสร้างกระดองใหม่ขึ้นและลอกเอากระดองเก่าทิ้งซึ่งจะเกิดขึ้นในวงจรชีวิตของปูตามธรรมชาติ กระบวนการลอกคราบ (Molting process) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่รวมเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการสลัดคราบออก ซึ่งกระบวนการลอกคราบจะเกิดขึ้นติดต่อกัน เริ่มจากมีการสะสมพลังงาน แร่ธาตุ เอาไว้ในตัวเพื่อสลัดเปลือกเก่าทิ้งและขยายตัวออก ขับน้ำออกบางส่วน

เพื่อปรับปริมาณความเข้มข้นภายในตัวให้เข้าสู่ระดับเดิม แล้วเริ่มสะสมอาหารไว้เพื่อการลอกคราบในคราวต่อไป เนื่องจากกระดองปูเป็นสารประกอบหินปูนมีความแข็งแรงมากทำให้ไม่สามารถยืดขยายตัวได้ ระยะเวลาในการลอกคราบในแต่ละครั้งจะห่างกันเท่าใดขึ้นกับ ขนาด อายุ ความสมบูรณ์ของปูทะเล และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมภายนอกที่เหมาะสมด้วย ในช่วงแรกของการลอกคราบปูจะอ่อนแอและหลบซ่อนตัว หลังจากนั้นกระดองจะเริ่มแข็งขึ้นเรื่อย ๆ กลายเป็นปูกระดองแข็งตัวใหม่ที่มีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้น จะมีการสะสมสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการลอกคราบโดยเฉพาะแคลเซียมทำให้เลือดมีแคลเซียมสูงกว่าระยะปกติ แคลเซียมบางส่วนจะถูกดึงมาจากเปลือกเก่า ปูขนาดเล็กจะลอกคราบบ่อยกว่าปูขนาดใหญ่ และปูขนาดเล็กเมื่อลอกคราบแล้วจะมีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นมากกว่าปูขนาดใหญ่ เช่น ปูที่มีขนาด 4.8–7.5 เซนติเมตร ลอกคราบทุก ๆ 4 วัน ในขณะที่ปูขนาดกว้างของกระดอง 11-14 เซนติเมตรลอกคราบทุก ๆ 8 วัน ปูขนาด 3–3.5 เซนติเมตร หลังลอกคราบมีขนาดโตกว่าเดิมประมาณ ร้อยละ 50 แต่ในปูขนาด 14–15 เซนติเมตร มีขนาดโตขึ้น ร้อยละ 27 ระยะเวลาที่ปูใช้ในการลอกคราบจนกระทั่งกระดองแข็งใหม่ใช้เวลาประมาณ 7 วัน ปัจจัยที่มีผลต่อการลอกคราบของปูทะเล ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความเค็มของน้ำทะเล ระบบฮอร์โมน และความสมบูรณ์ของร่างกาย ปูนิ่มที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต้องอยู่ในระยะการลอกคราบใหม่ ๆ หลังการจับจะนำไปแช่น้ำจืด 2-3 ชั่วโมง เพื่อลดปริมาณเกลือ หลังจากนั้นกระดองปูจะเริ่มแข็งขึ้น แต่จะไม่มีเนื้อ เรียกว่า ปูโพรก ต้องรออีกประมาณ 7–15 วันจึงจะมีเนื้อแน่นตามปกติ ลักษณะพิเศษของปูนิ่มอีกอย่างหนึ่ง คือ ก่อนลอกคราบ 2 วัน ปูจะไม่กินอาหารทำให้กระเพาะว่างไม่มีอาหารในช่องท้อง มีความสะอาด มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะปริมาณแคลเซียม จังหวัดที่มีการเลี้ยง ปูนิ่ม ได้แก่ ตราด ชุมพร ระนอง สตูล สมุทรปราการ นิยมใช้ปูขนาดกระดองกว้าง 5–6 เซนติเมตร หรือประมาณ 15–18 ตัวต่อกิโลกรัม หลังลอกคราบจะได้ปูนิ่มขนาดประมาณ 8–9 เซนติเมตร หรือประมาณ 10–12 ตัวต่อกิโลกรัม วิธีการเลี้ยงในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้วิธีเลี้ยงในตะกร้าพลาสติก โดยใช้ปู 1 ตัวต่อ 1 ตะกร้าเมื่อปล่อยปูอยู่ในตะกร้าแล้วจะตรวจดูการลอกคราบของปูทุก ๆ 4 ชั่วโมง เมื่อเห็นปูในตะกร้าเป็น 2 ตัว แสดงว่าลอกคราบแล้วจะต้องรีบนำปูมาแช่น้ำจืดทันที การแช่จะแช่ประมาณ 2 -3 ชั่วโมง เพื่อทำความสะอาดและลดความเค็ม น้ำที่ใช้ล้างมักฆ่าเชื้อด้วยโอโซน จากนั้นจะนำไปใส่กล่องโรยด้วยน้ำแข็งเพื่อทำให้สลบด้วยความเย็นทันที และเป็นการรักษาคุณภาพด้านความสดระยะตั้งแต่เก็บปูจนนำไปแช่น้ำแข็งใช้เวลาไม่เกิน 6–8 ชั่วโมง เพื่อป้องกันไม่ให้กระดองเริ่มแข็งซึ่งเมื่อใช้มือลูบจะมีลักษณะเป็นกระดาษถือว่ามีคุณภาพต่ำ ปูนิ่มเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วจะนำไปบรรจุหีบห่อแช่เย็นหรือแช่แข็งเพื่อรอการจำหน่าย โดยบรรจุในกล่องพลาสติกใสชนิดอ่อนกล่องละ 1–2 ตัว (บรรจง และ บุญรัตน์, 2545)

ใยอาหาร

ใยอาหาร (dietary fiber) หมายถึง สารประกอบของพืชซึ่งไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในร่างกายมนุษย์ รวมถึงสารประกอบที่เป็นผนังเซลของพืช ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) เพคติน (pectin) ลิกนิน (lignins) และสารประกอบโพลีแซคคาไรด์ที่อยู่ในเซล เช่น กัม และมิวซิเลจ (mucilage)

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ อาจแบ่งใยอาหารตามความสามารถในการละลายน้ำเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ กับกลุ่มที่ละลายน้ำ

กลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber) ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ใยอาหารในกลุ่มนี้มีสมบัติดูดความชื้นอย่างสูง เนื่องจากสามารถพองตัวและดูดกลืนน้ำได้ถึง 20 เท่าของน้ำหนัก

เซลลูโลส เป็นส่วนประกอบของผนังเซลพืช อยู่ในรูปของ 1,4-β-D-กลูแคน มีลักษณะทางเคมีเหมือนกับอะไมโลส แต่แตกต่างกันที่อะไมโลสนั้นกลูโคสแต่ละโมเลกุลจะเชื่อมกันลักษณะเป็นวงแหวน ขณะที่เซลลูโลสกลูโคสจะเชื่อมกันเป็นเส้นตรงซึ่งลักษณะที่เกิดขึ้นนี้ทำให้เซลลูโลสมีพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงกว่าอะไมโลส โมเลกุลของเซลลูโลสจะรวมตัวกันเป็นใยเล็ก ๆ โดยส่วนหนึ่งจะมีโมเลกุลเซลลูโลสจับตัวกันอย่างมีระเบียบมีลักษณะเป็นผลึก (crystalline) แต่ก็มีบางส่วนอยู่กันอย่างขาดระเบียบ (amorphous) เนื่องจากใยส่วนนี้มีโมเลกุลน้ำตาลมาแทรกอยู่ ความคงทนของเซลลูโลสต่อกรดหรือเอนไซม์ขึ้นอยู่กับส่วนที่ไม่เป็นผลึกนี้

เฮมิเซลลูโลส เป็นส่วนประกอบที่อยู่ปะปนกับเซลลูโลสในผนังเซลพืช ไม่ละลายน้ำร้อน แต่ละลายในด่างเจือจาง เฮมิเซลลูโลสประกอบด้วยน้ำตาลไซโลส (xylose) น้ำตาลแมนโนส (mannose) น้ำตาลกาแลคโตส (galactose) น้ำตาลกลูโคส (glucose) เฮมิเซลลูโลสต่างจาก เซลลูโลสตรงที่โมเลกุลของน้ำตาลอะราบิโนส (arabinose) น้ำตาลกาแลคโตสและกรดกลูคูโรนิค (glucuronic acid) มาเกาะด้านข้าง คุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของเฮมิเซลลูโลส คือ มีความสามารถ ในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) และแลกเปลี่ยนแคทอิออน (cation exchange) เมื่ออยู่ในกระเพาะอาหารและลำไส้มนุษย์

ลิกนิน ประกอบด้วยสารประกอบเชิงซ้อนของแอลกอฮอล์ที่พืชผลิตเมื่อมีอายุมากขึ้น จะเคลือบผนังเซลพืชให้มีความแข็งแรง ทำให้เอนไซม์เข้าไปย่อยเซลลูโลสได้ยากขึ้น และแบคทีเรียในลำไส้ไม่สามารถย่อยลิกนินได้ ประกอบกับลิกนินมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ กรดและด่าง จึงไม่สามารถย่อยและดูดซึมได้ในร่างกายมนุษย์ ลิกนินพบมากในพืชค่อนข้างแก่ ผลไม้สุกมีลิกนินมากกว่าผลไม้ดิบ โดยเฉพาะผลที่บริโภคได้ทั้งเมล็ด เช่น สตรอเบอรี่

กลุ่มที่ละลายน้ำ (soluble dietary fiber) ได้แก่ กัม ใยอาหารพวกนี้จะมีความสามารถในการละลายน้ำและทำให้เกิดเจล พบมากในผักผลไม้และพืชตระกูลถั่ว ส้ม เมล็ดแมงลัก

กัม มีส่วนประกอบเป็นโพลีแซคคาไรด์สายยาวมีกิ่งก้านเป็นน้ำตาลหรือโอลิโกแซคคา-ไรด์ (oligosaccharides) โดยน้ำตาลที่พบบ่อยจะเป็นพวก ดี-กลูคูโรนิค (D-glucuronic) ดี-แมนูโรนิค (D-manuronic) หรือ ดี-กาแลคทูโรนิค, (D-galacturonic acid) กัม แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กัม ซึ่งอยู่ภายนอกผนังเซลของพืช เช่น กัมอาราบิค ทรากาคานต์ คาราจีแนน เฟอเซลลาราน เป็นต้น และ กัมซึ่งเกิดอยู่ภายในผนังเซลของพืช เช่น β-กลูแคน และสารประกอบเพคติน (จารุวรรณ, 2540)

ใยอาหารไม่ใช่สารอาหาร เนื่องจากไม่ให้พลังงานแก่ร่างกายแต่มีบทบาทที่สำคัญต่อโภชนาการและสุขภาพของร่างกาย นอกจากนี้ใยอาหารยังจัดเป็นอาหารประเภท functional foods ซึ่งเป็นอาหารที่ทำหน้าที่พิเศษนอกเหนือจากการให้คุณค่าทางโภชนาการ และหน้าที่นั้นมีผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นถ้าร่างกายได้รับอาหารประเภทนี้ไม่เพียงพอ หรือไม่ได้รับอาจส่งผลต่อสุขภาพได้ (นงลักษณ์, 2542)

<u>บทบาทและหน้าที่ของใยอาหารต่อสุขภาพ</u>

ประโยชน์และบทบาทของใยอาหารที่สำคัญต่อร่างกายเป็นที่น่าสนใจอย่างมากเนื่องจากจะส่งผลต่อสุขภาพในการป้องกันและรักษาโรคหลายชนิด ดังนี้

ใยอาหารกับโรคหัวใจขาดเลือด

โรคนี้เกิดจากการสะสมของไขมันในหลอดเลือดทำให้หลอดเลือดตีบตัน โดยกล้ามเนื้อหัวใจเป็นเนื้อเยื่อที่มีความไวต่อการขาดเลือด เมื่อขาดเลือดไปเลี้ยงหัวใจก็จะทำให้เจ็บหน้าอก กล้ามเนื้อหัวใจตายและหัวใจวายในที่สุด ใยอาหารมีบทบาทในการลดการสะสมของไขมันในหลอดเลือดได้ โดยใยอาหารจะไปช่วยดูดซึมไขมันที่เราบริโภคเข้าไปไว้ ทำให้ร่างกายดูดซึมได้น้อยลง ใยอาหารที่ดูดซึมไขมันไว้จะถูกขับถ่ายออกมาในรูปอุจจาระ นอกจากนี้ใยอาหารยังทำให้คอเลสเทอรอลในเลือดลดลง ส่งผลให้ลดอัตราการเกิดโรคหัวใจขาดเลือดได้ โดยที่ปกติร่างกายจะสร้างคอเลสเทอรอลและเผาผลาญให้อยู่ในรูปของกรดน้ำดี ทำให้ต้องมีการเผาผลาญมากขึ้นจึงทำให้คอเลสเทอรอลลดลง

ใยอาหารกับโรคอ้วน

ส่วนใหญ่แล้วคนที่เป็นโรคอ้วน มีสาเหตุมาจากนิสัยบริโภคในปริมาณมากแต่ใช้พลังงานน้อยหรือขาดการออกกำลังกาย ดังนั้นการลดน้ำหนักสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคอ้วนต้องมีการควบคุมอาหารและมีการออกกำลังกายเป็นประจำ การบริโภคที่มีใยอาหารในปริมาณสูงจะทำให้อิ่มเร็วกว่าการบริโภคอาหารที่มีปริมาณใยอาหารต่ำจึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ที่ต้องการจะลดน้ำหนัก โดยกลไกการทำงานของใยอาหาร คือ การที่ใยอาหารที่ละลายน้ำได้เป็นเจลเพิ่มความหนืดและเพิ่มการเกาะตัวของสารในกระเพาะทำให้รู้สึกอิ่มได้นาน อัตราการย่อยและดูดซึมอาหารช้าลง เพิ่มและเร่งการขับถ่ายอุจจาระ ผู้ที่ป่วยเป็นโรคอ้วนอาจมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคความดันเลือดสูงได้มากกว่าคนปกติ จะเห็นได้ว่านอกจากบริโภคใยอาหารจะทำให้ไม่เป็นโรคอ้วนแล้วยังส่งผลให้ปัญหาเรื่องความดันโลหิตสูงหมดไปด้วย

ใยอาหารกับโรคเบาหวาน

โรคนี้เกิดได้จากกรรมพันธุ์และการบริโภคอาหารที่มีน้ำตาลสูงเกินติดต่อกันเป็นเวลานาน ถ้าเป็นโรคเบาหวานแล้วก็จะถ่ายทอดพันธุกรรมต่อไปได้ ปัจจุบันจึงมีผู้ป่วยโรคเบาหวานเพิ่มขึ้น

การที่ร่างกายได้รับปริมาณน้ำตาลเพิ่มมากเกินส่งผลระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น อินซูลินเป็นตัวช่วยพาน้ำตาลไปให้เซลในร่างกายใช้ แต่อินซูลินที่ร่างกายผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ เพราะร่างกายผลิตอินซูลินได้ทีละน้อย ๆ ตับอ่อนที่เป็นตัวสร้างอินซูลินต้องทำงานหนักและเสื่อมลง ส่งผลให้ผลิตอินซูลินได้น้อยลงกลายเป็นโรคเบาหวานในเวลาต่อมา ซึ่งการบริโภคอาหารประเภทใยอาหาร โดยเฉพาะประเภทที่ละลายน้ำได้จะมีความหนืด กลายเป็นเจลเคลือบผิวของลำไส้ ลดการดูดซึมน้ำตาลในเลือดทำให้ระดับน้ำตาลสูงช้า และยังทำให้ใช้เวลาในการย่อยนานเพราะเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ย่อยยาก ร่างกายจึงผลิตอินซูลินขึ้นมาทันพอดี ป้องกันการเกิดโรคเบาหวาน

ใยอาหารกับโรคท้องผูก

สาเหตุส่วนใหญ่ของโรคท้องผูก คือ บริโภคอาหารประเภทใยอาหารไม่เพียงพอ และลำไส้ไม่บีบตัวไล่สิ่งที่อยู่ภายในให้ลื่นไหลไปตามปกติ จึงทำให้อุจจาระเป็นก้อนแข็ง ขับถ่ายออกมานอกร่างกายได้ยาก นอกจากนี้การบริโภคน้ำน้อยก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการท้องผูก ดังนั้นการบริโภคอาหารที่มีใยอาหารสูงจะทำให้น้ำหนักของกากอาหารเพิ่มขึ้น เนื่องจากใยอาหารมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ ส่งผลให้ลำไส้บีบตัวบ่อยขึ้น อุจจาระจึงมีลักษณะไม่แข็งตัว ลดอาการท้องผูกได้ ซึ่งถ้ามีอาการท้องผูกเป็นประจำอาจทำให้เกิดริดสีดวงทวารและมะเร็งลำไส้ได้

ใยอาหารกับโรคริดสีดวงทวาร

โรคนี้เป็นผลมาจากการมีอาการท้องผูก ทำให้กลุ่มเส้นเลือดดำบริเวณทวารหนักโป่งพองดันผนังทวารออกเป็นก้อนเนื้อแข็ง มักจะเกิดเมื่อความดันในท้องเพิ่มมากขึ้น วิธีแก้ไข คือ บริโภคอาหารประเภทใยอาหารสูงในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น

ใยอาหารกับโรคมะเร็ง

มะเร็งลำไส้ใหญ่ เมื่อรับประทานอาหารประเภทเนื้อสัตว์และไขมันเข้าไป จะถูกย่อยให้มีลักษณะเหนียวและมีกรดน้ำดีผสมอยู่ด้วยจึงทำให้เกิดการเกาะติดที่ผนังลำไส้ใหญ่ ทำให้แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ย่อยกรดน้ำดีก่อให้เกิดสารก่อมะเร็งขึ้น กลายเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ในที่สุด หากบริโภคใยอาหารจะทำให้กรดน้ำดีเจือจางลง ป้องกันการติดค้างของอาหารที่ถูกย่อย และเนื่องจากไม่มีการติดค้างอยู่ในร่างกาย แบคทีเรียจึงไม่ทันย่อยกรดน้ำดี ทำให้ไม่เกิดสารก่อมะเร็ง โดยจะขับสารพิษออกจากลำไส้ใหญ่ก่อนที่จะก่อให้เกิดเหตุร้ายกลายเป็นโรคมะเร็งได้

ใยอาหารกับโรคไต

ใยอาหารสามารถช่วยเพิ่มการขับถ่ายสารประกอบไนโตรเจนออกทางอุจจาระได้ถึง 39 % และลดการสังเคราะห์สารประกอบแอมโมเนียลงได้อีก 30% เป็นการช่วยไตในการขับถ่ายของเสีย แสดงให้เห็นว่าใยอาหารสามารถช่วยการทำงานของไตและถนอมไตไว้ใช้นาน ๆ ในคนปกติ อีกทั้งช่วยลดของเสียที่ไตขับไม่ออกในคนที่เป็นโรคไตเรื้อรัง แล้วช่วยลดการเสี่ยงในการเกิดนิ่วในไตด้วย

Prosky and De vries(1992) กล่าวถึงการเพิ่มใยอาหารในผลิตภัณฑ์ว่ามี 3 ลักษณะ คือ

1. การเลือกใช้ส่วนผสมที่มีปริมาณใยอาหารสูง
2. การใช้ Whole food source เช่น ใช้ผักผลไม้แห้งแทนผักผลไม้สด
3. การใช้ Concentrated fiber source ทดแทนส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น การใช้รำข้าวโอ๊ต รำข้าว ผงเซลลูโลส กากหัวผักกาดแดง รำข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ รำถั่วเหลือง อินนูลิน คาราจีแนน ตลอดจนแป้งบุก

<u>เปลือกถั่วเหลือง</u> <u>(Soybean hull)</u>

ถั่วเหลืองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max,* L. Merrill. ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในตระกูลของ Leguminosae, Sub Family Papilionoideae เป็นพืชตระกูลถั่วที่รู้จักกันดีอยู่แล้วโดยเฉพาะเป็นพืชดั้งเดิมของคนในแถบเอเชีย เช่น จีน เกาหลี ญี่ปุ่น ไทย โดยได้มีการปลูกและนำมาใช้บริโภคเป็นอาหารพื้นเมืองนานาชนิด ลักษณะโครงสร้างของเมล็ดถั่วเหลืองโดยทั่วไปแล้วจะเป็นรูปเมล็ดกลมรี มีน้ำหนักเมล็ดในประมาณ 90–200 มิลลิกรัม ในพันธุ์ที่มีเมล็ดใหญ่ เช่น ส.จ.5 อาจมีน้ำหนักมากกว่า 200 มิลลิกรัม เส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดด้านยาวอยู่ในช่วง 0.6–0.9 เซนติเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางด้านสั้นอยู่ในช่วง 0.5–0.7 เซนติเมตร ในเมล็ดมีส่วนประกอบแยกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนเปลือกซึ่งจะมีปริมาณร้อยละ 7 ส่วนของใบเลี้ยงร้อยละ 90 และส่วนของยอดอ่อนมีประมาณ ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527) เปลือกถั่วเหลืองจัดได้ว่าเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง แป้งถั่วเหลือง เต้าหู้ และถั่วเหลืองเลาะเปลือก ซึ่งพบว่าในเปลือกถั่วเหลืองมีปริมาณใยอาหารสูง (วิภา และคณะ, 2541) จึงเป็นแหล่งวัตถุดิบที่น่าสนใจเพื่อสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร ยังไม่มีรายงานการใช้ประโยชน์จากใยอาหารที่ได้จากเปลือกถั่วเหลืองโดยตรง แต่วิภา และคณะ (2541) กล่าวว่า เซลลูโลสจัดเป็นใยอาหารธรรมชาติที่สามารถทำให้บริสุทธิ์และนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภคได้ การผลิตเซลลูโลสเพื่อการบริโภค ควรสกัดมาจากพืชหรือส่วนของพืชที่บริโภคได้ ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความบริสุทธิ์สูงและนิยมทำให้อยู่ในรูปผง ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูป powdered cellulose ซึ่งจะมีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่นและรส และได้กล่าวถึงคุณสมบัติและบทบาทของเซลลูโลสที่ผลิตมาจากเปลือกถั่วเหลืองเมื่อนำมาใช้เป็นองค์ประกอบของอาหาร พบว่าจะไม่ทำให้ลักษณะปรากฏและรสชาติของอาหารเปลี่ยนแปลงมากนัก แต่จะทำให้อาหารมีความข้นหนืดเพิ่มขึ้น ช่วยทำอาหารมีความคงตัว เพิ่มคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสและใช้เป็นสารเพิ่มปริมาตรของอาหาร ในทวีปยุโรปและอเมริกาได้มีการนำ powdered cellulose มาใช้เป็นองค์ประกอบของอาหารเพื่อสุขภาพและใช้ในผลิตภัณฑ์ เค้ก คุกกี้ เนยเทียม พาสต้า ซุปต่าง ๆ และยังนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการแช่เยือกแข็งซึ่งเซลลูโลสจะทำหน้าที่เป็น cryoprotectant

<u>อาหารแช่เยือกแข็ง</u>

ปัจจุบันอาหารแช่เยือกแข็งมีบทบาทสำคัญทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศโดยเฉพาะตลาดภายในประเทศมีแนวโน้มที่จะได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น (เปล่งสุรีย์, 2547) ตามการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากประชาชนมีกำลังซื้อและมีเทคโนโลยีเข้ามาอำนวยความสะดวก เช่น เตาอบ เตาไมโครเวฟ รวมทั้งช่องแช่แข็งในตู้เย็นที่มีขนาดใหญ่ขึ้น มาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนมีระดับดีขึ้น ทำให้รูปแบบในการดำรงชีวิตเปลี่ยนไปในลักษณะที่ต้องการความสะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลามากขึ้น ดังนั้นความนิยมในการซื้ออาหารแช่เยือกแข็งจึงมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ประเทศไทยมีความพร้อมสำหรับการแข่งขันในธุรกิจอาหารสำเร็จรูปแช่เยือกแข็งเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

ประเภทของอาหารแช่แข็ง

สุวรรณ (2533) กล่าวว่าอาหารแช่เยือกแข็งทั้งอาหารสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูป แบ่งประเภทตามวิธีการปรุง ได้ดังนี้

1. อาหารประเภททอด (Deep fried) อาหารประเภทนี้มักเป็นอาหารกึ่งสำเร็จรูปแบบดิบหรือกึ่งสุกกึ่งดิบ เช่น กุ้งคลุกขนมปัง ปอเปี๊ยะ ปลาชุบแป้งคลุกขนมปัง เป็นต้น วิธีการปรุงใช้วิธีการทอดในน้ำมันอุณหภูมิปานกลาง ทอดจนสุกทั้งนอกและในตามอุณหภูมิและเวลาที่แนะนำจากโรงงานหรือวิธีการบนฉลากของภาชนะบรรจุ

2. อาหารประเภทนึ่ง (Steamed) อาหารประเภทนี้มักเป็นอาหารประเภทสำเร็จรูป เพราะจะต้องผ่านความร้อนเพื่อให้คงรูปร่างก่อนการแช่เยือกแข็ง เช่น ซาลาเปา ขนมจีบ ฮะเก๋า

3. อาหารประเภทย่างสัมผัสเปลวไฟ (Grilled) ส่วนมากมักเป็นอาหารสำเร็จรูป เช่น คาบายากิหรือปลาไหลย่างแบบญี่ปุ่น หรืออาจเป็นของดิบ เช่น บาร์บีคิวกุ้ง บาร์บีคิวอาหารทะเลรวม

4. อาหารประเภทอบหรือย่างด้วยแสงอินฟราเรด (Roasted with infared) มักเป็นของสุก เช่น สะโพกไก่ย่าง สเต็กเนื้อออกไก่ เพราะเนื้อไก่จะมีชิ้นใหญ่ผู้บริโภคจะเสียเวลามากในการอบ

หรือย่าง ของดิบจึงไม่เหมาะสำหรับแม่บ้านที่ต้องการความรวดเร็ว อาหารประเภทนี้จะจำหน่ายสำหรับภัตตาคาร โรงงาน ครัวใหญ่ ๆ มักอยู่ในรูปเนื้อชนิดต่าง ๆ ที่ตัดแต่งเรียบร้อย เน้นในรูปดิบจะปรุงรสหรือไม่ปรุงรสแช่เยือกแข็งเพื่อพ่อครัวแต่ละแห่งจะใช้เทคนิคเฉพาะตัวในการย่างหรืออบเพื่อให้อร่อยมากขึ้น

5. อาหารประเภทต้ม (Boiled) มักเป็นของสุกเพราะผ่านการต้มโดยตรง เช่น อาหารประเภทผักห่อกุ้ง อาหารประเภทนี้มักใช้ทำแกงจืดโดยนำอาหารแช่เยือกแข็งประเภทต้มใส่ในน้ำเดือด และปรุงรสตามใจชอบ

6. อาหารประเภทผัด (Pan fried) มักเป็นของสุก เช่น ข้าวผัดซึ่งจะแช่เยือกแข็งโดยต้องแยกเมล็ดข้าวไม่ให้ติดกัน พอรับประทานก็นำไปอุ่นในกระทะหรือเตาไมโครเวฟอีกครั้ง

รูปแบบอาหารแช่เยือกแข็ง

วิบูลย์เกียรติ (2538) ได้แบ่งรูปแบบอาหารแช่เยือกแข็งเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์เสนอบริการแก่ผู้บริโภคโดยตรง ได้แก่ อาหารที่ขายตามร้านอาหารจานด่วนหรือโรงแรมมีลักษณะเป็นอาหารกึ่งสำเร็จรูป กล่าวคือเป็นอาหารที่ผ่านการปรุงแต่งมาบ้างแล้วสามารถทำให้สุกด้วยวิธีการง่าย ๆ ภายในระยะเวลาสั้นก่อนการบริโภค ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ได้แก่ ไก่ ปลา กุ้งชุบแป้งและขนมปังปันทอด

2. ผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคสำเร็จรูป (Ready–to–serve meal) หรืออาหารสะดวกซื้อ (Convenience food) เช่น ติมซำ ปอเปี๊ยะ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากซูริมิ เช่น ปูอัด อาหารสำเร็จรูปแช่เยือกแข็งรูปแบบนี้มีจำหน่ายในซุปเปอร์มาร์เก็ตจำนวนมาก

3. ผลิตภัณฑ์ที่ต้องนำไปหุงต้ม (Semi–finished products) ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะอยู่ในรูปของอาหารแช่แข็งเป็นชิ้นหรือตัว (IQF) และอาหารแช่เยือกแข็งเป็นกล่อง (Block frozen)

ผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งและขนมปังป่น

การชุบแป้งและขนมปัง (Battering and breading) เป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมและยอมรับจากผู้บริโภคทั้งในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส (สุทธวัฒน์, 2537) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีข้อได้เปรียบ คือ

-ช่วยทำให้วัตถุดิบมีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้น วัตถุดิบบางชนิด เช่น ปูนิ่ม หรือ กุ้ง มีราคาแพง การช่วยให้วัตถุดิบมีขนาดใหญ่ขึ้นจากการชุบแป้ง แม้ว่าต้นทุนในการผลิตจะเพิ่มขึ้นแต่ก็น่าจะคุ้มค่า

-ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏที่น่าสนใจ มีกลิ่นรส ดึงดูดใจผู้บริโภค

-สามารถผสมเครื่องเทศและปรุงแต่งกลิ่นรสได้หลากหลาย

-การเตรียมหรือปรุงสามารถทำได้ง่าย

-ช่วยรักษาหรือป้องกันการสูญเสียความชื้นของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาในสภาพแช่เยือกแข็งและในกระบวนการให้ความร้อน

-ช่วยเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

แป้งชุบ (Batter) หมายถึง แป้งที่ผสมกับส่วนประกอบอื่นและใช้ชุบอาหารก่อนนำไปทอดเพื่อทำให้กรอบ ส่วนประกอบหลักของแป้งชุบ ได้แก่ แป้ง เช่น แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลังดัดแปร แป้งข้าวโพด ส่วนประกอบอื่นที่อาจมีได้ ได้แก่ ผงฟู เกลือบริโภค น้ำตาลทราย และอื่น ๆ คุณลักษณะที่ต้องการของแป้งชุบ คือ แห้งไม่จับตัวเป็นก้อน สีขาวนวล และปราศจากสิ่งแปลกปลอม เช่น แมลง ผม ขนสัตว์ มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 ปริมาณน้ำที่ใช้ต่อแป้งชุบประมาณ 1.5 - 2 (สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2534)

หน้าที่และส่วนประกอบของแป้งชุบ

ส่วนประกอบของแป้งชุบ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลังดัดแปร กลุ่มที่เป็นองค์ประกอบรอง ได้แก่ ไข่ผง ผงฟู เกลือ น้ำตาลทราย เครื่องเทศ

แป้งสาลี เป็นองค์ประกอบสำคัญของแป้งชุบ ตัวกำหนดคุณภาพของแป้งสาลี คือ โปรตีนซึ่งมีความสำคัญในด้านคุณค่าทางอาหารและลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะไกลอะดิน (gliadin) และ กลูเตนิน (glutenin) ซึ่งสามารถรวมตัวกันเกิดเป็นกลูเตน (gluten) ที่ให้มวลเกาะกันเป็นก้อนซึ่งสามารถกักเก็บก๊าซและให้โครงสร้างที่เบากับผลิตภัณฑ์ ขณะที่โปรตีนจากแป้งชนิดอื่น เช่น แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพดไม่มีคุณสมบัติดังกล่าวนี้ แป้งอเนกประสงค์เป็นแป้งผสมระหว่างแป้งสาลีชนิดแข็ง (hard flour) และแป้งสาลีชนิดอ่อน (soft flour) ที่มีอัตราส่วนพอเหมาะนำมาทำผลิตภัณฑ์ขนมอบได้หลายชนิด เมื่อนำมาชุบอาหารทอดแป้งจะเกาะติดอาหารดี แป้งมีสีเหลือง และมีลักษณะพองฟูกรอบร่วน (อรอนงค์ และคณะ, 2526)

แป้งข้าวเจ้า หมายถึง แป้งที่ได้จากข้าวขาวเต็มเมล็ด ข้าวหักหรือปลายข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือก มีโปรตีนร้อยละ 6.4 (กรมอนามัย, 2535) แป้งข้าวเจ้าเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตอาหารทั่วไป เช่น ก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ขาว เมื่อนำแป้งข้าวเจ้ามาชุบอาหาร แป้งจะไม่ติดกับอาหารและให้ผลิตภัณฑ์ที่กรอบแข็ง แต่ถ้าผสมแป้งสาลีในอัตราส่วน 1: 3 น้ำแป้งที่ได้จะมีความข้นหนืดดี เกาะติดกับอาหารและเพิ่มความสามารถในการจับน้ำ (water binding capacity) ให้แก่แป้งชุบทอด (Kulp and Loewe, 1990)

แป้งดัดแปร หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีและ/หรือทางกายภาพจากเดิมด้วยความร้อน และ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ (สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2535) ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของแป้งมีความสัมพันธ์กับการนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม แป้งดิบ (Native starch) จะมีข้อจำกัดในการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ รวมทั้งในการแปรรูปอาหาร แป้งดิบมีคุณสมบัติพองตัวได้อย่างรวดเร็วให้ความหนืดสูงแต่จะมีความคงตัวต่ำ และส่วนผสมต่าง ๆ ในอาหารอาจมีผลต่อสมบัติของแป้ง เช่น น้ำตาลจะยับยั้งการพองตัวของแป้ง และลดความแข็งแรงของเจล หรือที่สภาวะความเป็นกรดมาก ๆ มีผลให้ความข้นหนืดของแป้งลดลงเนื่องจากมีการย่อยสลายแป้งด้วยกรด (Hodge and Osman, 1977) นอกจากนี้ความคงตัวของแป้งสุกภายใต้สภาวะการแช่เยือกแข็งและการคืนตัว (freeze – thaw stability) ก็เป็นข้อจำกัดในการใช้งานของแป้งดิบ การดัดแปรแป้งจึงเป็นวิธีการที่จะปรับปรุงสมบัติของแป้งเพื่อเพิ่มขอบเขตในการใช้งาน โดยวิธีการดัดแปรมีหลายวิธีซึ่งให้ผลต่างกันไป การเลือกใช้ชนิดของแป้งและวิธีการดัดแปรขึ้นกับสมบัติเฉพาะที่ต้องการและต้นทุนของกรรมวิธีการดัดแปรรวมทั้งราคาต้นทุนของแป้งที่จะนำมาดัดแปร โดยแป้งที่นิยม

นำมาทำเป็นแป้งดัดแปรเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากหาซื้อได้ง่ายและมีราคาถูก (กล้าณรงค์ และ สิทธิโชค, 2539) แป้งดัดแปรชนิดครอส์ลิงก์ (cross – linkling) หรือแป้งดัดแปรชนิดพันธะข้ามเป็นแป้งดัดแปรที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับสารเคมีที่มีหมู่ฟังก์ชั่นมากกว่า 1 หมู่ (multifunctional reagent) โดยจะเป็นปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันหรืออีเทอริฟิเคชันก็ได้ขึ้นกับชนิดของสารเคมีที่ใช้โดยสารเคมีสามารถที่จะทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอก-ซิลของโมเลกุลของแป้งมากกว่า 1 หมู่ทำให้เกิดพันธะเชื่อมข้าม (crosslink หรือ bridge) ระหว่างโมเลกุลของแป้ง 2 โมเลกุลซึ่งเป็นพันธะโควาเลนต์จะช่วยส่งเสริมพันธะไฮโดรเจนที่ยึดโครงสร้างของเม็ดแป้งให้แข็งแรงมากขึ้น ลดการพองตัวของเม็ดแป้งทำให้แป้งดัดแปรทนต่อสภาวะความเป็นกรด ความร้อน และสภาพแรงเฉือนจากเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร สารเคมีที่ใช้ในการดัดแปรสตาร์ชแบบพันธะข้ามในทางการค้าเพื่อใช้ในอาหารชนิดหนึ่งคือโซเดียมไตรเมตาฟอสเฟต (สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม, 2535) ซึ่งจัดเป็นสารประกอบแบบฟอสเฟตประเภทพอลิฟอสเฟตแบบวงแหวน (cyclic – polyphosphate) หรือเรียกว่าเมตาฟอสเฟตวงแหวน (cyclic–metaphosphate) (Dziezak, 1990) การเลือกระดับครอสส์ลิงก์ของแป้งเพื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ ขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อของอาหารที่ต้องการ สภาวะความเป็นกรดระดับน้ำตาลที่มีอยู่ และอุณหภูมิที่ต้องการใช้ (Rutenberg and Solarek, 1984) การใช้แป้งดัดแปรชนิดครอสส์ลิงก์เป็นส่วนผสมในแป้งชุบทอดจะช่วยลดความสามารถในการพองตัวของแป้ง ซึ่งมีผลทำให้การดูดซับน้ำมันของอาหารระหว่างการทอดน้อยลง แป้งที่ผ่านการครอสส์ลิงก์จะมีความเข้มข้นของอะไมโลสเพิ่มขึ้น (Fox and Carmeron, 1970) ซึ่งทำให้เกิดฟิล์มที่แข็งแรง มีผลทำให้ความกรอบของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น แต่ถ้าถูกครอสส์ลิงก์มากเกินไปอาหารจะไม่พองตัว นอกจากนี้แป้งที่ผ่านการครอสส์ลิงก์ยังมีเสถียรภาพความหนืดเพิ่มขึ้นในสภาวะที่รุนแรงต่าง ๆ เช่น ในสภาวะการทอดที่อุณหภูมิสูงถึง 150-220 องศาเซลเซียสทำให้แป้งเกาะติดชิ้นอาหารได้ดีขึ้นในระหว่างการทอด (Robbin, 1976) การดัดแปรรสตาร์ชที่มีอะไมโลเพกตินสูงให้เกิดพันธะข้ามมากขึ้น เมื่อนำไปทอดการพองตัวจะลดลง ทำให้ดูดซับน้ำมันลดลง ซึ่งโดยปกติสตาร์ชที่มีอะไมโลเพกตินสูงเมื่อนำไปทอดจะเกิดการพองตัวมาก (Feldberg, 1969)

Gillies (1971) ศึกษาการใช้สตาร์ชข้าวโพดดัดแปรด้วยวิธีครอสส์ลิงก์เป็นส่วนผสมในน้ำแป้งชุบทอด นำไปชุบปลาและคลุกกับขนมปังป่นจากนั้นนำไปทอดให้สุกบางส่วน (prefried) และนำไปแช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์หลังจากให้ความร้อนอีกครั้งมีเนื้อสัมผัสที่ดีสม่ำเสมอ มีสีน้ำตาลทอง การเกาะติดของขนมปังป่นบนชิ้นอาหารดี

ไข่ เป็นส่วนประกอบที่ช่วยให้แป้งชุบทอดหรือเกล็ดขนมปังเกาะติดกับตัวผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จากไข่ ได้แก่ ไข่ผงมีผลิตจำหน่ายทางการค้าในลักษณะไข่ผงทั้งฟอง หรือ ไข่รวมผง ไข่แดงผง และไข่ขาวผง ไข่ขาวผงมีโปรตีนสูงสุดถึงร้อยละ 80 ขณะที่ไข่รวมผงและไข่แดงผงมีเพียงร้อยละ 30-45 ส่วนไขมันมีเฉพาะในไข่รวมผงและไข่แดงผงในปริมาณร้อยละ 40-57 เท่านั้น ไม่มีไขมันในไข่ขาวผง โปรตีนของไข่ส่วนใหญ่เป็นโปรตีนชนิด albumin ซึ่งเกิดการแข็งตัวเมื่อได้รับความร้อน ส่วนไขมันมี lecithin เป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 73 lecithin ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ช่วยเพิ่มความคงตัวของแป้งชุบทอด การเติมไข่ในแป้งชุบทอดจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มชวนรับประทานมากขึ้น แต่ถ้าเติมไข่มากเกินไปผลิตภัณฑ์จะมีสีน้ำตาลคล้ำและมีกลิ่นรสของไข่ ทำให้ผู้บริโภคยอมรับน้อยลง Hanson and Fletcher (1963) รายงานว่าปริมาณของไข่ในแป้งชุบทอดมีผลเล็กน้อยในด้านการเกาะติดของแป้ง และการเพิ่มปริมาณไข่แดงทำให้น้ำหนักของวัสดุชุบทอดบนผลิตภัณฑ์ลดน้อยลงขณะที่ปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้น

สารที่ทำให้ขึ้นฟู ชนิดที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร คือ ผงฟู (baking powder) ปริมาณที่ใช้ในแป้งชุบมีได้ไม่เกินร้อยละ 5 ผงฟูที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นสารผสมของเกลือหรือกรดกับ sodium bicarbonate โดยเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีจะต้องได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 12 โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ และเมื่อเกิดปฏิกิริยาแล้วจะต้องแตกตัวอย่างสมบูรณ์ไม่มีการตกค้างของกรดหรือด่างในอาหาร ในส่วนผสมของผงฟูยังมีส่วนประกอบเป็นแป้งอีกร้อยละ 25-30 เพื่อป้องกันไม่ให้กรดและด่างเกิดปฏิกิริยากันก่อนการนำไปใช้ประโยชน์ (บัณฑิต และกมลทิพย์, 2529)

เครื่องเทศที่ใช้มีอยู่หลายชนิด เช่น พริก (paprika) พริกไทย และอื่น ๆ มักเติมลงไปประมาณร้อยละ 3-5 ของสูตรแป้งชุบทอด หรือ สูตรเกล็ดขนมปัง การเลือกใช้เครื่องเทศนอกจากจะคำนึงถึงกลิ่น และรสชาติแล้ว จะต้องระวังไม่ใช้ในปริมาณมากเกินไปเพราะจะมีผลต่อสีและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งอาจเป็นแหล่งเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ลงในผลิตภัณฑ์ (องุ่น, 2528)

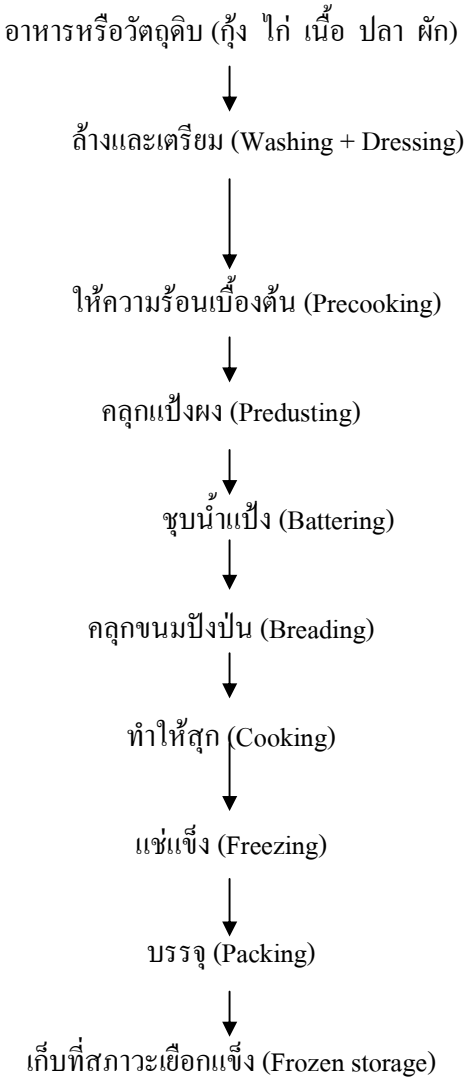
เกลือ ทำหน้าที่เพิ่มรสชาติของผลิตภัณฑ์ เกลือจะแข่งขันกับโปรตีนของแป้งชุบทอดในการดูดน้ำในภาวะที่มีน้ำอยู่จำกัด ทำให้โปรตีนดูดน้ำได้ช้าลงเป็นการลดความหนืดที่เกิดขึ้น ทำให้เติมน้ำในส่วนของแป้งชุบได้มากขึ้น และสะดวกในการกวนส่วนผสมให้เข้ากัน (องุ่น, 2528)

น้ำตาล ทำหน้าที่เพิ่มความหวาน และรสชาติของผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ น้ำตาลที่นิยมใช้ คือ น้ำตาลทราย สำหรับปริมาณที่ใช้ขึ้นกับ รสชาติที่ต้องการ โดยมีข้อควรระวัง คือ ถ้ามีน้ำตาลในแป้งชุบทอดมากผลิตภัณฑ์จะเกิดสีน้ำตาลเร็วเมื่อได้รับความร้อน สีภายนอกผลิตภัณฑ์อาจเข้มเกินไปขณะที่ภายในยังไม่สุก (องุ่น, 2528)

อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ผสมในแป้งชุบทอด

ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมแป้งชุบแตกต่างกันขึ้นกับ คุณภาพและองค์ประกอบของแป้งที่เป็นส่วนผสม ปกติเม็ดแป้งที่สมบูรณ์จะดูดน้ำที่อุณหภูมิห้องได้ประมาณร้อยละ 30 ของน้ำหนัก แต่เม็ดแป้งที่เสียหายทางกายภาพสามารถดูดน้ำได้มากกว่านี้ นอกจากนี้แป้งสาลีที่มีโปรตีนสูงมีแนวโน้มที่จะมีเม็ดแป้งที่เสียหายในระหว่างการผลิตมากขึ้น ดังนั้นจึงต้องใช้น้ำในปริมาณมากขึ้นสำหรับผสมเพื่อให้มีความหนืดที่เหมาะสมสำหรับชุบอาหารก่อนทอด สำหรับอาหารในระบบของแป้งชุบทอดซึ่งจำกัดปริมาณน้ำ พบว่าเมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการทอดจะมีผลทำให้การสุกของแป้งช้าลง ดังนั้นจึงต้องใช้น้ำในปริมาณเพียงพอที่จะทำให้เม็ดแป้งสุกและเกิดเป็นเจลเคลือบชิ้นอาหารได้ นอกจากนี้ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมยังมีผลต่อความหนืด และความสามารถในการเกาะติดผิวอาหารของแป้ง ถ้าใช้น้ำปริมาณน้อยมีผลทำให้แป้งผสมข้นเกินไป ถึงแม้จะช่วยให้ความสามารถในการเกาะติดผิวอาหารในระหว่างการทอดดีขึ้นแต่หลังทอดสุกแล้วพบว่าแป้งที่เคลือบอยู่มีแนวโน้มที่จะหลุดออกได้ง่ายกว่าเมื่อชุบน้ำแป้งเหลว (Hanson, 1963) เนื่องจากมีปริมาณน้ำน้อยเกินไปจนทำให้เม็ดแป้งสุกและเกิดเป็นเจลไม่สมบูรณ์เพียงพอจึงเกาะติดได้ไม่ดี โดยทั่วไปปริมาณน้ำที่ใช้ต่อแป้งชุบประมาณ 1.5 - 2 ต่อ 1 (Donahoo, 1970) การยึดเกาะของน้ำแป้งชุบที่เหมาะสม ขึ้นกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด แต่ละประเทศ เช่น ในผลิตภัณฑ์ Frozen raw breaded shrimp FDA ของสหรัฐอเมริกาได้กำหนดไว้ว่า ต้องมีอัตราส่วนของน้ำหนักแป้งชุบทอดไม่เกินร้อยละ 50 (Food and Drug Administration, 1976)

ในอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่นมักเก็บรักษาโดยผ่านการทำเยือกแข็งและเก็บในสภาพเยือกแข็งโดยมีกระบวนการผลิต ดังนี้



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็ง

ที่มา: Hale and Goodwin (1968)

ความสำคัญของแต่ละขั้นตอนการผลิต

อาหารหรือวัตถุดิบที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ชุบแป้งนั้นมีหลายชนิด เช่น หมู เนื้อ สัตว์ปีก สัตว์น้ำ และผัก แต่ละชนิดจะมีโครงสร้าง องค์ประกอบทางเคมีและลักษณะผิวสัมผัสที่จะให้แป้งเกาะติดต่างกัน แต่ไม่ว่าจะเลือกใช้วัตถุดิบชนิดใด ควรจะพิจารณาเลือกวัตถุดิบที่มีความสด สะอาด มีคุณภาพดี การเตรียมวัตถุดิบทำโดยนำวัตถุดิบที่สดและมีคุณภาพดีมาล้างและคัดขนาดให้สม่ำเสมอ ในขั้นตอนของการตัดแต่งจะต้องทำอย่างสะอาด รวดเร็ว และทำในที่อุณหภูมิต่ำทั้งนี้เพื่อมิให้วัตถุดิบมีคุณภาพด้อยลง และมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์มากขึ้น

การให้ความร้อนเบื้องต้น (Precooking) เช่น การลวกมีผลต่อผลิตภัณฑ์ คือ วัตถุดิบที่ผ่านการลวกแล้ว เมื่อนำไปชุบน้ำแป้งแล้วทอด แป้งชุบทอดจะเกาะติดดีกับวัตถุดิบไม่หลุดร่อนง่าย เนื่องจากวัตถุดิบมีการหดตัวและสูญเสียน้ำออกไปบางส่วน แต่วัตถุดิบที่ไม่ผ่านการลวกเมื่อนำไปชุบแป้งแล้วทอดจะทำให้วัตถุดิบ หดตัวและเกิดไอน้ำในระหว่างการทอด ไอน้ำที่เกิดขึ้นจะไปดันให้แป้งชุบหลุดออกและเกิดรอยแตกขึ้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการลวก คือ ป้องกันและช่วยลดการหลุดร่อนของแป้งชุบเมื่อทำการทอดผลิตภัณฑ์

การคลุกผงแป้ง (Predusting) เป็นการใช้สารโปรตีนหรือใช้ผงแป้งเคลือบชิ้นอาหารก่อนนำไปชุบน้ำแป้ง (Batter) เพื่อให้น้ำแป้งชุบเกาะติดกับวัตถุดิบได้ดีขึ้น โดยการนำชิ้นอาหารมาคลุกกับผงแป้ง ก่อนที่จะนำไปชุบน้ำแป้งแต่ต้องระวังไม่ให้ผงแป้งเกาะติดเป็นก้อนหนาอยู่บริเวณเดียว เพราะจะทำให้แป้งส่วนนั้นไม่สุกหรือสุกช้ากว่าส่วนอื่นเมื่อได้รับความร้อน

วัตถุประสงค์ของการทำ Predusting มีดังนี้

1. ช่วยเชื่อมระหว่างวัตถุดิบกับน้ำแป้งชุบให้เกาะติดกันดีขึ้น
2. ป้องกันการสูญเสียความชื้น
3. ทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารและผิวนอกของชั้นเคลือบมีเนื้อสัมผัสดีขึ้น
4. สามารถเติมหรือปรุงแต่งกลิ่นรสลงในแป้ง predust ได้
5. ป้องกันการสูญเสียสารให้กลิ่นรสที่ระเหยได้ง่ายในระหว่างการแปรรูป

การชุบน้ำแป้งและขนมปังป่น (Battering and breading) น้ำแป้งชุบได้จากการผสมแป้ง สารช่วยให้ฟู และสารปรุงแต่งกลิ่นรส กับน้ำกลายเป็นของเหลวข้น การใช้น้ำที่อุณหภูมิต่ำมีผลต่อการยึดเกาะ (adhesion) สูงกว่าน้ำที่อุณหภูมิห้อง โดยปกตินิยมใช้น้ำที่อุณหภูมิ 50 องศาฟาเรนไฮต์ (10 องศาเซลเซียส) หรือต่ำกว่า

การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งทอดแช่เยือกแข็งในระดับอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ (Johnson and Hutchison, 1983) ได้แก่

1. Single line เป็นการผลิตที่ใช้น้ำแป้งข้นและขนมปังป่น โดยชุบน้ำแป้งข้นและขนมปังป่น 1 ครั้ง

2. Tandem line การผลิตคล้ายกับ single line แต่มีการชุบน้ำแป้งข้นและขนมปังป่น 2 ครั้ง

3. Tempura or Batter fry line เป็นการผลิตที่ชุบน้ำแป้งข้นอย่างเดียวแล้วนำไปทอด

4..Tempura Japanese เป็นการผลิตที่ใช้น้ำแป้งข้นแบบ tempura และนำไป คลุกกับขนมปังป่นแบบพิเศษของญี่ปุ่นก่อนนำไปทอด

เกล็ดขนมปังหรือขนมปังป่น (Breadcrumb) เป็นองค์ประกอบที่ได้จากธัญพืช (cereal based ingredient) ซึ่งผ่านการอบหรือให้ความร้อน โดยมากมักใช้กับอาหารที่ความชื้นสูง บางครั้งขนมปังป่นอาจรวมไปถึงขนมปังที่ผสมกับแป้งหรือองค์ประกอบอื่น ขนมปังจะมีผลต่อการปรับปรุงเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ ขนมปังป่นสามารถจำแนกตามกรรมวิธีการผลิต (Dyson, 1983; Hunter, 1991) ซึ่งให้ลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันดังนี้

1. แบบดั้งเดิม (Traditional bread crumbs) ผลิตจากก้อนขนมปังที่มีส่วนเกรียมลักษณะเนื้อสัมผัส สี และขนาดของอนุภาคปรับเปลี่ยนโดยการปรับองค์ประกอบและกรรมวิธีการผลิต เนื้อสัมผัสลักษณะแข็งและกรอบ

2. แบบเอ็กซ์ทรูด (Extruded crumbs) ผลิตโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดมากกว่าการอบ โดยขนมปัง ที่เติมสารช่วยให้ฟู จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสแน่นแข็งหรือแข็งและกรอบ เกล็ดขนมปังชนิดนี้ไม่ประสบความสำเร็จในตลาดสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น หรือออสเตรเลีย

3. แบบขนมปังกรอบ (Cracker crumbs) ผลิตโดยการผสมโดแล้วรีดให้เป็นแผ่นและอบ ลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายขนมปังกรอบมีลักษณะเป็นเศษชิ้นเล็ก เกล็ดขนมปังชนิดนี้เคยได้รับความนิยมในสหรัฐอเมริกาโดยใช้กับปลา ผัก และไก่ แต่ปัจจุบันผู้ประกอบการมักนิยมใช้แบบญี่ปุ่น

4. แบบญี่ปุ่น (Japanese style bread crumbs หรือ Oriental style crumb) ผลิตจากโดที่เติมยีสต์ปริมาณมากแล้วผ่านการอบชนิดพิเศษ (unique electrical resistance baking method) เกล็ดขนมปังที่มีความหนาแน่นต่ำ มีรูปร่างเป็นรูปเข็มหรือหอกและไม่เป็นผง เกล็ดขนมปังชนิดนี้สามารถใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางเหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ทอด อบ หรือการใช้กับไมโครเวฟ เนื้อสัมผัสมีลักษณะเบากรอบ และสามารถคงคุณภาพภายหลังการทอดได้นาน

การให้ความร้อน (Cooking) ก่อนการแช่แข็ง หลังจากที่วัตถุดิบชุบน้ำแป้งแล้วจะถูกส่งไปทอดในขั้นแรกเพื่อให้การยึดตัวของแป้งชุบกับวัตถุดิบมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ทำให้การแปรรูปโดยการแช่แข็งต่อไปทำได้ง่ายและสะดวกขึ้นและยังช่วยทำให้สีของผลิตภัณฑ์น่ารับประทานเพิ่มขึ้น การทอดก่อนการแช่แข็ง แป้งจะทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันการสูญเสียความชื้นระหว่างการเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็ง

ดวงเดือน (2543) ได้ทำการทดลองศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอดหอยแมลงภู่ชุบแป้งและขนมปังป่นก่อนการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 160 170 และ 180 องศาเซลเซียส เวลา 2 ระดับ คือ 5 และ 10 วินาที เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการทอดก่อนการแช่เยือกแข็ง พบว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และคะแนนด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของตัวอย่างที่ไม่ผ่านการทอดก่อนการแช่เยือกแข็งมีคะแนนสูงที่สุดซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการทอดก่อนการแช่เยือกแข็งยังช่วยลดขั้นตอนและต้นทุนในการผลิตด้วย

การแช่เยือกแข็ง (Freezing) มีหลักพื้นฐานคือ การลดอุณหภูมิของอาหารหรือผลิตภัณฑ์นั้นให้ต่ำลงจนถึงระดับที่สิ่งมีชีวิตไม่สามารถจะดำเนินปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่อไปได้ ตามปกติจุลินทรีย์ที่ปะปนอยู่ในอาหารจะชะงักการเจริญเติบโตและหยุดกระบวนการทางเมแทบอลิซึมลง โดยทั่วไปมักเป็นที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ซึ่งหลักสำคัญคือ การเปลี่ยนสภาวะของน้ำในอาหารที่เป็นของเหลวให้เป็นน้ำแข็งเพื่อมิให้น้ำนั้นสามารถทำหน้าที่ต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมีได้ แต่การแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิต่ำนั้นไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ให้หมดไปได้

กระบวนการแช่เยือกแข็ง แบ่งตามอัตราเร็วของการแช่เยือกแข็งได้ 2 วิธี คือ

1. การแช่เยือกแข็งแบบช้า

การแช่เยือกแข็งแบบนี้ทำโดยการเก็บอาหารไว้ในห้องแช่เยือกแข็งที่มีการรักษาอุณหภูมิไว้ที่ -18 ถึง -40 องศาเซลเซียส โดยมีการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อน (Convection) ใช้เวลา 12-72 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการแช่เยือกแข็งอย่างสมบูรณ์นิยมใช้กับการแช่เยือกแข็งคราวละมาก ๆ การแช่เยือกแข็งวิธีนี้ทำให้น้ำในอาหารส่วนใหญ่แยกออกมาภายนอกเซลของเนื้อเยื่อเกิดเป็นผลึกขนาดใหญ่เมื่อนำมาละลายจะมีของเหลวไหลออกมาภายนอกมากทำให้เกิดการสูญเสียโปรตีนที่ละลายน้ำและสารอาหารอื่นรวมทั้งสารให้กลิ่นรส นอกจากนั้นของเหลวที่ไหลออกมาภายนอกเนื่องจากผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่จะทำให้เนื้อเยื่อของเซลในอาหารฉีกขาดของเหลวภายในเซลจึงไหลออกมา เครื่องมือในการแช่เยือกแข็งด้วยวิธีนี้ ได้แก่ เครื่องแช่เยือกแข็งด้วยอากาศ (air blast freezer) โดยอาหารหรือผลิตภัณฑ์อาจจะวางในภาชนะ หรือวางบนสายพานขนาดใหญ่ซึ่งเคลื่อนที่ไปยังเครื่องเป่าลมเย็นจัด ผลิตภัณฑ์ที่ใช้การแช่เยือกแข็งวิธีนี้ ต้องมีขนาดไม่ใหญ่เกินไปและมีความหนาไม่มาก

2. การแช่เยือกแข็งแบบเร็ว

จะทำให้ผลึกน้ำแข็งภายในเซลของเนื้อเยื่อมีขนาดเล็ก การแช่เยือกแข็งแบบเร็วเมื่อใช้กับปลาและเนื้อ ผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กทำให้เกิดการฉีกขาดของผนังเซลเนื้อเยื่อน้อย โปรตีนเกิดการแปรสภาพธรรมชาติน้อยเมื่อนำอาหารมาละลาย ส่วนของเหลวจะถูกดูดกลับคืนไปได้มาก เกิดของเหลวที่ไหลออกจากเนื้อเยื่อน้อย วิธีนี้มีข้อดี คือ ใช้เวลาน้อยทำให้โอกาสที่จุลินทรีย์ต่าง ๆ เจริญขึ้นในช่วงที่อุณหภูมิของอาหารลดลงมีไม่มาก ทำให้อาหารเสื่อมเสียน้อย

วิธีการที่ใช้ ได้แก่

2.1 การจุ่มอาหารลงในของเหลวที่ช่วยลดอุณหภูมิ (Immersion freezing) เป็นวิธีที่นำเอาอาหารมาจุ่มในของเหลวที่มีอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านั้น ของเหลวที่ใช้ต้องไม่เป็นพิษ ไม่มีกลิ่น และไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพอาหาร ของเหลวที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่

สารละลายโซเดียมคลอไรด์ แคลเซียมคลอไรด์ โพรพิลีนไกลคอล สารละลายน้ำตาลผสมเกลือ และสารละลายน้ำตาลในแอลกอฮอล์หรือน้ำ

2.2 การใช้การสัมผัสกับผิวที่เย็น (Contact plate freezing) เป็นวิธีการแช่เยือกแข็งอาหารโดยนำอาหารมาวางอยู่ระหว่างแผ่นโลหะและทำให้แผ่นโลหะเย็นลงโดยการระเหยของสารให้ความเย็น เช่น แอมโมเนีย ฟีออน -12 และฟีออน - 22 ลักษณะการวางเครื่องอาจอยู่ในแนวตั้ง แนวนอน หรือ หมุนก็ได้ เหมาะกับอาหารที่มีความสม่ำเสมอและต้องการพื้นที่ไม่มากนัก

2.3 การแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิก (Cryogenic freezing) เป็นการแช่เยือกแข็งที่มีอัตราเร็วสูงสุดจัดในขั้นอัตราการแช่เยือกแข็งแบบเร็วมาก (Ultra rapid freezing rate) โดยการนำอาหารที่ต้องการแช่เยือกแข็งที่อาจบรรจุภาชนะหรือไม่ก็ได้ สัมผัสกับสารที่ให้ความเย็น (freezant) ที่เย็นจัดที่กำลังมีการเปลี่ยนสถานะของ freezant เหมาะกับสินค้าประเภทแยกชิ้น/ตัว เรียกว่าสินค้าประเภท CF (Cryogenically frozen)

Cryogenic freezant หรือ Cryogens ที่นิยมใช้ คือ ไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) ซึ่งเป็นสารที่ใช้กันมากในเครื่องแช่แข็งแบบนี้ ผลิตภัณฑ์อาหารจะวางบนสายพานแล้วเคลื่อนที่เข้าไปในห้องที่มีการบุฉนวนอย่างดี ซึ่งแบ่งเป็น 3 โซน คือ

1. โซนที่ 1 เป็นโซนที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เย็นลงเล็กน้อยด้วยก๊าซไนโตรเจนที่ไหลในทิศทางตรงกันข้ามกับผลิตภัณฑ์
2. โซนที่ 2 ไนโตรเจนเหลวจะถูกพ่นบนอาหารหรือจะใช้ก๊าซไนโตรเจนที่เย็นจัดก็ได้ เมื่อผลิตภัณฑ์อาหารได้สัมผัสกับสารให้ความเย็นตามเวลาที่กำหนด ผลิตภัณฑ์อาหารก็จะเคลื่อนที่ไปในโซนที่ 3
3. โซนที่ 3 เป็นโซนที่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์อาหารเกิดความสมดุล หรือ คงที่ (-18 องศาเซลเซียส ถึง -30 องศาเซลเซียส) ก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์ออก

การใช้ไนโตรเจนเหลว มีข้อดี คือ

1. มีการสูญเสียความชื้นน้อยกว่า ร้อยละ 1
2. ออกซิเจนจะถูกกำจัดออกไประหว่างการแช่เยือกแข็ง
3. ผลิตภัณฑ์อาหารเกิดความเสียหายน้อยมาก โดยเฉพาะ กล้วย สตรอเบอร์รี่ มะเขือเทศ

และ เห็ด ส่วนเนื้อสัตว์จะมีการสูญเสียน้ำเล็กน้อยระหว่างการละลายแต่ไม่ทำลายลักษณะเนื้อสัมผัสด้วย

4. สีผิวของสัตว์ปีกที่แช่แข็งวิธีนี้จะให้สีขาวนวลมีความสม่ำเสมอเมื่อเทียบกับวิธีการแช่เยือกแข็งอื่น ๆ

5. เครื่องมือเป็นแบบง่าย ๆ เหมาะกับกระบวนการแบบต่อเนื่อง

ข้อดีของการแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิก

1. ประหยัดเนื้อที่
2. สูญเสียน้ำหนักสินค้าต่ำกว่า ร้อยละ 0.5
3. การบำรุงรักษาน้อย
4. แช่เยือกแข็งได้เร็วมากทำให้คุณภาพอาหารดีเยี่ยม
5. ลงทุนในเครื่องจักรไม่สูงนัก
6. ใช้งานได้รวดเร็ว ไม่ต้องละลายน้ำแข็ง ใช้ต่อเนื่องได้
7. ระบบแช่เยือกแข็งไม่สัมผัสกับก๊าซออกซิเจน
8. ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย

ข้อเสียของการแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิก

1. ค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง เนื่องจากราคาของก๊าซเหลวยังสูงอยู่
2. มีการสูญเสียก๊าซระหว่างการใช้งานและระหว่างเก็บที่มีการระเหยไป
3. มักจะแตกร้ั่ว ถ้าใช้งานไม่ระวัง
4. ต้องระวังความปลอดภัยตลอดเวลา
5. ต้องมีเนื้อที่เก็บก๊าซเหลวและต้องคอยตรวจสอบปริมาณ

การแช่เยือกแข็งอาหารมีหลายวิธีดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นต้องเลือกวิธีให้เหมาะกับผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้การแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิกเพราะว่า สามารถแช่แข็งอาหารได้รวดเร็ว คุณภาพอาหารดีเยี่ยม ใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง และต้นทุนเครื่องจักรไม่สูงเกินไป การบำรุงรักษาน้อย

การแช่เยือกแข็งอย่างเร็วมีข้อดีกว่าการแช่เยือกแข็งอย่างช้าเพราะ

1. สามารถหยุดการทำงานของเอนไซม์และการเจริญของจุลินทรีย์ได้เร็วกว่า

2. ผลึกน้ำแข็งในอาหารมีขนาดเล็กกว่า

3. ผลึกเกิดเร็วมากโอกาสที่โมเลกุลของอาหารจะเคลื่อนที่ออกมีน้อยจึงทำให้ผนังเซลของอาหาร ขาดหรือเสียรูปได้น้อยกว่า (ธนิต, 2544)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารที่เกิดขึ้นระหว่างการแช่เยือกแข็ง

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพที่สำคัญที่เกิดขึ้นระหว่างการแช่เยือกแข็ง คือ การระเหิดของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ โดยอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการบรรจุหีบห่อไม่ดีหรืออุณหภูมิในห้องเย็นไม่สม่ำเสมอ การระเหิดของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ทำให้ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์แห้งและแข็ง (Freeze burn) และเกิดการสูญเสียน้ำของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อสัมผัส ทำให้เนื้อมีลักษณะมีรูพรุนคล้ายฟองน้ำ (sponge -like texture) เป็นเส้นใย (fibrous) เหนียว (toughness) ยากต่อการเคี้ยว ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของของแข็งที่ละลายไม่ได้ การแปรสภาพของโปรตีนและการถูกทำลายของเซล (Love, 1988)

2. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี

การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในเชิงเคมีของผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง คือ การเกิดกลิ่นหืนเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง การเกิดกลิ่นหืนจะเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา 2 อย่าง คือ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสและออกซิเดชัน ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส เกิดจากเอนไซม์ไลเปสและความชื้นในอาหารทำให้เกิดการแตกตัวของไขมันได้กรดไขมันอิสระซึ่งก่อให้เกิดกลิ่นผิดปกติ และกรดไขมันอิสระชนิดไม่อิ่มตัวที่เกิดขึ้นจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้สารจำพวกเปอร์ออกไซด์และคีโตน นอกจากนี้ปฏิกิริยาออกซิเดชันยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสี ทำให้สีของผลิตภัณฑ์ผิดปกติ (Love, 1988) แต่ทั้งนี้การเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียสจะช่วยลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้กว่าครึ่ง (Almas, 1981)

การหาค่า TBA เป็นวิธีที่นิยมใช้วัดระดับการเกิดออกซิเดชันของไขมันในอาหารอย่างกว้างขวาง และใช้ในการประเมินการเกิดกลิ่นหืนในเนื้อสัตว์ สามารถตรวจสอบได้โดยใช้

เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) วัดสีที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาระหว่าง 2–thiobarbituric acid กับ มาโลนัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันขั้นที่ 2 ของกรดไขมัน

3. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลชีววิทยา

การแช่เยือกแข็งมีผลในการลดปริมาณจุลินทรีย์ในอาหารแต่ไม่ใช่เป็นการทำให้อาหารปราศจากเชื้อ (sterillization) อุณหภูมิต่ำทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีและเอนไซม์ทำงานช้าลงหรือหยุดกิจกรรมของจุลินทรีย์ในอาหาร แบคทีเรีย ยีสต์ และราบางชนิดสามารถเจริญได้อย่างช้า ๆ ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ดังนั้นที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าจึงไม่สามารถป้องกันการเน่าเสียของอาหารได้ ปริมาณจุลินทรีย์ที่ถูกทำลายในระหว่างการแช่เยือกแข็งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ส่วนประกอบของอาหาร ชนิดจุลินทรีย์ อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษา (มัทนา, 2545)

ภาชนะบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง

การบรรจุผลิตภัณฑ์แช่แข็งทำได้ทั้งก่อนและหลังแช่แข็ง ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งควรมีคุณสมบัติดังนี้ เป็นวัสดุที่คงตัวในสภาพอุณหภูมิต่ำได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของน้ำ ไอน้ำ ออกซิเจน สารเคมี กลิ่น และแสงได้ดี มีความเหนียวและยืดหยุ่นดี เป็นวัสดุที่ไม่มีกลิ่นรสแปลกปลอม ทนต่ออุณหภูมิแช่แข็งเก็บที่สภาวะแช่แข็งได้ และราคาไม่แพง ตัวอย่างพลาสติกที่นิยมในการบรรจุผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังปั่นแช่เยือกแข็ง ได้แก่ polystyrene (PS), polyethylene (PE) และ polyethylene terephthalate (PET)

พลาสติกพอลิเอทิลีน (Polyethylene หรือ PE) นิยมใช้กันมากในการบรรจุผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากความหลากหลายของ PE ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไปและส่วนใหญ่ราคาค่อนข้างต่ำ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene หรือ LDPE) นิยมใช้ในรูปของฟิลม์ ถุง ไม่สามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิน้ำเดือดได้ จึงไม่ควรใช้บรรจุอาหารร้อน สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี แต่ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ต่ำ นอกจากนี้ LDPE ยังไม่เหมาะกับการบรรจุอาหารที่มีไขมันมาก เนื่องจากไขมันจะซึมผ่านพลาสติกนี้ออกมาได้ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเป็นเส้นตรง (linear low density polyethylene หรือ LLDPE) มี

คุณสมบัติทั่วไปคล้าย LDPE แต่จะแข็งแรงกว่าและนิยมใช้สำหรับเป็นชั้นฟิล์มสำหรับปิดผนึกด้วยความร้อน และใช้เป็นฟิล์มยืดสำหรับห่ออาหาร พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene หรือ HDPE) สามารถทนความร้อนได้สูงกว่า LDPE จึงใช้บรรจุอาหารร้อนได้ โดยทั่วไปจะสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ ไอน้ำ และไขมันได้ดีกว่า LDPE และมีความแข็งแรงสูงกว่า นิยมใช้ทำถุงบรรจุอาหารร้อน

พลาสติกพอลิโพรพิลีน (Polypropylene หรือ PP) เป็นพลาสติกที่นิยมใช้มากอีกชนิดหนึ่งมีความแข็งแรงกว่า PE และมีความสามารถในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ ไอน้ำ และไขมันได้ดีกว่า PE มีความใสดีมากจึงนิยมใช้ผลิตฟิล์มสำหรับห่ออาหาร ถุงบรรจุอาหาร ถุงร้อน (ชนิดใส) นอกจากนี้ฟิล์ม PP ที่มีการจัดเรียงโมเลกุลให้เป็นระเบียบในระหว่างการผลิตซึ่งจะเรียกว่า OPP (oriented polypropylene) จะมีความใสและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 ปูนิ่ม *(Scylla serrata Forskal)* ขนาด 11-13 ตัว ต่อ 1 กิโลกรัม
1.2 แป้งสาลีตราบัวแดง
1.3 แป้งข้าวเจ้าตราช้างสามเศียร
1.4 แป้งมันสำปะหลังดัดแปร (บริษัท สยามโมดิฟายด์สตาร์ช จำกัด)
1.5 ผงกระเทียมป่นตราศาลาแม่บ้าน
1.6 พริกไทยป่นตรามือ
1.7 ลูกผักชีคั่วป่นตรามือ
1.8 ไข่ผง
1.9 เกล็ดขนมปังป่นตราฟาร์มเฮาส์
1.10 น้ำตาลทรายตรามิตรผล
1.11 เกลือป่นตราปรุงทิพย์
1.12 ผงฟูตราเบสท์ฟู้ด
1.13 น้ำ
1.14 น้ำมันปาล์มตราแวว
1.15 เปลือกถั่วเหลือง (บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมแป้ง และเตรียมเปลือกถั่วเหลือง

2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า Shimadzu EB-3200D
2.2 กะละมัง, ถ้วยพลาสติก
2.3 เครื่องบดเป็นผง
2.4 เครื่องอบแห้งชนิดลมร้อน

3. <u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการลวกและทอด</u>

3.1 หม้อทอดควบคุมอุณหภูมิ Philips HD 4254/E

3.2 กระชอนสะเด็ดน้ำมัน

3.3 กระดาษซับน้ำมัน

3.4 นาฬิกาจับเวลา

4. <u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง</u>

4.1 เครื่องแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิก Bangkok Industrial Gas รุ่น Mini Batch Freezer1000L

4.2 ห้องเย็นระบบลมเย็น (airblast) อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

5. <u>อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ</u>

5.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า Precisa 240 A

5.2 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์หาความชื้น (Infrared moisture determination balance AD- 4712)

5.3 เครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Stable Micro System TA-HD

5.4 เครื่องวัดความข้นหนืด Brookfield DV-111 Rheometer v.3.3 RV

5.5 วัดค่าความหนืดแบบรวดเร็ว (Rapid Visco Analyzer, Model RVA 3)

5.6 เครื่องวัดสี Minolta CM-3500d

6. <u>อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี</u>

6.1 เครื่องวิเคราะห์หาโปรตีน Buchi 323 และ Buchi 435

6.2 เครื่องวิเคราะห์หาไขมัน Soxtex System Ht 1043

6.3 เครื่องมือวิเคราะห์หาเยื่อใย Fibertec System M

6.4 เตาเผาอุณหภูมิสูง Phoenix Furnaces Model Beta 5

6.5 เครื่องมือวิเคราะห์ค่า TBA (AOCS,1997)

6.6 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ Jasco Model 7800

6.7 เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง Hermle ZK 361

6.8 เครื่องแก้วที่จำเป็นในการวิเคราะห์

7. <u>อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์</u>

7.1 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ Kokusan Model H88LLD

7.2 ตู้อบเพาะเชื้อ Memmert Model 600

7.3 เครื่องตีปั่นอาหาร Saward Model 400

8. <u>อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส</u>

8.1 ห้องปฏิบัติการชิมพร้อมอุปกรณ์

8.2 ใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

9. <u>สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์</u>

9.1 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนตามวิธี (A.O.A.C, 1995)

9.2 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี (A.O.A.C, 1995)

9.3 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยตามวิธี (A.O.A.C,1995)

9.4 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ค่า TBA (AOCS, 1997)

10. <u>อาหารเลี้ยงเชื้อ</u>

10.1 Plate count agar

10.2 Potato dextrose agar

10.3 Lactose broth

10.4 Lauryl sulfate tryptose broth

10.5 Manitol egg yolk polymyxin agar

10.6 Manitol salt egg yolk agar

10.7 Nutrient agar

10.8 Nutrient broth

10.9 Selenite cystine broth

10.10 Thiosulfate citrate bile salts sucrose agar

11. <u>ภาชนะบรรจุ</u>

11.1 กล่องพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน

11.2 ถุงพลาสติก ชนิด OPP (Oriented Polypropylene) ขนาดความหนา 80 ไมครอน

12. <u>เครื่องประมวลผลข้อมูล</u>

12.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

12.2 โปรแกรมสำเร็จรูป

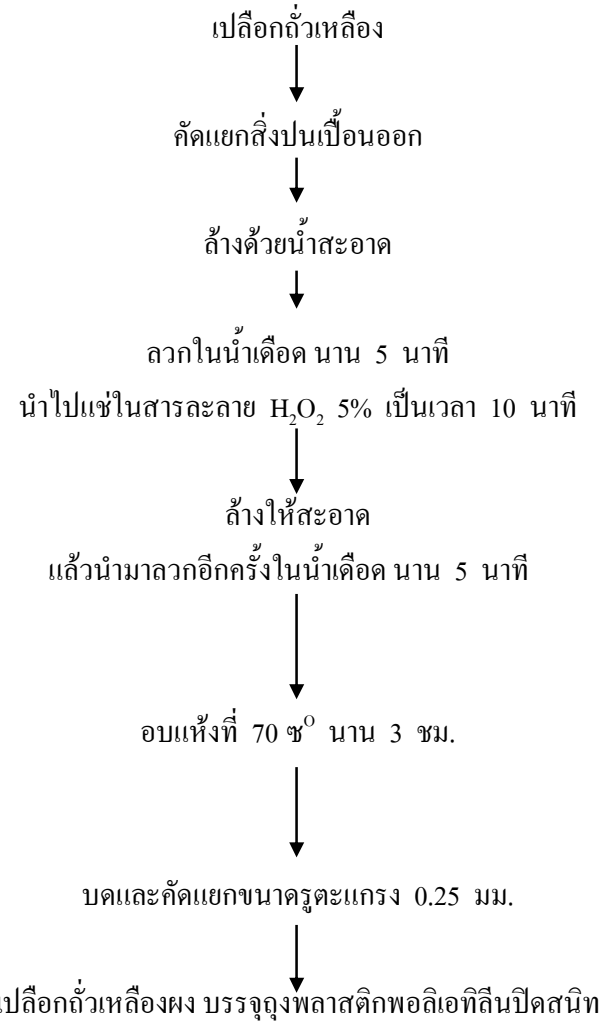
วิธีการ

1. สำรวจความต้องการของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งและขนมปังปั้น

เพื่อหาเค้าโครงของลักษณะผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังปั้น และรูปแบบการนำเสนอผลิตภัณฑ์ เก็บรวบรวมโดยใช้แบบสอบถามกับผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 100 คน

2. การเตรียมเปลือกถั่วเหลืองเพื่อใช้เป็นแหล่งใยอาหาร

นำเปลือกถั่วเหลืองที่เป็นส่วนเหลือจากกระบวนการแปรรูปถั่วเหลืองเลาะเปลือกนำมาล้างให้สะอาด จากนั้นนำไปลวกในน้ำเดือด นาน 5 นาที เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ ทำลายเอนไซม์ช่วยลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ และช่วยทำให้เปลือกถั่วเหลืองอ่อนนุ่มขึ้น จากนั้นนำมาฟอกสีโดยแช่ในสารละลาย H_2O_2 5% เป็นเวลา 10 นาที และล้างออกด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำไปลวกอีกครั้งในน้ำเดือดนาน 5 นาที นำเปลือกถั่วเหลืองที่ได้มาอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนชนิดถาดที่อุณหภูมิ 70^{O}ซ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำเปลือกถั่วเหลืองอบแห้งมาบดด้วยเครื่องบดของแห้ง ขนาดรูตะแกรง 0.25 มม. จะได้เปลือกถั่วเหลืองผงที่ใช้เป็นแหล่งของใยอาหารเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์ (ดัดแปลงจากนงลักษณ์, 2542) เปลือกถั่วเหลืองผงที่ได้จะบรรจุในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนและบรรจุถุงซิปล็อคถุงละ 300 กรัม โดยแต่ละถุงจะใส่ซองดูดความชื้น (silica gel) 1 ซอง (3 กรัม) ปิดผนึกและเก็บรักษาในที่แห้งนำมาวิเคราะห์ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และปริมาณใยอาหาร (A.O.A.C,1995) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมเปลือกถั่วเหลืองผง
ที่มา : ดัดแปลงจากนงลักษณ์ (2542)

3. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบหลัก

นำวัตถุดิบได้แก่ ปูนิ่มและเปลือกถั่วเหลืองผง นำมาวิเคราะห์ ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.1 ปูนิ่มที่ใช้ในการทดลองเป็นปูนิ่มแช่แข็ง มีน้ำหนักประมาณ 12 ตัว ต่อ 1 กิโลกรัม นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

3.1.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

3.1.1.1 ปริมาณโปรตีน (A.O.A.C, 1995)

3.1.1.2 ปริมาณไขมัน (A.O.A.C, 1995)

3.1.1.3 ปริมาณใยอาหาร (A.O.A.C, 1995)

3.1.1.4 ปริมาณเถ้า (A.O.A.C, 1995)

3.1.1.5 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C, 1995)

3.1.1.6 ความชื้น โดยใช้เครื่อง Infrared moisture determination balance (AD-4712)

3.1.1.7 ปริมาณแคลซียม (A.O.A.C, 1984)

3.2 เปลือกถั่วเหลืองผง ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ถูกเตรียมขึ้นตามวิธีการในข้อ 2

3.2.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

3.2.1.1 ปริมาณโปรตีน (A.O.A.C, 1995)

3.2.1.2 ปริมาณไขมัน (A.O.A.C, 1995)

3.2.1.3 ปริมาณใยอาหาร (A.O.A.C, 1995)

3.2.1.4 ปริมาณเถ้า (A.O.A.C, 1995)

3.2.1.5 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C, 1995)

3.2.1.6 ความชื้น โดยใช้เครื่อง Infrared moisture determination balance(AD-4712)

3.2.2 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ดังนี้

3.2.2.1 วัดค่าสีโดยใช้เครื่อง Chroma meter (Minolta CM-3500d)

3.2.2.2 วัดค่าความหนืดแบบรวดเร็ว เปรียบเทียบกับแป้งข้าวเจ้า (Rapid Visco Analyzer, Model RVA 3)

4. <u>การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมปูนิ่ม</u>

ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการลวกปูนิ่มเพื่อเป็นการเตรียมปูนิ่มสำหรับการชุบแป้ง โดยลวกในน้ำเดือด 95-100 องศาเซลเซียส (อัตราส่วน ปู:น้ำ = 1: 3) ศึกษาระยะเวลา 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 นาที จากนั้นนำปูนิ่มลวกมาชุบน้ำแป้งตามวิธีของ ดวงเดือน (2543) คัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมโดยพิจารณาจาก ร้อยละการเคลือบติดของน้ำแป้ง และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ระบบการให้คะแนนเป็นแบบการให้คะแนนความชอบโดยใช้ Hedonic scale 1-9 คะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 ชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 3 ทรีตเมนต์ วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างตามวิธี Duncan New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป

5. <u>การศึกษาปริมาณเปลือกถั่วเหลืองที่เหมาะสมในการผลิตแป้งชุบ</u>

วางแผนการทดลองแบบมิกซ์เจอร์ดีไซน์ (ไพโรจน์, 2535) โดยใช้อัตราส่วนโดยประมาณของแป้งชุบจากสูตรของ ลักขณา (2539) ดังนี้ แป้งสาลี ร้อยละ 55-70 แป้งข้าวเจ้า ร้อยละ 15-30 แป้งมันสำปะหลังดัดแปร ร้อยละ 5-15 เพื่อกำหนดสูตรการผลิตน้ำแป้งชุบ ทดลองผลิตน้ำแป้งที่มีอัตราส่วน แป้งสาลี เปลือกถั่วเหลือง และแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ที่แตกต่างกัน 5 สูตร โดยให้ ส่วนผสมอื่น ๆ คงที่ ซึ่งส่วนผมอื่น ๆ จะใช้สูตรของ ดวงเดือน (2543) ดังนี้

<u>ตารางที่ 1</u> อัตราส่วนของแป้งชุบจากการวางแผนการทดลองแบบมิกซ์เจอร์ดีไซน์

สูตรที่	แป้งสาลี	เปลือกถั่วเหลือง	แป้งมันสำปะหลังดัดแปร
1	70	25	5
2	70	15	15
3	65	30	5
4	65	23	12
5	55	30	15

ส่วนผสมอื่น ๆ (ดวงเดือน, 2543)

เครื่องปรุงรส	ร้อยละของน้ำหนักแป้ง
ผงกระเทียม	2.0
พริกไทย	2.5
ลูกผักชีป่น	1.0
ไข่ขาวผง	2.0
น้ำตาลทราย	2.0
ผงฟู	3.0
เกลือ	4.5

คัดเลือกสิ่งทดลองโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทดสอบความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้การทดสอบความชอบ Hedonic scale 1-9 คะแนน คะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 ชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design(RCBD) มี 5 ทรีตเมนท์ และทำการพัฒนาด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในด้านรสหวาน โดยแปรปริมาณน้ำตาลทรายเป็น 3 ระดับ คือ 15 16 และ 17% ของส่วนผสมน้ำปรุงรสทั้งหมด และกลิ่นเครื่องเทศ โดยแปรปริมาณพริกไทยเป็น 3 ระดับ คือ 7 7.5 และ 8% ของส่วนผสมน้ำปรุงรสทั้งหมด ทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี just about right scale ร่วมกับการทดสอบความชอบ วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่าง ตามวิธีของ Duncan New Multiple Range Test (DMRT) การวิเคราะห์ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป

6. <u>ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอดหลังการแช่เยือกแข็ง (ก่อนบริโภค)</u>

ผลิตปูนิ่มชุบแป้งตามวิธีที่คัดเลือกแล้วจากข้อ 5 นำไปแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิกโดยใช้ไนโตรเจนเหลว เก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทอดหลังการแช่เยือกแข็ง วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล พิจารณา 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิและเวลา ดังนี้ อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 160 และ 170 องศาเซลเซียส เวลา 3 ระดับ คือ 2 3 และ 4 นาที มี 6 ทรีตเมนท์ แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส ความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

ระบบการให้คะแนนเป็นแบบการให้คะแนนความชอบ โดยใช้ Hedonic scale 1-9 คะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 ชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in RCBD โดยให้เวลาและอุณหภูมิในการทอดเป็นปัจจัย และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีของ Duncan New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมประมวลผลทางสถิติ คัดเลือกอุณหภูมิและเวลาในการทอดที่เหมาะสม

7. <u>ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์</u>

7.1 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นใยอาหารสูงแช่เยือกแข็งที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

7.1.1 ด้านกายภาพ ได้แก่

7.1.1.1 ค่าสีก่อนและหลังทอด (L* a* และ b*)

7.1.1.2 ความกรอบของแป้ง และเนื้อสัมผัสของปูนิ่ม ใช้เครื่องมือวัดเนื้อสัมผัส ใช้หัววัด แบบ P5 DIA cylinder stainless รูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร

7.1.1.3 น้ำหนักต่อชิ้น (กรัม) โดยชั่งน้ำหนักผลิตภัณฑ์เป็นกรัมต่อ 1 ชิ้น รับประทาน

7.1.1.4 ร้อยละการเคลือบเกาะติดเป็นฟิล์ม ตามวิธีของ Suderman และ Cunningham (1983)

7.1.2 ด้านเคมี ได้แก่

7.1.2.1 ปริมาณความชื้น (A.O.A.C, 1995)

7.1.2.2 ปริมาณไขมัน (A.O.A.C, 1995)

7.1.2.3 ปริมาณโปรตีน (A.O.A.C, 1995)

7.1.2.4 ปริมาณใยอาหาร (A.O.A.C, 1995)

7.1.2.5 ปริมาณเถ้า (A.O.A.C, 1995)

7.1.2.6 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C, 1995)

7.1.3 ด้านจุลินทรีย์ ได้แก่

7.1.3.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (A.O.A.C, 1995)

7.1.3.2 ยีสต์และรา (APHA, 1992)

7.1.3.3 *E.coli* โดยวิธี MPN (A.O.A.C, 1995)

7.1.3.4 *Salmonella sp.* (A.O.A.C, 1995)

7.1.3.5 *Staphylococcus aureus* (A.O.A.C, 1995)

7.1.3.6 *Vibrio cholerae* ตามวิธี (APHA, 1992)

7.1.3.7 *Vibrio Parahaemolyticus* (APHA, 1992)

7.1.3.8 *Bacillus cereus* (APHA, 1992)

8. <u>ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง</u>

ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ทำการแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิกโดยใช้ไนโตรเจนเหลว ให้อุณหภูมิใจกลางชิ้นอาหารเป็น -18 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ห้องเย็นระบบลมเย็นที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทุก ๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน โดยวิเคราะห์ ดังนี้

8.1 ด้านเคมี ได้แก่

8.1.1 ปริมาณความชื้น ใช้เครื่อง Infrared Moisture Determination Balance

8.1.2 ค่า TBA (AOCS, 1997)

8.2 วิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยา ได้แก่

8.2.1 ยีสต์และรา (APHA, 1992)

8.2.2 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (A.O.A.C, 1995)

8.3 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)

สุ่มตัวอย่างปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองก่อนทอด ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ตามแบบ Hedonic scale คะแนน 1-5 คะแนนต่ำกว่า 3 ถือว่าผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นั้น และให้คะแนนการยอมรับแบบ Scoring test โดยตรวจดูจากลักษณะปรากฏภายนอก ตามคุณภาพที่กำหนด ซึ่งมีคะแนน 1-5 คะแนน และสุ่มตัวอย่างปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นในสภาพแช่เยือกแข็งมาทอดในน้ำมันพืชที่อุณหภูมิและเวลาที่ได้จากข้อ 6 ประเมินการยอมรับ ด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสของแป้งชุบทอด ความรู้สึกเมื่อเคี้ยวและกลืน เนื้อสัมผัสของปูนิ่ม และการยอมรับรวม โดยผลิตภัณฑ์จะไม่เป็นที่ยอมรับเมื่อผู้ทดสอบยอมรับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ต่ำกว่าคุณลักษณะจาก 5 คุณลักษณะ วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมประมวลผลทางสถิติ

9. <u>ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว</u>

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว นำไปทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไป ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 200 คน ทดสอบผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้พร้อมกับแบบสอบถาม ใช้วิธีให้คะแนนความชอบ ระดับคะแนน 1-9 คะแนน (คะแนน 1= ไม่ชอบมากที่สุด และ คะแนน 9= ชอบมากที่สุด) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม

10. <u>การคำนวณต้นทุนการผลิต</u>

การคำนวณต้นทุนการผลิตจะใช้แนวทางของกระทรวงอุตสาหกรรม รวบรวมโดยศูนย์วิจัยกสิกรไทย ซึ่งแบ่งสัดส่วนต้นทุนดังนี้ คือ จากต้นทุนทั้งหมด 100 ส่วน คิดเป็นค่าวัตถุดิบร้อยละ 68.6 ค่าแรงงานร้อยละ 5.6 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานร้อยละ 12.1 ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรร้อยละ 4.5 และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ร้อยละ 9.2

11. <u>สถานที่ทำการทดลอง</u>

ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12. <u>ระยะเวลาทำการทดลอง</u>

เริ่มทดลองตั้งแต่เดือน เมษายน 2547 สิ้นสุดเดือน ธันวาคม 2548

13. <u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1. สามารถแปรรูปปูนิ่ม เป็นปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคเป็นการเตรียมพร้อมในอนาคตเมื่อมีการเพาะเลี้ยงปูนิ่มในปริมาณมาก ๆ ได้
2. ช่วยเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่นิยมรับประทานอาหารประเภทแช่แข็งกึ่งสำเร็จรูป
3. เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งให้มีใยอาหารเพิ่มขึ้น
4. เพิ่มมูลค่าให้กับเศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตถั่วเหลืองเลาะเปลือก

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. สำรวจความต้องการของผู้บริโภคเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งและขนมปังป่น

ผลการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งและขนมปังป่นและพฤติกรรมการบริโภค แสดงในตารางที่ 2 พบว่าผู้บริโภคทุกคนเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่น ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทาน (ร้อยละ 80) วัตถุดิบที่ใช้ชุบแป้งและขนมปังป่นที่ผู้บริโภคชอบคือ เนื้อกุ้ง (ร้อยละ 37) รองลงมา คือ เนื้อไก่ (ร้อยละ 19) เนื้อปลา (ร้อยละ 15) ตามลำดับ เหตุผลที่ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่น คือ มีรสชาติอร่อย (ร้อยละ 37) สะดวกในการรับประทาน (ร้อยละ19) หารับประทานได้ง่าย (ร้อยละ18) ผู้บริโภคส่วนใหญ่ รับประทานผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่นเป็นครั้งคราว (ร้อยละ 45) สถานที่ซื้อผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ ซื้อตามร้านอาหารฟาสต์ฟูดส์ เช่น (เค เอฟ ซี) (แมคโดนัลด์) (ร้อยละ 29) และซุปเปอร์มาร์เก็ตในห้าง เช่น (โลตัส) (ท้อปส์) (จัสโก้) (ร้อยละ 29) และหากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นให้มีใยอาหารมากขึ้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจ (ร้อยละ 78) โดยลักษณะรูปร่างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ คือ หั่นเป็นชิ้น 4 ชิ้นต่อตัว (ร้อยละ 41) รสชาติที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการ คือ มีรสเค็มนำและหวานเล็กน้อย (ร้อยละ 41) หากมีผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง ผู้บริโภคส่วนใหญ่สนใจที่จะซื้อ (ร้อยละ 68)

จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ และในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจต่อสุขภาพมากขึ้น ดังนั้นหากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่นที่มีใยอาหารมากขึ้นซึ่งยังมีน้อยในท้องตลาด จึงน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีที่จะเพิ่มความหลากหลายให้แก่ผลิตภัณฑ์ และผู้บริโภคมีโอกาสเลือกมากขึ้น

\

ตารางที่ 2 การสำรวจความต้องการของผู้บริโภคเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งและขนมปังป่น

ข้อมูล	รายละเอียด	ร้อยละ
ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม		
เพศ	ชาย	45
	หญิง	55
อายุ	20-30 ปี	35
	31-40 ปี	24
	41-50 ปี	22
	มากกว่า 50 ปี	19
การศึกษา	ต่ำกว่า ป.ตรี	24
	ป.ตรี	39
	สูงกว่า ป.ตรี	37
อาชีพ	รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	27
	ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว/อาชีพอิสระ	23
	พนักงานบริษัท	20
	แม่บ้าน	7
	อื่น ๆ	23
ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่น		
เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่น	เคย	100
	ไม่เคย	-
ความชอบในผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่น	ชอบ	80
	ไม่ชอบ	20

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อมูล	รายละเอียด	ร้อยละ
วัสดุชุบแป้งและขนมปังป่นที่ชอบรับประทาน	เนื้อกุ้ง	37
	เนื้อไก่	19
	เนื้อปลา	15
	เนื้อปู	11
	เนื้อหมู	11
	เนื้อปลาหมึก	5
	เนื้อหอย	2
เหตุผลที่ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่น		
	รสชาติอร่อย	37
	สะดวกในการรับประทาน	19
	หารับประทานได้ง่าย	18
	มีคุณค่าทางอาหาร	13
	สะอาด	10
	ราคาไม่แพง	3
ความถี่ในการรับประทาน	รับประทานเป็นประจำ	18
	2 ครั้ง ต่อสัปดาห์	5
	3-4 ครั้ง ต่อสัปดาห์	3
	มากกว่า 4 ครั้ง ต่อสัปดาห์	10
	รับประทานเป็นครั้งคราว	45
	1 ครั้ง ต่อสัปดาห์	33
	2-3 ครั้ง ต่อเดือน	5
	1 ครั้ง ต่อเดือน	7
	รับประทานนาน ๆ ครั้ง	37

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อมูล	รายละเอียด	ร้อยละ
สถานที่ซื้อผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่น	ร้านอาหาร/ภัตตาคาร	27
	ร้านอาหารฟาสต์ฟูดส์	29
	ซุปเปอร์มาร์เก็ต เช่น Lotus	29
	ร้านสะดวกซื้อ	15
ข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองแช่เยือกแข็ง		
ความสนใจในผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นที่ได้รับการพัฒนา		
	สนใจ	78
	ไม่สนใจ	22
ลักษณะรูปร่างของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ		
	ปูทั้งตัว	24
	หั่นเป็น 2 ชิ้น ต่อตัว	12
	แยกออกเป็นแต่ละส่วน	23
	หั่นเป็น 4 ชิ้นต่อตัว	41
รสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ	เค็มนำเล็กน้อย	33
	เค็มนำและหวานเล็กน้อย	44
	จืด ๆ	9
	มีกลิ่นรสพริกไทยจัด	8
	มีกลิ่นสมุนไพรอื่น ๆ	6
ความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว		
	ซื้อ	68
	ไม่แน่ใจ	22
	ไม่ซื้อ	10

2. <u>การเตรียมเปลือกถั่วเหลืองเพื่อใช้เป็นแหล่งใยอาหาร</u>

ผลการทดลองเตรียมเปลือกถั่วเหลือง แสดงในตารางที่ 3 พบว่า ได้ผลผลิตร้อยละ 14.01 ความชื้นร้อยละ 5.02 ค่า A_w = 0.15 ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวจะสามารถรักษาวัตถุดิบได้นานและสามารถป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ (สมบัติ, 2529) การเตรียมตามวิธีการดังกล่าวจึงมีความเหมาะสม

<u>ตารางที่ 3</u> ผลผลิตจากการเตรียมเปลือกถั่วเหลือง ดัดแปลงจากวิธีของ นงลักษณ์ (2542)

น้ำหนักเปลือกสด (ก่อนอบ) กรัม	น้ำหนักเปลือก (หลังอบ) กรัม	Yield (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	A_w
300	43.71	14.57	4.95	0.15
	40.43	13.47	5.05	0.14
	41.99	13.99	5.07	0.15
ค่าเฉลี่ย	42.04	14.01	5.02	0.15

3. <u>การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ</u>

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปูนิ่ม พบว่าปูนิ่มมีโปรตีนร้อยละ 12.44 ไขมันร้อยละ 1.92 ใยอาหารร้อยละ 1.27 เถ้าร้อยละ 2.46 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 0.31 และความชื้นร้อยละ 81.6 แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของปูนิ่ม

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
ทางเคมี	
โปรตีน	12.44
ไขมัน	1.92
ใยอาหาร	1.27
เถ้า	2.46
คาร์โบไฮเดรต	0.31
ปริมาณแคลเซียม	0.36
ความชื้น	81.60

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกถั่วเหลือง แสดงในตารางที่ 5 พบว่ามีโปรตีนร้อยละ 8.23 ไขมันร้อยละ 1.00 ใยอาหารร้อยละ 46.64 เถ้าร้อยละ 3.53 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 35.57 ความชื้นร้อยละ 5.02 ค่า A_w = 0.14 ค่าสี L* = 78.26 a* = 3.02 b* = 18.22 เมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวเจ้า ซึ่งผู้วิจัยมีความประสงค์จะทดลองทดแทนด้วยเปลือกถั่วเหลืองป่น พบว่ามีโปรตีนร้อยละ 6.4 ไขมันร้อยละ 0.8 ใยอาหารร้อยละ 0.3 เถ้าร้อยละ 0.6 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 80.4 และความชื้นร้อยละ 11.8 (กรมอนามัย, 2535) จะเห็นว่าเปลือกถั่วเหลืองป่นมีใยอาหารสูงกว่าแป้งข้าวเจ้าถึง 155.46 เท่า ในขณะที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำกว่าแป้งข้าวเจ้า 2.27 เท่า ดังนั้นการนำเปลือกถั่วเหลืองมาใช้เป็นแหล่งใยอาหารจึงเป็นทางเลือกที่ดีและมีเหตุผลเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีการนำเปลือกถั่วเหลืองมาทดแทนแล้วยังสามารถให้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการได้

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพของเปลือกถั่วเหลืองผงเปรียบเทียบกับแป้งข้าวเจ้า

องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพ	เปลือกถั่วเหลืองผง	แป้งข้าวเจ้า (กรมอนามัย, 2535)
ทางเคมี		
โปรตีน (ร้อยละ)	8.23	6.4
ไขมัน (ร้อยละ)	1.00	0.8
ใยอาหาร (ร้อยละ)	46.64	0.3
เถ้า (ร้อยละ)	3.53	0.6
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	35.57	80.4
ความชื้น (ร้อยละ)	5.02	11.8
ทางกายภาพ		
ค่า A_w	0.14	-
ค่าสี		
L*	78.26	-
a*	3.02	-
b*	18.22	-

ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพโดยการวัดค่าความหนืดของเปลือกถั่วเหลืองผงและแป้งข้าวเจ้า แสดงในตารางที่ 6 พบว่า เปลือกถั่วเหลืองมีความหนืดสูงสุดน้อยกว่าแป้งข้าวเจ้า จากผลดังกล่าวนี้สอดคล้องกับปริมาณแป้งในเปลือกถั่วเหลืองที่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณแป้งที่พบในแป้งข้าวเจ้า โดยความหนืดที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากส่วนของใยอาหารในเปลือกถั่วเหลืองเป็นหลัก จากรายงานของ Ang *et al*. (1991) พบว่าผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีของเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลือง โดยการตรวจสอบ starch ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน พบว่าเซลลูโลสจากเปลือกถั่วเหลืองให้ผลเป็นลบ (negative) ซึ่งแสดงว่ามีปริมาณของส่วนที่เป็น starch น้อยมากหรือไม่พบเลยในการตรวจสอบ

จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเปลือกถั่วเหลืองและแป้งข้าวเจ้า พบว่าเปลือกถั่วเหลืองให้ค่าความหนืดสุดท้ายและค่าเซตแบคสูงกว่า แสดงให้เห็นว่าเปลือกถั่วเหลืองมีโอกาสเกิด

รีโทรเกรเดชั่นมากกว่าแป้งข้าวเจ้า ส่วนอุณหภูมิและเวลาในการเกิดความหนืด พบว่าน้อยกว่าแป้งข้าวเจ้า คือ 4.73 นาที และ 50.08 องศาเซลเซียสในเปลือกถั่วเหลืองป่น และ 5.85 นาที ที่ 79.95 องศาเซลเซียสในแป้งข้าวเจ้า ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของเปลือกถั่วเหลืองป่นจึงเหมาะกับการเก็บรักษาแบบแช่เยือกแข็งมากกว่ากว่าการแช่เย็น ซึ่งจะลดภาวะการเกิดรีโทรเกรเดชั่นได้

ตารางที่ 6 ค่าเคมีกายภาพของเปลือกถั่วเหลืองผงเปรียบเทียบกับแป้งข้าวเจ้า

คุณสมบัติ*	เปลือกถั่วเหลืองผง	แป้งข้าวเจ้า
Peak1 (cP)	1,688.67±105.43	3,304.67±30.24
Through (cP)	1,554.33±60.93	2,254.00±26.85
Breakdown (cP)	134.33±46.26	1,050.67±23.63
Final Visc (cP)	5,421.67±159.02	4,754.33±59.69
Setback (cP)	3,867.33±219.21	2,500.33±81.53
Peak Time (min)	4.73±0.07	5.85±0.04
Pasting Temp (^{o}c)	50.08±0.06	79.95±0.09

หมายเหตุ *

ค่า Peak 1 คือ ความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) หน่วยเป็น อาร์. วี. ยู.

ค่า Through (ความทนต่อการกวน) คือ ความหนืดต่ำสุดของแป้งหลังจากเกิดความข้นหนืดสูงสุดที่เครื่องวัดได้ หน่วยเป็น อาร์. วี. ยู.

ค่า Breakdown คือ เป็นผลต่างระหว่างความหนืดสูงสุด กับ ความทนต่อการกวน หน่วยเป็น อาร์. วี. ยู.

ค่า Final Visc. คือ ค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งที่เครื่องวัดได้ หน่วยเป็น อาร์. วี. ยู.

ค่า Setback คือ เป็นค่าผลต่างระหว่างความหนืดสุดท้ายลบด้วยความหนืดที่คงทนต่อการกวน หน่วยเป็น อาร์. วี. ยู.

ค่า Peak Time คือ เวลาที่เครื่องวัดความหนืดแรกของแป้งได้ หน่วยเป็น นาที

ค่า Pasting Temp คือ อุณหภูมิเริ่มต้นของความหนืด หน่วยเป็น องศาเซลเซียส

4. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมวัตถุดิบ

การทดลองนี้ไม่ได้มีการใช้วัตถุดิบที่ไม่ผ่านการลวกเนื่องจากปูนิ่มเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณความชื้นสูงและไม่สม่ำเสมอ จากการแช่ในน้ำจืดหลังการเก็บเกี่ยวทำให้ยากต่อการควบคุมผลิตภัณฑ์หลังการแปรรูป รวมทั้งได้มีรายงานถึงผลของการลวกโดย ลักขณา (2539) กล่าวไว้ว่า การลวกกุ้งก่อนการชุบน้ำแป้งจะทำให้กุ้งมีเนื้อเหนียวขึ้น ไม่เละ หรือยุบง่ายในระหว่างการแช่เยือกแข็ง ทั้งยังช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย ปัจภรณ์ (2546) รายงานว่าการใช้อุณหภูมิกึ่งกลางชิ้นแฮมในช่วง 71-80 องศาเซลเซียส ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมจากปลาสวายเป็นอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงที่แนะนำว่าผลิตภัณฑ์ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค การทดลองนี้มีการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการลวกปูนิ่ม 3 ระดับ คือ 1 2 และ 3 นาที จากการทดลองพบว่า การลวกที่ 1 นาที น้ำเดือดทำให้อุณหภูมิกึ่งกลางชิ้นปู เท่ากับ 71 องศาเซลเซียส จากการทดสอบคุณภาพ พบว่าที่สภาวะการลวกวัตถุดิบ 2 นาที ให้ร้อยละการเคลือบเกาะติดของน้ำแป้งสูงสุดคือ ร้อยละ 51.98 แสดงในตารางที่ 7 จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส คะแนนการยอมรับทางด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวกทั้ง 3 ระยะเวลา พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นที่ลวกที่ระยะเวลา 2 นาที ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่น และความชอบรวมสูงกว่าที่ลวกที่ระยะเวลาอื่น ๆ ส่วนคะแนนด้านกลิ่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) แม้ว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมสูงสุด แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทั้ง 3 ชุดการทดลอง ($P > 0.05$) และเมื่อพิจารณาควบคู่กับร้อยละการเกาะติดของแป้ง จึงเลือกเวลา 2 นาทีเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการลวกวัตถุดิบเพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 7 ผลของระยะเวลาลวกปูนิ่มที่มีต่อปริมาณความชื้นและการเกาะติดของแป้ง

น้ำหนักวัตถุดิบ (กรัม)	ระยะเวลาในการลวก(นาที)	น้ำหนักหลังลวก (กรัม)	ความชื้น (ร้อยละ)	การเกาะติด (ร้อยละ)
300	1	265.71	79.91	49.44
	2	253.36	79.60	51.98
	3	236.46	77.63	50.02

ตารางที่ 8 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่น ซึ่งลวกที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ลักษณะที่ทดสอบ	คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส		
	ลวก 1 นาที	ลวก 2 นาที	ลวก 3 นาที
สี^{ns}	7.10±0.71	7.20±0.61	7.30±0.92
กลิ่น	6.67±1.26^{ab}	6.90±1.16^{a}	6.20±1.09^{b}
รสชาติ^{ns}	6.40±1.38	6.47±1.04	6.43±0.62
เนื้อสัมผัส^{ns}	6.50±1.22	6.50±1.07	6.03±1.23
ความชอบรวม^{ns}	6.80±1.35	6.95±1.18	6.80±0.60

ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างยิ่ง($P \leq 0.01$)

5. การศึกษาปริมาณเปลือกถั่วเหลืองที่เหมาะสมในการผลิตแป้งชุบ

การคัดเลือกสูตรการผลิตน้ำแป้งชุบ มีการวางแผนการทดลองแบบมิกซ์เจอร์ดีไซน์ (ไพโรจน์, 2535) ได้สูตรทดลองผลิตน้ำแป้งที่ประกอบด้วย แป้งสาลี เปลือกถั่วเหลืองบด และแป้งมันสำปะหลังดัดแปร แตกต่างกัน 5 สูตร ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 9 และตารางผนวกที่ 2 พบว่ากลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแป้งทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สูตร 1 สูตร 2 และสูตร 4 ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงกว่า สูตร 2 สูตร 5 และสูตรพื้นฐาน จึงได้คัดเลือกสูตร 1 เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป เนื่องจากสามารถใช้เปลือกถั่วเหลืองป่นได้มากกว่าและให้ปริมาณใยอาหารที่สูงกว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 โดยสูตรที่ 1 ประกอบด้วย ส่วนผสมของ แป้งสาลีร้อยละ 70 เปลือกถั่วเหลือง ร้อยละ 25 และแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ร้อยละ 5

ตารางที่ 9 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นที่ผลิตจากแป้ง 6 สูตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส					
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตรพื้นฐาน
สี	7.20±1.10^{b}	7.70±0.78^{a}	7.20±1.00^{b}	7.05±1.22^{b}	6.90±1.20^{b}	7.90±0.68^{a}
กลิ่น^{ns}	7.20±0.96	7.50±0.84	7.40±0.92	7.30±1.16	7.05±1.09	7.40±0.95
รสชาติ	7.50±1.10^{a}	7.80±0.88^{a}	7.30±1.10^{ab}	7.20±0.86^{ab}	6.90±1.03^{b}	7.30±0.84^{ab}
เนื้อสัมผัส	7.50±0.67^{ab}	7.80±0.71^{a}	7.30±0.69^{bc}	7.20±1.03^{bc}	7.00±0.93^{c}	7.12±0.88^{bc}
ความชอบรวม	7.20±1.66^{ab}	7.70±0.85^{a}	7.10±1.00^{bc}	7.30±0.97^{ab}	6.67±1.14^{c}	6.99±1.23^{bc}

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$)
สูตร 1-5 เป็นสูตรที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบ mixture design
สูตรพื้นฐาน (ดวงเดือน, 2543) แสดงในภาคผนวก ง (ง1)

จากนั้นได้ทำการทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี just about right scale ร่วมกับการทดสอบความชอบ ปรับปรุงรสชาติในส่วนของน้ำหมักปู การหมักปูด้วยน้ำหมักก่อนจะช่วยคงลักษณะรสชาติของปูให้สม่ำเสมอมากขึ้น ทำการพัฒนาด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในด้านรสหวาน โดยแปรปริมาณน้ำตาลทรายเป็น 3 ระดับ คือ 15 16 และ 17% ของส่วนผสมน้ำปรุงรสทั้งหมด คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส แสดงในภาคผนวก ค7 และภาคผนวก ค8 และกลิ่นเครื่องเทศ โดยแปรปริมาณพริกไทยเป็น 3 ระดับ คือ 7 7.5 และ 8% ของส่วนผสมน้ำปรุงรสทั้งหมด แสดงในภาคผนวก ค9 และ ภาคผนวก ค10 จนได้สูตรเป็นที่ยอมรับและเป็นที่พอใจของผู้บริโภค แสดงในภาพที่ 3 วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่าง ตามวิธีของ Duncan New Multiple Range Test (DMRT) การวิเคราะห์ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป

6. <u>ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอดหลังการแช่เยือกแข็ง</u>

การศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทอดหลังการแช่เยือกโดยใช้ไนโตรเจนเหลว และเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน โดยศึกษาอุณหภูมิการทอด 2 ระดับ คือ 160 และ 170 องศาเซลเซียส และเวลา 3 ระดับ คือ 2 3 และ 4 นาที คัดเลือกอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม โดยพิจารณาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หลังทอด ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงในตารางที่ 10 และตารางผนวก ค3 พบว่า อุณหภูมิของการทอดและปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการทอดมีผลต่อ คุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ส่วนเวลาในการทอดมีผลต่อคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่า ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เวลา 4 นาที ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด ดังนี้ ลักษณะปรากฏ 7.48$\pm$0.46 สี 7.78$\pm$0.65 กลิ่น 7.35$\pm$0.44 ลักษณะเนื้อสัมผัส 7.58$\pm$0.46 และความชอบรวม 7.57$\pm$0.5 ส่วนที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส 2 นาที และ 170 องศาเซลเซียส 4 นาที ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีอ่อนมากหรือเข้มมาก ได้คะแนนในด้านคุณลักษณะความชอบรวม 5.12$\pm$0.74 และ 4.9$\pm$0.88 ตามลำดับ

ลักขณา (2539) พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการทอดผลิตภัณฑ์กุ้งชุบแป้งทอดแช่เยือกแข็ง คือ ที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส เวลา 3.5 นาที โดยผลิตภัณฑ์มีความกรอบของแป้งสูง การอมน้ำมันต่ำ เนื้อสัมผัสของกุ้งไม่เหนียวหรือแข็งกระด้างเกินไป ขณะที่ดวงเดือน (2543) ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทอดผลิตภัณฑ์หอยแมลงภู่ชุบแป้งและขนมปังป่น พบว่า อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมโดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสี กลิ่น รสชาติที่ดี รสชาติกลมกล่อม เนื้อสัมผัสไม่เหนียวหรือแข็งกระด้างเกินไป และอังคณา (2546) ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทอดนักเกตแช่เยือกแข็งจากปลาโอลาย พบว่าอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เวลา 4 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสมต่อการทอด เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏ สี ความกรอบของแป้ง และความชอบรวมสูง จากผลการศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการทอดปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่น มีอุณหภูมิและระยะเวลาในการทอดที่เหมาะสมใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์นักเกตปลาโอลายแช่แข็ง ซึ่งน่าจะมีสาเหตุจากลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน และที่สภาวะดังกล่าวทำให้ผลิตภัณฑ์หลังทอดมีลักษณะที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด การกำหนดเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ทอดมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณ

ความชื้นเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ ปริมาณความชื้นสุดท้าย ชนิด ขนาดและรูปร่างของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ต่างชนิดกันจะใช้อุณหภูมิและเวลาในการทอดแตกต่างกัน จากการทดลองนี้การทอดผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส 4 นาที จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวมดีที่สุด จึงเลือกใช้อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เวลา 4 นาที ในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 10 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสเมื่อแปรอุณหภูมิและเวลาในการทอดปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่แข็งที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

อุณหภูมิ	เวลา (นาที)	คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
160	2	5.28±0.80^{d}	4.70±0.80^{d}	6.20±0.61^{d}	6.53±0.52^{c}	4.63+0.85^{d}	5.12+0.74^{e}
160	3	6.62+0.55^{c}	6.28+0.69^{c}	6.83+0.59^{c}	6.90+0.55^{b}	7.15+0.68^{b}	6.68+0.64^{c}
160	4	7.48+0.46^{a}	7.78+0.65^{a}	7.35+0.44^{a}	7.40+059^{a}	7.58+0.46^{a}	7.57+0.5^{a}
170	2	7.00+0.69^{b}	6.53+0.51^{bc}	6.93+0.87^{bc}	7.53+0.45^{a}	7.42+0.84^{ab}	5.98+0.68^{d}
170	3	6.55+0.98^{c}	6.68+0.58^{b}	7.20+0.85^{ab}	7.63+0.93^{a}	7.30+0.95^{ab}	7.15+0.93^{b}
170	4	5.07+0.83^{d}	4.53+0.73^{d}	5.85+0.44^{e}	6.93+0.52^{b}	5.60+0.67^{c}	4.90+0.88^{e}

ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$)

<u>ภาพที่ 3</u> กระบวนการผลิตปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

7. <u>การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว</u>

การวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว แสดงผลดังตารางที่ 11 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีก่อนทอดเป็น สีขาว มีค่าความสว่าง L* เท่ากับ 70.14 ค่าสีแดง a* เท่ากับ 3.27 และค่าความเป็นสีเหลือง b* เท่ากับ 16.42 ค่าสีของผลิตภัณฑ์หลังทอดเป็นสีเหลืองอมน้ำตาล มีค่าความสว่าง L* เท่ากับ 41.23 ค่าสีแดง a* เท่ากับ 12.31 และค่าความเป็นสีเหลือง b* เท่ากับ 26.61 น้ำหนักแป้งที่เกาะติดเป็นร้อยละ 55.84 ค่าความแข็งของแป้งเท่ากับ 3.09 นิวตัน ค่าแรงตัดขาดของเนื้อปูนิ่มเท่ากับ 66.75 นิวตัน น้ำหนักต่อ 1 ชิ้น ประมาณ 25 กรัม องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร เถ้า และคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์ก่อนทอดเท่ากับ ร้อยละ 66.67 9.80 0.36 3.19 0.30 และ 19.68 ตามลำดับ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 4.3×10^3 ซึ่งมีจำนวนน้อยกว่าที่มาตรฐานอาหารทะเลแช่แข็งกำหนดไว้ กล่าวคือไม่เกิน 10^6 โคโลนี / กรัม และไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว มีใยอาหารเพิ่มขึ้นมากกว่าสูตรพื้นฐาน 5.9 เท่า ซึ่งจากการผลทดลองดังกล่าวทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มมากขึ้นและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

<u>ตารางที่ 11</u> คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

ปัจจัยคุณภาพ	สูตรพื้นฐาน	สูตรที่ได้รับการพัฒนา
<u>ทางกายภาพ</u>		
ค่าสีก่อนทอด		
L*	69.80	70.14
a*	1.99	3.27
b*	14.67	16.42
ค่าสีหลังทอด		
L*	51.53	41.23
a*	8.47	12.31
b*	33.88	26.61

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพ	ผลิตภัณฑ์สูตรพื้นฐาน	ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนา
ทางกายภาพ		
น้ำหนักแป้งที่เกาะติด (ร้อยละ)	52.22	55.84
ความหนืดแป้งชุบ (เซนติพอยส์)	1250.67	1666.67
ความแข็งของแป้ง (นิวตัน)	2.68	3.09
ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)	49.56	66.75
น้ำหนักต่อชิ้น (กรัม)	25.03	25.52
ทางเคมี		
ความชื้น (ร้อยละ)	65.68	66.67
โปรตีน (ร้อยละ)	9.67	9.80
ไขมัน (ร้อยละ)	0.71	0.88
ใยอาหาร (ร้อยละ)	0.54	3.19
เถ้า (ร้อยละ)	0.28	0.30
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	23.13	19.68
ทางจุลชีววิทยา		
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/กรัม)	-	$4.3x10^3$
ยีสต์และรา (CFU/กรัม)	-	<10
E.coli (MPN/กรัม)	-	ไม่พบ
Salmonella sp.(ตัวอย่าง 25 กรัม)	-	ไม่พบ
Staphylococcus aures (ตัวอย่าง 25 กรัม)	-	ไม่พบ
Vibrio cholerae (ตัวอย่าง 25 กรัม)	-	ไม่พบ
Vibrio Parahaemolyticus (ตัวอย่าง 1 กรัม)	-	ไม่พบ
Bacillus cereus (ตัวอย่าง 1 กรัม)	-	ไม่พบ

8. <u>การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์</u>

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โดยนำผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองที่พัฒนาแล้วบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติในถุงพลาสติก OPP ความหนา 80 ไมครอน และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ทำการแช่แข็งแบบไครโอจินิกโดยใช้ไนโตรเจนเหลว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ-18 องศาเซลเซียส ประเมินปัจจัยคุณภาพทุก ๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 6 เดือน โดยประเมินคุณภาพทางเคมี จุลชีววิทยา และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

8.1 คุณภาพทางเคมี

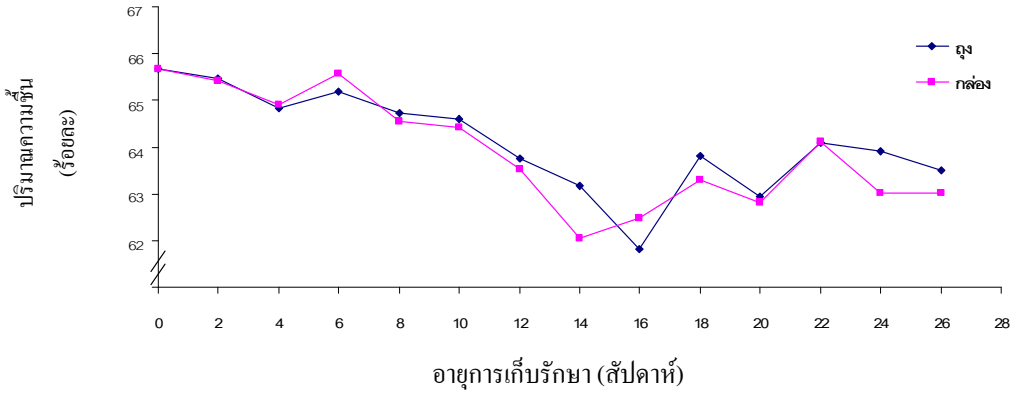
ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น และค่า TBA

8.1.1 ปริมาณความชื้น

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติ ในบรรจุภัณฑ์ 2 แบบ คือ ถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เป็นเวลา 6 เดือน แสดงในภาพที่ 4 และตารางผนวกที่ 4 พบว่าปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 66.67$\pm$0.07 และความชื้นระหว่างการเก็บรักษามีแนวโน้มลดลงระหว่างการเก็บรักษา และในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติก OPP มีความชื้นร้อยละ 64.5$\pm$0.03 และที่บรรจุในกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน มีความชื้นร้อยละ 64.02$\pm$0.05 ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสความชอบด้านลักษณะปรากฏที่มีคะแนนความชอบลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์แห้งกระด้างเล็กน้อย จึงทำให้ค่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสลดลง

ดวงเดือน (2543) ศึกษาการเก็บรักษาหอยแมลงภู่ชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งบรรจุในถุง PE และใส่กล่องเคลือบไข พบว่าความชื้นระหว่างการเก็บรักษามีแนวโน้มลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 28

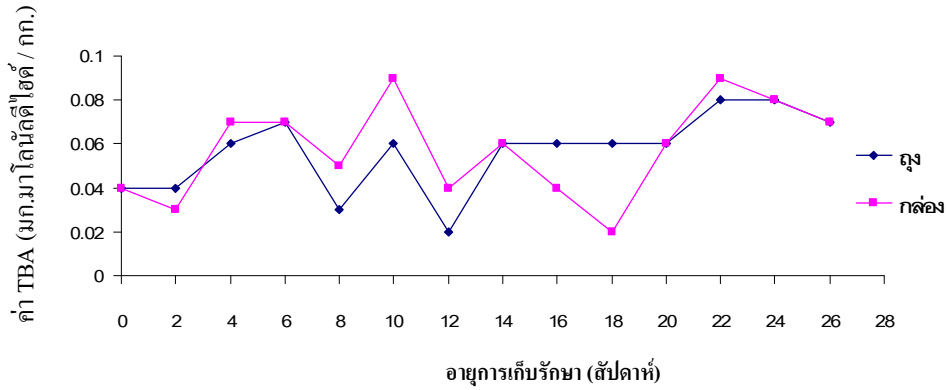
อังคณา (2546) รายงานว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์นักเกตปลาโอลายที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศเป็นเวลา 4 เดือน พบว่า สภาวะการบรรจุ อายุการเก็บรักษา และอิทธิพลร่วมระหว่างสภาวะการบรรจุ และอายุการเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณความชื้น



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองแช่เยือกแข็ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

8.1.2 ค่า TBA

ค่า TBA เป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางด้านเคมี สามารถบ่งบอกถึงความหืนของผลิตภัณฑ์ ความหืนเป็นกลิ่นซึ่งมีลักษณะที่ไม่ต้องการ เนื่องจากทำให้เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติ ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งในบรรจุภัณฑ์ 2 แบบ แสดงในภาพที่ 5 และตารางผนวก ค5 ตั้งแต่เริ่มเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติก OPP มีค่า TBA เท่ากับ 0.04 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม และในบรรจุภัณฑ์กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน มีค่า TBA เท่ากับ 0.04 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น พบว่าค่า TBA มีค่าเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 26 พบว่าค่า TBA เท่ากับ 0.07 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 แบบ การที่ค่า TBA เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น อาจเป็นผลมาจากปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมันหรือไฮโดรไลซิสของส่วนที่เป็นไขมัน ซึ่งค่า TBA ที่ได้จะนำไปพิจารณาควบคู่กับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองแช่เยือกแข็ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

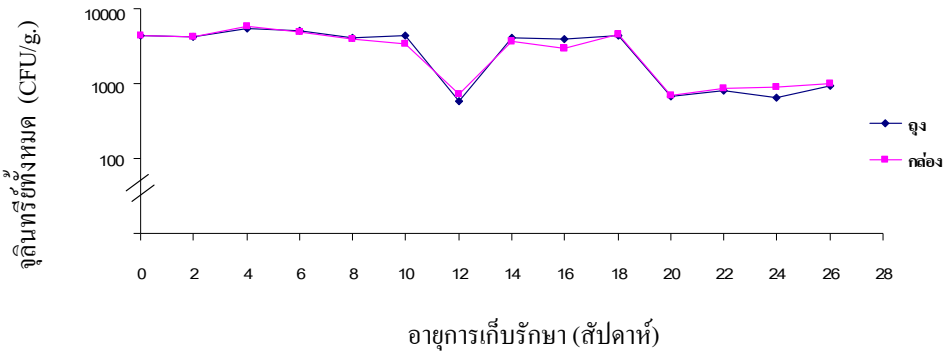
พบว่าจากการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพอลิโพรพิลีน และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เมื่อทำการเก็บรักษา เป็นเวลา 26 สัปดาห์ ปริมาณความชื้น และค่า TBA มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพที่ 4 และ ภาพที่ 5 ดังนั้นจากผลดังกล่าวอาจเลือกใช้กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีนเพื่อใช้ในการผลิตจริง เนื่องจากมีราคาถูกกว่า คือ 1.50 บาท/กล่อง และยังช่วยประหยัดพื้นที่ในการเก็บรักษา ซึ่งถุงพอลิโพรพิลีน ราคา 2 บาท/ถุง

8.2 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพจุลชีววิทยา ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา

8.2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้น 4.3×10^3 CFU/กรัม จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น และในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีนมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด < 30 CFU/กรัม ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาสดแช่เยือกแข็ง กำหนดให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10^6 CFU/กรัม แสดงในภาพที่6 และตารางผนวก ค6



ภาพที่ 6 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีนที่อุณหภูมิ –18 องศาเซลเซียส

8.2.2 จำนวนยีสต์และรา

อาหารทะเลชุบแป้งและขนมปังป่นอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อราจากวัตถุดิบ เช่น แป้ง ขนมปังป่น เครื่องปรุงรส เครื่องเทศต่าง ๆ ผลการศึกษาตลอดอายุการเก็บรักษา พบว่าผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นในบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน มีจำนวนยีสต์รา น้อยกว่า 10 โคโลนี / กรัม แสดงในตารางผนวก ค6 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรมแป้งผสมสำหรับอาหารทอดซึ่งกำหนดราไม่เกิน 100 โคโลนี / กรัม

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะชะงักการเจริญเติบโต เนื่องจากอุณหภูมิต่ำทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีและเอนไซม์ทำงานช้าลงหรือหยุดกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Keizer, 1995) จำนวนจุลินทรีย์จึงมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งนานขึ้น

8.3 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ด้านลักษณะปรากฏก่อนทอด แสดงในภาพที่ 7 และตารางผนวก ค10 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์เริ่มต้น ดังนี้

ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุถุงพลาสติก OPP มีคะแนนความชอบเท่ากับ 4.93±0.26 ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน มีคะแนนความชอบเท่ากับ 4.8±0.41 อยู่ในระดับชอบถึงชอบมาก และเมื่อเก็บรักษาต่อไปคะแนนการยอมรับมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาจนถึง 26 สัปดาห์ ผู้ทดสอบยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติก OPP มีคะแนนความชอบเท่ากับ 3.27±0.46 และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน มีคะแนนความชอบเท่ากับ 3.47±0.52 ซึ่งผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 26 สัปดาห์ และพบว่าสภาวะการบรรจุไม่มีผลต่อคะแนนความชอบ ($P>0.05$) แต่อายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อคะแนนความชอบซึ่งมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ($P\leq0.01$)

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังปั่นแช่เยือกแข็งที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ด้านลักษณะปรากฏหลังทอด แสดงในภาพที่ 8 และตารางผนวก ค 14 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์เริ่มต้น ดังนี้ ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุถุงพลาสติก OPP มีคะแนนความชอบเท่ากับ 4.87±0.35 ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน มีคะแนนความชอบเท่ากับ 4.73±0.46 อยู่ในระดับชอบถึงชอบมาก และเมื่อเก็บรักษาต่อไปคะแนนการยอมรับมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาจนถึง 26 สัปดาห์ ผู้ทดสอบยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติก OPP มีคะแนนความชอบเท่ากับ 3.33±0.46 และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน มีคะแนนความชอบเท่ากับ 3.40±0.51 ซึ่งผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 26 สัปดาห์ และพบว่าสภาวะการบรรจุไม่มีผลต่อคะแนนความชอบ ($P>0.05$) แต่อายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อคะแนนความชอบซึ่งมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ($P\leq0.01$)

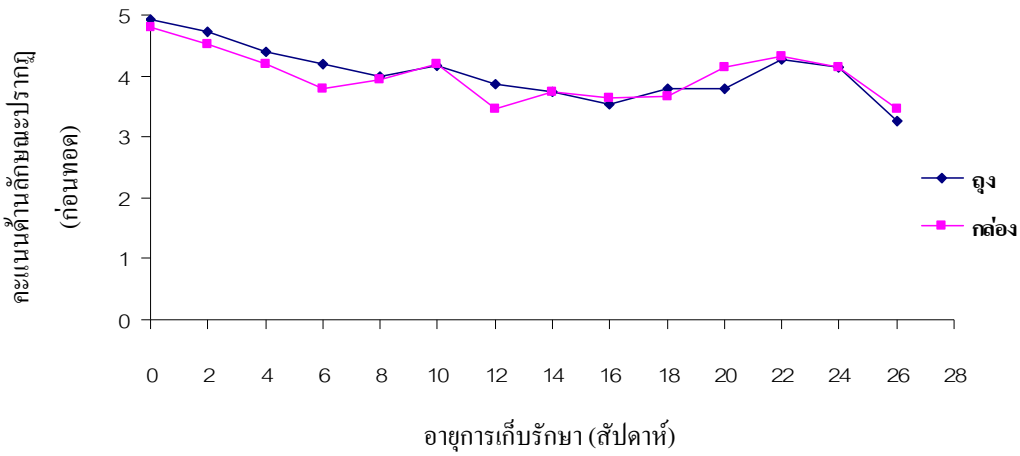
ผลการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและ ขนมปังปั่นแช่เยือกแข็งที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ก่อนทอด แสดงในภาพที่ 9 และ ตารางผนวก ค12 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์เริ่มต้น ดังนี้ ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุถุงพลาสติก OPP มีคะแนนด้านคุณลักษณะปรากฏก่อนทอด มีคะแนนการยอมรับ เท่ากับ 5±0.00 ผลิตภัณฑ์ไม่มีการเปลี่ยนสี และไม่มีกลิ่นหืน และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 5±0.00 และเมื่อเก็บรักษาต่อไป คะแนนการยอมรับมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตามระยะเวลาการเก็บรักษาจนถึง 26 สัปดาห์ ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุถุงพลาสติก OPP มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 4.47±0.52 และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ

4.4±0.51 ซึ่งผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 26 สัปดาห์ และพบว่าสภาวะการบรรจุไม่มีผลต่อคะแนนความชอบ ($P>0.05$) แต่อายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อคะแนนความชอบซึ่งลดลงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ($P\leq0.01$)

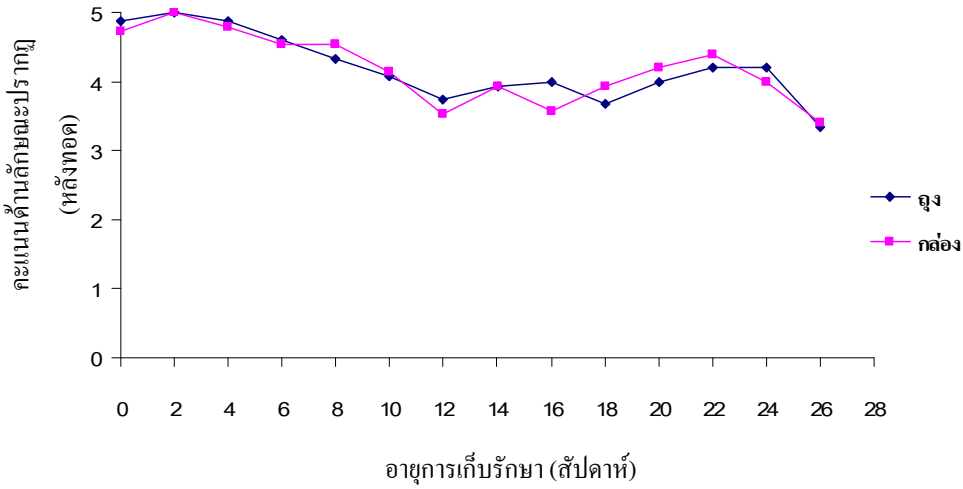
ผลการประเมินคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งที่ได้รับการพัฒนาแล้วหลังทอด พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสของแป้งชุบทอด ความรู้สึกเมื่อเคี้ยวแป้งและกลืนและเนื้อสัมผัสของปูนิ่ม แสดงในภาพที่ 10-15 และตารางผนวก ค16 พบว่า ผลิตภัณฑ์เริ่มต้นมีคุณลักษณะดังนี้ ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติก OPP มีสีเหลืองทอง (5.00±0.00) มีกลิ่นหอมน่ารับประทาน (5.00±0.00) มีรสชาติกลมกล่อม (5.00±0.00) เนื้อสัมผัสแป้งกรอบพอเหมาะ (5.00±0.00) ความรู้สึกเมื่อเคี้ยวแป้งและกลืน มีลักษณะเหมือนผลิตภัณฑ์แป้งชุบทั่วไปไม่สากลิ้นหรือฝืดคอจากเส้นใยอาหารที่เพิ่มขึ้น (5.00±0.00) เนื้อสัมผัสของปู มีความเหนียวนุ่ม (4.93±0.26) ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน มีสีเหลืองทอง (5.00±0.00) มีกลิ่นหอมน่ารับประทาน (5.00±0.00) มีรสชาติกลมกล่อม (5.00±0.00) เนื้อสัมผัสแป้งกรอบพอเหมาะ (5.00±0.00) ความรู้สึกเมื่อเคี้ยวแป้งและกลืนมีลักษณะเหมือนผลิตภัณฑ์แป้งชุบทั่วไปไม่สากลิ้นหรือฝืดคอจากใยอาหารที่เพิ่มขึ้น (5.00±0.00) เนื้อสัมผัสของปู มีความเหนียวนุ่ม (4.93±0.51) และระหว่างการเก็บรักษาจนถึง 26 สัปดาห์ พบว่าคะแนนทุกลักษณะมีแนวโน้มลดลง และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณลักษณะ ดังนี้ ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติก OPP มีสีน้ำตาลเข้มเล็กน้อย (3.73±0.70) มีกลิ่นหอมเล็กน้อย (4.07±0.7) มีรสชาติจืดหรือไม่มีรสชาติ (3.8±0.68) เนื้อสัมผัสแป้งไม่ค่อยกรอบหรือนิ่มเล็กน้อย (3.67±0.72) ความรู้สึกเมื่อเคี้ยวแป้งและกลืนจะสากลิ้นและฝืดคอบ้าง (3.2±0.41) และเนื้อปูมีความนุ่มและชุ่มด้วยน้ำ (3.2±0.41) ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในกล่องพลาสติกพอลิอทิลีน มีสีน้ำตาลเข้มเล็กน้อย (3.33±0.49) กลิ่นหอมเล็กน้อย (3.87±0.74) มีรสชาติจืดหรือไม่มีรสชาติ (3.73±0.70) เนื้อสัมผัสแป้งไม่ค่อยกรอบหรือนิ่มเล็กน้อย (3.73±0.70) ความรู้สึกเมื่อเคี้ยวแป้งและกลืนจะสากลิ้นและฝืดคอบ้าง (3.47±0.52) และเนื้อปูมีความนุ่มและชุ่มด้วยน้ำ (3.2±0.41) และพบว่าสภาวะการบรรจุ ไม่มีผลต่อคะแนนด้านคุณลักษณะ ($P>0.05$) แต่อายุการเก็บรักษามีผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น ($P\leq0.01$) จากผลดังกล่าวผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้วสามารถเก็บได้นานกว่า 26 สัปดาห์ เนื่องจากคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสยังมีค่ามากกว่า 3 ถือว่าผู้ทดสอบยังยอมรับได้

ดวงเดือน (2543) ศึกษาการผลิตและการเก็บรักษาหอยแมลงภู่ชุบแป้งและขนมปังป่นที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนและใส่กล่องเคลือบไข พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์นานกว่า 28 สัปดาห์

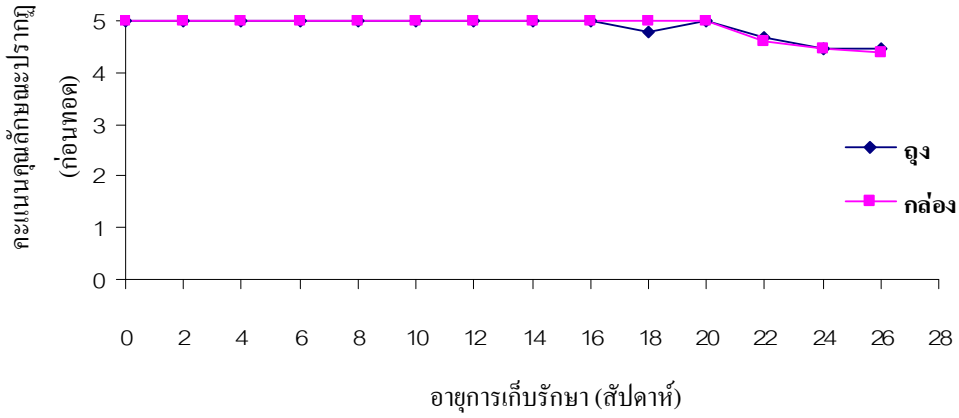
อังคณา (2546) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเกตแช่เยือกแข็งจากปลาโอลายที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติ และสุญญากาศประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 เดือน ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ พบว่าสภาวะการบรรจุ และอิทธิพลร่วมระหว่างสภาวะการบรรจุและอายุการเก็บรักษาไม่มีผลต่อคะแนนด้านลักษณะปรากฏ ($P>0.05$) แต่คะแนนความชอบมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ($P\leq0.05$) การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นักเกตปลาโอลายในสภาวะบรรยากาศปกติ และสุญญากาศยังคงลักษณะปรากฏที่ผู้ทดสอบยอมรับได้ในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.60 ± 1.07 ในสภาวะบรรยากาศปกติ และ 6.70 ± 0.82 ในสภาวะสุญญากาศ โดยผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงสีของแป้งชุบทอดเล็กน้อย ชิ้นของเกล็ดขนมปังป่นติดอยู่หรือหลุดบางส่วน



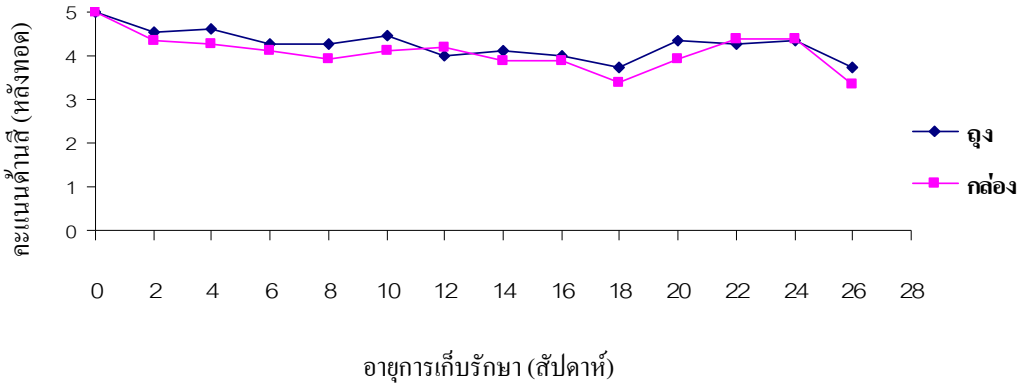
ภาพที่ 7 คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองก่อนทอด ในถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส



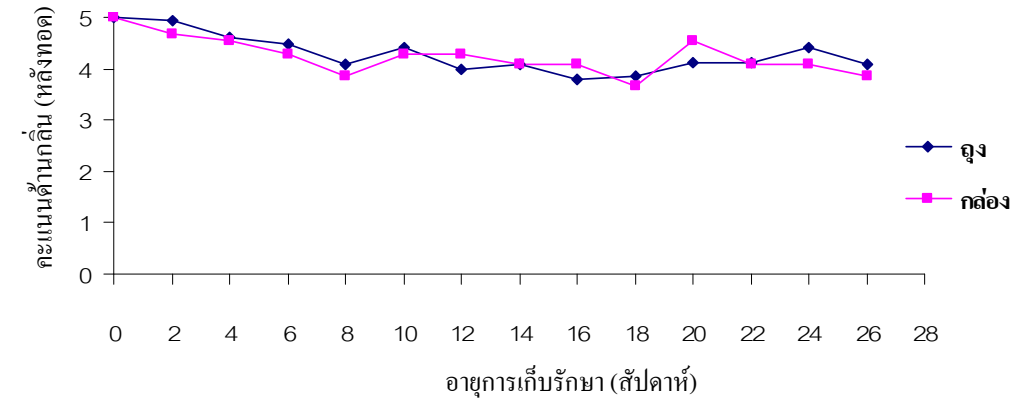
ภาพที่ 8 คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส



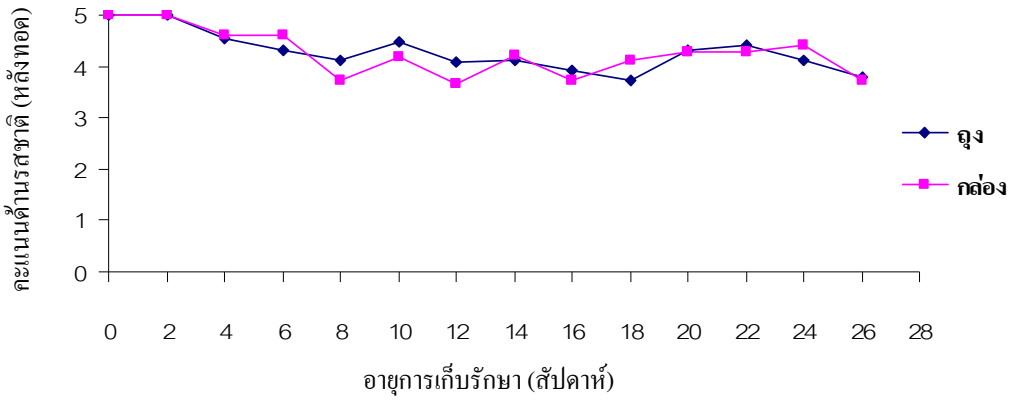
ภาพที่ 9 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองก่อนทอดในถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส



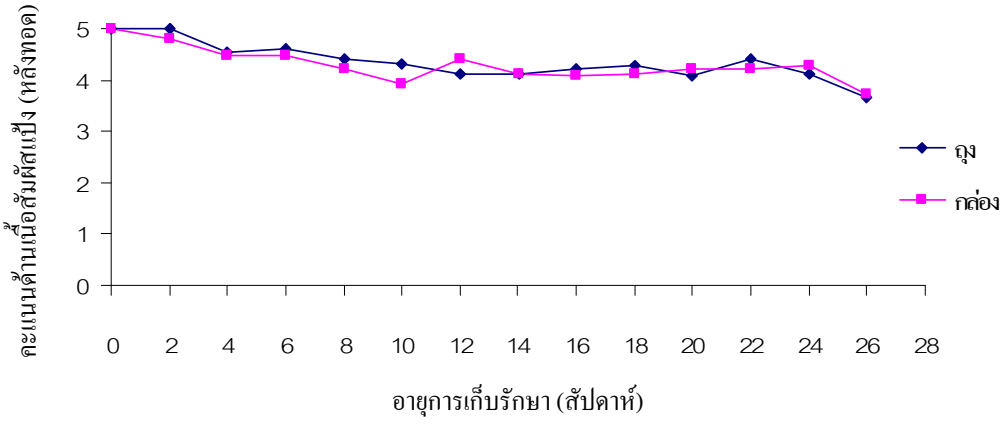
ภาพที่ 10 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านสี ของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีนเก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส



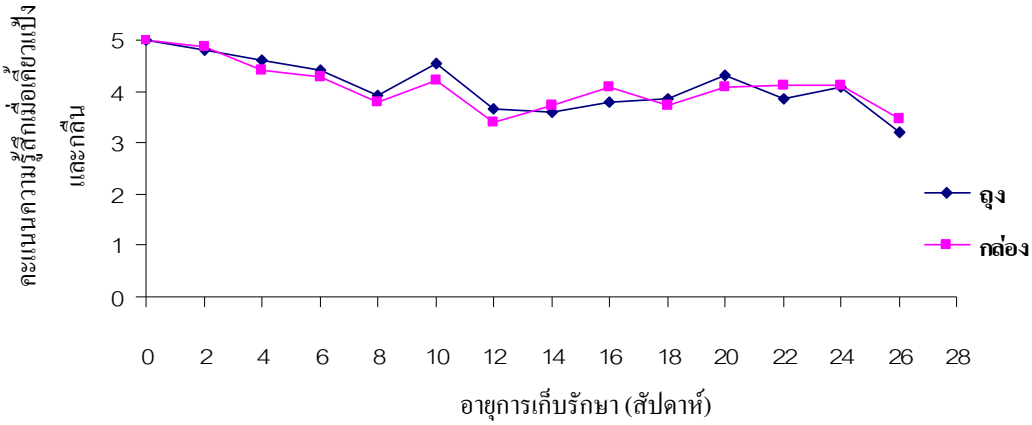
ภาพที่ 11 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านกลิ่น ของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPPและกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส



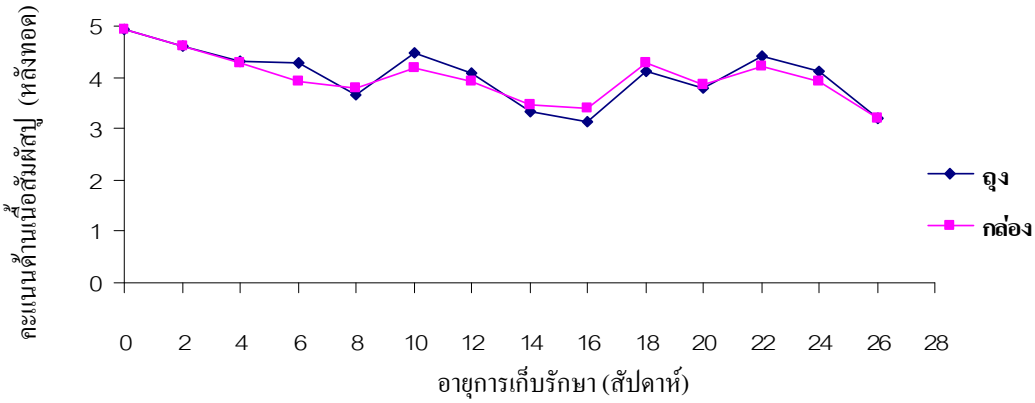
ภาพที่ 12 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านรสชาติ ของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 13 คะแนนคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสแป้ง ของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 14 คะแนนคุณลักษณะด้านความรู้สึกเมื่อเคี้ยวแป้งและกลืน ของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 15 คะแนนคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสปู ของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอด ในถุงพลาสติก OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส

9. <u>การคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแซ่เยือกแข็งเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง</u>

9.1 การคำนวณต้นทุนน้ำหมักปู ได้ผล ดังแสดงในตารางที่ 12

<u>ตารางที่ 12</u> ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำน้ำหมักปู

วัตถุดิบ	ราคา (บาท/กก.)	ปริมาณการใช้ ร้อยละ	วัตถุดิบ/ 1 หน่วยบริโภค(กรัม)	ต้นทุน/1หน่วย บริโภค(บาท)
น้ำตาลทราย	14	27	13.5	0.18
ซอสถั่วเหลือง	47	24	12	0.56
เกลือ	10	5	2.5	0.03
พริกไทย	303	12	6	1.82

ราคาต้นทุนนำหมักปู (บาท/.หนึ่งหน่วยบริโภค) = 2.59

9.2 การคำนวณต้นทุนแป้งผสมสำหรับคลุก (predust) ได้ผล ดังแสดงในตารางที่ 13

<u>ตารางที่ 13</u> ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำแป้งผสมสำหรับคลุก

วัตถุดิบ	ราคา (บาท/กก.)	ปริมาณการใช้ ร้อยละ	วัตถุดิบ/ 1 หน่วยบริโภค (กรัม)	ต้นทุน/1 หน่วยบริโภค (บาท)
แป้งสาลี	36	70	7	0.25
แป้งมันสำปะหลังดัดแปร	22	5	0.5	0.01
เปลือกถั่วเหลือง	5	25	2.5	0.01

ราคาแป้งคลุก (บาท / .หนึ่งหน่วยบริโภค) = 0.27

9.3 การคำนวณต้นทุนแป้งชุบ ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำแป้งชุบ

วัตถุดิบ	ราคา (บาท/กก.)	ปริมาณการใช้ ร้อยละ	วัตถุดิบ/หน่วย บริโภค (กรัม)	ต้นทุน/ หน่วยบริโภค (บาท)
แป้งสาลี	36	59.83	5.98	0.21
แป้งมันสำปะหลังดัดแปร	22	4.28	0.42	0.01
เปลือกถั่วเหลือง	5	21.37	2.1	0.01
พริกไทยป่น	303	2.14	0.2	0.06
ผงกระเทียมป่น	487.5	1.7	0.17	0.08
ลูกผักชีคั่วป่น	240	0.85	0.08	0.02
ไข่ผง	450	1.71	0.17	0.32
ผงฟู	108.13	2.56	0.25	0.02
น้ำตาลทราย	14	1.71	0.17	0.01
เกลือ	10	3.85	0.38	0.03

ราคาแป้งชุบ (บาท/.หนึ่งหน่วยบริโภค) = 0.77

9.4 การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบทั้งหมด ได้ผลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ต้นทุนวัตถุดิบทั้งหมด

วัตถุดิบ	ราคา (บาท/ปู 1 กก.)	ปริมาณการใช้ ร้อยละ	วัตถุดิบ/ 1 หน่วยบริโภค(กรัม)	ต้นทุน/1หน่วย บริโภค(บาท)
ปูนิ่ม	200	26	50	17
แป้งคลุก	2.7	6	12	0.27
แป้งชุบ	7.7	56	100	0.77
เกล็ดขนมปัง	23.7	12	20	2.37
น้ำหมักปู	51.7	1:1	50	2.59

ราคาต้นทุนวัตถุดิบ (บาท/หนึ่งหน่วยบริโภค) = 23

9.5 การคำนวณต้นทุนการผลิตทั้งหมด

ต้นทุนวัตถุดิบ = 23 บาท

ค่าแรงงาน = (ต้นทุนวัตถุดิบ x 0.056) / 0.686
= (23 x 0.056) / 0.686
= 1.87 บาท

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน = (ต้นทุนวัตถุดิบ x 0.121) / 0.686
= (23 x 0.121) / 0.686
= 4.05 บาท

ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร = (ต้นทุนวัตถุดิบ x 0.045) / 0.686
= (23 x 0.045) / 0.686
= 1.50 บาท

ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ = (ต้นทุนวัตถุดิบ x 0.092) / 0.686
= (23 x 0.092) / 0.686
= 3.08 บาท

ต้นทุนการผลิตทั้งหมด = ค่าแรงงาน + ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน +
ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร + ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ
= 23 + 1.87 + 4.05 + 1.50 + 3.08
= 33.5 บาท

ดังนั้นต้นทุนการผลิตปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง ในหนึ่งหน่วยบริโภค มีราคา 33.5 บาท (หนึ่งหน่วยบริโภค = 4 ชิ้น หรือ 100 กรัม)

10. <u>ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว</u>

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว โดยการนำเสนอให้ทดสอบและพิจารณาในบรรจุภัณฑ์ละ 100 กรัม (ประมาณ 4 ชิ้น) ในราคาที่เสนอคือ 65 บาท ผู้ทดสอบเป็นผู้บริโภคทั่วไปในเขตกรุงเทพ-มหานคร จำนวน 200 คน ทำการตอบแบบสอบถามร่วมกับการทดสอบผลิตภัณฑ์ ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง ตามลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค แสดงในตารางที่ 16 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายร้อยละ 54.5 เป็นเพศหญิงร้อยละ 45.5 ส่วนใหญ่มี อายุ 20-30 ปี ร้อยละ 57 วุฒิการศึกษาสูงสุดที่ได้รับส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรีร้อยละ 45.5 อาชีพส่วนใหญ่รับราชการและรัฐวิสาหกิจร้อยละ 44 มีรายได้ต่อเดือนมากกว่า 20,000 บาท ร้อยละ 28.5

ตารางที่ 16 ลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง

ปัจจัย	ความถี่(คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	109	54.5
หญิง	91	45.5
รวม	200	100
อายุ		
น้อยกว่า 20 ปี	22	11
20-30 ปี	114	57
31-40 ปี	31	15.5
41-50 ปี	26	13.0
มากกว่า 50 ปี	7	3.5
รวม	200	100
การศึกษา		
ต่ำกว่า ป.ตรี	31	15.5
ป.ตรี	91	45.5
สูงกว่า ป.ตรี	78	39
รวม	200	100
อาชีพ		
แม่บ้าน	3	1.5
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	88	44
พนักงานบริษัท	40	2
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	26	13
อื่นๆ	43	21.5
รวม	200	100

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่(คน)	ร้อยละ
รายได้ต่อเดือน		
น้อยกว่า 5,000 บาท	43	21.5
5,000-10,000 บาท	54	27
10,001-15,000 บาท	29	14.5
15,001-20,000 บาท	17	8.5
มากกว่า 20,000 บาท	57	28.5
รวม	200	100

ในด้านข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบได้ผลดังตารางที่ 16 กล่าวคือ ผู้บริโภคมีความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ในระดับปานกลางถึงชอบมาก คือ ระดับความชอบเฉลี่ยของปัจจัยดังกล่าวเท่ากับ 7.16 7.16 7.19 7.38 7.43 และ 7.48 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7-8 จากคะแนนเต็ม 9

ตารางที่ 17 ระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ต่อปัจจัยคุณภาพต่าง ๆ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 200 คน

ระดับ	ลักษณะปรากฏ		สี	
ความชอบ	ความถี่(คน)	คะแนนความชอบ	ความถี่(คน)	คะแนนความชอบ
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	3	12	0	0
5	14	70	3	15
6	23	138	37	222
7	86	502	100	700
8	57	456	46	368
9	17	153	14	126
รวม		1,431		1,431
ความชอบเฉลี่ย		7.16		7.16

ระดับความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด
ระดับความชอบ 2 = ไม่ชอบมาก
ระดับความชอบ 3 = ไม่ชอบปานกลาง
ระดับความชอบ 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
ระดับความชอบ 5 = เฉยๆ
ระดับความชอบ 6 = ชอบน้อยที่สุด
ระดับความชอบ 7 = ชอบปานกลาง
ระดับความชอบ 8 = ชอบมาก
ระดับความชอบ 9 = ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ระดับ	กลิ่น		รสชาติ	
ความชอบ	ความถี่(คน)	คะแนนความชอบ	ความถี่(คน)	คะแนนความชอบ
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	4	16	3	12
5	14	70	3	15
6	31	186	29	174
7	74	518	77	539
8	46	368	57	456
9	31	279	31	279
รวม		1,437		1,475
ความชอบเฉลี่ย		7.19		7.38

ระดับความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด
ระดับความชอบ 2 = ไม่ชอบมาก
ระดับความชอบ 3 = ไม่ชอบปานกลาง
ระดับความชอบ 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
ระดับความชอบ 5 = เฉยๆ
ระดับความชอบ 6 = ชอบน้อยที่สุด
ระดับความชอบ 7 = ชอบปานกลาง
ระดับความชอบ 8 = ชอบมาก
ระดับความชอบ 9 = ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ระดับความชอบ	เนื้อสัมผัส		ความชอบรวม	
	ความถี่(คน)	คะแนนความชอบ	ความถี่(คน)	คะแนนความชอบ
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	14	70	3	15
6	9	54	26	156
7	86	602	80	560
8	60	480	54	432
9	31	279	37	333
รวม		1,485		1,496
ความชอบเฉลี่ย		7.43		7.48

ระดับความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด
ระดับความชอบ 2 = ไม่ชอบมาก
ระดับความชอบ 3 = ไม่ชอบปานกลาง
ระดับความชอบ 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
ระดับความชอบ 5 = เฉยๆ
ระดับความชอบ 6 = ชอบน้อยที่สุด
ระดับความชอบ 7 = ชอบปานกลาง
ระดับความชอบ 8 = ชอบมาก
ระดับความชอบ 9 = ชอบมากที่สุด

ผลการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว แสดงในตารางที่18 พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้การยอมรับร้อยละ 95.5 และหากมีผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายในราคา 65 บาท ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ (100 กรัม ประมาณ 4-ชิ้น) ผู้ทดสอบส่วนใหญ่สนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 81.5 และสาเหตุส่วนใหญ่ที่ซื้อ คือ อยากทดลองบริโภคร้อยละ 32

ตารางที่ 18 การสำรวจความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
การยอมรับคุณภาพโดยรวม		
ยอมรับ	**191**	**95.5**
ไม่ยอมรับ	9	4.5
ความสนใจที่จะซื้อ		
ซื้อ	**163**	**81.5**
สาเหตุที่ซื้อ		
อยากทดลองบริโภค	52	32
มีความแปลกใหม่	36	22
มีคุณค่าทางโภชนาการ	42	26
รสชาติอร่อย	33	20
ไม่ซื้อ	**37**	**18.5**
สาเหตุที่ไม่ซื้อ		
ไม่ชอบอาหารทอด	7	19
ไม่ชอบปูนิ่ม	7	19
ผลิตภัณฑ์ไม่น่ารับประทาน	0	0
ไม่ชอบกลิ่น และรสชาติ	7	19
ราคาแพง	16	43

สรุปผลการทดลอง

1. การสำรวจความต้องการของผู้บริโภคเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งและขนมปังป่น ถ้ามีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นให้มีใยมากขึ้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจ (ร้อยละ 78) ลักษณะรูปร่างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ คือ หั่นเป็นชิ้น 4 ชิ้นต่อตัว รสชาติที่ผู้บริโภค ส่วนใหญ่ต้องการ คือ มีรสเค็มนำและหวานเล็กน้อย (ร้อยละ 44) หากมีผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง ผู้บริโภคส่วนใหญ่สนใจที่จะซื้อ (ร้อยละ 68)

2. การทดลองเตรียมเปลือกถั่วเหลือง ดัดแปลงจากวิธีของ นงลักษณ์ (2542) พบว่า เปลือกถั่วเหลืองผงมีความชื้นร้อยละ 5.02 ค่า A_w = 0.14 ความชื้นร้อยละ 5.02 ค่าสี L* = 78.26 a* = 3.02 b* = 18.22 โปรตีนร้อยละ 8.23 ไขมันร้อยละ 1.00 ใยอาหารร้อยละ 46.64 เถ้าร้อยละ 3.53 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 35.57

3. การวิเคราะห์คุณภาพของปูนิ่ม พบว่า ปูนิ่มมีความชื้นร้อยละ 81.6 โปรตีนร้อยละ 12.44 ไขมันร้อยละ 1.92 ใยอาหารร้อยละ 1.27 เถ้าร้อยละ 2.46 แคลเซียมร้อยละ 0.36 และปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 0.31

4. จากการทดลองใช้ปูขนาด 12 ตัว/กก. เมื่อใช้เวลาลวก 2 นาที ให้ร้อยละการเคลือบเกาะติดของน้ำแป้งสูงสุด ร้อยละ 51.98 และได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด

5. สูตรน้ำหมักปู ประกอบด้วย น้ำตาลทราย ร้อยละ 27 ซอสถั่วเหลือง ร้อยละ 24 เกลือ ร้อยละ 5 พริกไทย ร้อยละ 12 น้ำเย็น ร้อยละ 32 จากการหมักปูนิ่มกับน้ำหมักก่อนช่วยคงลักษณะรสชาติของปูนิ่มให้สม่ำเสมอกันมากขึ้น

6. สูตรแป้งคลุก ประกอบด้วย แป้งสาลี ร้อยละ 70 เปลือกถั่วเหลือง ร้อยละ 25 แป้งมันสำปะหลังดัดแปร ร้อยละ 5

7. สูตรแป้งชุบ ประกอบด้วย แป้งสาลี ร้อยละ 70 เปลือกถั่วเหลือง ร้อยละ 25 แป้งมันสำปะหลังดัดแปร ร้อยละ 5 และเครื่องปรุงรส ประกอบด้วย ผงกระเทียม ร้อยละ 2 พริกไทย

ร้อยละ 2.5 ลูกผักชีป่น ร้อยละ 1 ไข่ขาวผง ร้อยละ 2 พริกไทย ร้อยละ 2.5 ลูกผักชีป่น ร้อยละ 1 ไข่ขาวผง ร้อยละ 2 น้ำตาลทราย ร้อยละ 2 ผงฟู ร้อยละ 3 และ เกลือ ร้อยละ 4.5 ของน้ำหนักแป้ง

8. อุณหภูมิในการทอด 160 เซลเซียส นาน 4 นาที

9. คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ก่อนทอดมีสีขาวอมเหลือง ค่าสี L* a* และ b* มีค่าเท่ากับ 70.14 3.27 และ 16.42 ค่าสีหลังทอด เป็นสีน้ำตาลอมเหลือง ค่าสี L* a* และ b* มีค่าเท่ากับ 41.23 12.31 และ 26.61 น้ำหนักแป้งที่เกาะติดเป็นร้อยละ 55.84 ค่าความแข็งของแป้งเท่ากับ 3.09 นิวตัน ค่าแรงตัดขาดของเนื้อปูนิ่ม เท่ากับ 66.75 นิวตัน น้ำหนักต่อ 1 ชิ้น ประมาณ 25.52 กรัม เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร เถ้าและคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 66.67 9.80 0.36 3.19 0.30 และ19.68 ตามลำดับ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าไม่เกินมาตรฐานกำหนดและไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ผลการทดสอบการยอมรับด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบมีความชอบผลิตภัณฑ์ก่อนทอด ด้านลักษณะปรากฏอยู่ในระดับชอบถึงชอบมาก

10. ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงพลาสติก OPP กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานกว่า 26 สัปดาห์

11. ต้นทุนของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งต่อ 1 ถุง (บรรจุถุงละ 4 ชิ้น ชิ้นละประมาณ 25 กรัมประมาณ ถุงละ 100 กรัม) เท่ากับ 33.5 บาท

12. ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมในระดับ ชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก (7.48 คะแนน) ผู้บริโภคร้อยละ 95.5 ยอมรับผลิตภัณฑ์ ราคาที่เสนอ 65 บาท ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ (100 กรัม 4 ชิ้น) ผู้บริโภคยอมรับได้ และผู้บริโภคส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 81.5 จากราคาที่นำเสนอคิดว่ามีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์อาหารทะเลชุบแป้งและขนมปังป่นยี่ห้อหนึ่งซึ่งขายในราคา 65 บาท ต่อ 130 กรัม ซึ่งราคาที่นำเสนอจึงเป็นราคาที่เหมาะสมและเป็นไปได้ที่จะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคเมื่อทำการผลิตจริง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเรื่องการปรับปรุงสีของเปลือกถั่วเหลือง เพราะเปลือกถั่วเหลืองที่ทำการทดลองมีสีคล้ำเล็กน้อยซึ่งถ้านำไปผลิตผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิดอาจไม่เหมาะสม

2. ควรมีการศึกษาคุณภาพทางเคมี และ ทางกายภาพของเปลือกถั่วเหลืองผงให้มากขึ้น เช่น ปริมาณอะไมโลส และ ปริมาณอะไมโลเพคติน ซึ่งอาจจะได้องค์ความรู้ใหม่ ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ ได้

3. ปูนิ่มที่ใช้อาจใช้ปูขนาดเล็กแล้วทำการชุบแป้งทั้งตัว อาจจะได้ลักษณะรูปร่างผลิตภัณฑ์ที่น่า รับประทานมากขึ้น

4. บรรจุภัณฑ์ที่ใช้อาจใช้เป็นกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีนซึ่งจะมีราคาถูกกว่าถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน และช่วยประหยัดพื้นที่ในการเก็บรักษา แต่ยังคงคุณภาพได้เทียบเท่ากับถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ สิทธิโชค วัลภาทิตย์. 2539. แป้งดัดแปร. **วารสารอุตสาหกรรมเกษตร.** 7 (1) : 51-57.

ไกรฤกษ์ ทวีเชื้อ. 2545. **ระดับความเค็มที่มีผลต่ออัตราการรอดและการพัฒนาลูกปูทะเลจากระยะซูเอียถึงระยะเมกาโลปา และ จากระยะเมกาโลปาถึงลูกปูระยะที่ 6.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กองโภชนาการ. 2535. **ตารางคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.

จิรพรรณ กุลดิลก, อุดม เกิดไพบูลย์, ไขแสง รักวานิช, ชวรีย์ ยาวุฒิ, วรนันท์ กิตติอัมพนนท์, สมชาย เทพทานา, สมพงษ์ อรพินท์, สุมาลา สิริโชติ และสันติภาพ จินตแสง. 2525. **รายงานผลการวิจัยเรื่องอุตสาหกรรมการเกษตรและการพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่นชนบท : กรณีอุตสาหกรรมผักผลไม้บรรจุกระป๋อง.** มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จารุวรรณ พัฒนจริยางกูล. 2540. **การเสริมรำสกัดในแป้งชุบทอด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงเดือน วารีวะนิช. 2543. **การผลิตและการเก็บรักษาหอยแมลงภู่ชุบแป้งและขนมปังป่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนิต มาลีแก้ว. 2544. **การกระจายอุณหภูมิและความเค้นของเมล็ดข้าวกล้องหอมมะลิในกระบวนการแช่เยือกแข็ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ม.เกษตรศาสตร์.

นงลักษณ์ ยงพานิช. 2542. **ขนมโสมนัสเสริมใยอาหาร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บัณฑิต อังคะทะวานิช และ กมลทิพย์ มั่นภักดี. 2529. **การนำแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้ามาแปรสภาพเพื่อทำเป็นแป้งชุบทอด.** โครงการวิจัยปริญญาตรี, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรจง เทียนส่งรัศมี และ บุญรัตน์ ประทุมชาติ. 2545. **ปูทะเล.** ดอกเบี้ย, กรุงเทพฯ.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร**. บริษัทแพคเมทส์จำกัด, กรุงเทพฯ.

เปล่งสุรีย์ หิรัญตระกูล. 2547. อาหารทะเลแช่เยือกแข็ง. **วารสารเกษตรแปรรูป** 2 (19) : 73-77.

ปัญจภรณ์ ทัดพิชญางกูร 2546. **การพัฒนาการผลิตแฮมปลาสวายและการเก็บรักษา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิลาสินี ไพบูรณ์, นันทพร พุทธเจริญ, อนันนต์ อังคณากุลชัย และ เบ็ญจรัก วายุภาพ. 2548. ใยอาหารสำคัญกว่าที่คิด. **อาหาร** 12 (84) : 48-52.

เพลินใจ ตังคณะกุล. 2546. ยอมรับถั่วเหลืองเป็นหนึ่งในอาหารประจำวันของเรา. **วารสารอาหาร** (33) :11-14.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. **การวางแผนและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2545. **ผลิตภัณฑ์ประมงของไทย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มยุรี จัยวัฒน์. 2532. **การให้ความเย็นผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เรวดี เทพประดิษฐ์. 2545. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากกากถั่วเหลืองจากการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

ลักขณา ศรชำนิ. 2539. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งชุบแป้งทอดแช่เยือกแข็ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิภา สุโรจนะเมธากุล, ตวิษา โลหะนะ, พะยอม อัตถวิบูลย์กุล และ บุญมา นิยมวิทย์. 2541. การใช้กากดอกกระเจี๊ยบและเปลือกถั่วเหลืองเพื่อผลิตเซลลูโลสผง. **อาหาร** 28 (4): 255-267

วิบูลย์เกียรติ โมพีรตานนท์. 2538. การยอมรับ วิธีการเก็บรักษา หุงต้ม และอนาคตของอาหารแช่แข็งพร้อมบริโภคของตลาดภายในประเทศ, น.1-8. ใน **เอกสารประกอบการอภิปรายเรื่อง อาหารแช่แข็งพร้อมบริโภคกับความปลอดภัย พ.ศ.2538**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการค้า. 2544. **สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทยปี 2543**. กองเศรษฐกิจการพานิชย์.

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2537. อาหารทะเลชุบแป้งและขนมปัง. **วารสารอุตสาหกรรมเกษตร**. (2) : 45-52.

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. **กรรมวิธีการอบแห้ง.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สัมพันธ์ รอดศรี. 2547. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขบเคี้ยวจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิผสมแป้งมันเทศและงาดำป่น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวรรณ สุทธิขจรกิจการ. 2533. เมืองไทยกับอาหารแช่แข็ง. **วารสารอุตสาหกรรมเกษตร** 1 (3) : 36-40.

สิริมา เกียรติศรีชาติ. 2534. **การผลิตกุ้งชุบขนมปังแช่แข็งแบบสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูป.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรปานี บุรานนท์. 2545. **การผลิตเบอร์เกอร์จากเศษเนื้อกุ้งผสมเนื้อปลาดุกอุยเทศและการเก็บรักษา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. 2527. **ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย.** สยามออฟเซ็ท, กรุงเทพฯ.

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2534. **มาตรฐานอุตสาหกรรมแป้งผสมสำหรับประกอบอาหารทอด.** มอก. 1028-2534.

_____. 2535. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร.** มอก. 1073-2535.

อรอนงค์ นัยวิกุล, จิตธนา แจ่มเมฆ, ธาริณี ห์ลีละเมียร์ และ ศรินทร์ อิสรินทร์. 2526. การศึกษาคุณลักษณะของความกรอบ หรือกรอบพองของแป้งชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบอาหารทอด. **วิทยาศาสตร์การอาหาร.** (14) : 41-61.

องุ่น ดาราวิโรจน์. 2528. **เบเกอรี่และอาหารนานาชาติ**. แผนกอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตพระนครใต้.

อังคณา ผ่องภักดี. 2546. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเกตแช่เยือกแข็งจากปลาโอลาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Almas, K.A. 1981. **Chemistry and Microbiology of Fish and Fish Processing**. University of Trondheim, Norway.

American Heart Association. 1986. **Circulation**. 74: 1465 A.

Ang, J. F., W.B. Miller, and I.M. Blais. 1991. **Fiber additives for frying batters**. US. Patent 5,019,406.

A.O.A.C. 1995. **Official Method of Analysis**. 16 th ed., Association of official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

AOCS. 1997. **AOCS office and Tentative Method of American Oil Chemist's Society**., 3ed., Champain, lllinois.

APHA. 1992. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 3rd ed, American Public Health Association, Washington, D.C.

Baixauli, R., T. Sanz, A. Salvador, and S.M. Fiszman. 2003. Effect of the addition of dextrin of dried egg on the rheological and textural properties of batters for fried foods. **Food Hydrocolloids**. 17 : 305-310.

Donahoo, P. 1970. **Choosing the right batter and breading.** Proceedings of the Seventh Annual Poultry and Egg Further Processing Conference.

Duxburry, D.D. 1993. Fiber : Form fllows function. **Food Processing**. 54 (3) : 44-54.

Dyson, D.V. 1983. Breading, pp.26-29. In D.R. Suderman and F.E. Cunningham(eds). **Batter and Breading**. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.

Dziezak, J.D. 1990. Phosphates improve many foods. **Food Technology**. 43 (4) : 80-92.

Feldberd, C. 1969. Extrude starch based snacks. **Cereal Sci Today**. 14(6) : 211-214.

Fiszman, S.M. and A. Salvador, 2003. Recent Developments in Coating Batters. **Trends in Food science and Technology**. 14 (10) : 399-407

Food and Drug Administration. Recodified 1976. Code of Federal Regulations. Tittle21. Ch.1. Subchapter b. Part 36 Shellfish. **Frozen Raw Breaded Shrimp : Definitions and Stands of Identity**, Sec. 36.30.

Fox, B.A. and A.G. Cameron. 1970. **Food Science : A Chemical Approach**. Hodder and Stoughton, London.

Gillies, M.T. 1971. **Seafood Processing**. Noyes Data Corp., New Jersey.

Hodge, J.E. and E.M. Osman. 1977. Carbohydrate, pp. 102-108. In O.R. Fennema (ed.). **Principles of Food science**. Marcel Dekker, Inc., New York.

Hale K.K. and T.L.Goodwin. 1968. Breaded Fried Chicken: Effects of Precooking,. Batter Composition and Temparature of parts before Breading. **Poultry Sci**. 47: 739-745.

Hanson, H.L. 1963. Adhesion of coating on frozen fried chicken. **Food Technology** 17 (11) : 793-796.

Hanson, H.L. and L.R. Fletcher. 1963. Adhesion of coatings on frozen fried chicken. **Food Technology**. 17(11) : 115 -118.

Hunter, G. 1991. Coating for seafood-some technical aspects. **INFOFISH International**. (3) : 58-62.

Johnson, R.T. and J. Hutchison. 1983. Batter and breading, pp. 124-125. *In* D.R. Suderman and F.E. Cunningham(eds.). **Batter and Breading**. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.

Keizer, C. 1995. Freezing and chilling of fish, pp. 287-313. In A. Ruiter, ed. **Fish and Fishery Products.** CAB International, Wallingford, UK.

Kulp, K. and R. Loewe. 1990. **Batters and Breading in Food processing**. American Association of Cereal Chemists. Inc., St.paul, Minnesota.

Love, R.M. 1988. **The Food Fishes**. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Marcuse. R. and L. Johnsson. **J. Am. Oil Chem. Soc**. 50: 387 (1973).

Pearson, D. 1976. **The Chemical Analysis of Foods**. 7th ed., Churchill. Livingston, London.

Prosky, L., and J.W. De Vries 1992. **Controlling dietary fiber in food products**. Van Nostrand Reinhold, New York.

Rutenberg, M.W. and D. Solarek. 1984. Starch derivatives technology and uses, pp. 311-388. In R.L. Whistler, J.N. BeMiller and E.F. Paschall, eds**. Starch: Chemistry and Technology.** 2nd ed., Acadamic Press Inc., New York.

Robbin, P.M. 1976. **Convenient Food : Recent Technology**. Noyes Data Corp., Park Ridge,New Jersey.

Sanz,T. , A. Salvador, and S.M. Fiszman. 2004. Innovative method for preparing a Frozen, battered food without a prefrying step. **Food hydrocolloids**, 18, 227-231.

Suderman, D.R. and F.E. Cunningham. 1983. **Batter and Breading**. AVI Publishing Co., Inc., Connecticut..

Tan, S.M., M.C. Ng, H.K. Lee, G. Brown, J. Smith and J. McClare. 1994. **Production of Battered and Breaded Fish Product from Minced Fish and Surimi.** ASEAN-Canada Fisheries Post-Harvest Technology Project-Phase 2. Marine Fisheries Research Department, Southeast Asian Fisheries Development Centre, Singapore.

Uchiyama, H. 1976. **Analytical Method for Estimating Freshness for fish**. Training department, SEAFDEC, Bangkok

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม

ภาคผนวกที่ ก1 แบบทดสอบความชอบ โดยวิธี Hedonic scale (ศึกษาระยะเวลาในการลวกปูนิ่ม และ สูตรแป้งชุบที่เหมาะสม ศึกษาอุณหภูมิในการทอดหลังการแช่แข็ง)

ตัวอย่าง ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง

ชื่อผู้ทดสอบ……วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกท่านมากที่สุด

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

ปัจจัย	คะแนนความชอบของตัวอย่าง					
	_____	_____	_____	_____	_____	_____
ลักษณะปรากฏ	……	……	……	……..	……..	……
สี	…….	……	……	……..	……..	……
กลิ่น	…….	……	……	……..	……..	……
รสชาติ	…….	……	……	……..	……..	……
ลักษณะเนื้อสัมผัส	…….	……	……	……..	……..	……
ความชอบรวม	…….	……	……	……..	……..	……

ภาคผนวกที่ ก2 ใบรายงานผลการทดสอบ เพื่อใช้พัฒนาสูตร โดยใช้ Just- About Right Scale

ตัวอย่าง ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง
ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่าง และขีดเครื่องหมาย √ ให้ตรงกับความรูสึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์

สูตรที่	ลักษณะ	ความรู้สึกที่ต้องปรับปรุง				
		ลดลง มาก	ลดลง เล็กน้อย	พอดี	เพิ่ม เล็กน้อย	เพิ่มมาก
	รสเค็ม					
	รสหวาน					
	กลิ่น เครื่องเทศ					
สูตรที่	ลักษณะ	ความรู้สึกที่ต้องปรับปรุง				
		ลดลง มาก	ลดลง เล็กน้อย	พอดี	เพิ่ม เล็กน้อย	เพิ่มมาก
	รสเค็ม					
	รสหวาน					
	กลิ่น เครื่องเทศ					
สูตรที่	ลักษณะ	ความรู้สึกที่ต้องปรับปรุง				
		ลดลง มาก	ลดลง เล็กน้อย	พอดี	เพิ่ม เล็กน้อย	เพิ่มมาก
	รสเค็ม					
	รสหวาน					
	กลิ่น เครื่องเทศ					

ภาคผนวกที่ ก3 ใบรายงานการทดสอบ การให้คะแนนความชอบ ศึกษาอายุการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ก่อนทอดและหลังทอด

ตัวอย่าง : ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง (ก่อนทอด) / (หลังทอด)
ชื่อผู้ทดสอบ .....วันที่……
คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบของลักษณะปรากฏ ตามคำอธิบายคะแนนความชอบดังต่อไปนี้

1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบ 3 = เฉยๆ
4 = ชอบ 5 = ชอบมาก

ผลการทดสอบ ลักษณะปรากฏ

สูตรที่
คะแนน ____ ____

ข้อแนะนำ_____
_____
_____
_____

ขอบคุณค่ะ

ภาคผนวกที่ ก4 ใบรายงานผลการทดสอบ การให้คะแนนการยอมรับ (ศึกษาอายุการเก็บรักษา)

ตัวอย่าง : ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง (ก่อนทอด)
ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่ .....
คำแนะนำ : กรุณาตรวจดูผลิตภัณฑ์จากลักษณะภายนอกในสิ่งต่อไปนี้ สี ลักษณะแป้งชุบภายนอก ลักษณะตัวเนื้อแป้ง ดมกลิ่น แล้วประเมินเป็นการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์

คะแนน	5	ต้องไม่มีการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์เดิม ไม่เกิดกลิ่นที่แสดงว่ามีการเสื่อมเสียใด เช่น กลิ่นหืน หรือกลิ่นเสีย
	4	อาจมีการเปลี่ยนสีของแป้งชุบเล็กน้อย หรือบริเวณผิวของผลิตภัณฑ์แห้งเล็กน้อย
	3	มีการเปลี่ยนแปลงสี ผิวผลิตภัณฑ์แห้ง เกิดกลิ่นหืนเล็กน้อย หรือผิวผลิตภัณฑ์ชื้น
	2	มีการเปลี่ยนแปลงสี ผิวผลิตภัณฑ์แห้งมาก เกิดกลิ่นหืนหรือกลิ่นเสีย หรือผิวผลิตภัณฑ์ชื้นมาก
	1	มีการเปลี่ยนแปลงสีชัดเจน ผิวผลิตภัณฑ์แห้งทั้งหมด เกิดกลิ่นหืน หรือกลิ่นเสียชัดเจน หรือผิวผลิตภัณฑ์ชื้นทั้งหมด

ผลการทดสอบ

สูตร	
คะแนน	_____ _____

ข้อแนะนำ_____
_____
_____
_____

ขอบคุณค่ะ

หมายเหตุ คะแนนต่ำกว่า 3 ถือว่าไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์

ภาคผนวกที่ ก5 ใบรายงานผลการทดสอบการให้คะแนนการยอมรับ (ศึกษาอายุการเก็บรักษา)

ตัวอย่าง : ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง (หลังทอด)
ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ .....

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่าง และให้คะแนนตามคำอธิบายคะแนนที่ให้ในแต่ละคุณลักษณะ

สี

คะแนน	1	มีสีน้ำตาลเข้มไหม้เกรียม หรือสีอ่อนเกินไป
	2	มีสีน้ำตาลเข้มมาก
	3	มีสีน้ำตาลเข้มเล็กน้อย
	4	มีสีน้ำตาลอ่อน
	5	มีสีเหลืองทอง หรือสีน้ำตาลทองซึ่งเป็นสีที่ดีของผลิตภัณฑ์แป้งชุบ

กลิ่น

คะแนน	1	มีกลิ่นเสีย กลิ่นหืนหรือกลิ่นอื่นๆ
	2	มีกลิ่นหืน กลิ่นอับหรือกลิ่นอื่นๆ เล็กน้อย
	3	ไม่มีกลิ่นชวนให้รับประทาน
	4	กลิ่นหอมเล็กน้อย
	5	กลิ่นหอมน่ารับประทาน

รสชาติ

คะแนน	1	มีรสผิดปกติมาก คือ มีรสเปรี้ยว หรือรสแปลกปลอมอื่นๆชัดเจน
	2	มีรสเปรี้ยวหรือ รสแปลกปลอมเล็กน้อย
	3	รสจืดชืด หรือไม่มีรสชาติ
	4	รสเค็ม หรือหวานไปเล็กน้อย
	5	มีรสชาติกลมกล่อมพอเหมาะ

เนื้อสัมผัสของแป้งชุบทอด

คะแนน 1 เนื้อแป้งไม่กรอบ แข็งเหนียวหรือนิ่มมาก
2 เนื้อแป้งไม่กรอบ หรือเหนียว หรือชื้น หรือร่วนเล็กน้อย
3 เนื้อแป้งไม่กรอบ หรือนิ่มเล็กน้อย
4 เนื้อแป้งกรอบเล็กน้อย
5 เนื้อแป้งกรอบพอเหมาะ

ความรู้สึกเมื่อเคี้ยวแป้งและกลืน

คะแนน 1 สากลิ้นและฝืดคอมาก มีเส้นใยมาก
2 สากลิ้น และฝืดคอเล็กน้อย
3 สากลิ้นและฝืดคอบ้าง
4 สากลิ้นเล็กน้อย
5 ลักษณะเหมือนผลิตภัณฑ์แป้งชุบทั่วไป

เนื้อสัมผัสของปูนิ่ม

คะแนน 1 เนื้อปูชุ่ม แฉะมีน้ำมาก เนื้อนิ่มเละ
2 เนื้อปุชุ่ม แฉะมาก แต่คงรูปร่าง
3 เนื้อปูนุ่ม ชุ่มด้วยน้ำ
4 เนื้อปูเหนียวนุ่มเล็กน้อย
5 เนื้อปูเหนียวนุ่ม พอเหมาะ

การยอมรับรวม (ประเมินจากคุณลักษณะทั้ง 6 ข้างต้น)

คะแนน 1 เมื่อไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ทุกลักษณะ
2 เมื่อยอมรับผลิตภัณฑ์ 1 ใน 6 ลักษณะ
3 เมื่อยอมรับผลิตภัณฑ์ 2 ใน 6 ลักษณะ
4 เมื่อยอมรับผลิตภัณฑ์ 3 ใน 6 ลักษณะ
5 เมื่อยอมรับผลิตภัณฑ์ 4 ใน 6 ลักษณะ
6 เมื่อยอมรับผลิตภัณฑ์ 5 ใน 6 ลักษณะ

ผลการทดสอบ

รหัสตัวอย่าง			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัสของแป้งชุบทอด			
เนื้อสัมผัสของปูนิ่ม			
ความรู้สึกเมื่อเคี้ยวแป้งและกลืน			
การยอมรับรวม			

หมายเหตุ คะแนนต่ำกว่า 3 ถือว่าไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์

ภาคผนวกที่ ก6 แบบทดสอบการสำรวจพฤติกรรม ทัศนคติ และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง

แบบสอบถาม

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การสำรวจพฤติกรรมและความต้องการในผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองแช่เยือกแข็ง

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความต้องการ และพฤติกรรมของผู้บริโภคทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ของ นางสาว เจนจิตต์ มุขลาย นิสิตปริญญาโท ภาควิชา ผลิตภัณฑ์ประมง คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบาย

ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็ง เป็นอาหารแช่เยือกแข็งกึ่งสำเร็จรูปโดยนำปูนิ่ม ซึ่งเป็นปูทะเลในระยะลอกคราบ ไม่มีกระดองแข็งสามารถรับประทานได้ทั้งตัว นำมาชุบแป้งที่มีการผสมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง และคลุกขนมปังป่น ในอัตราส่วนที่เหมาะสม นำไปแช่เยือกแข็ง ก่อนบริโภคนำไปทอดในกระทะที่มีน้ำมันมาก ทอดโดยใช้อุณหภูมิปานกลางจนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองกรอบ น่ารับประทาน

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย √ ลงใน ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) ชาย( ) หญิง

2. อายุ

( ) 20-30 ปี ( ) 31-40 ปี

( ) 41-50 ปี ( ) มากกว่า 50 ปี

3. การศึกษา

( ) ต่ำกว่า ป.ตรี

( ) ป.ตรี

( ) สูงกว่า ป.ตรี

4. อาชีพ

( ) แม่บ้าน ( ) รับราชการ / รัฐวิสาหกิจ

( ) พนักงานบริษัท ( ) ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว/อาชีพอิสระ

( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน

( ) น้อยกว่า 5,000 บาท

( ) 5,001-10,000 บาท

( ) 10,001-15,000 บาท

( ) 15,001-20,000 บาท

( ) มากกว่า 20,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังปั่นทอด

6. ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและ/หรือ ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งคลุกขนมปังปั่นหรือไม่

( ) เคย ทำข้อ 7-9

( ) ไม่เคย ข้ามไปทำข้อ 10

7. ท่านชอบรับประทาน ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและ/หรือ ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งคลุกขนมปังป่น หรือไม่

( ) ชอบ กรุณาทำข้อ 8 ต่อไป

( ) ไม่ชอบ กรุณาข้ามไปทำข้อ 10

8. ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและ/หรือ ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งคลุกขนมปังป่น ที่ท่านชอบรับประทาน ทำจากวัตถุดิบชนิดใด (ตอบเพียง 1 ข้อ)

( ) เนื้อหมู ( ) เนื้อปลา ( ) เนื้อปู

( ) เนื้อวัว ( ) เนื้อหอย ( ) เนื้อปลาหมึก

( ) เนื้อไก่ ( ) เนื้อกุ้ง

( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

9. เหตุผลที่ท่านชอบรับประทาน ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและ/หรือ ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งคลุกขนมปังป่น (กรุณาเรียงลำดับความสำคัญ 1-3)

( ) รสชาติอร่อย

( ) หารับประทานได้ง่าย

( ) มีคุณค่าทางอาหาร

( ) ความสะอาด

( ) ราคาไม่แพง

( ) สะดวกในการรับประทาน

10. เหตุผลที่ท่านไม่ชอบรับประทาน ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและ/หรือ ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งคลุกขนมปังป่น (กรุณาเรียงลำดับความสำคัญ 1-3)

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบเป็นอันดับ 2 3 = ไม่ชอบเป็นอันดับ 3

( ) มีไขมันมาก กลัวอ้วน ( ) มีจำหน่ายไม่แพร่หลาย

( ) รสชาติไม่อร่อย ( ) ต้องรับประทานทันที เพราะจะไม่กรอบ

( ) ราคาแพง

11. ความถี่ในการรับประทาน ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและ/หรือ ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งคลุกขนมปังป่น

( ) รับประทานเป็นประจำ

( ) 2 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) มากกว่า 4 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) รับประทานเป็นครั้งคราว

( ) 1ครั้งต่อสัปดาห์

( ) 2-3 ครั้งต่อเดือน

( ) 1 ครั้งต่อเดือน

( ) รับประทานนาน ๆ ครั้ง

12. สถานที่ที่ท่านซื้อผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและ/หรือ ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งคลุกขนมปังป่น (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ร้านอาหาร/ภัตตาคาร

( ) ร้านฟาสต์ฟูดส์ เช่น KFC, แมคโดนัลด์

( ) ซุปเปอร์มาร์เก็ต เช่น Lotus, Tops, Jusco และอื่นๆ

( ) ร้านสะดวกซื้อ รวมถึงมินิมาร์ทในปั๊มน้ำมัน เช่น เซเว่นอีเลเว่น, แฟมิลี่มาร์ท

ส่วนที่ 3 ข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองแช่เยือกแข็ง

13. หากมีผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองเป็นส่วนผสมในแป้ง วางจำหน่ายท่านสนใจจะซื้อรับประทานหรือไม่

( ) สนใจ .....

( ) ไม่สนใจ เพราะ.....

14. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งมีรูปร่างอย่างไร

( ) ปูนิ่มทั้งตัวชุบแป้งและขนมปังป่น
(เพื่อผู้บริโภคสามารถหั่นเป็นชิ้นได้ตามความพอใจ)

( ) หั่นเป็น 2 ชิ้นต่อตัว
(เพื่ออำนวย ความสะดวกในการเตรียมก่อนทอด)

( ) แยกออกเป็นแต่ละส่วน
(เพื่อสามารถเลือกใช้ในแต่ละส่วนได้ตามต้องการ)

( ) หั่นเป็น 4 ชิ้น / ตัว
(เพื่อ อำนวยความสะดวกในการเตรียมก่อนทอด)

<u>รูปแสดงลักษณะรูปร่างผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่น</u>
(สำหรับ ตอบแบบสอบถามข้อที่ 14)

ด้านบน = ปูทั้งตัว
ด้านล่าง = ปูหั่นเป็น 2 ชิ้น
ด้านซ้าย = ปูแยกออกเป็นส่วนๆ
ด้านขวา = หั่นเป็น 4 ชิ้น

15. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นมีรสชาติอย่างไร

( ) เค็มนำเล็กน้อย
( ) เค็มนำและหวานนำเล็กน้อย
( ) จืดๆ
( ) มีกลิ่นรสพริกไทยจัด
( ) มีกลิ่นสมุนไพรอื่น เช่น.....

( ) อื่นๆ โปรดระบุ

16. ในอนาคตหากมีการจำหน่ายปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองเป็นส่วนผสมในแป้งแช่แข็ง ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์ดังกล่าวหรือไม่

( ) ซื้อ เพราะ

( ) อยากทดลองบริโภค

( ) มีความแปลกใหม่

( ) มีคุณค่าทางโภชนาการ

( ) รสชาติอาหาร

( ) ไม่แน่ใจ เพราะ

( ) เรื่องรสชาติ

( ) เรื่องลักษณะของผลิตภัณฑ์

( ) เรื่องราคา

( ) ไม่ซื้อ เพราะ

( ) ไม่ชอบอาหารทอด

( ) ไม่ชอบรับประทานปูนิ่ม

( ) น่าจะราคาแพง

ขอบคุณค่ะ

****

ภาคผนวกที่ ก7 แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

แบบสอบถาม
การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์ของ นางสาวเจนจิตต์ มุขลาย นิสิต ปริญญาโท สาขาวิชา ผลิตภัณฑ์ประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบรูณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ และไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

คำอธิบาย

ปูนิ่ม คือ ปูดำที่เพิ่งผ่านการลอกคราบใหม่ๆ มีลักษณะกระดองนิ่มสามารถทำสุกและบริโภคได้ทั้งตัว นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นชิเยือกแข็งเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง

เปลือกถั่วเหลือง คือ สิ่งที่ได้จากการนำเปลือกที่หุ้มเมล็ดถั่วเหลืองมาอบแห้ง มีลักษณะเป็นผงสีเหลืองเทาๆ มีใยอาหารสูง

ใยอาหาร แม้จะไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่มีประโยชน์มากมาย เช่น ทำให้เกิดสมดุลในองค์ประกอบของอาหาร ช่วยให้ระบบขับถ่ายเป็นไปอย่างดี ดูดซับสารที่ไม่ให้ประโยชน์ เพื่อสุขภาพที่ดี เราควรบริโภคอาหารที่มีใยอาหารวันละ 20-25 กรัม ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผสมเปลือกถั่วเหลืองลงในส่วนผสมแป้งชุบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์แป้งชุบที่มีผลิตอยู่ทั่วไป แต่ให้คุณค่าทางอาหารเพิ่มมากขึ้น

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย √ ลงใน ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ

( ) ชาย( ) หญิง

2. อายุ

( ) 20-30 ปี( ) 31-40 ปี

( ) 41-50 ปี( ) มากกว่า 50 ปี

3.การศึกษา

( ) ต่ำกว่า ป.ตรี

( ) ป.ตรี

( ) สูงกว่า ป.ตรี

4.อาชีพ

( ) แม่บ้าน ( ) รับราชการ / รัฐวิสาหกิจ

( ) พนักงานบริษัท ( ) ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว/อาชีพอิสระ

( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

5.รายได้ต่อเดือน

( ) น้อยกว่า 5,000 บาท

( ) 5,001-10,000 บาท

( ) 10,001-15,000 บาท

( ) 15,001-20,000 บาท

( ) มากกว่า 20,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการทดสอบผลิตภัณฑ์

6. กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมเส้นใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง แล้วให้คะแนนความชอบ 1-9 ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	6 = ชอบเล็กน้อย
2 = ไม่ชอบมาก	7 = ชอบ
3 = ไม่ชอบ	8 = ชอบมาก
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	9 = ชอบมากที่สุด
5 = เฉยๆ	

ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง

ลักษณะปรากฏ	คะแนนความชอบเท่ากับ_____
สี	คะแนนความชอบ เท่ากับ_____
กลิ่น	คะแนนความชอบเท่ากับ_____
รสชาติ	คะแนนความชอบเท่ากับ_____
ลักษณะเนื้อสัมผัส	คะแนนความชอบเท่ากับ_____
ความชอบรวม	คะแนนความชอบเท่ากับ _____

ความคิดเห็นที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมเส้นใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง

_____

_____

_____

7. ท่านยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมเส้นใยอาหารนี้หรือไม่

( ) ยอมรับ

( ) ไม่ยอมรับ เพราะ.....

8. หากมีผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารแช่เยือกแข็งวางจำหน่ายในราคา ...65... บาท ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ (100 กรัม ประมาณ 4 ชิ้น) ท่านจะซื้อหรือไม่

( ) ซื้อ เพราะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) อยากทดลองบริโภค

( ) มีความแปลกใหม่

( ) มีคุณค่าทางโภชนาการ

( ) รสชาติอร่อย

( ) ไม่ซื้อ เพราะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ไม่ชอบอาหารทอด

( ) ไม่ชอบรับประทานปูนิ่ม

( ) ผลิตภัณฑ์ไม่น่ารับประทาน

( ) ไม่ชอบกลิ่นและรสชาติ

( ) ราคาแพง

ภาคผนวก ข
วิธีวิเคราะห์คุณภาพ

ภาคผนวกที่ ข1 วิธีวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยอบในตู้อบไฟฟ้า (A.O.A.C, 1995)

อุปกรณ์

1. ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส
2. ภาชนะหาความชื้น
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า

วิธีการ

1.1 อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

1.2 กระทำเช่น ข้อ1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

1.3 ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 กรัมใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในตู้อบความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำเข้าตู้อบอีกและกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อบอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

ภาคผนวกที่ ข2 วิธีวิเคราะห์ปริมาณความชื้นด้วยเครื่องหาความชื้นแบบอินฟราเรด

ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม ลงในถาดอลูมิเนียม นำไปหาความชื้นโดยใช้เครื่อง Infrared Moisture Determination Balance (AD-4712) โดยใช้อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที

ภาคผนวกที่ ข3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (A.O.A.C, 1995)

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) ประกอบด้วยบีกเกอร์สำหรับใส่ตัวทำละลาย ซอคเลต(Soxlet) เครื่องควบแน่น (condenser) และเตาให้ความร้อน (heating mantle)
2. หลอดใส่ตัวอย่าง (extraction thimble)
3. สำลี
4. ตู้อบไฟฟ้า
5. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด
6. โถดูดความชื้น

วิธีการ

3.1 อบบีกเกอร์สำหรับหาไขมันซึ่งมีความจุ 150 มล. ในตู้อบไฟฟ้าทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

3.2 ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิด แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลีเพื่อให้สารละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

3.3 นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในซอคเลต

3.4 เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในขวดหาไขมันปริมาณ 50 มล. แล้ววางบนเตาให้ความร้อน

3.5 ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 45 นาที โดยปรับความร้อนให้หยดของสารทำละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที

3.6 ระเหยจนเหลือสารละลายในขวดกลมเพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลาย

3.7 นำขวดหาบีกเกอร์นั้นไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส จนแห้ง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

3.8 ชั่งน้ำหนัก แล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกัน ไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ภาคผนวกที่ ข4 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ใช้วิธีเจลห์ดาล (A.O.A.C, 1995)

อุปกรณ์

1. ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มล.
2. ชุดกลั่นโปรตีน (semi-microdistillation apparatus)
3. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มล. (Volumetric flask)
4. ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มล. (Erlenmeyer flask)
5. ปิเปต ขนาด 5, 10 มล.(Volumetric pipett)
6. บิวเรต ขนาด 25 มล. (Burett)
7. กระดาษกรอง

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. สารเร่งปฏิกิริยา ใช้คอปเปอร์ซัลเฟต($CuSO_4$) 1 ส่วนต่อโปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 9 ส่วน
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 32 ชั่งสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 กรัม ละลายน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
4. สารละลายกรดบอริกเข้มข้น ร้อยละ 2 ละลายบอริก 20 กรัม ด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตร 1000 มิลลิลิตร
5. สารลายกรดเกลือ เข้มข้น 0.02 นอร์มัล

6. อินดิเคเตอร์ใช้ fashiro indicator เตรียมเป็น stock solution ชั่งเมธิลลีนบูล (methylene blue) 0.2 กรัม ละลายในเอทานอล (ethanol) 200 มล. และชั่งเมธิลเรด (methy red) 0.05 กรัม ละลายในเอทานอล 500 มล. เวลานำมาผสมในอัตราส่วน stock solution 1 ส่วน : เอทานอล 1 ส่วน : น้ำกลั่น 2 ส่วน

วิธีการ

4.1 ชั่งตัวอย่างอาหารบนกระดาษกรอง ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิดใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน

4.2 เติมสารเร่งปฏิกิริยา 1 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร

4.3 นำไปย่อยบนเตาไฟในตู้ควันจนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยทิ้งให้เย็น นำไปกลั่นโดยเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร โซเดียมไอดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 32 ปริมาตร 80 มิลลิลิตรรองรับสิ่งที่กลั่นได้ด้วย ร้อยละ 2 ของกรดบอริก 50 มิลลิลิตร เติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด กลั่นโดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดบอริก

4.4 กลั่นจนได้สารละลายในขวดจับก๊าซประมาณ 250 มิลลิลิตร กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จะได้จุดยุติเป็นสีชมพูอ่อนทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 4.2 - 4.8

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(a-b) \times N \times 14 \times \text{factor}}{W}$$

a = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้เป็น มิลลิลิตร

b = ปริมาณของสารลายกรดเกลือที่ใช้กับ blank เป็นมิลลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือเป็น นอร์มัล

W = น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม

factor = ตัวเลขที่เหมาะสม 6.25

(น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของไนโตรเจน = 14.007)

ภาคผนวกที่ ข5 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (A.O.A.C, 1995)

อุปกรณ์

1. เตาเผา (muffle fumace)
2. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible)
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

วิธีการ

5.1 เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิตซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

5.2 เผาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นข้อ 4.1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิตร

5.3 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 5.1 – 5.2

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ภาคผนวกที่ ข6 วิธีหาปริมาณใยอาหาร (A.O.A.C, 1995)

อุปกรณ์

1. Fibertec system Mประกอบด้วย Hot extraction unit 1010 และ Cold extraction unit 1011
2. Cyclotec sample mill
3. ตู้อบ (Drying oven)
4. เตาเผา (Muffle furnace)
5. โถดูดความชื้น
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
7. Crucible ขนาดของ Filter ประมาณ 40-90 ไมครอน

สารเคมี

1. Sulphuric acid 0.1 M
2. Potassium hydroxide 0.223 M
3. n-Octanol
4. Acetone

วิธีการ

6.1 ชั่งน้ำหนักให้ได้ประมาณ 1 กรัม(w) ใส่ลงใน crucible ที่ตั้งอยู่ใน crucible stand

6.2 นำ crucible ใส่ในเครื่อง Hot extraction unit โยกคันโยกลงมา

6.3 เลื่อนคันโยกด้านหน้า Column ไปทางตำแหน่ง closed เติมซัลฟูริคร้อน จำนวน 150 มิลลิลิตร และเติม n-Octanol จำนวน 2-3 หยด เพื่อป้องกันการเกิดฟอง ให้ความร้อนจนเดือดแล้วลดความร้อนลง และต้มเป็นเวลา 30 นาที กรองโดยเลื่อนคันโยกมาที่ตำแหน่ง Vacuum(ถ้ากรองไม่ลงให้ใช้ความดันช่วย) ล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้งๆ ละ 30 มิลลิลิตร กรองจนแห้ง เติม Potassium Hydroxide ร้อน จำนวน 150 มิลลิลิตร และ n-Octanol จำนวน 2-3 หยด และต้มจนเดือดเป็นเวลา 30 นาที กรองแล้วล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง

6.4 นำ Crucible ออกจาก Hot extraction unit มาวางไว้ที่ Cold extraction unit โดยใช้ Crucible holder

6.5 ล้างด้วย Acetone 3 ครั้งๆ ละ 25 มิลลิตร และกรองจนแห้ง

6.6 นำ Crucible มาไว้ที่ Crucible stand อบค้างคืนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส หรืออบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นและตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก(W_1) เผาตัวอย่างใน crucible ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 3 ชั่วโมง

6.7 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นลงอย่างช้าๆ จนถึงอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิห้องและชั่งน้ำหนักอีกครั้ง(W_2) คำนวณหาปริมาณเส้นใย

$$\text{ปริมาณใยอาหาร}(\%) = \frac{(w_1 - w_2) \times 100}{w}$$

<u>ภาคผนวกที่ ข7</u> วิธีหาค่ากรดไทโอบาร์บิวธิริค (AOCS, 1997)

อุปกรณ์

1. Volumetric flask ขนาด 25 และ 100 มล.
2. ปิเปต ขนาด 5 มล.
3. หลอดทดลองพร้อมจุกแก้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10-15 มม.
4. Glass cell ขนาด 10 มม.
5. อ่างควบคุมอุณหภูมิได้ คือ 95°c ความละเอียด $\pm$ 0.5°c
6. Spectrometer อ่านค่าความยาวคลื่น 530 nm

สารเคมี

1. 1-butanol บริสุทธิ์ มีน้ำไม่เกิน 0.5%
2. 2-Thiobarbituric acid(AR grade)
3. สารละลาย TBA เตรียมโดยละลาย 200 มก.ของ 2-thiobarbiturid acid ใน 100 มล. ของ 1-butanol ทิ้งไว้ค้างคืน หรือใช้เครื่องอัลทราโซนิก ช่วยในการละลาย จากนั้นกรองหรือเข้าเครื่องเหวี่ยง ขนาด 100มล. ปรับปริมาตรโดยใช้ 1- butanol สารนี้ต้องเก็บในตู้เย็นและใช้ได้ภายใน 1 สัปดาห์

วิธีการ

7.1 ชั่งตัวอย่าง 50-200 มก. ใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 25 มล. เติม 1-butanol ลงไปเล็กน้อยเพื่อละลายตัวอย่าง จากนั้นปรับปริมาตรที่เหลือโดยเติม 1-butanol ลงไป

7.2 ปิเปตตัวอย่าง 5 มล. ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีจุกแก้วที่แห้ง จากนั้นปิเปตสารละลาย TBA 5 มล. ใส่ลงไป ปิดจุกแก้วแล้วผสมให้เข้ากันดี จากนั้นใส่ลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 95°c นาน 2 ชั่วโมง

7.3 เมื่อครบเวลา นำหลอดตัวอย่างขึ้นมาทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิห้อง โดยการให้น้ำไหลผ่านเพื่อลดความร้อน

7.4 นำสารละลายที่ได้ใส่ใน cell ขนาด 10 มม. วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm โดยใช้น้ำกลั่นเป็น reference cell

7.5 เตรียม blank พร้อมตัวอย่างด้วย โดยค่าของ blank ไม่ควรเกิน 0.1

การคำนวณ

$$\text{TBA value} = \frac{50 \times (A-B)}{m}$$

A = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

B = ค่าการดูดกลืนแสงของ blank

M = มวลเป็น มก. ของตัวอย่าง

50 = ค่าตัวแปรที่ใช้เมื่อเตรียมตัวอย่าง โดยใช้ volumetric flask ขนาด 25 ml และใช้ glass cell ขนาด 10 มม.

<u>วิธีวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์</u>

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม โดยวิธี aseptic technique เติมสารละลาย normal saline (0.85% NaCl) ลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ Blender หรือ Stomacher ในขั้นตอนนี้ จะได้สารละลายตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 1 : 10 จากนั้นทำการเจือจางลงครั้งละ 10 เท่าโดยใช้ normal saline จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม

<u>ภาคผนวกที่ ข8</u> วิธีวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ทั้งหมด (A.O.A.C, 1995)

8.1 ปิเปตตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่างๆ 1 มิลลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ โดยทำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ

8.2 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar ที่หลอมเหลว และมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส 15-20 มิลลิตร ผสมเข้ากับตัวอย่างอาหารอย่างทั่วถึง

8.3 ปล่อยทิ้งให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว กลับจานเพาะเชื้อ

8.4 นำไปบ่มที่ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

8.5 นับจำนวนจุลินทรีย์ในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี

8.6 หาผลเฉลี่ยของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ออาหาร 1 กรัม

<u>ภาคผนวกที่ ข9</u> วิธีเคราะห์หาจำนวนยีสต์และรา (APHA, 1992)

9.1 ปิเปตตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่างๆ 1 มิลลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ โดยทำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ

9.2 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ที่หลอมละลายและมีอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ปรับความเป็นกรดด่าง โดยใช้ 10 เปอร์เซ็นต์ tartaric acid 1 มิลลิลิตร ต่อ PDA 100 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ จานละประมาณ 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ให้แข็งตัวบ่มที่อุณหภูมิ 22-25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ไม่ต้องกลับจานเพาะเชื้อ

9.3 คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีของยีสต์และรา อยู่ระหว่าง 10-150

โคโลนี มานับจำนวนพร้อมหาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น และคำนวณเป็นจำนวนของยีสต์และราในตัวอย่าง 1 กรัม

ภาคผนวกที่ ข10 วิธีวิเคราะห์ปริมาณ *Escherichia coli* (A.O.A.C, 1995)

10.1 เตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

10.2 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีอาหาร Lauryl sulfate trytose broth 10 มิลลิลิตร ทำระดับความเจือจางละ 5 หลอด

10.3 บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

10.4 ตรวจดูหลอดที่ให้ผลบวก โดยจะเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ (presumptive test)

10.5 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดที่มีก๊าซ ลงใน Brilliant green lactose bile (BGLB) broth และ EC. Broth

10.5.1 BGLB broth นำไปบ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซทั้งหมดในขั้นนี้ (confirm test) นำไปหาค่า MPN ของ Feacal coliform จากตาราง MPN

10.5.2 E.C.broth นำไปบ่มในหม้ออังไอน้ำ (water bath) ที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนับจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซทั้งหมด นำไปหาค่า MPN ของ Faecal coliform จากตาราง MPN

10.6 การตรวจหา *E. coli*

10.6.1 ใช้ลูปแตะเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในข้อ 10.5.2 streak ลงบน Eosin methylene blue(EMB) agar บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

10.6.2 เลือกโคโลนีซึ่งมีสีเข้มคล้ำ อาจมีเงาโลหะหรือไม่มีก็ได้ ถ่ายเชื้อลงใน NA slant บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

10.6.3 ทดสอบปฏิกิริยา IMVIC ได้แก่

Indole production ถ่ายเชื้อลงใน Trytophane broth บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจผลโดยการหยด Kovac's reagent 0.2-0.3 มิลลิลิตร ลงในหลอด ถ้าเกิดสีชมพูหรือสีแดงที่ผิวหน้าแสดงว่าปฏิกิริยาให้ผลบวก Voges-Proskauer reactive compounds ถ่ายเชื้อลงใน MR-VP medium บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ปิเปตเชื้อ 0.7 มิลลิลิตร ลงในจานกระเบื้องหลุมสีขาว เติมสารละลาย α- napthol 0.1 มิลลิลิตร 40% KOH 0.1 มิลลิลิตรและ

เกล็ด creatine 2-3 เกล็ด ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นแสดงว่าให้ผลบวก Methyl red reactive compounds โดยบ่มเชื้อในหลอด MR-VP medium บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากทำการทดสอบปฏิกิริยา Voges-Proskauer แล้ว จากนั้นตรวจสอบปฏิกิริยาโดยเติมสารละลายเมธิลเรด 5 หยดลงในหลอด เมื่อมีสีแดงเกิดขึ้นแสดงว่าให้ผลบวก ถ้าเกิดสีเหลืองแสดงว่าให้ผลลบ Citrate utilization ถ่ายเชื้อลงใน Koser's citrate broth บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อมีลักษณะขุ่นแสดงว่าให้ผลบวก

10.6.4 ย้อมสีแบบแกรม

10.6.5 คำนวณค่า MPN ของ E.coli ต่อกรัมของอาหาร จากหลอดที่ทดสอบแล้วว่ามีแบคทีเรียรูปท่อนติดสีแกรมลบ และให้ผลการทดสอบ IMVIC เป็น++-- หรือ -+--

ภาคผนวกที่ ข11 วิธีวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* (A.O.A.C, 1995)

11.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

11.2 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ลงใน 10% NaCl TSB 10 มิลลิลิตร บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

11.3 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 0.1 มิลลิลิตร ลงบน Mannitol salted egg Yolk (MSEY) agar เกลี่ยให้ทั่วผิวอาหาร บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

11.4 สังเกตโคโลนีของ *Staphylococcus* spp. ซึ่งอยู่บน MSEY agar โคโลนีสีนวลหรือสีเหลืองรอบๆ มีโซนใส และบน BP agar โคโลนีมีสีดำเป็นมัน มีขอบ ตกตะกอนรอบๆ

11.5 ทดสอบเอนไซม์ coagulase เป็นผลบวก จัดเป็น *S.aureus*

ภาคผนวกที่ ข12 วิธีวิเคราะห์ *Salmonella spp.* (A.O.A.C, 1995)

12.1 สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ลงในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ เติม Trypticase soy broth 225 มิลลิลิตร ตีป่น 25 นาที แล้วนำไปบ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

12.2 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ลงใน Selenite cystine broth 10 มิลลิลิตร บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

12.3 Streak ลงบน Xylose lysine decarboxylase(XLD) agar และ Salmonella shigella (SS) agar บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

12.4 ตรวจดูโคโลนีที่มีลักษณะของ Salmonella บน SS agar โคโลนีจะไม่มีสีใส หรือ ทึบ อาจมีหรือไม่มีจุดสีดำตรงกลาง ส่วนบน XLD agar โคโลนีใส อาจมีหรือไม่มีจุดสีดำตรงกลางเช่นเดียวกัน อาหารเลี้ยงเชื้อรอบๆ จะมีสีบานเย็น

12.5 ทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีบางประการ โดยเขี่ยเชื้อจากโคโลนีที่สงสัย ลงในอาหารเพาะเชื้อต่อไปนี้ บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

12.5.1 Triple sugar iron agar เชื้อ Salmonella จะให้ผลบวก ดังนี้ เกิดด่างที่ slant (สีแดง) เกิดกรดที่ butt(สีเหลือง) อาจสร้างหรือไม่สร้างก๊าซและ H_2S ก็ได้

12.5.2 Lysine indole motility medium เชื้อ Salmonella จะให้ผลการทดสอบเป็น Lysine + indole – และ motility+

12.5.3 Urea agar เชื้อ Salmonella จะไม่สร้าง Urease อาหารจะไม่เปลี่ยนสี

12.5.4 ทดสอบการตกตะกอนด้วย Salmonella antiserum

12.5.5 เชื้อที่ให้ผลการทดสอบทางชีวเคมีที่แสดงว่าเป็น Salmonella และตกตะกอนกับ antiserum จัดว่าเป็น *Salmonella* spp.

<u>ภาคผนวกที่ ข13</u> วิธีวิเคราะห์ *Vibrio cholerae* (A.P.H.A, 1992)

13.1 สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ เติมสารละลาย Alkaline peptone water + โซเดียมคลอไรด์ 0.25% ปริมาณ 225 มิลลิลิตร บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง

13.2 Streak ลงบน Thiosulfate citrate bile salt sucrose (TCBS) agar บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

13.3 เลือกโคโลนีที่มีลักษณะเรียบ แบน สีเหลือง ตรงกลางขุ่น มาทดสอบยืนยันโดยถ่ายเชื้อลงใน Triple sugar iron (TSI) agar และ Lysine indole motility (LIM) medium

13.3.1 *V. cholerae* จะให้ผล TSI agar เป็น slant เกิดกรดที่ butt และไม่เกิดก๊าซหรือ H_2S

13.3.2 *V. cholerae* จะให้ผล LIM medium เป็น lysine+ indole+ และ motility

13.4 ทดสอบการตกตะกอนด้วย 0-1 (polyvalent) antiserum ถ้าให้ผลบวกแสดงว่าเป็น *V. cholerae*

ภาคผนวกที่ ข14 วิธีวิเคราะห์ V. parahaemolyticus (A.P.H.A, 1992)

14.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเจือจาง 1:10 โดยสุ่มตัวอย่างอาหาร 50 กรัม เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 3 % ปริมาณ 450 มิลลิลิตร ตีป่นให้เข้ากัน

14.2 ปิเปตตัวอย่างอาหารเจือจาง 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด Trypticase soy broth+ เกลือ 3% 10 มิลลิลิตร ทำระดับความเจือจางละ 3 หลอด บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

14.3 นับจำนวนหลอดที่มีการเจริญแต่ละระดับความเจือจาง

14.4 เลือกหลอดที่มีความเจือจางมากที่สุด ซึ่งมีการเจริญ 3 หลอด streak ลงบน TCBS agar บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

14.5 สังเกตโคโลนีที่มีลักษณะกลม สีเขียวหรือสีเขียวอมฟ้า เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร นับจำนวนหลอดที่ให้ลักษณะโคโลนีดังกล่าวไปหาค่า MPN (presumptive MPN)

ภาคผนวกที่ ข15 วิธีเคราะห์ Bacillus cereus (A.P.H.A, 1992)

15.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

15.2 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 0.1 มิลลิลิตร ลงบน Mannitol egg yolk polymixin agar (MEYP) หรือ Bacillus cereus agar เกลี่ยให้ทั่ว บ่มที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

15.3 นับจำนวนโคโลนีที่เป็นลักษณะของ *B.cereus* บน MEYP agar จะมีสีชมพูแดง มีโซนขุ่นรอบโคโลนี และอาหารเลี้ยงเชื้อไม่เปลี่ยนสี ส่วนโคโลนีบน Bacillus cereus agar จะมีสีฟ้า ขนาดประมาณ 5 มิลลิลิตร และมีโซนขุ่นของการตกตะกอนเช่นเดียวกัน

15.4 เลือกโคโลนีที่ทำการทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี และย้อมสีแบบแกรม

15.4.1 *B.cereus* ไม่เฟอร์เมนต์น้ำตาล xylose และไม่เฟอร์เมนต์น้ำตาล เมื่อเลี้ยงบน blood agar จะ hemolyze เลือกเกิดโซนใสรอบโคโลนี

15.4.2 *B.cereus* มีลักษณะเซลล์ใหญ่ติดสีแดง มีเม็ดไขมันติดสีดำของสปอร์ติดสีเขียวอยู่กลางเซลล์ ขนาดของสปอร์เล็กกว่าขนาดของเซลล์

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงผลการทดสอบและตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ค1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่น ลวกที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
สี	ผู้ทดสอบ	29	28.40	0.97	2.65**
	การทดลอง	2	0.60	0.30	0.81^{ns}
	Error	58	21.40	0.36	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	65.29	2.25	2.40**
	การทดลอง	2	7.62	3.81	4.06*
	Error	58	54.38	0.93	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	59.43	2.05	3.07**
	การทดลอง	2	0.07	0.03	0.05^{ns}
	Error	58	38.60	0.67	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	59.49	2.05	1.95*
	การทดลอง	2	4.37	2.18	2.07^{ns}
	Error	58	60.98	1.05	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	52.56	1.82	2.07**
	การทดลอง	2	0.45	0.23	0.25^{ns}
	Error	58	50.72	0.87	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างยิ่ง ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังปั่น ที่ผลิตจากแป้ง 6 สูตร

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
สี	ผู้ทดสอบ	29	52.13	1.79	2.00**
	การทดลอง	5	22.14	4.43	4.93**
	Error	45	130.17	0.89	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	78.61	2.71	4.19**
	การทดลอง	5	3.71	0.74	1.10^{ns}
	Error	45	93.78	0.64	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	43.83	1.51	1.64*
	การทดลอง	5	19.05	3.81	3.29*
	Error	45	106.86	0.92	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	42.33	1.46	1.64*
	การทดลอง	5	12.131	2.42	2.73*
	Error	45	29.03	0.89	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	57.04	1.96	2.02**
	การทดลอง	5	19.05	3.81	3.92**
	Error	45	141.09	0.97	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างยิ่ง ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่อุณหภูมิและเวลาในการทอดหลังการแช่เยือกแข็ง

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
สี	ผู้ทดสอบ	29	16.62	0.57	1.36^{ns}
	อุณหภูมิ(A)	1	5.17	5.17	12.28**
	เวลา(B)	2	23.00	11.50	27.32**
	A x B	2	206.09	103.04	244.80**
	Error	145	61.04	0.42	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	16.39	0.57	1.40^{ns}
	อุณหภูมิ(A)	1	0.31	0.31	0.78^{ns}
	เวลา(B)	2	5.17	2.59	6.41**
	A x B	2	45.50	22.75	56.43**
	Error	145	58.47	0.40	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	13.31	0.46	1.27^{ns}
	อุณหภูมิ(A)	1	8.02	8.02	22.22**
	เวลา(B)	2	1.64	0.82	2.28^{ns}
	A x B	2	18.31	9.16	25.36**
	Error	145	52.36	0.36	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	23.29	0.80	1.50^{ns}
	อุณหภูมิ(A)	1	4.51	4.51	8.46**
	เวลา(B)	2	43.24	21.62	40.54**
	A x B	2	171.03	85.52	160.34**
	Error	145	77.34	0.53	

ตารางผนวก ค3 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	23.58	0.81	1.64*
	อุณหภูมิ(A)	1	2.94	2.94	5.92*
	เวลา(B)	2	6.16	3.08	6.21**
	A x B	2	128.94	64.47	130.04**
	Error	145	71.88	0.50	
การยอมรับรวม	ผู้ทดสอบ	29	12.28	0.42	0.73^{ns}
	อุณหภูมิ(A)	1	8.89	8.89	15.40**
	เวลา(B)	2	56.03	28.02	48.55**
	A x B	2	112.31	56.16	97.30**
	Error	145	83.68	0.57	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างยิ่ง ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค4 ปริมาณความชื้น ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ในสภาวะปกติ ที่บรรจุในถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

ลักษณะทดสอบ	อายุการเก็บ	ค่าเฉลี่ย	
	(สัปดาห์)	ถุง OPP	กล่อง พลาสติก
ปริมาณความชื้น	0	66.67±0.07	66.67±0.07
(ร้อยละ)	2	66.48±0.08	66.41±0.16
	4	65.82±0.06	65.9±0.04
	6	66.18±0.15	66.56±0.23
	8	65.72±0.04	65.54±0.06
	10	65.59+0.04	65.42±0.03
	12	64.75+0.08	64.53±0.43
	14	64.17+0.05	63.04±0.05
	16	62.81+0.04	63.47±0.04
	18	64.82+0.03	64.31±0.05
	20	63.93+0.05	63.81±0.13
	22	65.08+0.05	65.12±0.08
	24	64.92+0.06	64.02±0.03
	26	64.5+0.03	64.02±0.05

ตารางผนวกที่ ค5 ปริมาณค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ในสภาวะปกติ ที่บรรจุในถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

ลักษณะทดสอบ	อายุการเก็บ	ค่าเฉลี่ย	
	(สัปดาห์)	ถุง opp	กล่องพลาสติก
ปริมาณความชื้น	0	0.04±0.001	0.04±0.012
(ร้อยละ)	2	0.04±0.008	0.03±0.013
	4	0.06±0.001	0.07±0.001
	6	0.07±0.002	0.07±0.002
	8	0.03±0.001	0.05±0.001
	10	0.06±0.005	0.09±0.005
	12	0.02±0.009	0.04±0.009
	14	0.06±0.010	0.06±0.009
	16	0.06±0.023	0.04±0.005
	18	0.06±0.000	0.02±0.001
	20	0.06±0.001	0.06±0.009
	22	0.08±0.005	0.09±0.006
	24	0.08±0.003	0.08±0.001
	26	0.07±0.005	0.07±0.001

ตารางผนวกที่ ค6 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ในสภาวะปกติ ที่บรรจุในถุงพลาสติก OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

จุลินทรีย์	อายุการเก็บรักษา	จำนวนจุลินทรีย์(CFU/กรัม)	
	(สัปดาห์)	ถุง OPP	กล่องพลาสติก
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	0	$4.3x10^3$	$4.3x10^3$
	2	$4.2x10^3$	$4.2x10^3$
	4	$5.5x10^3$	$5.9x10^3$
	6	$5.1x10^3$	$4.9x10^3$
	8	$4.1x10^3$	$3.9x10^3$
	10	$4.3x10^3$	$3.4x10^3$
	12	$5.8x10^2$	$7.2x10^2$
	14	$4x10^3$	$3.6x10^3$
	16	$3.9x10^3$	$2.9x10^3$
	18	$4.3x10^3$	$4.6x10^3$
	20	$6.8x10^2$	$7.1x10^2$
	22	$8.1x10^2$	$8.6x10^2$
	24	$6.5x10^2$	$9.1x10^2$
	26	$9.2x10^2$	$10x10^2$

ตารางผนวกที่ ค6 (ต่อ)

จุลินทรีย์	อายุการเก็บรักษา	จำนวนจุลินทรีย์(CFU/กรัม)	
	(สัปดาห์)	ถุง OPP	กล่องพลาสติก
ยีสต์และรา	0	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	2	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	4	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	6	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	8	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	10	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	12	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	14	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	16	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	18	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	20	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	22	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	24	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
	26	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10

ตารางผนวกที่ ค7 คะแนนการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองที่มีการปรับปรุงรสชาติด้านรสหวาน โดยวิธี just about right

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส		
	15%	16%	17%
ลักษณะปรากฏ	7.98±0.80[a]	7.88±0.63[a]	7.71±0.70[b]
สี[ns]	7.88±0.86	7.72±0.70	7.88±0.63
กลิ่น[ns]	7.42±0.68	7.38±0.86	7.55±0.82
รสชาติ	7.33±0.91[b]	7.55±0.78[ab]	7.75±0.83[a]
เนื้อสัมผัส[ns]	7.57±0.89	7.70±0.88	7.63±0.99
ความชอบรวม	7.58±0.74[b]	7.70±0.87[ab]	7.92±1.00[a]

[ns] มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างยิ่ง ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบโดยปรับปรุงรสหวาน โดยวิธี just about right scale

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV.	df.	SS	MS	F
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	55.57	1.92	5.83**
	การทดลอง	2	0.27	0.13	0.41^{ns}
	Error	58	19.07	0.33	
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	38.85	1.34	13.93**
	การทดลอง	2	1.08	0.54	5.66**
	Error	58	5.58	0.09	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	35.69	1.23	3.78**
	การทดลอง	2	0.47	0.23	0.72^{ns}
	Error	58	18.87	0.33	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	39.82	1.37	3.64**
	การทดลอง	2	2.61	1.30	3.45*
	Error	58	21.89	0.38	
สี	ผู้ทดสอบ	29	40.91	1.41	13.39**
	การทดลอง	2	0.56	0.28	2.64^{ns}
	Error	58	6.11	0.10	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	53.77	1.85	8.19**
	การทดลอง	2	1.72	0.86	3.8*
	Error	58	13.12	0.23	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค9 คะแนนการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง ที่มีการปรับปรุงด้านกลิ่นพริกไทย โดยวิธี just about right scale

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส		
	7%	7.5%	8%
ลักษณะปรากฏ^{ns}	7.57±0.73	7.58±0.74	7.43±0.86
สี^{ns}	7.30±1.06	7.60±0.80	7.42±0.72
กลิ่น	6.55±0.55^{c}	7.63±0.51^{a}	6.87±0.60^{b}
รสชาติ^{ns}	7.02±1.07	7.10±1.06	6.97±1.13
เนื้อสัมผัส^{ns}	7.27±0.78	7.42±0.77	7.35±0.63
ความชอบรวม^{ns}	7.27±0.78	7.55±0.77	7.35±0.63

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยปรับปรุงกลิ่นพริกไทยโดยวิธี just about right scale

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV.	df.	SS	MS	F
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	17.15	0.59	0.77^{ns}
	การทดลอง	2	0.35	0.17	0.23^{ns}
	Error	58	44.31	0.76	
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	15.01	0.52	0.80^{ns}
	การทดลอง	2	0.41	0.20	0.31^{ns}
	Error	58	37.76	0.65	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	9.56	0.33	1.12^{ns}
	การทดลอง	2	18.62	9.31	31.67**
	Error	58	17.05	0.29	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	45.01	1.55	1.56^{ns}
	การทดลอง	2	0.27	0.14	0.14^{ns}
	Error	58	57.89	0.99	
สี	ผู้ทดสอบ	29	17.91	0.61	0.74^{ns}
	การทดลอง	2	1.37	0.68	0.82^{ns}
	Error	58	44.12	0.83	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	14.89	0.51	0.94^{ns}
	การทดลอง	2	1.27	0.64	1.16^{ns}
	Error	58	31.73	0.55	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค11 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏที่เก็บรักษาในถุง OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ก่อนทอด เก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส

ลักษณะที่ทดสอบ	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย		คะแนนเฉลี่ยสภาวะการเก็บรักษา
		ถุง OPP	กล่องพลาสติก	
ลักษณะปรากฏ (ก่อนทอด)	0	4.93±0.26	4.80±0.41	4.87±0.34^{a}
	2	4.73±0.46	4.53±0.52	4.63±0.49^{a}
	4	4.40±0.51	4.20±0.41	4.30±0.46^{b}
	6	4.20±0.56	3.80±0.41	4.00±0.49^{bcd}
	8	4.00±0.65	3.93±0.46	3.97±0.56^{cde}
	10	4.17±0.52	4.20±0.41	4.19±0.47^{bc}
	12	3.87±0.64	3.47±0.52	3.67±0.58^{ef}
	14	3.73±0.59	3.73±0.70	3.73±0.65^{def}
	16	3.53±0.48	3.63±0.44	3.58±0.46^{fg}
	18	3.80±0.68	3.67±0.72	3.74±0.70^{def}
	20	3.80±0.56	4.13±0.64	3.97±0.60^{cde}
	22	4.27±0.59	4.33±0.62	4.30±0.61^{b}
	24	4.13±0.64	4.13±0.64	4.13±0.64^{bc}
	26	3.27±0.46	3.47±0.52	3.37±0.49^{l}

ตารางผนวกที่ ค12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติทางสถิติคะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏที่เก็บรักษาในถุง OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ก่อนทอดเก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส

ลักษณะทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	อายุการเก็บรักษา (A)	13	66.01	5.08	16.89**
	สภาวะการเก็บ (B)	1	0.34	0.34	1.14^{ns}
	A x B	13	4.21	0.32	1.07^{ns}
	Error	378	113.60	0.30	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค13 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏที่เก็บรักษาในถุง OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ก่อนทอด เก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส

ลักษณะที่ทดสอบ	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย		คะแนนเฉลี่ยสภาวะการเก็บรักษา
		ถุง OPP	กล่องพลาสติก	
ลักษณะปรากฏ (ก่อนทอด)	0	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
	2	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
	4	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
	6	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
	8	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
	10	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
	12	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
	14	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
	16	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
	18	4.80±0.41	4.80±0.41	4.90±0.41
	20	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
	22	4.67±0.48	4.67±0.48	4.64±0.49
	24	4.46±0.52	4.46±0.52	4.47±0.52
	26	4.47±0.52	4.47±0.52	4.44±0.52

ตารางผนวกที่ ค14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏที่เก็บรักษาในถุง OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ก่อนทอดเก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส

ลักษณะทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	อายุการเก็บรักษา (A)	13	17.24	1.33	21.07**
	สภาวะการเก็บ (B)	1	0.02	0.02	0.03^{ns}
	A x B	13	0.36	0.02	0.44^{ns}
	Error	378	23.78	0.06	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ค 15 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏที่เก็บรักษาในถุง OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีนหลังทอด เก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส

ลักษณะที่ทดสอบ	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย		คะแนนเฉลี่ยสภาวะการเก็บรักษา
		ถุง OPP	กล่องพลาสติก	
ลักษณะปรากฏ (หลังทอด)	0	4.87±0.35	4.73±0.46	4.80±0.41^{ab}
	2	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00^{a}
	4	4.87±0.35	4.80±0.41	4.84±0.38^{ab}
	6	4.60±0.51	4.53±0.52	4.57±0.52^{bc}
	8	4.33±0.49	4.53±0.52	4.43±0.51^{c}
	10	4.07±0.46	4.13±0.52	4.10±0.49^{de}
	12	3.73±0.46	3.53±0.52	3.63±0.49^{g}
	14	3.93±0.59	3.93±0.46	3.93±0.53^{ef}
	16	4.00±0.53	3.57±0.59	3.79±0.56^{fg}
	18	3.67±0.62	3.93±0.46	3.80±0.54^{fg}
	20	4.00±0.65	4.20±0.68	4.1±.0.67^{de}
	22	4.20±0.68	4.40±0.63	4.30±0.67^{cd}
	24	4.20±0.68	4.00±0.65	4.1±0.67^{de}
	26	3.33±0.49	3.40±0.51	3.37±0.50^{h}

ตารางผนวกที่ ค 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติคะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏที่เก็บรักษาในถุง OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีนหลังทอด เก็บรักษา ที่-18 องศาเซลเซียส

ลักษณะทดสอบ	SOV	d	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	อายุการเก็บรักษา (A)	13	91.50	7.04	27.20**
	สภาวะการเก็บ (B)	1	0.00	0.00	0.02^{ns}
	A x B	13	3.70	0.29	1.10^{ns}
	Error	378	97.83	0.26	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค17 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสหลังทอด ที่เก็บรักษาใน ถุง OPP และกล่องพลาสติกพอลิเอทิลีนเก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส

ลักษณะที่ทดสอบ	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย		คะแนนเฉลี่ยสภาวะการเก็บรักษา
		ถุง OPP	กล่องพลาสติก	
สี	0	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00^{a}
	2	4.53±0.52	4.33±0.49	4.43±0.49^{b}
	4	4.60±0.51	4.27±0.46	4.44±0.49^{b}
	6	4.27±0.46	4.13±0.35	4.20±0.41^{bcde}
	8	4.27±0.46	3.93±0.46	4.10±0.46^{cde}
	10	4.47±0.52	4.13±0.64	4.30±0.58^{bcd}
	12	4.00±0.53	4.20±0.41	4.10±0.47^{cde}
	14	4.13±0.64	3.87±0.52	4.00±0.58^{de}
	16	4.00±0.53	3.87±0.52	3.94±0.53^{e}
	18	3.73±0.70	3.40±0.51	3.57±0.61^{f}
	20	4.33±0.72	3.93±0.70	4.13±0.71^{bcde}
	22	4.27±0.70	4.40±0.63	4.34±0.67^{bc}
	24	4.33±0.72	4.40±0.74	4.37±0.73^{bc}
	26	3.73±0.70	3.33±0.49	3.53±0.60^{f}

ตารางผนวกที่ ค17 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย		คะแนนเฉลี่ยสภาวะการเก็บรักษา
		ถุง OPP	กล่องพลาสติก	
กลิ่น	0	5.00±0.0	5.00±0.0	5.00±0.00^{a}
	2	4.93±0.26	4.67±0.49	4.80±0.39^{ab}
	4	4.60±0.51	4.53±0.52	4.57±0.52^{bc}
	6	4.47±0.64	4.27±0.46	4.37±0.55^{cd}
	8	4.07±0.70	3.87±0.64	3.97±0.67^{ef}
	10	4.40±0.51	4.27±0.46	4.34±0.49^{cd}
	12	4.00±0.76	4.27±0.70	4.13±0.73^{de}
	14	4.07±0.46	4.07±0.46	4.07±0.46^{def}
	16	3.80±0.41	4.07±0.59	3.94±0.50^{ef}
	18	3.87±0.64	3.67±0.49	3.77±0.57^{f}
	20	4.13±0.74	4.53±0.52	4.33±0.63^{cd}
	22	4.13±0.64	4.07±0.70	4.10±0.67^{de}
	24	4.40±0.63	4.07±0.70	4.24±0.67^{de}
	26	4.07±0.70	3.87±0.74	3.97±0.72^{ef}

ตารางผนวกที่ ค17 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย		คะแนนเฉลี่ยสภาวะการเก็บรักษา
		ถุง OPP	กล่องพลาสติก	
รสชาติ	0	5.00±.00	5.00±0.00	5.00±0.00[a]
	2	5.00±.00	5.00±0.00	5.00±0.00[a]
	4	4.53±0.52	4.60±0.51	4.57±0.52[b]
	6	4.33±0.72	4.60±0.51	4.47±0.62[bc]
	8	4.13±0.52	3.73±0.46	3.93±0.49[de]
	10	4.47±0.48	4.17±0.45	4.32±0.47[bc]
	12	4.07±0.80	3.67±0.82	3.87±0.81[de]
	14	4.13±0.52	4.20±0.56	4.17±0.54[cd]
	16	3.93±0.59	3.73±0.59	3.83±0.59[e]
	18	3.73±0.70	4.13±0.64	3.93±0.67[de]
	20	4.33±0.62	4.27±0.70	4.30±0.66[bc]
	22	4.40±0.63	4.27±0.70	4.34±0.67[bc]
	24	4.13±0.64	4.40±0.63	4.27±0.64[bc]
	26	3.80±0.68	3.73±0.70	3.77±0.69[e]

ตารางผนวกที่ ค17 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย		คะแนนเฉลี่ยสภาวะการเก็บรักษา
		ถุง OPP	กล่องพลาสติก	
เนื้อสัมผัสแป้ง	0	5.00+0.00	5.00+0.00	5.00+0.00[a]
	2	5.00+0.00	4.80+0.41	4.90+0.21[a]
	4	4.53+0.52	4.47+0.52	4.50+0.52[b]
	6	4.60+0.51	4.47+0.52	4.54+0.52[b]
	8	4.40+0.51	4.20+0.56	4.30+0.54[bc]
	10	4.33+0.72	3.93+.0.59	4.13+0.66[c]
	12	4.13+0.74	4.40+0.74	4.27+0.74[bc]
	14	4.13+0.35	4.13+0.52	4.13+0.44[c]
	16	4.20+0.41	4.07+0.46	4.14+0.44[c]
	18	4.27+0.88	4.13+0.83	4.20+0.86[bc]
	20	4.07+0.88	4.20+0.68	4.14+0.78[c]
	22	4.40+0.74	4.20+0.68	4.30+0.71[bc]
	24	4.13+0.64	4.27+0.70	4.20+0.67[bc]
	26	3.67+0.72	3.73+0.70	3.70+0.71[d]

ตารางผนวกที่ ค17 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย		คะแนนเฉลี่ยสภาวะการเก็บรักษา
		ถุง OPP	กล่องพลาสติก	
ความรู้สึกเมื่อเคี้ยวแป้งและกลืน	0	5.00+0.00	5.00+0.00	5.00+0.00[a]
	2	4.80+0.41	4.87+0.35	4.84+0.46[a]
	4	4.60+0.51	4.40+0.51	4.50+0.51[b]
	6	4.40+0.51	4.27+0.46	4.34+0.49[bc]
	8	3.93+0.46	3.80+0.56	3.87+0.51[efg]
	10	4.53+0.52	4.20+0.41	4.37+0.47[bc]
	12	3.67+0.82	3.40+0.63	3.54+0.73[h]
	14	3.60+0.63	3.73+0.59	3.67+0.61[gh]
	16	3.80+0.56	4.07+0.46	3.94+0.51[defg]
	18	3.87+0.35	3.73+0.46	3.80+0.41[fgh]
	20	4.33+0.62	4.07+0.59	4.20+0.57[cd]
	22	3.87+0.35	4.13+0.52	4.00+0.44[def]
	24	4.07+0.59	4.13+0.52	4.10+0.56[cde]
	26	3.20+0.41	3.47+0.52	3.34+0.47[h]

ตารางผนวกที่ ค17 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย		คะแนนเฉลี่ยสภาวะการเก็บรักษา
		ถุง OPP	กล่องพลาสติก	
เนื้อสัมผัสปู	0	4.93+0.26	4.93+0.51	4.93+0.39[a]
	2	4.60+0.51	4.60+0.51	4.60+0.51[b]
	4	4.33+0.49	4.27+0.46	4.30+0.48[bc]
	6	4.27+0.46	3.93+0.70	4.10+0.58[cd]
	8	3.67+0.62	3.80+0.56	3.74+0.59[e]
	10	4.47+0.72	4.17+0.84	4.32+0.78[bc]
	12	4.07+0.70	3.93+0.88	4.00+0.79[cde]
	14	3.33+0.49	3.47+0.52	3.40+0.51[f]
	16	3.13+0.35	3.40+0.51	3.27+0.43[f]
	18	4.13+0.64	4.27+0.46	4.20+0.55[c]
	20	3.8+0.56	3.87+0.74	3.84+0.65[bde]
	22	4.40+0.63	4.2+0.56	4.30+0.60[bc]
	24	4.13+0.52	3.93+0.70	4.03+0.61[cde]
	26	3.20+0.41	3.2+0.41	3.20+0.41[f]

ตารางผนวกที่ ค 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองหลังทอดที่เก็บรักษาในถุง OPP และ กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

ลักษณะทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
สี	อายุการเก็บรักษา (A)	13	53.28	4.10	13.56^{ns}
	สภาวะการเก็บรักษา (B)	1	3.26	3.26	10.79**
	A x B	13	4.04	0.31	1.03^{ns}
	Error	378	114.24	0.30	
กลิ่น	อายุการเก็บรักษา (A)	13	46.71	3.59	11.09**
	สภาวะการเก็บรักษา (B)	1	0.29	0.29	0.89^{ns}
	A x B	13	4.76	0.37	1.13^{ns}
	Error	378	122.51	0.32	
รสชาติ	อายุการเก็บรักษา (A)	13	61.31	4.72	13.99**
	สภาวะการเก็บรักษา (B)	1	0.13	0.13	0.40^{ns}
	A x B	13	5.77	0.44	1.32^{ns}
	Error	378	127.4	0.34	
เนื้อสัมผัสแป้ง	อายุการเก็บรักษา (A)	13	42.98	3.31	8.99**
	สภาวะการเก็บรักษา (B)	1	0.40	0.40	1.10^{ns}
	A x B	13	2.96	0.23	0.62^{ns}
	Error	378	138.9	0.37	

ตารางผนวกที่ ค18 (ต่อ)

ลักษณะทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ความรู้สึกเมื่อ	อายุการเก็บรักษา (A)	13	87.66	6.74	26.49**
เคี้ยวแป้งและ	สภาวะการเก็บรักษา(B)	1	0.09	0.09	0.34^{ns}
กลืน	A x B	13	4.31	0.33	1.30^{ns}
	Error	378	96.23	0.26	
เนื้อสัมผัสปู	อายุการเก็บรักษา (A)	13	95.87	7.38	22.31**
	สภาวะการเก็บรักษา(B)	1	0.13	0.13	0.41^{ns}
	A x B	13	3.11	0.24	0.72^{ns}
	Error	378	124.96	0.33	

^{ns} มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

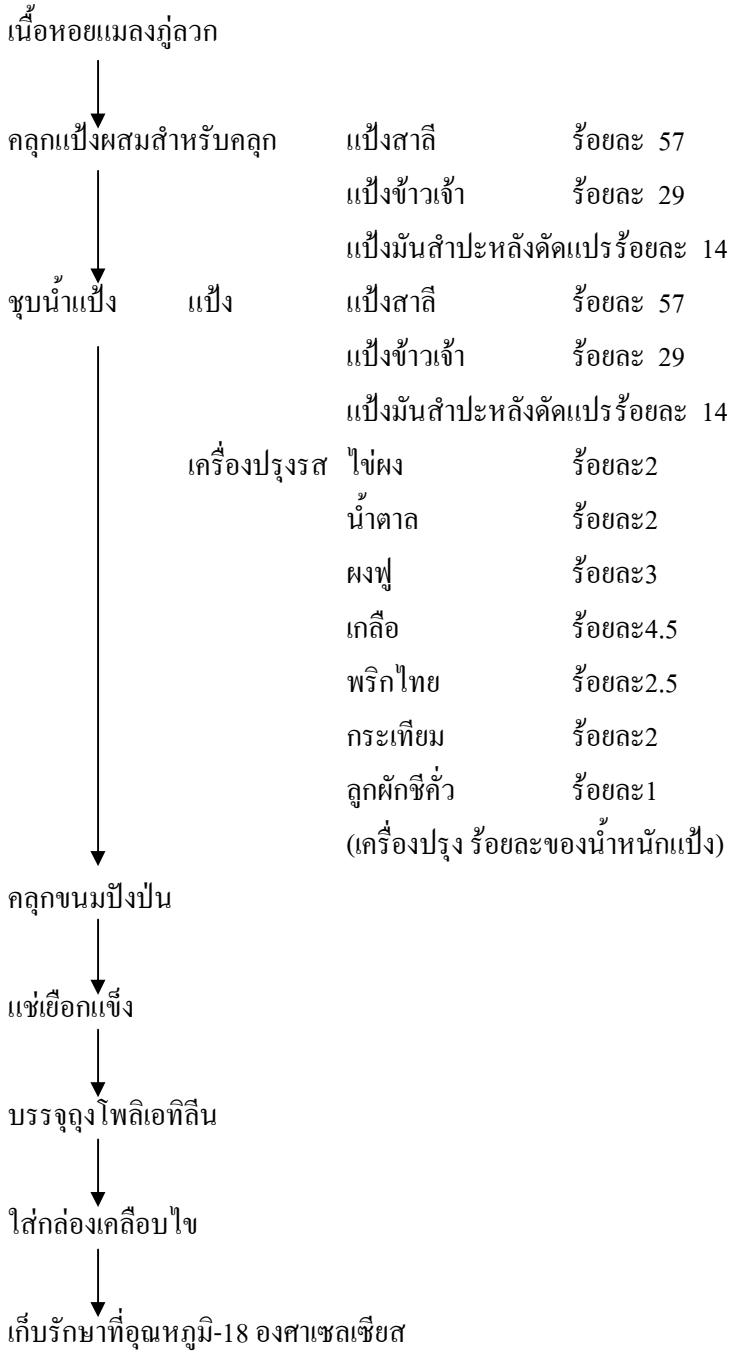
* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P\leq0.01$)

ภาคผนวก.ง

ภาพผลิตภัณฑ์และแผนภาพสูตรที่ใช้ในการผลิต

ภาคผนวกที่ ง1 กระบวนการแปรรูปหอยแมลงภู่ชุบแป้งและขนมปังป่นที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ดวงเดือน, 2543)



(A)

(B)

ภาคผนวกที่ ง2 ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารก่อนทอด (A) และ
ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารหลังทอด (B)

(C)

ภาคผนวกที่ ง3 ผลิตภัณฑ์ปูนิ่มชุบแป้งและขนมปังป่นเสริมใยอาหารในบรรจุภัณฑ์ถุง OPP และ
กล่องพลาสติกพอลิเอทิลีน