



## รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก

Development of Thai desserts for Export Industry

งบประมาณประจำปี 2550-2551

คณะผู้วิจัย

วลัย	หุตะโกวิท
บุษรา	สร้อยระย้า
เกศรินทร์	เพชรรัตน์
สุพรรณิการ์	โกสุม
กิงกาญจน์	เสมอใจ



คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

(สงวนลิขสิทธิ์)

ข้อ 1 ชื่อผลงานคิดค้นหรือสิ่งประดิษฐ์

ภาษาไทย      การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทย เพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก  
ภาษาอังกฤษ      Development of Thai desserts for Export Industry

ข้อ 2 ประวัติของหัวหน้าโครงการ

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ ผศ.วลัย      นามสกุล      หุตะโกวิท      อายุ 56 ปี  
คุณวุฒิ      วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
ตำแหน่ง      ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8  
สังกัด      มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ผู้ร่วมโครงการ

ชื่อ ผศ.บุษรา      นามสกุล      สร้อยระย้า      อายุ 51 ปี  
คุณวุฒิ      คหกรรมศาสตร์บัณฑิต  
ตำแหน่ง      ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8  
สังกัด      คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ชื่อ นางสาวเกศรินทร์      นามสกุล      เพ็ชรรัตน์      อายุ 30 ปี  
คุณวุฒิ      วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
ตำแหน่ง      อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)  
สังกัด      คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ชื่อ นางสาวสุพรรณิการ์      นามสกุล      โกสุม      อายุ 32 ปี  
คุณวุฒิ      อาจารย์ ระดับ 5  
ตำแหน่ง      หัวหน้าสาขาอาหารและโภชนาการ  
สังกัด      คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ชื่อ นางสาวกัญญาจัน      นามสกุล      เสมอใจ      อายุ 30 ปี  
คุณวุฒิ      ครุศาสตรมหาบัณฑิต  
ตำแหน่ง      อาจารย์ ระดับ 5  
สังกัด      คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณ นักศึกษาปริญญาตรี สาขาอาหารและโภชนาการ-พัฒนาผลิตภัณฑ์ ที่ได้ดำเนินการวิจัยเบื้องต้น ดังรายชื่อต่อไปนี้ รัชฎีพัชร์อรรถแห่ง ได้แก่ นางสาววิมลศิริ แสงสุข และนางสาวศรียิกา กล่อมสกุล ถ้วกวน ได้แก่ นางสาวจามณี สุขประกอบ นางสาวทิพรัตน์ ธงทอง นางสาวจุฬญา เผ่าคำ แป็งกล้วยทอด ได้แก่ นางสาวพัชรีย์ กิจสวัสดิ์ นางสาววันวิสา ชื่นกลม กระทงทอง ได้แก่ ขนมครก ได้แก่ นางสาวณัฏฐาณีย์ วงเพชรอักษร นางสาวจิราพร มนต์ขจรเดชา และนายพลชัย แซ่ฮุย สุดท้ายขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาตรีปีที่ 4 สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ – พัฒนาผลิตภัณฑ์ ทุกคน และอาจารย์แผนกอาหารและโภชนาการที่มีส่วนช่วยในเรื่องของการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

คณะผู้วิจัยหวังว่าโครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อประชาชน สามารถทำขนมไทยได้สะดวกและง่ายขึ้น อีกทั้งยึดอายุการเก็บรักษาขนมไทยได้ หากผิดพลาดประการใดผู้วิจัยน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

คณะผู้วิจัย



## บทคัดย่อ

วลัย หุตะโกวิท<sup>1</sup>, บุญรา สร้อยระย้า<sup>1</sup>, เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์<sup>2</sup>,  
สุพรรณการ์ โกสุม<sup>2</sup> และ กิ่งกาญจน์ เสมอใจ<sup>3</sup>

โครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก ได้ดำเนิน การพัฒนา สูตรและกรรมวิธีการผลิตขนมไทยจำนวน 5 ชนิด ผลการพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตขนมไทยแต่ละชนิด พบว่า การพัฒนาธัญพืชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำ โดยใช้อัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุตโทส ต่อเบะแซ ที่ เหมาะสม ได้แก่ 2:12 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของน้ำผึ้งที่ 90 ° Brix ผู้ทดสอบให้ คะแนนความชอบระดับชอบปานกลาง การพัฒนาถั่วกวนผงกึ่งสำเร็จรูป สูตรของ อาจารย์ สุพรรณการ์ โกสุม นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับถั่วกวนสูตรที่ได้รับการยอมรับในท้องตลาด พบว่าผู้ทดสอบให้ คะแนนความชอบถั่วกวนสูตรของอาจารย์ สุพรรณการ์ โกสุม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากมีคะแนนความชอบโดยรวม ในระดับชอบมาก การพัฒนาสูตรแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป ได้แก่ การใช้ อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งสาลี 120:20 ผงฟู 1.25 % และปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ 0.5 % โดยใช้ปริมาณน้ำ 200 มิลลิลิตร ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก การศึกษาสูตรกระทงทองพบว่า สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบสูงสุดลักษณะกระทงทองมีผิวเรียบ สีเหลืองทอง โดยใช้ระยะเวลาในการทอด 1.3 นาที โดยกระทงทองมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก แป้งขนมครกกึ่ง สำเร็จรูป พบว่า สูตรขนมครกทั้ง 3 สูตร ได้ขนมครกที่มีคะแนนความชอบความแตกต่างกันทางด้านเนื้อสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) นำมาศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า 2 ระดับ ได้แก่ 100 และ 90 กรัมในการ ผลิตขนมครก พบว่า ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 2 ระดับ ไม่มีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ( $p > 0.05$ ) ส่วนในปี 2551 มีการศึกษาอายุการเก็บรักษา ซึ่งขนมไทย ได้แก่ ธัญพืชอัดแท่ง ถั่วกวนผงกึ่ง สำเร็จรูป แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป กระทงทองตัดแปลงสภาวะการเก็บรักษา และ แป้งขนมครกกึ่งสำเร็จรูป ผลการพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตขนมไทยแต่ละชนิด พบว่า การพัฒนาธัญพืชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำ โดยใช้อัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุตโทส ต่อเบะแซ ที่เหมาะสม ได้แก่ 2:12 เปอร์เซ็นต์ การพัฒนาสูตรแป้ง กล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป ได้แก่ การใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งสาลี 120:20 ผงฟู 1.25 % และปริมาณ แคลเซียมคลอไรด์ 0.5 % โดยใช้ปริมาณน้ำ 200 มิลลิลิตร และแป้งขนมครกกึ่งสำเร็จรูป มีอายุการเก็บรักษาได้ นาน 6 เดือน ส่วนถั่วกวนผงกึ่งสำเร็จรูป และกระทงทองตัดแปลงสภาวะการเก็บรักษามีอายุการเก็บรักษา 4 เดือน จากการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส ซึ่งยังไม่เหมาะสมใน การส่งออก นำความรู้และเทคโนโลยีที่พัฒนาได้ถ่ายทอดสู่ชุมชนและภาคเอกชนกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการ ถ่ายทอดเทคโนโลยี จัดกิจกรรมฝึกอบรมให้กับกลุ่มชุมชนเกษตรอินทรีย์ ใน จ. ลพบุรี ระหว่างวันที่ 12-14 พฤษภาคม 2551 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีพบว่าผู้รับการอบรมมีความพึงพอใจต่อการอบรมร้อยละ 80 ผลงานสำเร็จได้คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในระดับดี-ดีมาก

หมายเหตุ : <sup>1</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์, <sup>2</sup> อาจารย์คณะเทคโนโลยีการเกษตรศาสตร์, <sup>3</sup> อาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และ การออกแบบ

## Development of Thai Dessert Products for Export Industry

*Walai Hutakovit<sup>1</sup> Bussara Soiraya<sup>1</sup> Kasarin Petcharat<sup>2</sup>*

*Suphannika Kosum<sup>2</sup> and Kingkarn Samerjai<sup>2</sup>*

.....

### Abstract

Development Project of Thai dessert products for export industry aimed to develop 5 kinds of Thai dessert recipes and process which consisted of cereal bar, instant peanut paste powder, instant fried banana flour, Kratong Thong (Golden Thai Pastry Cups) adapted for keeping longer and instant Kanom Krok flour (Coconut Rice Cake). The result was found that cereal bar from black sticky rice was developed by using 2 % high-fructose syrup and 12% glucose syrup and total soluble solid of syrup was at 90° Brix. The product tested was accepted moderately. Instant peanut paste powder recipe development made by Miss Suphannika Kosum was tested for sensory evaluation to compare with other peanut paste produced in marketplace. It was found that the product was accepted and there was statistically significant difference at  $p \leq 0.05$ . The five sensory overall liking attributes (colour, smell, taste, texture, and total impression) were 7.83, 7.76, 7.73, 7.63 and 8.03 respectively. The product had high preference score. Instant fried banana flour recipe development was done by using rice flour to wheat flour ratio at 120:20, 12.5% baking soda and 0.5% calcium chloride. Water requirement was 200 milliliter. The product was accepted at medium to high level. The second recipe of Kratong Thong (Golden Thai Pastry Cups) was the most accepted because it was golden yellow and smooth and stir frying for 1.3 minutes. The product was accepted at medium to high level. For instant Kanom Krok flour (Coconut Rice Cake), it was found that 3 recipes of them were significantly different for texture liking at  $p \leq 0.05$ . 100 and 90 gram of rice flour were studied for producing Kanom Krok, it was found that there was no statistically significant difference for overall liking attributes ( $p > 0.05$ ). Because of indifferent quantity of flour, Kanom Krok was slightly different. However, Kanom Krok made by 90 gram rice flour was less firming when compared to 100 gram rice flour and the product quantity obtained was also less. There was no statistically significant difference for overall liking attributes.

The researcher transferred this knowledge and technology to the target private organization. The first time held on “Thai Dessert Products Course” in Lopburi province between 12-13 May 2008. The result of the technology transfer was found that 80 % of the participants’ satisfaction was accepted and after the course was finished the target groups applied this knowledge and technology for their careers to increase community’s income. It is regarded that this project was accomplished according to its success in the goal and objectives.

Remark: <sup>1</sup>Assistant Professor, <sup>2</sup>Lecturer of the Faculty of Home Economics Technology, <sup>3</sup>Lecturer of the Faculty of Architecture and Design

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	I
บทคัดย่อ.....	II
Abstract.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
สารบัญแผนภูมิ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของการทดลอง.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร.....	2
2.1 ข้าวเหนียวดำ.....	2
2.2 กัญชง.....	4
2.3 อาหารเข้าลำไส้รูปชนิดแห้ง.....	6
2.4 แป้งข้าวเจ้า.....	8
2.5 น้ำผึ้ง.....	13
2.6 แปะแซ.....	15
2.7 น้ำตาลฟรักโทส.....	16
2.8 เมล็ดฟักทอง.....	22
2.9 งาคั่ว.....	23
2.10 การทอด (Frying).....	25
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน.....	29
3.1 อุปกรณ์และวัสดุคืบ.....	29
3.2 สถานที่ดำเนินงาน.....	29
3.3 ระยะเวลาการดำเนินงาน.....	30

## สารบัญ ( ต่อ )

	หน้า
บทที่ 4 วิธีการทดลองและผลการทดลอง.....	31
4.1 รัญพืชอัดแห้ง.....	31
4.2 ถั่วกวนผงกึ่งสำเร็จรูป.....	37
4.3 แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป.....	39
4.4 กระทงทองดัดแปลงสภาวะการเก็บรักษา.....	43
4.5 แป้งขนมครกกึ่งสำเร็จรูป.....	47
4.6 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนมไทย.....	50
4.7 การศึกษาอายุการเก็บรักษา.....	60
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	80
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	80
5.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา.....	82
5.3 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีหลักสูตรผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่อการส่งออก.....	83
บทที่ 6 บรรณานุกรม.....	84
ภาคผนวก.....	86
ก สูตรมาตรฐาน.....	87
ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส.....	94
ค ภาพกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี.....	96
ง เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรขนมไทย.....	100
จ การประเมินผลการฝึกอบรมและผลการวิเคราะห์ทางสถิติ.....	123
ฉ เอกสารโครงการ.....	127

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 องค์ประกอบของน้ำผึ้ง.....	15
ตารางที่ 2 การเกิด mutarotation ที่อุณหภูมิต่างกัน.....	18
ตารางที่ 3 ปริมาณการละลายของน้ำตาลฟรักโทส กลูโคส และซูโครสเป็นกรัม ในน้ำ 100 กรัม และเป็นเปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิต่างๆ.....	18
ตารางที่ 4 กรดอะมิโนชนิดต่างๆ ในเมล็ดงาและกากงาเปรียบเทียบกับน้ำมัน, ถั่วเหลือง และไข่ไก่ทั้งฟอง (เปอร์เซ็นต์).....	24
ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการของงาเปรียบเทียบกับถั่วเหลือง และไข่ไก่ (เปอร์เซ็นต์).....	24
ตารางที่ 6 คุณค่าทางโภชนาการของงาดำในส่วนที่กินได้ 100 กรัม.....	25
ตารางที่ 7 การศึกษาอัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทสต่อเบะแซ ปริมาณ 14% โดยน้ำหนัก....	32
ตารางที่ 8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$ Brix) ของน้ำผึ้ง 3 ระดับ.....	33
ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความชื้นปริมาตรการพองตัวของข้าวเหนียวดำที่อบ 2, 3 และ 4 ชั่วโมง.....	34
ตารางที่ 10 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนของน้ำเชื่อม ไฮฟรุคโทสต่อเบะแซ 2 ระดับ คือ 7 : 7 และ 2 : 2 % โดยน้ำหนัก.....	35
ตารางที่ 11 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$ Brix) ของน้ำผึ้ง 3 ระดับ คือ 80, 85 และ 90 $^{\circ}$ Brix.....	37
ตารางที่ 12 คะแนนความชอบเฉลี่ยของถั่วกวนสูตรของอาจารย์ สุพรรณิกานต์ โกสุม และถั่วกวนสูตรที่ได้รับความนิยมในท้องตลาด.....	38
ตารางที่ 13 คะแนนความชอบเฉลี่ยของสูตรพื้นฐานของแป้งกล้วยทอด.....	40
ตารางที่ 14 คะแนนความชอบเฉลี่ยของอัตราแป้งข้าวเจ้า : แป้งสาลี 3 ระดับ.....	41
ตารางที่ 15 คะแนนความชอบเฉลี่ยของกล้วยทอดที่ปริมาณผงฟูต่างกัน 3 ระดับ.....	42
ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของแป้งกล้วยทอดที่ปริมาณแคลเซียม 3 ระดับ.....	42
ตารางที่ 17 ส่วนผสมกระทงทองในการคัดเลือกสูตรพื้นฐานกระทงทอง.....	44
ตารางที่ 18 ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกระทงทองสูตรพื้นฐาน 3 สูตร.....	45
ตารางที่ 19 คะแนนความชอบกระทงทองที่ทอดในระยะเวลา 0.40, 1.30 และ 2.30 นาที.....	46
ตารางที่ 20 ส่วนผสมกระทงทองในการคัดเลือกสูตรพื้นฐานกระทงทอง.....	47
ตารางที่ 21 คะแนนเฉลี่ยสูตรขนมครก 3 สูตร.....	48
ตารางที่ 22 คะแนนเฉลี่ยปริมาณแป้ง 2 ระดับ.....	49
ตารางที่ 23 ผลการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยทอดที่ได้จากการใช้แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน.....	61
ตารางที่ 24 ผลการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยทอดที่ได้จากการใช้แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน.....	62

## สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 25	ผลการยอมรับของผู้บริโภคด้วยทอดที่ได้จากการใช้แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน.....	63
ตารางที่ 26	ผลการยอมรับของผู้บริโภคด้วยทอดที่ได้จากการใช้แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน.....	64
ตารางที่ 27	ผลการยอมรับของผู้บริโภคด้วยทอดที่ได้จากการใช้แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 เดือน.....	66
ตารางที่ 28	ผลการยอมรับของผู้บริโภคด้วยทอดที่ได้จากการใช้แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน.....	67
ตารางที่ 29	ค่าเฉลี่ย ค่าความชื้น และค่าแอมไนด์ในระยะเวลาต่างๆ.....	68
ตารางที่ 30	แสดงผลการตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์รา ของแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป ในระยะเวลาต่างๆ.....	68
ตารางที่ 31	ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ (ค่าสี) ของกระทงทองในสภาวะปรับสภาพ บรรยากาศ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์.....	71
ตารางที่ 32	แสดงผลการวัดปริมาณค่า Water Activity และค่าความชื้นของขนมครก กึ่งสำเร็จรูป.....	77
ตารางที่ 33	แสดงผลการวิเคราะห์จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด.....	78
ตารางที่ 34	แสดงผลการวิเคราะห์จำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อรา.....	78
ตารางที่ 35	คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านต่างๆ ของการกินรูปทั้ง 8 ครั้ง.....	79

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1	ลักษณะ Configuration ต่างๆ ของน้ำตาลฟรักโทส 15
ภาพที่ 2	ลักษณะ mutatioion ของน้ำตาลฟรักโทส 15
ภาพที่ 3	การเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลทราย (ซูโครส) กับ สารละลายของน้ำตาลหรือสารเคมีตัวอื่นๆ 19
ภาพที่ 4	การเผาผลาญของน้ำตาลฟรักโทส และกลูโคส 20
ภาพที่ 5	ดัชนีหักเหจากข้าวเหนียวดำที่อัตราส่วนของน้ำเชื่อม ไฮฟรุคโทสต่อเบแซ ที่ 7 : 7 และ 2 : 12 เปอร์เซนต์ 35
ภาพที่ 6	ดัชนีหักเหจากข้าวเหนียวดำที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$ Brix) ที่ 80, 85, 90 $^{\circ}$ 36
ภาพที่ 7	กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป 43
ภาพที่ 8	กระทงทองจากกระทงทองตัดแปลงสภาวะอากาศ 46
ภาพที่ 9	ขนมครกจากแป้งขนมครกกึ่งสำเร็จรูป 49
ภาพที่ 10	ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์ดัชนีหักเห 50
ภาพที่ 11	บรรจุภัณฑ์ดัชนีหักเห 51
ภาพที่ 12	ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์ถั่วกวน 52
ภาพที่ 13	บรรจุภัณฑ์ถั่วกวน 53
ภาพที่ 14	ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์แป้งกล้วยกึ่งสำเร็จรูป 54
ภาพที่ 15	บรรจุภัณฑ์แป้งกล้วยกึ่งสำเร็จรูป 55
ภาพที่ 16	ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์กระทงทองตัดแปลงสภาวะ 56
ภาพที่ 17	บรรจุภัณฑ์กระทงทองตัดแปลงสภาวะ 57
ภาพที่ 18	ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์แป้งขนมครกกึ่งสำเร็จรูป 58
ภาพที่ 19	บรรจุภัณฑ์แป้งขนมครกกึ่งสำเร็จรูป 59
ภาพที่ 20	การเปลี่ยนแปลงค่า $a_w$ ของกระทงทองที่เก็บในสภาวะปรับสภาพบรรยากาศที่เก็บ รักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ 70
ภาพที่ 21	การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้น ของกระทงทองที่ เก็บในสภาวะปรับสภาพ บรรยากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ 72
ภาพที่ 22	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ ของกระทงทองที่เก็บในสภาวะปรับสภาพ บรรยากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ 73
ภาพที่ 23	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของกระทงทองที่เก็บในสภาวะ 60 CO <sub>2</sub> /40 N <sub>2</sub> ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ 74

**แผนภูมิ**

หน้า

แผนภูมิที่ 1 กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวเจ้า.....10



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

รัฐบาลส่งเสริมเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์พื้นบ้านประเภท หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ทำให้ชนมไทยซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านได้รับการพัฒนาเป็นสินค้า OTOP เป็นสินค้าที่ผลิตจากกลุ่มชาวบ้านที่ร่วมตัวจัดตั้งเป็นกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหรือกลุ่มชุมชนในแต่ละจังหวัดของประเทศไทยพัฒนาชนมไทยที่มีในท้องถิ่นมาจำหน่าย ซึ่งเป็นการผลิตแบบดั้งเดิม แต่ได้รับการส่งเสริมจากพัฒนาชุมชน เกษตรจังหวัดให้มีรูปแบบที่ทันสมัย และสะอาดมากขึ้น แต่ยังมีปัญหาเรื่องคุณภาพของชนมไทย และอายุการเก็บรักษาสั้น ทั้งนี้เนื่องจากขาดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้วิจัยมีแนวความคิดในการพัฒนาโดยมีการเสนอโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาชนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมขนาดเล็กที่ได้รับงบประมาณปี 2548 ซึ่งได้ดำเนินการวิจัยในเบื้องต้นโดยการพัฒนาสูตร และภาชนะบรรจุทำให้ผลิตภัณฑ์ชนมไทยได้รับการพัฒนาให้มีคุณภาพที่ดี และรูปแบบภาชนะบรรจุที่มีความสวยงาม และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมชนมไทยเติบโตมีโอกาสสร้างช่องทางการจำหน่ายในต่างประเทศเพิ่มขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดนำชนมไทยมาพัฒนารสชาติ และภาชนะบรรจุ เพื่อสร้างโอกาสในการส่งออกให้ชนมไทยทำให้มีคุณภาพด้านรสชาติเป็นที่ต้องการของชาวต่างประเทศ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ชนมไทยทำให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้

### 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตชนมไทยในระดับอุตสาหกรรมให้มีมาตรฐานคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์เพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก

### 1.3 ขอบเขตของการทดลอง

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถทราบถึงกรรมวิธีการผลิตชัยพืชอัดแท่งโดยใช้ข้าวเหนียวดำทอดพองเป็นส่วนผสม
2. เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตชัยพืชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำ

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสาร

#### 2.1 ข้าวเหนียวดำ

ลักษณะเฉพาะที่แตกต่างไปจากข้าวทั่วไปที่เห็นอย่างชัดเจนคือการปรากฏของสีม่วงบนส่วนต่างๆ ของต้น เช่น กาบใบ แผ่นใบ กลีบดอก เปลือกเมล็ด และเชื้อหุ้มเมล็ด เป็นต้น ปริมาณของสีจะเข้มข้นแตกต่างกันไป เป็นลักษณะเฉพาะประจำพันธุ์ซึ่งตามภูมิปัญญาท้องถิ่นข้าวเหนียวดำไร่ จะมีลักษณะสีม่วงเฉพาะส่วนของเชื้อหุ้มเมล็ดเท่านั้น ในขณะที่ข้าวเหนียวดำนา จะมีลักษณะสีม่วงปรากฏอยู่ในส่วนอื่นๆ ด้วย นอกจากนี้อาจแบ่งลักษณะสีม่วงปรากฏอยู่ในส่วนอื่นๆ ด้วย นอกจากนี้อาจแบ่งลักษณะประจำตามสีเชื้อหุ้มเมล็ดโดยเฉพาะข้าวเหนียวดำนาเรียกตามท้องถิ่น คือ ข้าวกำลั่ว (เมล็ดข้าวมีสีม่วงทั้งเมล็ด) กับ ข้าวกำฝา (เมล็ดมีสีม่วงเพียงบางส่วน)

##### 2.1.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวดำ

**วิตามินบี 1** หรือ Thiamine วิตามินบี 1 (Thiamine) เป็นวิตามินที่ละลายในน้ำ (Water soluble vitamine) ถูกทำลายด้วยความร้อนถ้าอยู่ในสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นด่างหรือเป็นกลาง และทนได้ถึง 120 องศาเซลเซียส ถ้าอยู่ในสารละลายที่เป็นกรดร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์ไรอะมินได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหารที่กิน ดังนั้นจึงเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต มีหน้าที่สำคัญ คือ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน ทำให้เกิดพลังงานเพื่อให้ร่างกายสามารถทำงานได้ นอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญของระบบประสาท โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านนำกระแสความรู้สึกของเส้นประสาท ถ้าร่างกายได้รับวิตามินบีหนึ่งไม่เพียงพอ จะทำให้เป็น โรคเหน็บชา โรคนี้เกิดได้กับบุคคล ทุกกลุ่มอายุ สำหรับเด็กทารกถ้าเป็นโรคเหน็บชา (Infantile beriberi) จะมีอัตราการเสียชีวิตสูง หากไม่ได้รับการรักษาอย่างถูกต้องและทันต่อโรค ซึ่งพบได้มากในประเทศที่ประชาชนรับประทานข้าวที่สีแล้วเป็นอาหารหลัก โดยไม่รับประทานอาหารอื่นที่มีวิตามินบี 1 เสริม

ไรอะมิน ที่ได้รับจากอาหารที่เรากินเข้าไปส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ ไรอะมินอิสระ และไรอะมินไพโร ฟอสเฟต (Thiamin Pyrophosphate, TPP) หรือรวมอยู่กับโปรตีน-ฟอสเฟต เป็นสารเชิงซ้อน ซึ่งจะต้องถูกย่อยสลายในระบบทางเดินอาหารก่อนที่จะดูดซึมผ่านผนังลำไส้ ร่างกายจะสะสมไรอะมินไว้ได้เพียงเล็กน้อย กระจายอยู่ตามเนื้อเยื่อต่างๆ ได้แก่ ตับ ไต หัวใจ สมอง และกล้ามเนื้อ ซึ่งจะมีความเข้มข้นสูงกว่าในเลือดเล็กน้อย ไรอะมินจะถูกนำไปใช้จนหมดอย่างรวดเร็วถ้าไม่ได้รับเพิ่มจากอาหาร

### 2.1.2 บทบาทหน้าที่ของไทอะมิน

ไทอะมินในร่างกายมีประมาณ 30 มิลลิกรัม ประมาณครึ่งหนึ่งจะอยู่ในกล้ามเนื้อ ที่เหลือจะกระจายอยู่ในหัวใจ ตับ ไต และเนื้อเยื่อระบบประสาท ครึ่งชีวิต (half life) ของไทอะมินมีค่าประมาณ 9-18 วัน ร้อยละ 80 ของไทอะมินในร่างกายอยู่ในรูป thiamin pyrophosphate (TPP) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า thiamin diphosphate (TDP) อีกร้อยละ 10 อยู่ในรูป thiamin triphosphate (TMP) และที่เหลือ (ร้อยละ 10) จะอยู่ในรูป thiamin monophosphate (TMP) และ free thiamin ไทอะมินในอาหารถูกดูดซึมได้ดี ส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมในลำไส้เล็กบริเวณ jejunum เนื่องจากไทอะมินเป็นวิตามินที่ละลายในน้ำจึงไม่สะสมในร่างกาย ดังนั้นไทอะมินที่ไม่ถูกดูดซึมจะถูกขับออกทางปัสสาวะ ไทอะมินในเลือดประมาณร้อยละ 90 จะอยู่ในเม็ดเลือดแดงซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ TPP

ไทอะมินที่ออกฤทธิ์ภายในร่างกายคือ TPP โดยที่ TPP เป็นโคเอนไซม์ในขบวนการเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต และกรดอะมิโนชนิดโซ่กิ่ง หน้าที่ของ TPP ที่สำคัญมีดังนี้

1. เป็นโคเอนไซม์ของเอนไซม์ pyruvate dehydrogenase ซึ่งมีความสำคัญโดยทำหน้าที่เชื่อมระหว่าง glycolytic pathway และ citric acid cycle
2. เป็นโคเอนไซม์ของ  $\alpha$  - ketoglutarate dehydrogenase ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ citric acid cycle
3. เป็นโคเอนไซม์ ของเอนไซม์ transketolase ซึ่งเกี่ยวข้องกับ pentose phosphate pathway
4. เป็นโคเอนไซม์ของเอนไซม์ branched-chain keto acid dehydrogenase ในขบวนการเมตาบอลิซึม ของกรดอะมิโนชนิดโซ่กิ่ง
5. สำหรับ TPP พบว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญของเยื่อประสาท (neural membrane) ถูกหลั่งออกจากสมอง ไขสันหลัง และ sciatic nerves เมื่อได้รับการกระตุ้นโดยสื่อไฟฟ้า มีหลักฐานบ่งชี้ว่า TPP เกี่ยวข้องกับ การทำงานของระบบประสาทการส่งผ่านกระแสความรู้สึก

### 2.1.3 สาเหตุของการขาดวิตามินบี 1

1. การรับประทานวิตามินบี 1 ในปริมาณซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งอาจเกิดจากความอดอยาก หรือการรับประทานอาหารไม่ถูกสัดส่วน หรือได้รับสารอาหารไม่ครบถ้วน จากการได้รับสารอาหารทางหลอดเลือดดำ (parenteral nutrition) เป็นต้น
2. การรับประทานอาหารที่มีสารทำลายวิตามินบี 1 ซึ่งจำแนกได้ 2 ชนิด คือ
  - 2.1 สารที่ไม่ทนต่อความร้อน (heat labile) ซึ่งเป็นเอนไซม์ ที่เรียกว่า thiaminase พบได้ในอาหารจำพวกปลาน้ำจืด หอยลาย และปลาร้า
  - 2.2 สารที่ทนต่อความร้อน (heat stable) สารประเภทนี้มีอยู่หลายชนิด พบได้ในพืชและผัก พวกลูกไม้ ใบเมี่ยง หมากพลู สีสเลียด นอกจากนี้ยังอาจพบได้ในปลาน้ำจืดบางชนิด

3. ภาวะมีการเพิ่ม metabolism ของร่างกาย ในภาวะดังกล่าวนี้ จะมีการสลายตัวของคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น ความต้องการวิตามินบี 1 จึงสูงขึ้นด้วย ภาวะดังกล่าวได้แก่

3.1 ภาวะทางสรีระวิทยา ได้แก่ เด็กในวัยเจริญเติบโต หญิงมีครรภ์ และหญิงกำลังให้นมบุตร การทำงานหนัก

3.2 ภาวะทางพยาธิวิทยา ได้แก่ โรคติดเชื้อ หรือมีความเจ็บป่วยต่างๆ อันได้แก่ การผ่าตัด ภาวะเครียด นอกจากนี้ยังอาจพบในภาวะต่อมธัยรอยด์ทำงานมาก

4. การลดการดูดซึมวิตามินบี 1 จากลำไส้ หรือการสูญเสียวิตามินบี 1 ซึ่งถ้าได้จะลดการดูดซึมในกรณีผู้ป่วยขาดสารอาหารเรื้อรัง ขาดสารอาหารโพลีแซคคาไรด์ ภาวะ malabsorption มีท้องร่วง และพิษสุราเรื้อรัง ซึ่งจะทำให้การบริโภคอาหารรวมทั้งวิตามินบี 1 ลดลง และความสามารถของตับที่จะเปลี่ยนวิตามินบี 1 เป็น TPP จะลดลงในรายที่เป็นโรคตับแข็ง นอกจากนี้ร่างกายจะสูญเสียวิตามินบี 1 จากการใช้ยาขับปัสสาวะ ท้องร่วง และการทำ hemodialysis

## 2.2 กล้วย

ชื่อพฤกษศาสตร์ *Musa L.* (กล้วยรับประทานได้) วงศ์ MUSACEAE ชื่อพื้นเมือง อังกฤษเรียกบานาน่า อินโดนีเซียและมาเลเซียเรียก ปิงซัง (Pisang) ฟิลิปปินส์เรียก ซาจิง (Saging) พม่าเรียก เง็กเปาตี (Nget pyo thee) เขมรเรียก ชิกนัมวา (Chee nam'vaa) เวียดนามเรียก Chũoi

### 2.2.1 แหล่งกำเนิดและการกระจาย

กล้วยที่ปลูกกันอยู่ทุกวันนี้ตามหลักฐานปรากฏว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีเอกสารกล่าวว่า คนแถบนี้ใช้ประโยชน์จากกล้วยกันมานานแล้ว แม้ว่าประวัติความเป็นมาของกล้วยจะไม่แพร่หลายนัก แต่ก็เป็นที่รู้กันว่ากล้วยเป็นผลไม้ชนิดแรกที่คนในเอเชียเขตร้อนขึ้น โดยเฉพาะในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ปลูกใช้เป็นอาหารก่อนรู้จักคัมภีร์ ทารกไทยส่วนใหญ่เติบโตมาด้วยกล้วยบด ทฤษฎีของชิมมอนด์และเซเพิร์ตที่ได้รับการยอมรับกันเป็นส่วนใหญ่ เสนอว่าดินแดนแถบอินโด-มาเลเซีย ถือเป็นจุดศูนย์กลางของความหลากหลายของกล้วยที่สำคัญที่สุด มาเลเซียจึงอาจเป็นศูนย์กลางของกล้วยในระยะแรก สำหรับความเป็นมาของกล้วยในเมืองไทยหากจะดูตามหลักฐานเก่าแก่ที่สุดก็เห็นจะได้แก่หลักฐานที่ปรากฏในจดหมายเหตุลาลูแบร์ ที่เขียนขึ้นในรัชสมัยของสมเด็จพระนารายณ์มหาราช จดหมายเหตุกล่าวถึง กล้วยงวงช้าง (Clouey -ngouan -tchang) ถ้าสันนิษฐานตามคำบรรยายจะเกิดความสับสนแต่ถ้าหากดูตามชื่อก็จะหมายถึง กล้วยร้อยหวีและกล้วยงาช้างหรือกล้วยยักษ์ อย่างไรก็ตามเมื่อกล้วยมีถิ่นกำเนิดอยู่ทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ดังกล่าวมาแล้วในตอนแรก จึงย่อมเชื่อได้ว่าการปลูกกล้วยในเมืองไทยมานานก่อนสมัยอาณาจักรศรีวิชัย (พ.ศ.1200 โดยประมาณ)

ปัจจุบันกล้วยที่สำคัญของไทยได้แก่ กล้วยน้ำว้าปลูกมากที่สุดในจังหวัดเลย หนองคาย และ หนอง ตามลำดับ รองลงได้แก่กล้วยไข่ซึ่งปลูกกันมากที่สุดในจังหวัดกำแพงเพชร ตาก และนครสวรรค์ กล้วยหอมมีความสำคัญอันดับที่ 3

### 2.2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้นเทียมสูง 2-9 เมตร มีลำต้นสั้นๆอยู่ใต้ดิน (ที่เรียกว่าหัว) พร้อมด้วยตาหลายตาอันเป็นตำแหน่งเกิดเหง้าที่เจริญเป็นหน่อมากมายใกล้ต้นแม่ รากพิเศษแผ่ไปตามแนวรากออกไปไกลได้ 4-5 เมตร ลึกประมาณ 75 ซม. แต่ส่วนมากอยู่ตามผิวดินเบียดกันเป็นแผงแน่น หน่อรูปทรงกระบอกคือลำต้นเทียมที่เกิดจากกาบใบ ที่ทับสลับกันจนแน่นกอดกันกลมแข็ง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 20-50 ซม. ในที่เกิดจากหัวแล้วค่อยๆแทงออกมาที่ยอดเมื่อคลี่จะเป็นแผ่นใบยาวรีมีขนาด 40-150 ซม. X 70-100 ซม. ทรงตัวอยู่ได้ด้วยเส้นกลางใบที่แน่นแข็งจัดเรียงกันแบบขนนก มีเส้นใบขนานกันที่ใบสุดท้ายหรือที่ชาวสวนเรียกว่า “ใบสั้น” หรือใบธงคลี่ออก ช่อดอกหรือถ้าจะเรียกแบบไทยๆก็คือ เครือ ที่เกิดจากต้นใต้ดินก็จะโผล่พ้นยอดออกมาใน 1 หรือ 2 วัน ตาที่โคนกาบปลีซึ่งเป็นส่วนที่ออกผลจะโตอย่างรวดเร็ว ช่วงก้านเครือระหว่างยอดหวีช่อดอกจากก้าน กลีบปลีจะเปิดม้วนคราวละ 1 กาบ หรือมากกว่านั้น เผยให้เห็นดอกตัวเมียที่ติดอยู่กับปลายขนเล็กๆ ซึ่งจะเจริญเป็นหวีกล้วยต่อไป ผลเล็กเหล่านี้จะถ่างออกและกระดกปลายขึ้น ส่วนทั้งหมดจะกลายเป็นเครือกล้วยหลังจากดอกตัวเมียแห้งและกาบปลีร่วงหล่นไป หลังจากกาบปลีที่คลุมดอกตัวเมียไว้ร่วงหล่นหมดแล้ว กาบปลีส่วนที่อยู่ถัดมาจะเปิดเผยออก ดอกที่อยู่ส่วนนี้มักจะทำหน้าที่ไม่ได้สมบูรณ์ ไม่ว่าจะป็นหน้าที่ตัวเมียหรือตัวผู้ก็ตาม ชาวสวนเรียกหวีกล้วยสุดท้ายนี้ว่า “ตีนเต่า” ดอกปลายเครือที่บ้านถัดมาเป็นตัวผู้ทั้งหมดแต่เรื่องนี้ไม่มีความสำคัญแต่อย่างใดเลย ในเมื่อกล้วยที่ปลูกเป็นการค้าทั้งหมดติดลูกได้โดยไม่ต้องรับการผสมเกสร หรือที่เราเรียกกันว่า “การติดลูกพรหมจรรย์” (ไพโรจน์, 2545)

### 2.2.3 ประโยชน์ของกล้วย

ทุกส่วนใช้ประโยชน์ได้แต่ประโยชน์จากผลมีมากที่สุด รับประทานได้ทั้งสดและปรุง ยกเว้นพวกกล้วยกล้วย ที่ภาษาอังกฤษเรียก plantain เครือหนึ่งๆมี 12-13 ผล ผลยาว 30-35 ซม. เป็นเหลี่ยมเปลือกหนาไม่รับประทานสดต้องปิ้ง ต้ม หรือแปรรูป) กล้วยสามารถแปรรูปได้หลายอย่าง เช่น ทำแป้งกล้วย กล้วยแผ่น Puree หมักทำน้ำส้มในแอฟริกันนิยมทำเบียร์จากกล้วย เมืองไทยกล้วยตากและกล้วยฉาบจะนิยมกันมาก ประโยชน์จากส่วนอื่นๆของกล้วยมีอีกมาก เช่น ปลีใช้เป็นผัก ใบห่อขนมและห่ออาหาร ทำกระทงใส่อาหาร ใช้ขัดพื้น กาบนอกใช้ทำเชือก กาบใน (ไส้) ใช้ทำอาหารเช่นแกง ในอดีตมีการแทงหยวกใช้ในงานพิธีต่างๆ เช่น งานศพ งานมงคลสมรส งานบวช งานขึ้นบ้านใหม่ ในด้านอาหารใช้เป็นยาใบอ่อนที่คลี่แล้วใช้แก้อาการเจ็บหน้าอก ถอนพิษไฟลวกและแผลพุพอง น้ำยางที่ซึมออกตามรอยตัดที่โคนต้นใช้รักษาโรคหนองใน ถ้าไส้อักเสบ และโรคท้องร่วง นอกจากนี้ยังใช้รักษาอาการผ

ร่วงและเร่งการงอกของผลด้วย น้ำจากรากใช้ลดอาการไข้ แปะก๊วยใช้ในยามอ่อนเพลียและเมื่อมีอาการขาดสารอาหาร กลัวยสุขนิยมรับประทานเป็นยาระบายอ่อนๆ (อภิสิทธิ์, 2542)

### 2.3 อาหารสำเร็จรูปแบบผสมชนิดแห้ง

ความเป็นมาของอาหารสำเร็จรูปจากธัญชาติ เกิดจากความคิดริเริ่มผลิต “อาหารเพื่อสุขภาพ” โดย W.K.Kellogg และ C.W. Post ในปลายศตวรรษที่ 19 ซึ่งรับผิดชอบในการจัดอาหารมังสวิรัตินำให้กับชุมชนผู้บริโภคาอาหารประเภทนี้ ที่เมืองแบทเทิล กรีก (Battle Creek) รัฐมิชิแกน (Michigan) ประเทศสหรัฐอเมริกา อาหารมังสวิรัตินสมัยนั้นจะไม่ใช่ที่นิยม ความคิดเกี่ยวกับอาหารสำเร็จจากธัญชาติของ W.K.Kellogg และ Post ถือเป็นผลิตที่มีความกรอบ มีส่วนผสมของธัญชาติที่สามารถบริโภคได้และย่อยได้ง่าย ซึ่งกระบวนการในการผลิตอาหารสำเร็จจากธัญชาติจะประกอบด้วย การทำให้สุกและการทำให้แห้ง (อรอนงค์ และลินดา, 2536; Miller, 1994)

ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปจากธัญชาติเป็นผลิตภัณฑ์ที่เริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้น เพราะปัจจัยหลาย ๆ อย่างที่เอื้ออำนวยต่อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ คือ สภาพสังคม เศรษฐกิจ ความเจริญทางเทคโนโลยี วัฒนธรรมของชาวตะวันตก สภาพการทำงานที่เร่งรีบ ต้องหันมาบริโภคอาหารที่สะดวกและรวดเร็ว สามารถเตรียมบริโภคได้เองที่บ้าน เก็บไว้ได้นาน หาซื้อได้ง่ายตามร้านค้าหรือห้างสรรพสินค้าทั่วไป (ไพจิตร, 2534; Fast, 1993) อีกทั้งอร่อยและมีคุณค่าทางโภชนาการจึงเป็นที่นิยมบริโภคกับผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย (Hegenbart, 1995) เด็กที่บริโภคอาหารสำเร็จรูปจากธัญชาติเป็นอาหารเช้า จะได้รับปริมาณวิตามินเอ, บี และเหล็กมากกว่าเด็กที่บริโภคอาหารเช้าประเภทอื่น ๆ (Nicklas และคณะ, 1992; Crawley, 1993) สำเร็จรูปที่มีใยอาหารเป็นประจำ จะทำให้ลดปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือดได้ (Hill, 1995)

ธัญชาติเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตอาหารเช้า ซึ่งความเจริญทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าได้พัฒนามาจากกรรมวิธีการผลิตแบบง่าย ๆ คือ การนำเมล็ดพืชมาบดและต้มให้สุกเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคที่ทำได้ง่ายและประหยัดเวลาในการเตรียม บางครั้งมีการนำข้าวสาลีและข้าวโอ๊ตมาบริโภคเป็นอาหารเช้าโดยการบดและนำมาต้มให้สุก แต่การต้มจะใช้เวลานาน ซึ่งจะต้องมีวิธีการเพื่อลดเวลาในการเตรียม โดยการทำให้สุกมาก่อน จึงมีวิธีใหม่ ๆ ในการผลิตอาหารเช้าพร้อมบริโภคเพื่อความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น (Tribelhom, 1991) ซึ่งปัจจุบันมีการเทคโนโลยีเอกซ์ทรูชัน (Extrusion) มาแทนการผลิตอาหารสำเร็จรูปแบบดั้งเดิม ข้อดีของการใช้กระบวนการเอกซ์ทรูชัน คือ ประหยัดเวลา ประหยัดพลังงาน ลดแรงงานจากคน ทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้ และมีความยืดหยุ่นต่อการใช้วัตถุดิบในสูตรการผลิตสามารถผสมส่วนผสมให้เข้ากันได้เป็นอย่างดี ประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้งเครื่องมือ นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ตามต้องการ (Miller, 1962)

ผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปแบบผสมชนิดแห้งเป็นอาหารที่พร้อมจะรับประทานเหมือนกับคอร์นเฟลก โดยมีการรวมน้ำตาล ไขมัน และนมอัดเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งในระยะแรกต้องใช้แรงต่ำสุดเพื่อให้พวกเฟลก และแกรนูลต่าง ๆ อยู่ในรูปเดิมโดยผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จะเกาะกันด้วยโครงข่ายของน้ำตาล (Sugar lattice) แทนที่การใช้เนยขาว (Shortening) ออบให้ผลิตภัณฑ์แห้ง ลักษณะแท่งที่ได้ต้องแข็งแรง ไม่ถูกทำลายได้ง่ายด้วยมีอระหว่งการบรรจุ และการจัดจำหน่าย (Matz, 1962)

การทำผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปแบบผสมชนิดแห้งจะใช้ธัญพืชเพียงชนิดเดียว หรือหลายชนิดผสมกันก็ได้ เมล็ดธัญพืชที่ใช้กันได้แก่ ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลี ข้าวบาเลย์ ข้าวไรน์ ข้าวเจ้า และข้าวโพด โดยนำเมล็ดธัญพืชเหล่านี้มาปิ้ง หรือย่าง (Toasted) ก่อน จากนั้นนำมาผสมกับสารเชื่อมต่างๆ อาจมีการใส่ผลไม้อบแห้ง ถั่วต่างๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะของธัญพืชที่มีขนาดอนุภาคหยาบ (Coarse particle) และให้เนื้อสัมผัสที่เหมือนกับธรรมชาติ (Robbins, 1976)

อาหารเข้าสำเร็จรูปแบบผสมชนิดแห้ง เป็นอาหารขบเคี้ยวประเภทหนึ่งที่อยู่ใต้อาหารขบเคี้ยวประเภทใหม่ มีอายุการเก็บรักษานาน และเป็นอาหารหวานมากกว่าอาหารคาว มีหลายชนิดเช่น Granular/muesli bar, Chocolate bars, Minibreak bars, Energy bars ซึ่ง กราโนลาบาร์ เป็นอาหารขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพจุดขายของผลิตภัณฑ์อยู่ที่คุณค่าทางโภชนาการสูง วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบ คือ ธัญพืชสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดเคี้ยวกรอบแห้ง (Crunchy bars) เรียกอีกชื่อว่า มูสลีบาร์ (Muesli bars) ผลิตภัณฑ์นี้จะประกอบด้วย โอ๊ตเฟลก วิตเฟลก ไรน์เฟลก ผลไม้อบแห้งต่าง ๆ (แอ๊ปเปิ้ลเฟลก แอปเปิ้ลคอต ลูกเกด) พวกถั่ว (อัลมอนด์ ถั่วลิสง มะพร้าว เฮเซลนัท) พืชเมล็ด (งา ทานตะวัน เมล็ดฟักทอง) และสารให้ความหวาน มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 15-20 ในรูปซูโครส เป็นการเพิ่มกลีเซอรอล และเนื้อสัมผัส

2. ชนิดเหนียวนุ่มมีความชื้นสูง (Chewy bars) ส่วนผสมเหมือนชนิดเคี้ยวอบแห้ง มีการเพิ่มจำนวนน้ำตาลให้สัมพันธ์กับส่วนผสม บางครั้งอาจเติมน้ำตาลอินเวิร์ตเพื่อลดการตกผลึกของน้ำตาล และอาจเติมหางนมผงที่มีความหวานทำให้ผลิตภัณฑ์เหนียวนุ่ม มีความชื้น ผลิตภัณฑ์นี้มีน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 25-30 ปริมาณไขมันน้อยกว่าร้อยละ 12-15 จนถึงร้อยละ 18 ซึ่งชนิดเหนียวนุ่มจะมีไขมันมากกว่าชนิดเคี้ยวอบแห้ง

ปัจจุบันมี การใช้เทคโนโลยีพัฒนาส่วนผสมทำให้ผลิตภัณฑ์ได้ออกมาเหนียวนุ่ม (Stick) เป็นลักษณะมูสลีบาร์ที่ปราศจากน้ำตาลเป็นการช่วยรักษาสุขภาพได้ (Rice, 1990)

ลักษณะทั่วไปของอาหารเข้าสำเร็จรูปแบบผสมชนิดแห้ง เป็นอาหารชนิดหนึ่งที่สะดวกในการบริโภคเหมาะสำหรับภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันมีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วนซึ่ง U.K. Ministry of Agriculture Fisheries & Food Memorandum ได้สรุป ลักษณะทั่วไปของอาหารเข้าแบบผสมชนิดแห้งไว้ดังนี้ กลีเซอรอลของผลิตภัณฑ์ต้องยังคงปรากฏอยู่ ต้องใช้น้ำลายเป็นตัวกลาง และกลืนกินได้อย่างต่อเนื่อง

เนื้อสัมผัสต้องง่ายต่อการเคี้ยว มีรส กลิ่น และได้รับประโยชน์จากการบริโภคขนาดและรูปร่างต้องง่ายต่อการบรรจุ และขนส่งต้องสะดวกสบายต่อการกักกิน (Bite) และง่ายต่อการบริโภคต่อหนึ่งบุคคล เก็บได้นาน และรับประทานได้ง่ายไม่ต้องเสียเวลาในการเตรียม (Dalglish, 1990)นำไปนึ่งให้สุก ลดความชื้นร้อยละ 8 ก่อนนำไปทอดให้พองตัวหรือเก็บไว้ทอดเมื่อต้องการรับประทาน

## 2.4 แป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้าเป็นแป้งที่ทำจากเมล็ดข้าวเจ้า มีสีขาว เนื้อละเอียดจับดูแล้วสากมือเล็กน้อย ुकน้ำแล้วจะแข็งตัว เมื่อทำให้สุกจะมีสีขาวขุ่นและมีกลิ่นหอม ถ้าทิ้งให้เย็นจะอยู่ตัวเป็นก้อน ร่วน ไม่เหนียว จึงเหมาะที่ใช้ในการประกอบอาหารที่ต้องการความอยู่ตัว ร่วน ไม่เหนียวหนืด เช่น ใช้ทำขนมกล้วย ขนมน้ำจืด เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นขนมจีน เป็นต้น (ศรีนวล, 2535)

### 2.4.1 ชนิดของแป้งข้าวเจ้า มีอยู่ 3 ชนิด

1. แป้งเก่า เป็นแป้งที่ทำจากข้าวค้างปี มีคุณสมบัติที่ดูคุ่นน้ำได้ดี เหมาะที่จะทำขนมที่ใช้ น้ำเป็นส่วนผสม เช่น ขนมน้ำดอกไม้ว ขนมนทราย เป็นต้น
2. แป้งใหม่ เป็นแป้งที่ทำจากข้าวใหม่ แป้งชนิดนี้จะคุ่นน้ำได้น้อย เพราะจะมีความชื้นในตัว เหมาะที่จะขนมได้หลายประเภท
3. แป้งสด เป็นแป้งที่ไม่ทับน้ำ เหมาะที่จะทำขนม ที่คุ่นน้ำมาก ถ้าใช้แป้งสดจะทำให้ขนม นั้นไม่แห้ง เช่น ครอบแครงกะทิ

### 2.4.2 คุณสมบัติของแป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้าเมื่อทำให้สุกโดยวิธีกวน เมื่อเย็นแล้วจะแข็ง วิธีการทำให้แห้ง คือ ใส่น้ำมันพืชลงไป นิดหน่อยในส่วนผสมของแป้งแล้วจึงกวน (มณเฑียร, 2541) แป้งข้าวเจ้าสามารถจัดตามปริมาณอะไมโลส ได้เป็น ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำร้อยละ 12-27 ข้าวเจ้าอะไมโลสปานกลางร้อยละ 20-25 และข้าวอะไมโลสสูงมีมากกว่าร้อยละ 27 ถึงแม้จะเป็นข้าวพันธุ์เดียวกัน ความแตกต่างของปริมาณอะไมโลส อาจอยู่ในช่วงร้อยละ 4-5 ตามแหล่งที่ปลูก ข้าวไทยมีปริมาณอะไมโลสตั้งแต่ต่ำจนถึงสูงอัตราส่วนขององค์ประกอบอะไมโลสและอะไมโลเพกตินแตกต่างตามชนิดของพันธุ์ข้าว

แป้งข้าวเจ้ามีลักษณะเป็นเกล็ดเล็กๆ เหลี่ยมบ้างกลมบ้าง ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเมล็ดข้าว ประกอบไปด้วย ส่วนประกอบย่อย 2 ส่วน คือ อะไมโลสและอะไมโลเพกติน อะไมโลส คือ โมเลกุลที่ประกอบขึ้นจากหน่วยกลูโคสที่มีโครงสร้างแบบเส้นตรง ในขณะที่อะไมโลเพกตินประกอบด้วยหน่วยกลูโคสเช่นกัน แต่มีโครงสร้างแบบแยกเป็นกิ่งก้าน (ศรีนวล, 2535) ได้ระบุถึงคุณสมบัติของแป้งไว้ดังนี้

1. แป้งกระจายตัวได้ดีในน้ำเย็น เนื่องจากเป็นผงละเอียด เมื่อนำผสมกับน้ำเย็นจะไม่ละลายน้ำ แต่จะกระจายในน้ำเย็นทำให้น้ำขุ่น ซึ่งจะใช้ในการเตรียมแป้งเพื่อผสมในอาหารที่เป็นของเหลวร้อน ไม่ให้แป้งเกาะเป็นก้อน การที่แป้งไม่ละลายในน้ำเย็นยังเป็นผลดีต่อกระบวนการผลิตคือ ให้ได้แป้งที่สะอาดบริสุทธิ์

2. แป้งช่วยป้องกันความชื้นไม่ให้สัมผัสอาหาร โดยใช้แป้งนวดในการทำบะหมี่ ขนมนึ่ง ใช้เคลือบผิวอาหารในการทำมากรัง ลูกกวาดต่างๆ ใช้เป็นตัวป้องกันอาหารจับเป็นก้อน ทำให้อาหารเก็บได้นาน เช่นการใช้แป้งข้าวโพดผสมในน้ำตาลปั้น (icing sugar) ป้องกันน้ำตาลจับเป็นก้อน

3. แป้งช่วยให้อาหารมีความเข้มข้น หนืด หรือเหนียว การใช้แป้งข้าวโพด แป้งสาลีทำให้น้ำของอาหารมีความเข้มข้น ไม่คืนตัวง่ายเช่น ซุปน้ำข้นกระเพาะปลาเป็นต้น ส่วนแป้งข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง จะทำให้อาหารข้นเหนียวหนืด เช่น เต้าส่วน ราดหน้า เป็นต้น

4. แป้งช่วยให้อาหารมีเนื้อนุ่มหรือเหนียว ขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง ส่วนผสมและวิธีการประกอบอาหารมีดังนี้

- อาหารที่มีลักษณะนุ่มร่วน จะใช้แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี เช่น ขนมหักกาด ขนมหั่วด้วยตะไล นอกจากนี้การใช้น้ำมันผสมในแป้งคลุกเคล้าให้เข้ากันจะได้อาหารลักษณะนุ่มร่วน เช่น ขนมหกึบ ล้าควน

- อาหารที่มีลักษณะเหนียว เช่น ขนมหั่น กะละแม ขนมหันยว หรือใช้แป้งข้าวเจ้าแทนก็ได้ แต่ต้องพยายามนวดหรือกวนนานๆ เพื่อให้เม็ดข้าวแตกตัวมากที่สุด

5. แป้งช่วยให้อาหารมีลักษณะอยู่ตัว เมื่อนำแป้งไปผสมกับน้ำแล้วผ่านความร้อนจะได้อาหารที่อยู่ตัวมีลักษณะเหนียว เช่น ก้วยเตี๋ยว วุ้นเส้น จะได้อาหารลักษณะกรอบแข็ง เช่น ขนมหกรอบเค็ม ปาท่องโก๋ เป็นต้น

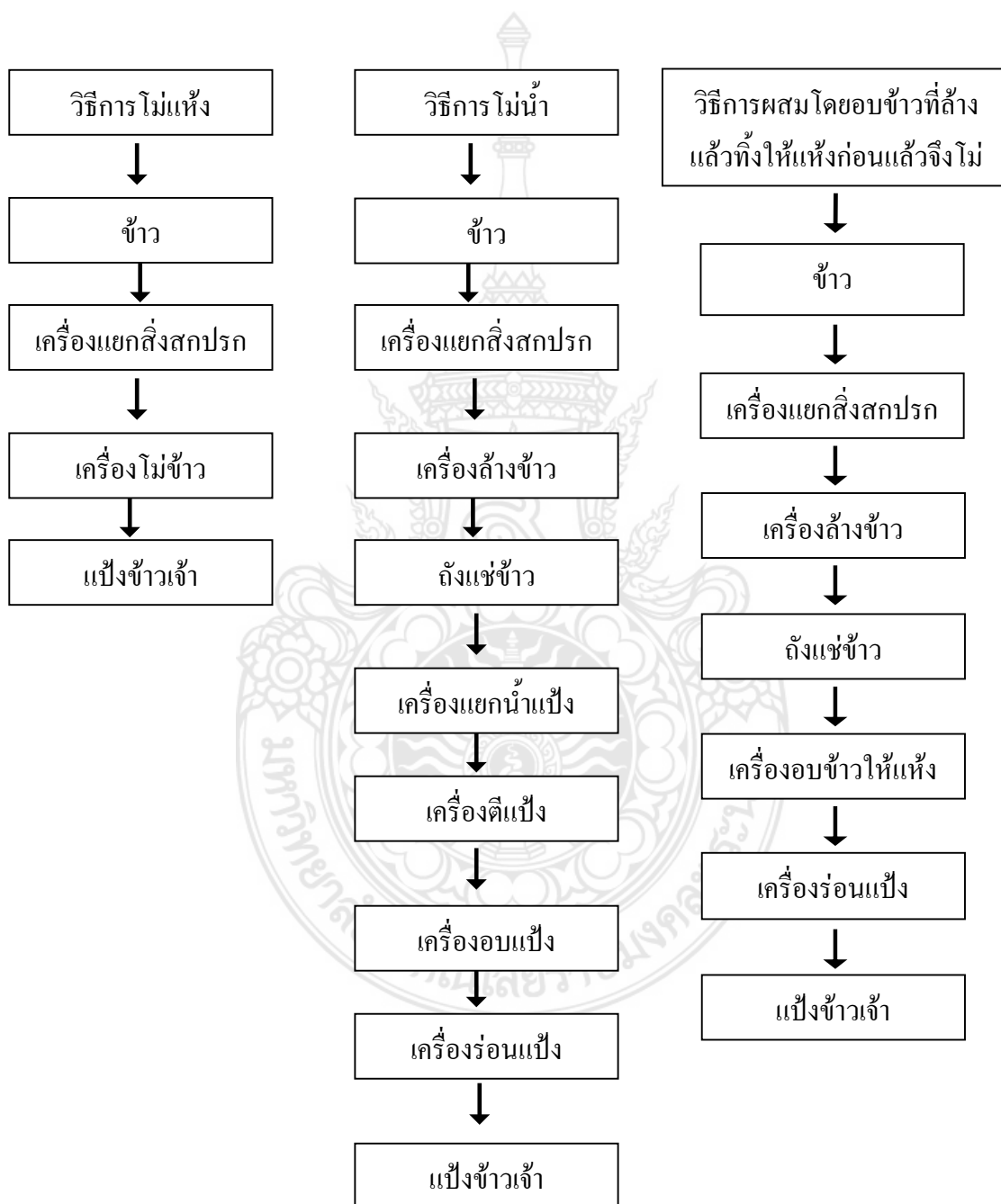
### 2.4.3 กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวเจ้า

การบดหรือการโม่แป้งข้าวเจ้าในประเทศไทยแบ่งออกเป็นกรรมวิธีได้ 3 วิธี คือ

1. วิธีการโม่แห้ง เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดในการผลิตแป้ง เพราะเพียงแต่ป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่องบดหรือเครื่องโม่เท่านั้นก็จะได้แป้งออกมา แต่แป้งที่ได้จากกรรมวิธีนี้มาคุณภาพต่ำ เพราะมีความสะอาดไม่เพียงพอ เม็ดแป้งค่อนข้างหยาบ ไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน

2. วิธีการโม่เปียก วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด คือ นำวัตถุดิบมาทำความสะอาดโดยใช้เครื่องจักรก่อนที่จะนำไปล้างน้ำและแช่ให้นิ่ม เพื่อง่ายต่อการโม่เป็นน้ำแป้ง ต่อจากนั้นน้ำแป้งก็จะถูกแยกน้ำออกก่อนที่จะถูกบดแห้งด้วยลมร้อนต่อไป แป้งที่ได้จากกรรมวิธีนี้จะมีคุณภาพดีและสามารถเก็บไว้ได้นานเหมาะแก่การทำขนมชนิดต่างๆ ได้ดีทั้งนี้เนื่องจากแป้งชนิดนี้มีความละเอียดและมีคุณภาพสม่ำเสมอ ไม่มีกลิ่นเหม็นสาบหรือเหม็นหืน

3. วิธีการผสมโดยอบข้าวที่ล้างแล้วทิ้งให้แห้งก่อนแล้วจึงโม่ วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ไม่ต้องการแป้งที่ละเอียดมากเกินไป สำหรับนำไปทำขนมบางชนิด โดยเฉพาะกรรมวิธีการผลิตแป้งวิธีนี้คล้ายกับวิธีโม่น้ำ คือ นำวัตถุดิบมาทำความสะอาดก่อนที่จะไปล้างน้ำให้สะอาดจากนั้นก็อบข้าวให้แห้งด้วยเครื่องจักรและโม่แห้งเป็นแป้งต่อไป แป้งชนิดนี้มีราคาสูงกว่าแป้งชนิดอื่น เพราะมีขั้นตอนการผลิตที่ยากกว่า ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวเจ้า

ที่มา : รายงานการประชุมวิชาการและนิทรรศการเนื่องในงานมหกรรมข้าวไทย, มิถุนายน 2540

#### 2.4.4 องค์ประกอบทางเคมีของแป้ง

แป้งประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 44.40 ไฮโดรเจนร้อยละ 6.20 และออกซิเจนร้อยละ 49.40 ของน้ำหนักโมเลกุลโดยส่วนใหญ่ อยู่ในรูป 2-0-glucose นอกจากนี้จะเป็นโปรตีนและไขมัน Pentosan และคุณค่าทางโภชนาการของแป้งข้าวเจ้า 100 กรัม ประกอบด้วย ความชื้น 11.8 กรัมคาร์โบไฮเดรต 80.4 กรัม โปรตีน 6.4 กรัม ไขมัน 0.8 กรัม เส้นใย 0.3 กรัม และพลังงาน 365 กิโลแคลอรี (กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2530)

#### 2.4.5 อุณหภูมิแป้งสุก

เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำแป้งให้สูงขึ้น แรงที่เกาะกันระหว่างโมเลกุลของแป้งจะอ่อนตัวลง เม็ดแป้งจะดูดน้ำมากขึ้น และเม็ดแป้งสูญเสียระเบียบการจัดตัวภายใน อุณหภูมินี้เรียกว่า “อุณหภูมิแป้งสุก” และปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “การสุกของแป้ง” (gelatization) (ณรงค์และอัญชัญ, 2528) ทำให้แป้งกลายเป็นเจล และเปลี่ยนแปลงลักษณะทึบแสงเป็นโปร่งแสงได้แบ่งอุณหภูมิแป้งข้าวสุกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

อุณหภูมิแป้งสุก (องศาเซลเซียส)	ประเภทอุณหภูมิแป้งสุก
ต่ำกว่า 70	ต่ำ
70 - 75	ปานกลาง
มากกว่า 75	สูง

(งามชื่น, 2532) ได้ศึกษาคุณภาพข้าวและข้าวสุก รายงานว่า ข้าวเหนียวที่มีคุณภาพดีควรมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ เมื่อหุงต้มแล้วจะได้ข้าวสุกที่อ่อนนุ่ม ในทำนองเดียวกันข้าวอะไมโลสต่ำควรมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ เนื่องจากในระหว่างการต้ม เมล็ดข้าวจะดูดน้ำเข้าไปด้วยความชื้นในเมล็ดสูงขึ้นหากข้าวอะไมโลสต่ำ อุณหภูมิแป้งสุกปานกลางหรือสูงทำให้ข้าวสุกมีลักษณะแฉะ สำหรับข้าวอะไมโลสปานกลางหรือสูงจะไม่เกิดปัญหาดังกล่าว

#### 2.4.6 ความคงตัวของแป้งสุก

Conca และ Yang (1993) รายงานว่าปริมาณอะไมโลสจะทำให้ข้าวเจ้ามีคุณภาพการหุงต้มและรับประทานแตกต่างกัน แต่ในข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสใกล้เคียงกัน ยังมีความแตกต่างในเรื่องคุณภาพอีกด้วย นอกจากนี้ได้ยังคิดหาวิธี ทดสอบคุณภาพในการรับประทานให้แน่ชัดยิ่งขึ้นเรียกการทดสอบความคงตัวของแป้งสุก (gel consistence test) โดยการต้มแป้งให้โปรตีนเชื่อมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.2 นอร์มัล แล้วทำให้เย็นจัด จากนั้นหาระยะทางที่แป้งไหลไปได้ เมื่อวางหลอดแก้วทดลอง ในแนวนอนค่าคงตัวของเจลแบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้คือ

<u>ประเภทสุกแข็ง</u>	<u>ระยะทางเบี่ยงไหล (มม.)</u>
1. แป้งสุกแข็ง (hard gel consistency)	26 - 40
2. แป้งสุกปานกลาง (medium gel consistency)	41 - 60
3. แป้งสุกอ่อน (soft gel consistency)	61 - 100

แป้งที่มีปริมาณอะไมโลสประเภทเดียวกัน อาจมีความคงตัวแตกต่างกันได้ ข้าวที่มีค่าความคงตัวของแป้งสุกอ่อน เมื่อเป็นแป้งข้าวสุกจะนุ่มกว่าข้าวที่มีความคงตัวแป้งสุกแข็งกว่า

#### 2.4.7 ความหนืด

คุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของแป้งคือ เมื่อนำแป้งได้รับความร้อนเม็ดแป้งจะพองตัวขึ้นทำให้เกิดความหนืด การหาความหนืดของน้ำแป้งสุกมีหลายวิธีการเลือกเครื่องมือใดๆ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดคือการใช้ Brabender Visco Amylograph ซึ่งจะติดตามการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งตลอดเวลาในช่วงการทำให้อุ่น (heating) การหุงต้ม (cooking) และการทำให้เย็น (cooling) ออกมาในรูปของกราฟอย่างต่อเนื่อง แป้งแต่ละชนิดมีความหนืดแตกต่างกันไปตามชนิดของแป้ง เมื่อเม็ดแป้งได้รับความร้อนจะดูดน้ำและขยายตัวขึ้น ในขณะที่น้ำที่อยู่รอบๆ จะเหลือน้อยลงทำให้การเคลื่อนไหวของเม็ดแป้งเป็นไปได้ยากขึ้น ความหนืดของน้ำแป้งจะเพิ่มขึ้นเร็วมาก อุณหภูมิที่ความหนืดขึ้นอย่างรวดเร็วนี้เรียกว่า pasting temperature ความหนืดจะเพิ่มขึ้นจนถึงความหนืดสูงสุด (peak viscosity) เป็นจุดที่ความหนืดสูงสุดเม็ดแป้งจะพองตัวหมด และพองตัวมากที่สุดและจะมีเม็ดแป้งบางส่วนแตกสลายออกมา เมื่อใดก็ตามที่ส่วนละลายมีมากกว่าส่วนที่พองตัวความหนืดจะลดลงเห็นได้ชัด เมื่ออยู่ในช่วงการหุงต้มที่ 95 องศาเซลเซียส

#### 2.4.8 การคืนตัวของน้ำแป้งสุก (retrogradation)

การคืนตัวของน้ำแป้งสุกเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำแป้งสุกซึ่งร้อนมาทำให้อุณหภูมิต่ำลงขณะที่อุณหภูมิต่ำลงนั้น โมเลกุลอิสระของอะไมโลสซึ่งอยู่ใกล้กันจะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กัน ทำให้เกิดสภาพการจัดเรียงตัวของโมเลกุลใหม่ ถ้าน้ำแป้งสุกมีความเข้มข้นต่ำการจัดเรียงตัวของโมเลกุลจะทำให้เกิดลักษณะตะกอนขุ่นขาว ขนาดโมเลกุลของอะไมโลสในแป้งแต่ละชนิดมีผลต่อการคืนตัวของน้ำแป้งสุก โมเลกุลอะไมโลสที่มีขนาดพอดีในการเคลื่อนที่มาจับตัวกันคือ ช่วง 100-200 หน่วย กลูโคสถ้าโมเลกุลใหญ่จะเคลื่อนที่เข้ามาจับตัวกันได้ยากและถ้าโมเลกุลสั้นจะเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาทำให้จับกันยากเช่นกัน

## 2.5 น้ำผึ้ง

น้ำผึ้ง หมายถึง ของเหลวรสหวานที่ผึ้งผลิตขึ้นจากน้ำหวานของดอกไม้ (necta) หรือจากส่วนหนึ่งของต้นไม้อื่นแล้วสะสมไว้ในรังผึ้ง จากนั้นทิ้งไว้จนน้ำหวานมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพจนเป็นน้ำผึ้งในที่สุด โดยทั่วไปแล้วน้ำผึ้งจะมีลักษณะข้น มีรส สีส และกลิ่น แตกต่างกันไป ระหว่างสีเหลืองอ่อน หรือน้ำตาลอ่อน ถึงน้ำตาลไหม้ ขึ้นอยู่กับชนิดของเกสรดอกไม้ที่ผึ้งคูดน้ำหวานมา เช่น น้ำผึ้งที่ข้น และมีสีคล้ำ มักมีแร่ธาตุต่าง ๆ เจือปนอยู่มากกว่าน้ำผึ้งสีใสและมีเกสรดอกไม้เจือปนอยู่มากด้วย (บุญรอด, 2520)

### 2.5.1 การผลิตน้ำผึ้ง

เมื่อผึ้งเก็บน้ำหวานจากดอกไม้ลงสู่กระเพาะจะมีน้ำย่อยจากต่อมน้ำลายขับออกมาเปลี่ยนหรือเรียกว่าแมตาบอลไลซ์น้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสให้เป็นน้ำตาลแปรรูปคือ น้ำตาลรีบูโรสและเดกซ์โทรส และน้ำตาลอื่น ๆ แต่มีจำนวนน้อย ปฏิกริยาการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นตั้งแต่ผึ้งเริ่มบินกลับรัง ขณะที่ผึ้งกระพือปีกจะเกิดพลังงานความร้อนช่วยเร่งการทำงานของเอนไซม์ตลอดจนช่วยเผาผลาญลดความชื้นในน้ำหวานให้กลายเป็นน้ำผึ้งเมื่อผึ้งงานกลับมาถึงรังจะคายน้ำหวานแปรรูปนี้ให้กับผึ้งงานประจำรังซึ่งจะรับกันด้วยปากต่อกปากน้ำหวานแปรรูปนี้ยังไม่เป็นน้ำผึ้งที่สมบูรณ์เพราะยังมีความชื้นหรือน้ำในน้ำหวานมากถึง 30-40 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาผึ้งงานประจำรังจะนำน้ำหวานนี้ไปเก็บในหลอดรวงน้ำผึ้ง ตอนเย็นผึ้งกลับรังกันเป็นส่วนใหญ่จะช่วยกันกระพือปีกช่วยให้มีการระเหยของน้ำหวานอีกจนเป็นน้ำผึ้งที่สมบูรณ์มีน้ำเหลืออยู่เพียง 20-25 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น หลังจากนั้นผึ้งงานจะใช้ไขผึ้งเปิดหลอดรวงที่เก็บน้ำผึ้งไว้ใช้เป็นอาหารเพื่อให้พลังงานในชีวิตประจำวันและยามขาดแคลนอาหารต่อไป

### 2.5.2 การนำไปใช้ประโยชน์

น้ำผึ้งที่ข้นและมีสีคล้ำมักมีแร่ธาตุ ๆ เจือปนอยู่มากกว่าน้ำผึ้งที่ใสและมีเกสรดอกไม้เจือปนอยู่มากด้วย แร่ธาตุที่มีอยู่ในน้ำผึ้งและเกสรดอกไม้ช่วยให้เกิดกำลังวังชา ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตได้เร็วเมื่อบริโภคเข้าไปซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ให้กลับเข้าสู่สภาพที่สมบูรณ์ได้รวดเร็วมาก แร่ธาตุที่ปรากฏในน้ำผึ้งทั่ว ๆ ไปดังนี้

1. เหล็ก ช่วยเร่งให้เม็ดโลหิตในร่างกายทวีขึ้นอย่างรวดเร็ว ผู้ที่มีโลหิตจาง ไม่สมบูรณ์อ่อนแอบริโภคน้ำผึ้งเข้าไป ร่างกายจะสมบูรณ์ โลหิตจะมากขึ้น
2. ฟอสฟอรัส ช่วยเสริมสร้างเซลล์ในร่างกายของเราให้แข็งแรง อดทนต่อโรคภัยได้ดี
3. แมกนีเซียม จะมีเสริมสร้างกระดูกและกล้ามเนื้อในร่างกายให้แข็งแรงทนทานทำงานหนักได้เกลือ จะช่วยให้เหนื่อยทำงานได้รวดเร็วขึ้น
4. แคลเซียม จะช่วยสร้างกระดูกและฟันให้ทันและแข็งแรงมาก
5. กำมะถันและแมงกานีส ทำให้ร่างกายแข็งแรง กระปรี้กระเปร่าขึ้นกว่าเดิม

6.คลอรีน ช่วยบำรุงร่างกายให้แข็งแรงทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรง ช่วยย่อยอาหารและเพิ่มเม็ดโลหิตแดงในร่างกายให้มากขึ้น

ในน้ำผึ้งมียางเหนียว ๆ เรียกว่า dextrin เป็นวัตถุที่ช่วยรักษาน้ำผึ้งให้ข้นและไม่ให้แห้งระเหยไปได้เร็ว เก็บไว้นานปีก็ไม่เสื่อมคุณภาพ ในน้ำผึ้งมีกรด 2 ประเภท คือ volatile และ nonvolatile กรดเหล่านี้มีประโยชน์ช่วยเก็บรักษาน้ำผึ้งไม่ให้บูดเน่าเสียสมัยโบราณชาวอียิปต์ และชาวกรีก ใช้น้ำผึ้งช่วยเก็บรักษาร่างกายของคนที่ยาแล้วให้คงสภาพอยู่ ทั้งนี้เพราะน้ำผึ้งมีปริมาณน้ำตาลสูงจึงมีคุณสมบัติในการต่อต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ในทางเภสัชกรรมแผนโบราณใช้รับประทานกับยา และมีกลิ่นหอมชวนสูบ ใช้ในการถนอมอาหารบางชนิด เช่น ใช้ในการดองผลไม้ และใช้ในการเสริมสวย เช่น ทาผิว ทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่งสวยงาม เพราะวิตามิน และแร่ธาตุในน้ำผึ้ง ซึ่งมีประโยชน์ต่อการเลี้ยงทารก ทำให้แข็งแรงเวลาเจ็บป่วย ใช้น้ำผึ้งป้อนให้ทารกจะพ้นหายจากโรคเร็ว เช่น โรคไอ หลอดลมอักเสบ เป็นต้น น้ำผึ้งเป็นยาฆ่าเชื้อโรค (Antiseptic) อย่างดีชนิดหนึ่งเพราะมีน้ำตาล Levulose อยู่มากสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในร่างกายของคนเราไม่ให้เจริญเติบโต

น้ำผึ้งช่วยทำให้เส้นยาสูบอ่อนนุ่ม ละมุนละไมไม่กรอบและไม่สูบแสบคอ เก็บไว้ได้นานคงรสชาติที่อยู่เสมอ ดังที่ใช้ผสมบุหรี่ที่มีชื่อเสียงนิยมนกันอยู่ในขณะนี้ ในต่างประเทศยังใช้ผสมยาสูบพวกซิกการ์อีกด้วยเป็นที่นิยมกันทั่วโลก

น้ำผึ้งที่จัดอยู่ในเกณฑ์ดีและได้มาตรฐาน ต้องมีองค์ประกอบโดยน้ำหนักคิดเป็นร้อยละ ดังนี้ น้ำ 17.2 โปรตีน 0.3 เถ้า 0.2 คาร์โบไฮเดรต 82.3 กรดชนิดต่าง ๆ 0.5 และไม่มีไขมัน น้ำตาลส่วนมาก D-glucose D-fructose (Matz, 1984) ได้แก่ LEVULOSE DEXTROSE SUCROSE SUCROSE โดยเฉพาะน้ำตาล SUCROSE ซึ่งเป็นองค์ประกอบของน้ำตาลทราย จะมีได้ไม่เกินร้อยละ 5 ถ้ามมากกว่านี้ถือว่าน้ำผึ้งนั้นเลี้ยงด้วยน้ำตาล

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของน้ำผึ้ง

องค์ประกอบพื้นฐาน	จำนวนเปอร์เซ็นต์	จำนวนกรัม
น้ำ(ความชื้น)	17.2	78.0
LEVULOSE	38.19	173.2
DEXTROSE	31.28	141.9
SUCOSE	1.31	5.9
MALTOSE	7.31	33.2
น้ำตาลอื่น ๆ	1.50	6.8
กรด กลูโคนิก ซิตริก มาลิก ซัล ซินิก ฟอรั่มิค อาซีติก บิว ทิริค แลคติก ไพโรกลูตามิกและ กรดอะมิโน	0.57	2.6
โปรตีน	0.26	0.2
แอส (ash) เถ้าหรือแร่ธาตุ อื่น ๆ	0.17 2.21	0.8 10.0
รวม	100.0	454.6
รวมปริมาณน้ำตาล	79.59	361.0
ที่มา : พรเพ็ญ (2533)		

## 2.6 แเบะแซ

แเบะแซ (Glucose Syrup Corn Syrup Liquid Glucose) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้ความหวานชนิดนี้ ได้มีผู้กำหนดความหมายไว้เป็นหลายรูปแบบ ซึ่งพอจะสรุปได้ว่า แเบะแซคือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำให้สตาร์ชที่บริโกลได้ซึ่งนิยมใช้สตาร์ชข้าวโพด แต่ในบ้านเรานิยมใช้สตาร์ชมันสำปะหลังมาสลายตัวบางส่วนโดยวิธีการไฮโดรไลซ์ด้วยกรดหรือเอนไซม์ ทำให้บริสุทธิ์และเข้มข้นขึ้น ซึ่งประกอบด้วย ดีกลูโคส (D- glucose) มอลโทส (Maltose) และพอลิเมอร์ของดี- กลูโคส ในสัดส่วนที่ต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสภาวะของการไฮโดรไลซ์หรือวิธีการผลิต ระดับของการสลายตัวของสตาร์ชจะมีผลต่อชนิดและสมบัติของแเบะแซ ซึ่งนิยามกำหนดด้วยค่าสมมูลเดกซ์โทรส (Dextrose equivalent) นิยมเรียกสั้น ๆ ว่า ค่า D.E. ซึ่งหมายถึงปริมาณของน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์โดยคำนวณในรูปของ D (+)-glucose ของปริมาณน้ำหนักแห้งทั้งหมด

ในปี พ.ศ. 2522 ทาง Corn Refines Association ได้จำแนกชนิดของเบะแซโดยอาศัย D.E. เพื่อให้สะดวกในการเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมไว้เป็น 5 ชนิดดังนี้

1. มอลโทเดกซ์ทริน เป็นชนิดที่มีค่า D.E. ต่ำกว่า 20 จะไม่เรียกว่า กลูโคสไซรัป
2. เบะแซที่มีการแปรผันต่ำ (Low conversion glucose syrup) จะมีค่า D.E. 20-38
3. เบะแซที่มีการแปรผันกลาง (Medium conversion glucose syrup) จะมีค่า D.E. 39-58 ชนิดที่เรียกว่า Regular grade หรือ Standard grade จะมีค่า D.E. 42
4. เบะแซที่มีการแปรผันสูง (High conversion glucose syrup) จะมีค่า D.E. 49-65
5. ฟรักโทสสูง (High fructose) จะมีค่า D.E. 75-96

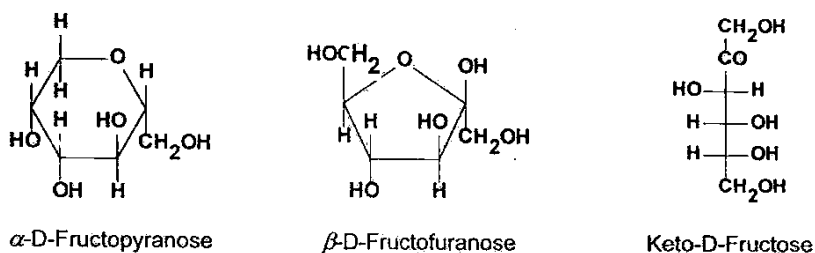
ผลิตภัณฑ์เบะแซที่ผลิตจำหน่ายจะมีทั้งลักษณะที่เป็นของแข็งกึ่งเหลว ขึ้นหีบและในลักษณะที่เป็นผง ตามมาตรฐานทางการค้าจะต้องมีสารแห้ง (Dry substance) ไม่น้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักตามปกติทั่วไปจะมีอยู่ระหว่าง 80- 82 เปอร์เซ็นต์ ต้องมีค่า D.E. ไม่ต่ำกว่า 20 ปี Suifated ash ได้ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ควรต่ำกว่า 20 ppm. แต่ชนิดที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์ลูกกวาด อนุญาตให้มีถึง 400 ppm.

### 2.6.1 สมบัติบางประการที่สำคัญของเบะแซ

เบะแซจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามค่าของ D.E. และวิธีการผลิตเบะแซที่มีค่า D.E. จะมีความหนืดสูง มีความหวานต่ำ ช่วยป้องกันการตกผลึกได้ดี มีการดูดซับความชื้นต่ำ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมในสารที่ใช้เคลือบผิว เพื่อป้องกันการเหนียวเหนอะหนะเมื่อจับต้องและช่วยให้มีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน มีความเลื่อมมัน ทนต่อการแตกหักได้ดี เบะแซที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตลูกกวาดแข็ง จะมีค่า D.E. ในช่วง 34-43 การละลายน้ำของเบะแซจะละลายได้ดีเมื่อค่า D.E. สูง และจะลดหลั่นไปตามค่า D.E. เบะแซที่มีค่า D.E. สูงขึ้นจะมีความหวานเพิ่มขึ้น แต่ความหนืดจะลดลง ความสามารถในการควบคุมการตกผลึกก็จะลดลง และจะต้องเทใส่พิมพ์เพื่อป้องกันการเกิดเป็นหาง (Tailing) ซึ่งจะเกิดการหยอดผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดสูงเกินไป (Alikonis J J 1979 อ้างโดยคณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 424)

## 2.7 น้ำตาลฟรักโทส

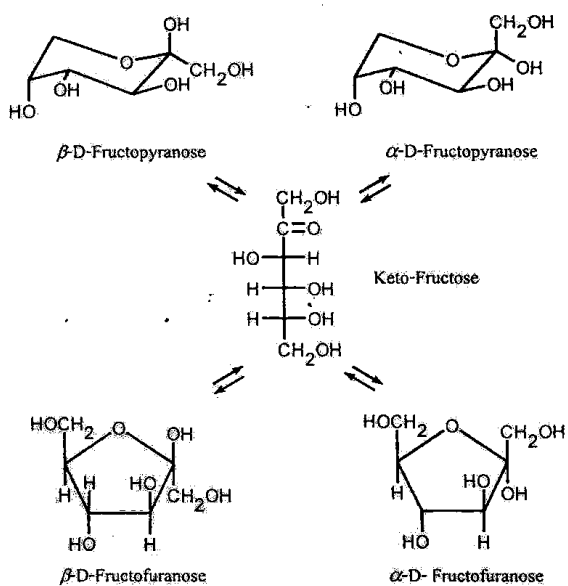
น้ำตาลฟรักโทส (fructose) เป็นที่รู้จักกันในรูปของ D- fructose ซึ่งเป็น monosaccharide ชนิดที่มีคาร์บอนประกอบหกตัว (ketohexose) จะมีน้ำหนักโมเลกุล 180.16 และมีค่า Specific rotation เท่ากับ -92.3 ด้วยเพราะว่าค่านี้เป็นค่าลบ บางครั้งจึงเรียกน้ำตาลฟรักโทสว่าเป็น Levulose จากการจัดกลุ่มการเรียกชื่อของ IUPAC น้ำตาลฟรักโทสนี้ก็จัดอยู่ในกลุ่มของ hexulose



ภาพที่ 1 ลักษณะ configuration ต่าง ๆ ของน้ำตาลฟรักโทส

### 2.7.1 คุณสมบัติของน้ำตาลฟรักโทส

Mutaroationเมื่อน้ำตาลฟรักโทสอยู่ในสารละลาย จะเกิดลักษณะนี้ขึ้นทำให้ฟรักโทสอยู่ในรูปต่าง ดังนี้



ภาพที่ 2 ลักษณะ mutarotation ของน้ำตาลฟรักโทส

ที่มา : Weidenhagen (1951)

เมื่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวถึงภาวะสมดุลแล้ว พบว่าปริมาณแปรผันกับอุณหภูมิ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเกิด mutarotation ที่อุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิ (°C)	$\beta$ -D-Fructopyranose	$\alpha$ -D-Fructofuranose	$\beta$ -D-Fructofuranose
0	84.8±2.1	4.1±1.3	11.1±1.6
10	79.2±1.8	5.7±1.3	15.1±0.9
20	73.1±1.3	7.2±1.1	19.7±0.5
30	67.5±1.3	8.7±1.6	23.4±0.5
40	61.3±2.6	10.9±1.8	27.8±1.3
50	55.8±2.5	12.5±1.0	51.5±0.7

ที่มา: Aska and Treptow (1985)

### 2.7.2 การตกผลึก

ในการผลึกจะพบเพียงผลึกของ  $\beta$ -D-Fructopyranose เท่านั้น โดยที่ผลึกมีลักษณะ rhombic ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความสามารถในการดูดน้ำ (hygroscopic) ได้สูง และเมื่ออยู่ในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์เกิน 60 % ผลึกของฟรักโทสก็จะดูดความชื้นจนละลายเป็นของเหลวทำให้การตกผลึก การแยกผลึก และการเก็บรักษาน้ำตาลฟรักโทสนั้นมีปัญหา ปกติผลึกของน้ำตาลฟรักโทสมีจุดหลอมเหลว (melting point) ที่ 102-104 (°C)

### 2.7.3 ความสามารถในการละลายและความหนืด

การละลายของน้ำตาลฟรักโทสในน้ำมีค่าสูง เมื่อเทียบกับน้ำตาลอื่น ๆ ในสถานะสารละลายอิ่มตัวเป็นไปตามตารางที่ 3 เมื่อเป็นสารละลายจะให้ความหนืด แต่มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับสารละลายของน้ำตาลอื่น ๆ และถ้าอุณหภูมิลดลง ค่าความหนืดก็จะลดลงไป ดังตารางที่ 3

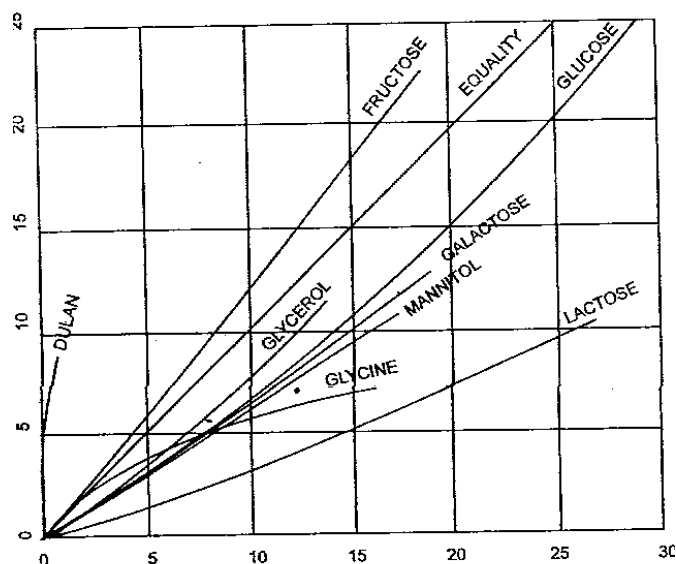
ตารางที่ 3 ปริมาณการละลายของน้ำตาลฟรักโทส กลูโคส และซูโครสเป็นกรัมในน้ำ 100 กรัม และเป็นเปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	ฟรักโทส		กลูโคส		น้ำตาลทราย (Sucrose)	
	%	กรัม/น้ำ 100 กรัม	%	กรัม/น้ำ 100 กรัม	%	กรัม/น้ำ 100 กรัม
20	78.94	374.78	66.60	87.67	47.11	199.4
30	81.54	441.70	68.18	120.46	54.64	214.3
40	84.34	538.63	70.01	162.38	61.84	233.4
50	86.94	665.58	72.04	243.76	70.91	257.6

ที่มา: Doty and Vanien (1975)

### 2.7.4 ความหวาน

เนื่องจากน้ำตาลฟรักโทสมีลักษณะการเรียงตัวของหมู่ hydroxyl (hydroxyl group) และโครงสร้างชนิด  $\beta$ -D-Fructopyranose ที่สามารถให้ความหวานสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลอื่นๆ ไป ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลทราย (ซูโครส) กับสารละลายของน้ำตาลหรือสารเคมีตัวอื่น ๆ

ที่มา : cotton.et al. (1955)

### 2.7.5 Specific rotation. $[\alpha]_D^{20}$

ระหว่างที่น้ำตาลฟรักโทสละลายในน้ำนั้นจะมีค่า Specific rotation ในตอนเริ่มต้นเท่ากับ  $-133^\circ$  และค่อยลดลงจนถึงค่าที่สมดุล คือ  $-92.3^\circ$  แยกรูปแบบต่าง ๆ ออกจากกันสามารถหาค่า Specific rotation ได้ดังนี้

$$\beta\text{-D-Fructopyranose มี } [\alpha]_D^{20} = +17.0^\circ$$

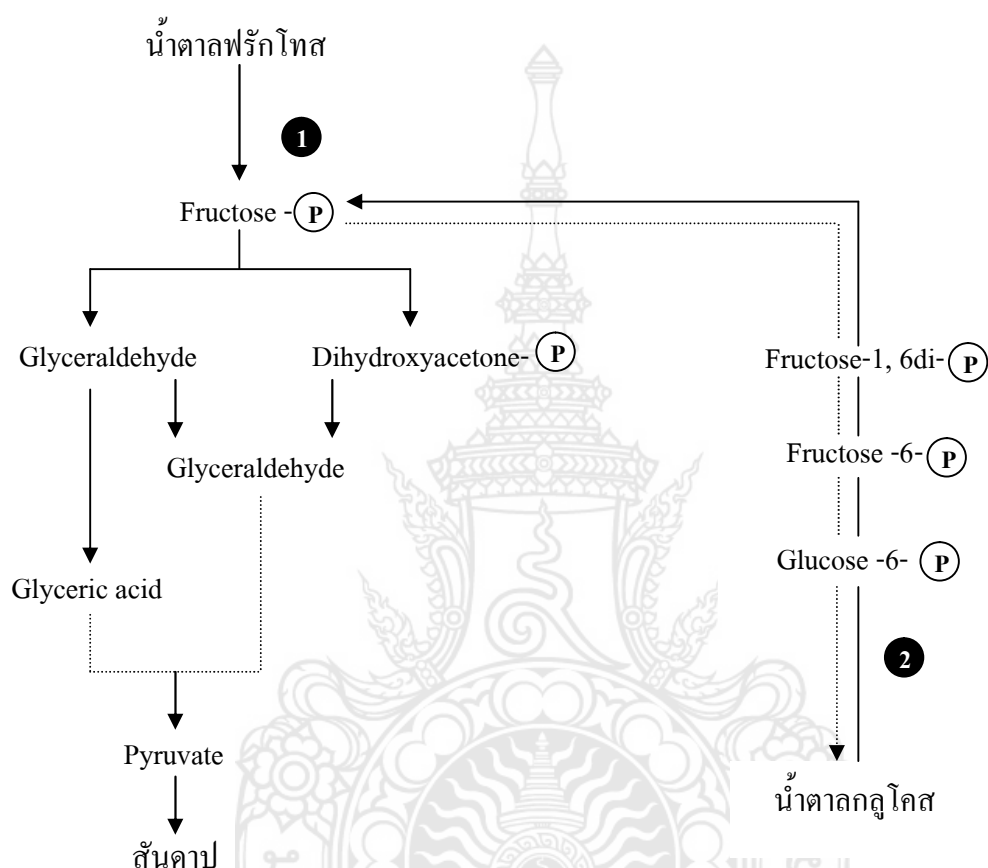
$$\beta\text{-D-Fructopyranose มี } [\alpha]_D^{20} = -133.5^\circ$$

สำหรับ  $\beta$ -D-Fructopyranose และ  $\alpha$ -D-Fructopyranose ยังไม่สามารถแยกออกมาได้และตัวหลังยังไม่มีผู้พบว่าจะเกิดขึ้นในสารละลาย เมื่ออยู่ในสภาวะสมดุลสารละลาย จะมีค่า  $[\alpha]_D^{20} = 92.3^\circ$

### 2.7.6 การเผาผลาญและพลังงาน

ลักษณะการให้พลังงานของน้ำตาลฟรักโทสที่ได้จากการเผาผลาญจะมีค่าเท่ากับน้ำตาลกลูโคส คือ 15.69 กิโลจูลกรัมต่อกรัม หรือ 3.75 กิโลจูลกรัม แม้จะมีค่าพลังงานใกล้เคียงกัน แต่น้ำตาลฟรักโทสจะมีข้อเด่นในด้านการดูดซึมและการเผาผลาญในร่างกาย คือ สามารถเข้าสู่ขบวนการเผาผลาญได้เลย

โดยจะถูกกระตุ้นให้เป็นสารประกอบที่มีพลังงาน โดยเอนไซม์ Fructokinase (1) และทำปฏิกิริยาต่อไปสู่การเผาผลาญเลย โดยไม่ต้องใช้ insulin (2) เข้าช่วยบางส่วนถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสเข้าไปเก็บไว้ในรูปของ glycogen และเนื่องจากการดูดซึมฟรักโทสเข้าเส้นเลือดได้รวดเร็ว และประกอบกับปฏิกิริยาที่มุ่งไปสู่การเผาผลาญเร็ว จึงทำให้ระดับน้ำตาลฟรักโทสในเลือดไม่ค่อยมีโอกาสสูง



ภาพที่ 4 การเผาผลาญของน้ำตาลฟรักโทสและกลูโคส โดยที่

① = Fructokinase

② = Insulin

ที่มา : Aska and Treptow (1958)

### 2.7.7 การนำไปใช้ ( Application )

จะเห็นได้ว่า น้ำตาลฟรักโทสได้มาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (isomerization) จากน้ำตาลกลูโคส ซึ่งหมายความว่า Glucose syrup ก็คือวัตถุดิบในการผลิต fructose syrup นั่นเอง ในอุตสาหกรรมจะมีการผลิตฟรักโทสจากกลูโคสได้สูงสุดเพียง 42 เปอร์เซ็นต์ หรือเรียกว่า High fructose corn syrup (HFCS) หรือ high fructose syrup (HFS) ซึ่งมีส่วนประกอบเป็น

- น้ำตาลฟรักโทส 41 - 42 เปอร์เซ็นต์ และ
- น้ำตาลกลูโคส 50 - 51 เปอร์เซ็นต์

ส่วนการที่จะทำให้บริสุทธิ์มากกว่านี้ นิยมการใช้การแยกออกจากกันโดยวิธี Chromatographic Separation การเปลี่ยน iso meization จากกลูโคสไปยังเป็นฟรักโทส นั้นไม่นิยม (หรือไม่สามารถ) ทำเกินกว่า 41- 42 เปอร์เซ็นต์ เพราะปัจจุบันมีการใช้ immobilized enzymes ซึ่งมีอุณหภูมิมีผลต่ออายุการใช้งานมาก และปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงก็ขึ้นอยู่กับ Arrhenius equation

$$K = A e^{\left(\frac{E}{RT}\right)} = A \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$$

โดยที่ A คือ ค่าคงที่ (Constant)  
 E คือ Energy of activation  
 R คือ ค่าคงที่ของก๊าซ (gas constant)  
 และ T คือ อุณหภูมิ (°K)

จะเห็นว่าค่าอุณหภูมิยิ่งสูง การเปลี่ยนแปลง (ค่า K) ยิ่งมาก แต่โดยธรรมชาติของเอนไซม์ย่อมไม่สามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิคงตัวของตัวเองได้ และในการดำเนินการใน Column immobilized ต้องให้มีอุณหภูมิต่ำกว่า optimum temperature

น้ำตาลฟรักโทส และ HFS นั้นมีการนำไปใช้ในแง่ต่าง ๆ กันดังนี้

1. ให้ความหวาน โดยที่ปริมาณของน้ำตาลฟรักโทสจะใช้ปริมาณน้อยกว่าน้ำตาลทรายในขณะที่มีการให้รสหวานเหมือนกัน
2. เป็นแหล่งให้ yeast – fermentable varbohydrate
3. ให้สารที่เกิดปฏิกิริยา maillard เมื่อให้ความร้อนแก่ reducing sugars ในขณะที่มี กรดอะมิโนอยู่จะเกิดกระบวนการ maillard browning ซึ่งจะสีน้ำตาลและให้กลิ่นด้วย
4. ลดจุดเยือกแข็งให้ต่ำลง ถ้ามีโมเลกุลที่น้ำหนักโมเลกุลต่ำมากขึ้น จุดเยือกแข็งจะลดไปเรื่อย ๆ ดังนั้น high fructose corn syrup (HFCS) ที่มี saccharide เป็นพวกน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสอยู่มาก ๆ ก็จะทำให้ระบบอาหาร (food system) มีจุดเยือกแข็งต่ำลงและมีจุดเดือดสูงขึ้นมากว่าระบบที่มีแต่น้ำตาลซูโครสเพียงอย่างเดียว
5. ให้ค่าความดันออสโมติกสูง corn sweeteners ที่มีทั้งน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสจะมีค่าความดันออสโมติกสูง ซึ่งจะช่วยการควบคุมการเน่าเสียที่เกิดจากจุลินทรีย์ได้
6. ยับยั้งปฏิกิริยา oxidative ในอาหารมีประโยชน์ในการช่วยรักษาสีของสตอเบอรี่กวนหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีสีน้ำตาล เพราะช่วยลดการซึมผ่านของออกซิเจนได้
7. กระตุ้นกลิ่นรส การใช้ HFCS แทนน้ำตาลซูโครสจะช่วยเพิ่มกลิ่นเปรี้ยว (citrus flavors) ในผลิตภัณฑ์จำพวกผลไม้ เนื่องจากมีคนคิดว่าน้ำตาลซูโครสจะไปทำทำให้กลิ่นเปรี้ยวที่ว่าหายไป ดังนั้นได้มีการเติม HFCS ลงในน้ำผลไม้ แทนที่จะเติมน้ำตาลซูโครสเพื่อเป็นการลดกลิ่น ของผลไม้ลงนั่นเอง

## 2.8 เมล็ดฟักทอง

ฟักทอง มีชื่อสามัญ Pumpkin ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cucurbita moschata* Decne. ชื่ออื่นๆ คือ Cushaw, Winter Squash, ภาคกลางเรียกว่า ฟักทอง ภาคเหนือเรียกว่า ฟักเขียว มะฟักเขียว ภาคใต้เรียกว่า น้ำเต้า เคยเรียกว่า มะน้ำแก้ว หมักอื้อ ปราชินบุรีเรียกว่า หมักอื้อ ฉาน แม่ฮ่องสอนเรียกว่า หมากฟักเหลือง ภาคอีสานเรียกว่า หมากฟักเหลือง หมากอื้อ

### 2.8.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ฟักทองเป็นพืชล้มลุก ลำต้นเป็นเถาทอดเลื้อยไปตามพื้นดิน มีหนวดยาวที่ข้อไว้สำหรับยึดเกาะ ใบหยักเป็นรูปห้าเหลี่ยมสีเขียวขนาดใหญ่ มีขนขึ้นปกคลุมทั้งลำต้นและใบ ดอกสีเหลืองเป็นรูปกระดิ่ง มีกลีบดอก 5 กลีบ ผลสีเขียว ผิวเป็นตุ่มนูนหยักเป็นร่องจากขั้วถึงก้นเนื้อแน่นแข็ง ฟักทองอ่อนสีเหลือง ฟักทองแก่สีเหลืองเข้ม บางพันธุ์สีเหลืองอมเขียว เมล็ดแบนรี สีขาวนวล ส่วนฟักทองญี่ปุ่นผลจะมีสีเขียวเข้ม เนื้อสีเหลือง เหนียว รสหวาน มัน เมล็ดน้อย

2.8.2 ฤดูกาล ขอดอ่อนและดอกอ่อนออกในฤดูฝน ผลฟักทองออกในฤดูหนาว ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์

2.8.3 แหล่งปลูก ปลูกได้ทั่วทุกภาค แต่ปลูกมากในแถบภาคอีสาน

2.8.4 การกิน ขอดอ่อน ใบอ่อน และดอกตูม นำไปลวกหรือจิ้มน้ำพริก ผัดน้ำมันหอย ใส่ในแกงหน่อไม้ แกงเลียง แกงเผ็ด ผัดใส่ไข่ ผลแก่นำไปประกอบอาหารได้หลายชนิด รวมทั้งนำไปทำขนมหวาน เช่น ฟักทองแกงบวช สังขยาฟักทอง ฟักทองเชื่อม เมล็ดนำมากะเทาะกินเนื้อข้างใน

2.8.5 สรรพคุณทางยา ฟักทองมีเบต้า-แคโรทีนสูง ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง เมล็ดฟักทองมีฟอสฟอรัสสูงและมีกรดอะมิโนบางชนิดที่ช่วยป้องกันไม่ให้ต่อมลูกหมากโต ป้องกันและรักษาโรคนี้ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง ช่วยขับพยาธิตัวดี น้ำมันจากเมล็ดช่วยบำรุงประสาท รากต้มดื่มเป็นยาบำรุงและแก้ไอ

## 2.9 งาดำ

งา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Sesamum indicum* Linn ชื่ออื่น ๆ คือ งาดำ งาขาว เป็นไม้ล้มลุก สูงประมาณ 10–30 เซนติเมตร ลำต้นเป็นเหลี่ยม มีร่องรอยตามยาวของลำต้นมีขนปกคลุม ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามหรือสลับกัน ลักษณะใบเป็นรูปไข่ หรือรูปใบหอก กว้างประมาณ 2–5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 6–10 เซนติเมตร ดอกเป็นดอกเดี่ยว ออกที่ซอกใบ กลีบดอกสีขาวหรือสีชมพู ผลเป็นผลแห้ง เมล็ดแบน รูปไข่สีดำ น้ำตาล หรือสีขาว

### 2.9.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

งา เป็นพืชอาหารที่ให้น้ำมัน ปลูกกันทั่วไปในเขตร้อนและกึ่งร้อน ประเทศที่ปลูกงามากได้แก่ จีน อินเดีย พม่า และเม็กซิโก เมล็ดงาใช้เป็นอาหารโดยตรง นอกจากจะให้น้ำมันแล้ว เมล็ดงายังมีโปรตีนอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูง โปรตีนที่ได้จากงาจะแตกต่างจากถั่ว และพืชน้ำมันอื่น ๆ เพราะมีกรดอะมิโนที่จำเป็นที่พืชอื่นขาดแคลนคือ เมทไธโอนีน และเลซิทิน แต่มีไลซีนต่ำ

เมล็ดงาที่อบแห้งดีแล้วนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1. เพื่อการบริโภคโดยตรง เมล็ดงามีรสหวานเล็กน้อย ส่วนมากนิยมคั่วให้หอม แล้วนำมาคั่วแต่งผลิตภัณฑ์ขนมหวาน นอกจากนี้กรรมอนามัยยังได้แนะนำให้ใช้ร่วมกับข้าว และถั่วเขียว ในอัตราส่วนข้าว: ถั่วเขียว: งา เป็น 6.5: 2.5: 1 เพื่อใช้เป็นอาหารเสริมของมนุษย์
2. เพื่อสกัดน้ำมัน นำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ทั้งเป็นอาหารมนุษย์และสัตว์เลี้ยงทำปุ๋ย ใช้เป็นเชื้อเพลิง

### 2.9.2 คุณค่าทางโภชนาการ

โปรตีนจากงามีคุณสมบัติพิเศษคือ มีกรดอะมิโนที่จำเป็นมาก Methionine แต่มี Lysine ต่ำ ดังนั้นถ้านำมาเป็นอาหารเสริมโปรตีนในอาหารมนุษย์ ก็สามารถปรับระดับกรดอะมิโนของอาหารให้สมดุลยิ่งขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4

งา เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เมล็ดงามีไขมันสูงถึง 52 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีน 17–18 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองและไข่พบว่า งามีไขมันสูงกว่าถั่วเหลือง 3 เท่า และสูงกว่าไข่ 4.6 เท่า มีโปรตีนสูงกว่าไข่ 5 เปอร์เซ็นต์ แต่ต่ำกว่าถั่วเหลือง 2 เท่า เมล็ดงาที่มีสีต่างกัน เมล็ดงาที่มีสีจางมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าเมล็ดสีเข้ม และมีโปรตีนต่ำกว่าเมล็ดสีเข้ม ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 กรดอะมิโนชนิดต่างๆ ในเมล็ดงาและกากงา เปรียบเทียบกับน้ำมันและถั่วเหลืองและไข่ไก่  
ทั้งฟอง (เปอร์เซ็นต์)

กรดอะมิโน	งาดำ	งาขาว	กากงา	น้ำมันถั่ว เหลือง	กากถั่วเหลือง	ไข่ไก่ทั้งฟอง
Arginine	12.5	11.8	5.11	7.3	3.18	6.2
Histidine	2.1	2.4	1.00	2.9	1.11	2.1
Lysine	2.9	3.5	1.22	6.8	2.73	6.3
Phenylalanine	6.2	6.3	3.29	5.3	3.82	5.7
Methionine	3.3	3.8	1.20	1.7	0.59	3.2
Leucine	8.9	7.4	2.73	8.0	3.39	9.0
Isoleucine	3.9	3.7	1.68	6.0	2.17	6.2
Valine	3.5	3.6	2.16	5.3	2.24	7.0
Threonine	3.6	3.9	1.49	3.9	1.72	4.9

ที่มา : นพพร และคณะ (2542)

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการของงาเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองและไข่ไก่ (เปอร์เซ็นต์)

กรดอะมิโน	งาดำ	งาดำ-แดง	งาขาว	ถั่วเหลือง	ไข่ไก่
ความชื้น	5.26	6.02	5.87	8.42	71.28
ไขมัน	48.10	49.60	51.26	17.78	11.50
คาร์โบไฮเดรต	21.25	20.72	20.18	32.32	0.84
เยื่อใย	6.01	5.82	4.36	4.06	-
เถ้า	7.04	6.83	6.01	5.86	0.94
โปรตีน	17.62	18.04	19.84	35.60	12.93
แคลเซียม	0.71	0.78	0.84	0.24	0.06
ฟอสฟอรัส	0.54	0.63	0.66	0.55	0.22

ที่มา : นพพร และคณะ (2542)

งา มีกรดไลโอเลอิคมาก เป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายอย่างมาก โดยร่างกายใช้กรดนี้ไปสร้างฮอร์โมนที่มีชื่อว่า โพรสตาแกรนดิน-อี-วัน ซึ่งมีหน้าที่ช่วยขยายหลอดเลือด ช่วยลดความดัน ป้องกันเกล็ดเลือดเกาะตัวเป็นลิ่มที่เรียกว่า คีล๊อท ถ้าเกิดการเกาะตัวกันมาก ๆ อาจไปอุดตันหลอดเลือดเล็ก ๆ ทำให้เกิดหลอดเลือดหัวใจตีบตัน หรือหลอดเลือดสมองอุดตันจนกลายเป็นอัมพาตได้ นอกจากนี้ โพรสตาแกรนดิน-อี-วัน จะช่วยยับยั้งการสร้างโคเลสเตอรอลในร่างกายไม่ให้มีมากเกินไป และยังช่วยกระตุ้นให้ร่างกายสร้างเม็ดเลือดขาว ในระบบคุ้มกันของร่างกายได้อีกทางหนึ่งด้วย

## ตารางที่ 6 ตารางคุณค่าทางโภชนาการของงาดำในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

Name of Foods	Moisture	Cal	Fat	CHO	Fibre	Protein	Ca	P	Fe	Vitamins				
										A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	Niacin	C
Thai	Gm.	kg.	g.	g.	mg.	g.	mg.	mg.	mg.	tu	mg.	mg.	mg.	mg.
English														
งาดำ	7.1	625	51.9	18.9	15.7	20.6	1,469	688	9.9	0	0.75	0.27	3.8	0
seame														

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย (2544)

### 2.10 การทอด (Frying)

การทอด หมายถึง การนำชิ้นอาหารใส่ลงในน้ำมันขณะร้อน ผิวนอกของอาหารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้น้ำที่เป็นส่วนประกอบหลักในการระเหยกลายเป็นไอ ผิวนอกของอาหารจะแห้งซึ่งมีลักษณะคล้ายการอบหรือการย่าง การระเหยของน้ำจะค่อยๆ เคลื่อนที่เข้าไปด้านในของชิ้นอาหาร ทำให้ผิวนอกมีลักษณะเป็นเปลือกแห้งแข็งหุ้มชิ้นอาหารไว้

ระยะเวลาที่ใช้ทอดอาหารจะขึ้นอยู่กับ

1. ชนิดของอาหาร
2. อุณหภูมิของน้ำมัน
3. วิธีการทอด ใช้น้ำมันน้อยหรือใช้น้ำมันมาก
4. ความหนาของชิ้นอาหาร
5. คุณภาพการบริโภคของอาหารทอดที่ต้องการ

การทอดที่ใช้อุณหภูมิสูงจะทอดอาหารได้ปริมาณมาก และใช้ระยะเวลาในการทอดน้อยลง แต่อุณหภูมิสูงจะเร่งให้น้ำมันที่ใช้ทอดเสื่อมคุณภาพเร็ว เช่น เกิดกรดไขมันอิสระ มีความหนืดเพิ่มขึ้น น้ำมันมีกลิ่น และสีเปลี่ยนไป ทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำมันบ่อยและเป็นการสิ้นเปลือง นอกจากนี้ น้ำมันยังสลายตัวได้เป็นอะครีลีน (acrolein) ที่อุณหภูมิสูง ทำให้เกิดกลุ่มควันสีน้ำตาลเงินขึ้น บริเวณเหนือผิวหน้า น้ำมันขณะทอด และทำให้เกิดมลภาวะของอากาศได้

อุณหภูมิที่ใช้ทอดยังผันแปรตามชนิดของอาหารด้วย อาหารที่ต้องการให้ผิวนอกกรอบและภายในยังคงมีความชื้นสูงต้องใช้อุณหภูมิสูง ผิวนอกที่กรอบจะช่วยป้องกันไม่ให้ความชื้นจากภายในออกมา และควบคุมการถ่ายเทความร้อนเข้าไปภายในชิ้นอาหาร หากต้องการทอดให้อาหารแห้งทั่วชิ้นจะต้องใช้อุณหภูมิต่ำลง เพื่อให้ไอน้ำภายในระเหยออกมาก่อนที่ผิวนอกจะมีลักษณะกรอบแข็งเป็นเปลือกหุ้มไว้ อาหารทอดควรจะแห้งก่อนที่ผิวนอกจะเปลี่ยนสีมากเกินไป หรือมีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ

เกิดขึ้น การทอดในทางการค้ามี 2 แบบ แตกต่างกัน คือ การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย และการทอดโดยใช้น้ำมันมาก จึงมีการถ่ายเทความร้อนแตกต่างกัน

### 2.10.1 การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย

วิธีนี้ใช้กับอาหารที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมาก เช่น เบคอน ไช้ และแฮมเบอร์เกอร์ ความร้อนจะถ่ายเทไปทางอาหาร โดยการนำจากผิวกระทะที่ร้อนไปยังน้ำมัน ความหนาของชั้นน้ำมันจะไม่สม่ำเสมอ และจะผันแปรตามความไม่สม่ำเสมอของผิวนอกชิ้นอาหาร นอกจากนี้ยังมีฟองของไอน้ำเกิดขึ้นขณะทอดด้วย ซึ่งจะดันผิวนอกของชิ้นอาหารให้ลอยขึ้นเหนือผิวของกระทะที่ร้อน ทำให้อุณหภูมิขณะทอดผันแปรได้ ชิ้นอาหารที่ทอดจะเกิดสีน้ำตาลไม่สม่ำเสมอ

### 2.10.2 การทอดโดยใช้น้ำมันมาก

การทอดอาหารโดยใช้น้ำมันมาก จะทำให้การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นทั้งการนำน้ำมันและการพาเข้าไปภายในชิ้นอาหาร ผิวนอกของอาหารทั้งชิ้นจะได้รับความร้อนสม่ำเสมอทั่วกัน ทำให้มีสีสม่ำเสมอ การทอดวิธีนี้ใช้ได้กับอาหารทุกชนิด แต่ถ้าชิ้นอาหารมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอจะต้องใช้น้ำมันในการทอดเพิ่มมากขึ้น

การทอดด้วยวิธีนี้น้ำมันต้องร้อน และท่วมอาหาร อุณหภูมิของน้ำมันที่ทอดควรอยู่ระหว่าง 175-190 องศาเซลเซียส

### 2.10.3 ผลของการทอดต่ออาหาร

น้ำมันที่ใช้ทอดอาหารทำหน้าที่เป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน ผลกระทบของการทอดต่ออาหารขึ้นอยู่กับชนิดและสมบัติของน้ำมันที่ใช้ คุณภาพของอาหาร และผลของความร้อนต่ออาหารที่ทอด

### 2.10.4 ผลของความร้อนต่ออาหารที่ทอด

วัตถุประสงค์ของการทอด เพื่อให้อาหารมีสี กลิ่น รสชาติ และความกรอบ ดังนั้นคุณภาพการบริโภคจะเกิดปฏิกิริยา Maillard browning และสารประกอบที่ระเหยได้ที่อาหารดูดซับจากน้ำมัน ปัจจัยที่สำคัญที่ควบคุม คือ

1. ชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอด
2. อายุและความทนต่อความร้อนของน้ำมัน
3. อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ทอด
4. ขนาดและลักษณะผิวนอกของอาหาร
5. การจัดการภายหลังการทอด (post-frying treatment)

### 2.10.5 หลักและเทคนิคในการประกอบอาหารทอด

ในการทอดอาหารจะมีทั้งใช้น้ำมันน้อยและน้ำมันมาก จึงควรมีข้อระวังดังนี้

1. น้ำมันจะร้อนขึ้นเรื่อย ๆ ถ้าไม่ใส่อาหารลงทอด
2. ควรใส่อาหารที่ละน้อย เพื่อไม่ให้ น้ำมันมีอุณหภูมิลดลงมาก
3. ควรใช้ภาชนะปากแคบ ขอบตรง เพื่อให้พื้นผิวถูกอากาศน้อย
4. การทอดอาหารที่มีน้ำหนัก ควรใส่อาหารพร้อมกัน เพื่อให้อาหารทุกชิ้น ได้รับความร้อนเท่ากันและสุกพร้อมกัน

### 2.10.6 ปัจจัยที่ทำให้อาหารอมน้ำมันมากเวลาทอด

1. เวลาอุณหภูมิที่ใช้ การใช้อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน อาหารจะอมน้ำมันมากควรใช้ภาชนะที่เป็นโลหะหนัก ซึ่งเป็นตัวนำความร้อนที่ดีที่จะช่วยให้อุณหภูมิตั้งที่ และไม่ควรใส่อาหารลงทอดมากๆ เพราะจะทำให้อุณหภูมิต่ำลงมาก อาหารจะอมน้ำมันมาก
2. พื้นผิวของอาหารที่สัมผัสน้ำมัน อาหารที่ชิ้นใหญ่พื้นผิวขรุขระจะอมน้ำมันมากกว่าอาหารชิ้นเล็กผิวเรียบ เพราะมีพื้นที่สัมผัสน้ำมันมากกว่า
3. จุดเป็นคว้นของน้ำมัน น้ำมันที่มีจุดเป็นคว้นต่ำจะทำให้อาหารอมน้ำมันได้มาก
4. ส่วนผสมของอาหาร อาหารที่มีน้ำตาลและไขมันมากจะอมน้ำมันมาก
5. เมื่อทอดเสร็จ ควรใช้กระดาษซับมันเพื่อลดปริมาณน้ำมันที่ติดอาหาร

## 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปกรณัพรธ (2545) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตข้าวพองจากข้าวเปลือกด้วยไมโครเวฟ โดยการศึกษาที่ระดับความชื้น (10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์) ความเข้มข้นของเกลือ (0 และ 2 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณข้าวเปลือกต่อครั้ง (30 และ 50 กรัม) และเวลาที่ใช้ในการพองตัว (2 และ 3 นาที) พบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ สภาวะที่ความชื้นข้าวเปลือก 15 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณข้าวเปลือกต่อครั้ง 50 กรัม และใช้เวลาในการพองตัว 3 นาที เนื่องจากเป็นสภาวะที่ให้คุณภาพในการพองตัวของข้าวพองในด้านที่สำคัญคือ yield , อัตราส่วนการพองตัวและความกรอบมีค่าอยู่ในกลุ่มที่มีค่าสูงสุดและมีคุณภาพทางด้านความชื้นของข้าวพองต่ำ พร้อมทั้งสามารถผลิตได้ต่อครั้งในปริมาณสูง (50 กรัม) แม้ว่าจะมีค่า bulk density ในระดับปานกลางและมีค่าความแข็งค่อนข้างต่ำ แต่สภาวะดังกล่าวไม่พบส่วนที่เกิดการไหม้ของข้าวพอง ข้าวพองที่ได้จากทุกสภาวะมีรูปร่างแบ่งได้ 3 แบบ คือ เมล็ดบานเต็มที เมล็ดบานปานกลาง และเมล็ดบานเล็กน้อย

รัชดา (2542) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบจมูกข้าวสาลี (wheat grem) พบว่าใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และเวลา 15 นาที จะให้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด จากนั้นศึกษาสภาวะที่ใช้ในการเตรียมปลายข้าวเหนียวพองโดยแปรเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนด้วยไอน้ำนาน 5 ,10 และ 15 นาที พบว่าการให้ความร้อนด้วยไอน้ำนาน 10 นาที จะให้ปลายข้าวเหนียวพองที่มีปริมาณการพองตัวและอัตราส่วนการพองตัวที่สุด จากนั้นปรับให้ปลายข้าวเหนียวพองมีความชื้นก่อนทอด 12 ,14 และ 16 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปวัดค่าปริมาณการพองตัวและอัตราส่วนการพองตัว พบว่าปลายข้าวเหนียวที่มีความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ จะให้ปริมาณการพองตัวและอัตราส่วนการพองตัวสูงที่สุด ต่อมาศึกษาสัดส่วนของมอลโตสไซรัปต่อน้ำผึ้งที่ใช้ โดยใช้ปริมาณของแข็งเป็น 100 ต่อของผสมที่เป็นสารเชื่อม 30 กรัม แบ่งการทดลองเป็น 3 ชุด คือ ชุดที่ 1 มีสัดส่วนของมอลโตสไซรัปต่อน้ำผึ้งเป็น 20:6 ,2:10 และ 2:14 ชุดที่ 2 มีสัดส่วนของมอลโตสไซรัปต่อน้ำผึ้งเป็น 40:6 ,40:10 และ 40:14 และชุดที่ 3 มีสัดส่วนของมอลโตสไซรัปต่อน้ำผึ้งเป็น 60:6 ,60:10 และ 60:14 (w/w) พบว่าสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุดในแต่ละชุดคือสูตรที่ใช้ปริมาณมอลโตสไซรัปต่อน้ำผึ้งเป็น 20:14 ,40:10 และ60:10 และค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำผึ้งเพิ่มขึ้น



## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 อุปกรณ์และวัตถุดิบ

##### 3.1.1 วัตถุดิบ

- 3.1.1.1 ข้าวเหนียวดำ ตราไร่ทิพย์
- 3.1.1.2 น้ำเชื่อมไฮฟรุกโตส 42%
- 3.1.1.3 เมล็ดงา ตราไร่ทิพย์
- 3.1.1.4 เมล็ดฟักทอง ร้านขจรศักดิ์
- 3.1.1.5 เม็ดมะม่วงหิมพานต์ ร้านขจรศักดิ์
- 3.1.1.6 น้ำผึ้ง ผลิตโดยโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา
- 3.1.1.7 กลิ่นมะนาว ตราเคอร์วินเนอร์
- 3.1.1.8 กรดซิตริก
- 3.1.1.9 น้ำมันปาล์ม ตรามรกต
- 3.1.1.10 แปะแซ ตรา ช.

##### 3.1.2 เครื่องมือ

- 3.1.2.1 เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟราเรด Moisture Determination Balance รุ่น FD-620
- 3.1.2.2 เครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ (ยี่ห้อ ATAGO N-1E)
- 3.1.2.3 ตู้อบแห้งแบบถาด (Tray Dryer)
- 3.1.2.4 เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง รุ่น Dragon 204
- 3.1.2.5 เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง รุ่น HG series
- 3.1.2.6 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ ) รุ่น CX 3 TE
- 3.1.2.7 Thermometer วัดอุณหภูมิ 0 – 250 องศาเซลเซียส

#### 3.2 สถานที่ดำเนินงาน

- ห้องปฏิบัติการอาหารและโภชนาการ - พัฒนาผลิตภัณฑ์ (524) คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

### 3.3 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

เดือนตุลาคม 2550 – เดือนกันยายน 2551



## บทที่ 4

### วิธีการทดลอง และผลการทดลอง

#### 4.1 ัญพืชอัดแท่ง

##### 4.1.1 วิธีการดำเนินการทดลอง

4.1.1.1 ศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งข้าวเหนียวดำ 3 ระดับ ได้แก่ 2, 3 และ 4 ชั่วโมง โดยแช่ข้าวเหนียวดำนาน 8 ชั่วโมง แล้วนำมานึ่ง 1 ชั่วโมง จากนั้นผึ่งข้าวเหนียวให้เย็น อบด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด โดยควบคุมอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส วิเคราะห์คุณภาพดังนี้

1. ความชื้น ด้วยเครื่องวัดความชื้นแบบอินฟราเรด (Moisture Determination Balance รุ่น FD-620) ที่อุณหภูมิ 105°C
2. ปริมาตรการพองตัว โดยวิธีการแทนที่ด้วยเมล็ดงา
3. การคำนวณหาอัตราการพองตัว (มาลี, 2543)

$$= \frac{\text{ปริมาตรข้าวพอง}}{\text{ปริมาตรข้าวเหนียวดำอบแห้ง}}$$

##### 4.1.1.2 ศึกษาอัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทส ต่อเบะแซ

ศึกษาอัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทส : เบะแซ 2 ระดับ คือ 7 : 7 และ 2 : 12 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักในการผลิตัญพืชอัดแท่ง นำมาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบเปรียบเทียบ T-test ประเมินปริมาณโดยเลือกปริมาณน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทส ต่อเบะแซ ปริมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก นำัญพืชอัดแท่งที่ผลิตจากอัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทส : เบะแซ 2 ระดับ ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix), ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี ( $a_w$ ) และปริมาณความชื้น นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบ 60 คน ต่อครั้ง และนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance – ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่าง (Least Significant Difference – LSD)

ตารางที่ 7 การศึกษาอัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุกโตส : แะแซ ปริมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
1. ข้าวเหนียวดำทอดพอ	46	46
2. น้ำเชื่อมไฮฟรุกโตส 42%	7	2
3. แะแซ	7	12
4. เมล็ดงา	12	12
5. เมล็ดฟักทอง	8	8
6. เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	7	7
7. น้ำผึ้ง	11	11
8. กลิ่นมะนาว	1	1
9. กรดซิตริก (20%)	1	1

#### 4.1.1.3 ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$ Brix) ของน้ำผึ้ง

ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$  Brix) ของน้ำผึ้งที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design-CRD) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$  Brix) ของน้ำผึ้ง 3 ระดับ คือ 80, 85 และ 90  $^{\circ}$  Brix นำัญพิชิตแ่งไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$  Brix) ของปริมาณของเหลวทั้งหมด, ค่า วอเตอร์แอกติวิตี ( $a_w$ ) และปริมาณความชื้น นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ต่อ 2 ครั้ง และนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance – ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่าง (Least Significant Difference – LSD)

ตารางที่ 8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$  Brix) ของน้ำผึ้ง 3 ระดับ

วัตถุดิบ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$ Brix) ของน้ำผึ้ง		
	80	85	90
1. ข้าวเหนียวคั่วทอดคอง	46	46	46
2. น้ำเชื่อมไฮฟรูกโตส 42%	7	7	2
3. เบะแซ	7	7	12
4. เมล็ดงา	12	12	12
5. เมล็ดฟักทอง	8	8	8
6. เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	7	7	7
7. น้ำผึ้ง	11	11	11
8. กลิ่นมะนาว	1	1	1
9. กรดซิตริก (20%)	1	1	1

#### 4.1.2 ผลการทดลอง

##### 4.1.2.1 ผลศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งข้าวเหนียวคั่ว 3 ระดับ

เมื่อทอดข้าวเหนียวคั่วที่อบแห้งเป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4 ชั่วโมง โดยนำมาวัดค่าความชื้น ปริมาตรการพองตัว และอัตราการพองตัว ข้าวเหนียวคั่วทอดคองที่ได้ มีค่าความชื้น ปริมาตรการพองตัว และอัตราการพองตัว แสดงดังตารางที่ 9 ข้าวเหนียวคั่วที่ได้จะมีลักษณะรูปร่างแตกต่างกัน ซึ่งสามารถจัดกลุ่มตามลักษณะรูปร่างโดยดูจากลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าว จัดแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ ข้าวเหนียวคั่วพองที่มีเมล็ดบานเต็มที่จนเสีรูปร่างของเมล็ดข้าว ข้าวเหนียวคั่วพองที่มีเมล็ดบานปานกลาง โดยเมล็ดจะมีลักษณะรอยแยกที่บริเวณผิวอย่างชัดเจน แต่ยังคงลักษณะรูปร่างของเมล็ดข้าวอยู่ และข้าวเหนียวคั่วพองที่มีเมล็ดบานเล็กน้อย ลักษณะของเมล็ดข้าวจะมีการพองตัวไม่มากนัก ยังคงรูปร่างของเมล็ดข้าว จากการวัดปริมาณความชื้นที่อุณหภูมิ  $60^{\circ}\text{C}$  พบว่า เมื่อระยะเวลาในการอบแห้งข้าวเหนียวคั่วเพิ่มขึ้นจาก 2, 3 เป็น 4 ชั่วโมง ข้าวเหนียวคั่วทอดมีความชื้นลดลงจาก 13.77, 7.17 เป็น 3.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาตรการพองตัวพบว่า ระยะเวลาในการอบแห้งข้าวเหนียวคั่วเพิ่มขึ้นจาก 2 เป็น 3 ชั่วโมง ปริมาตรการพองตัวเพิ่มขึ้นจาก 6.7 เป็น 16.15 ตามลำดับ และมีอัตราการพองตัวเพิ่มขึ้น 1.91, 2.81 ตามลำดับ ซึ่งมีรูปร่างเมล็ดบานเล็กน้อย แสดงว่าหากมีปริมาณความชื้นมากหรือน้อยจนเกินไป จะทำให้ปริมาตรการพองตัว และอัตราการพองตัวต่ำลง แต่ข้าวเหนียวคั่วที่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 3 ชั่วโมง มีความชื้น 7.17 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาตรการพองตัว 16.15 และมีอัตราการพองตัว 2.83 มีรูปร่างเมล็ดบานปานกลาง

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความชื้น ปริมาณการพองตัว และอัตราการพองตัวของข้าวเหนียวดำที่อบ 2, 3 และ 4 ชั่วโมง

จำนวนชั่วโมง	ความชื้น (%)	ปริมาณการพองตัว	อัตราการพองตัว
2	13.77	6.7	1.91
3	7.17	16.15	2.83
4	3.47	12.1	1.81

#### 4.1.2.2 ศึกษาอัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทส ต่อเบะแซ ในการทำธัญพืชอัดแท่ง จากข้าวเหนียวดำ

จากการศึกษาอัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทส ต่อเบะแซ ที่อัตราส่วน 7 : 7 และ 2 : 12 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักพบว่า คะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส (การจับตัวกันเป็นแท่ง) และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ส่วนคะแนนความชอบด้านสี และกลิ่น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ ( $p > 0.05$ ) แสดงดังตารางที่ 10 โดยธัญพืชอัดแท่งที่ใช้อัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทส ต่อเบะแซ ที่ 2 : 12 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มีคะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส (การจับตัวกันเป็นแท่ง) และความชอบโดยรวมมากกว่าธัญพืชอัดแท่งที่ใช้อัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทส ต่อเบะแซ ที่ 7 : 7 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก อาจเนื่องมาจากปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ของอัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทส ต่อเบะแซ ที่ 2 : 12 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มีค่าสูงกว่า โดยมีค่า 79 ° Brix ทำให้การเกาะรวมตัวกันของธัญพืชอัดแท่งดีกว่าแสดงดังภาพที่ 5 ทำให้ความชอบของธัญพืชอัดแท่งที่อัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทส ต่อเบะแซ ที่ 2 : 12 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัส อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทสต่อเบะแซ 7:7 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย



7 : 7

2 : 12

ภาพที่ 5 ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำ ที่อัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุตโทส ต่อเบะแซ ที่ 7 : 7 และ 2 : 12 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนของน้ำเชื่อม ไฮฟรุตโทส ต่อเบะแซ 2 ระดับคือ 7 : 7 และ 2 : 12 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

คุณภาพ	อัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุตโทส 42 % ต่อเบะแซ (%)	
	7 : 7	2 : 12
<b>คุณภาพทางกายภาพ</b>		
1. ปริมาณของแข็งทั้งหมด ที่ละลายในน้ำได้ ( $^{\circ}$ Brix)	75	79
2. ค่า Water activity ( $a_w$ )	0.60	0.63
3. ปริมาณความชื้น (%)	3.47	3.57
<b>คุณภาพทางประสาทสัมผัส</b>		
1. สี	6.47 <sup>a</sup>	6.58 <sup>a</sup>
2. กลิ่น	6.00 <sup>a</sup>	6.15 <sup>a</sup>
3. รสชาติ	4.97 <sup>b</sup>	5.47 <sup>a</sup>
4. เนื้อสัมผัส (การเกาะตัวกันเป็นแท่ง)	4.6 <sup>b</sup>	5.82 <sup>a</sup>
5. ความชอบโดยรวม	5.6 <sup>b</sup>	6.5 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.1.2.3 ผลการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$ Brix) ของน้ำผึ้ง

ผลการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$ Brix) ของน้ำผึ้ง 3 ระดับ คือ 80, 85 และ 90  $^{\circ}$ Brix พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$ Brix) ของน้ำผึ้ง มีผลต่อคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส (การจับตัวกันเป็นแท่ง) ของธัญพืชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แสดงดังตารางที่ 11 โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$ Brix) ของน้ำผึ้ง ที่ 90  $^{\circ}$  Brix มีผลทำให้ความชอบด้านเนื้อสัมผัส (การจับตัวกันเป็นแท่ง) มีค่ามากที่สุด อาจเนื่องจากปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$ Brix) ของปริมาณของเหลวทั้งหมดมีค่ามากที่สุด คือ 83  $^{\circ}$ Brix ทำให้สามารถรวมตัวกันเป็นแท่งได้ดีกว่าที่ระดับอื่น จากการวิเคราะห์ทางกายภาพ พบว่าผลิตภัณฑ์ มีปริมาณน้ำอิสระลดลง 0.63, 0.55 เป็น 0.47 ตามลำดับ มีความชื้นลดลงจาก 3.57, 2.93 เป็น 2.57 ตามลำดับ แสดงว่าถ้าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมดของน้ำผึ้งเพิ่มสูงขึ้น จะส่งผลให้ค่า Water activity ( $a_w$ ) และความชื้นมีค่าลดลง ทำให้การจับตัวของธัญพืชอัดแท่ง มีการจับตัวกันได้ดีขึ้น ส่งผลให้ความชอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสที่ 90  $^{\circ}$  Brix มากกว่า 80 และ 85 $^{\circ}$  Brix ซึ่งความชอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสที่ 90  $^{\circ}$  Brix มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง โดยพบว่า ที่ 90 $^{\circ}$ Brix ที่ทำการทดลองศึกษาเบื้องต้นโดยเก็บไว้พบว่าธัญพืชอัดแท่งมีการตกผลึกน้อยไม่มีน้ำตาลที่มีลักษณะเป็นผลึกหรือเกร็ด ซึ่งแสดงถึงการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งแข็งขึ้นเล็กน้อยจึงเลือกความเข้มข้นของน้ำผึ้ง ที่ 90  $^{\circ}$ Brix แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำ ที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$ Brix) ของน้ำผึ้ง ที่ 80, 85 และ 90  $^{\circ}$  Brix

ตารางที่ 11 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$  Brix) ของน้ำผึ้ง 3 ระดับ คือ 80, 85 และ 90  $^{\circ}$  Brix

คุณภาพ	ปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$ Brix) ของน้ำผึ้ง		
	80	85	90
<b>คุณภาพทางกายภาพ</b>			
1. ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมด ( $^{\circ}$ Brix) ของปริมาณของเหลวทั้งหมด	79	81	83
2. ค่า Water activity ( $a_w$ )	0.63	0.55	0.47
3. ปริมาณความชื้น (%)	3.57	2.93	2.57
<b>คุณภาพทางประสาทสัมผัส</b>			
1. สี	6.67 <sup>a</sup>	6.57 <sup>a</sup>	6.58 <sup>a</sup>
2. กลิ่น	6.25 <sup>a</sup>	6.13 <sup>a</sup>	6.58 <sup>a</sup>
3. รสชาติ	6.40 <sup>a</sup>	6.68 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>
4. เนื้อสัมผัส (การเกาะตัวกันเป็นแท่ง)	6.45 <sup>bc</sup>	6.67 <sup>bc</sup>	7.23 <sup>a</sup>
5. ความชอบโดยรวม	6.78 <sup>a</sup>	6.87 <sup>a</sup>	7.15 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ( $p \leq 0.05$ )

## 4.2 ถั่วกวนผงกึ่งสำเร็จรูป

### 4.2.1 วิธีการดำเนินการทดลอง

#### 4.2.1.1 ศึกษาถั่วกวนสูตรมาตรฐาน

โดยนำสูตรถั่วกวนมาตรฐานของ อาจารย์ สุพรรณิการ์ โกสม นามาทำการทดสอบเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับในท้องตลาดแล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้โดยทดสอบคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิเคราะห์ความแตกต่าง โดยใช้โปรแกรม SPSS จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวัดคุณภาพในด้านต่างๆ ดังนี้ คือ ทางกายภาพ ได้แก่ การวัดค่าสี, การวัดค่าออสโมติกแอคทีวิตี ( $a_w$ ) ทางทางเคมี ได้แก่ ความชื้น และ ทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ตรวจหาปริมาณยีสต์ และ รา โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar

(PDA) โดยวิธีการ Pour plate นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance – ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่าง (Least Significant Difference – LSD)

## 4.2.2 ผลการทดลอง

### 4.2.2.1 ศึกษาสูตรมาตรฐาน

ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของถั่วกวนสูตรของอาจารย์ สุพรรณิการ์ โกสุม นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับถั่วกวนสูตรที่ได้รับการยอมรับในท้องตลาด โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ประเมินผลทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบถั่วกวนสูตรของอาจารย์ สุพรรณิการ์ โกสุม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แสดงดังตารางที่ 12 เนื่องจากมีคะแนนความชอบทาง สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุด ดังนี้คือ 7.83 ,7.76 ,7.73 ,7.63 และ 8.03 ตามลำดับ โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับ ชอบมากดังนั้นจึงเลือกสูตรถั่วกวนของอาจารย์ สุพรรณิการ์ โกสุม มาใช้ในการพัฒนาเป็นถั่วกวนผงกึ่งสำเร็จรูปต่อไป

**ตารางที่ 12** คะแนนความชอบเฉลี่ยของถั่วกวนสูตรของอาจารย์ สุพรรณิการ์ โกสุม และถั่วกวนสูตรที่รับความนิยมในท้องตลาด

ปัจจัย	ถั่วกวนที่ได้รับความนิยมในท้องตลาด	ถั่วกวนสูตรของ อาจารย์ สุพรรณิการ์ โกสุม
สี	6.7	7.83
กลิ่น	7.16	7.76
รส	6.9	7.73
เนื้อสัมผัส	6.73	7.63
ความชอบโดยรวม	6.76	8.03

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันหมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

## 4.3 แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป

### 4.3.1 วิธีการดำเนินการทดลอง

#### 4.3.1.1 ศึกษาหาสูตรมาตรฐาน

การทดลองเพื่อหาสูตรมาตรฐานของแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป โดยศึกษาจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร แล้วนำไปวัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบ รสชาติ กลิ่น สี และความชอบโดยรวม โดยการให้คะแนนแบบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิม 60 คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance – ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่าง (Least Significant Difference – LSD) และนำสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไปศึกษาต่อไป

#### 4.3.1.2 ศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้า : แป้งสาลี โดยศึกษา 3 ระดับ

ศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้า : แป้งสาลี ในแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป โดยศึกษา 3 ระดับ คือ 100 : 40, 80 : 60 และ 120 : 20 ตามลำดับ แล้วนำไปวัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบ รสชาติ กลิ่น สี และความชอบโดยรวม โดยการให้คะแนนแบบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิม 60 คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance – ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่าง (Least Significant Difference – LSD)

#### 4.3.1.3 ศึกษาอัตราส่วนของน้ำ โดยศึกษา 2 ระดับ

ศึกษาอัตราส่วนของน้ำ โดยศึกษา 2 ระดับ คือ 150 กรัม และ 200 กรัม ตามลำดับ แล้วนำไปวัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบ รสชาติ กลิ่น สี และความชอบโดยรวม โดยการให้คะแนนแบบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิม 60 คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance – ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่าง (Least Significant Difference – LSD) และนำสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไปศึกษาต่อไป

#### 4.3.1.4 ศึกษาปริมาณผงฟูที่ใส่ 3 ระดับ

จากการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้า : แป้งสาลี ที่ได้แล้วนำมาศึกษาปริมาณผงฟู โดยศึกษา 3 ระดับ คือ 1.5 %, 2.0 % และ 2.5 % ตามลำดับ แล้วนำไปวัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบ รสชาติ กลิ่น สี และความชอบโดยรวม โดยการให้คะแนนแบบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิม 60 คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance – ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่าง (Least Significant Difference – LSD) และนำสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไปศึกษาต่อไป

#### 4.3.1.5 ศึกษาปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ 3 ระดับ

จากการศึกษาปริมาณผงฟูที่ได้แล้วนำมาศึกษาปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ โดยศึกษา 3 ระดับ คือ 0.5 %, 1.0 % และ 1.5 % ตามลำดับ แล้วนำไปวัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบ รสชาติ กลิ่น สี และความชอบโดยรวม โดยการให้คะแนนแบบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิม 60 คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of variance – ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่าง (Least Significant Difference – LSD)

### 4.3.2 ผลการทดลอง

#### 4.3.2.1 การศึกษาหาสูตรมาตรฐาน

จากการศึกษาสูตรพื้นฐาน 3 สูตรพบว่าแป้งกล้วยทอดทั้ง 3 สูตรมีคะแนนความชอบด้าน สี รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แสดงดังตารางที่ 13 จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ในด้านรสชาติ โดยได้ค่าเฉลี่ย 6.93 ด้านสี กลิ่น ความกรอบ และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้การยอมรับปานกลาง โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.06 , 7.03 , 7.16 และ 7.16 ตามลำดับ สูตรที่ 2 ผู้ทดสอบให้การยอมรับในระดับปานกลาง ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.36, 7.00 , 7.46 , 7.43 และ 7.56 ตามลำดับ สูตรที่ 3 ผู้ทดสอบให้การยอมรับในระดับปานกลาง ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.73 , 7.40 , 7.76 , 7.93 และ ตามลำดับ ความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้การยอมรับมาก โดยได้ค่าเฉลี่ย 8.00 ตามลำดับ จากการศึกษาสูตรที่ 3 ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด จึงเลือกสูตรที่ 3 มาใช้ในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 13 คะแนนความชอบเฉลี่ยของสูตรพื้นฐานของแป้งกล้วยทอด 3 สูตร

สูตร	ค่าเฉลี่ย				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
1	7.06 <sup>b</sup>	7.03 <sup>a</sup>	6.93 <sup>b</sup>	7.16 <sup>b</sup>	7.16 <sup>b</sup>
2	7.36 <sup>ab</sup>	7.00 <sup>a</sup>	7.46 <sup>ab</sup>	7.43 <sup>ab</sup>	7.56 <sup>ab</sup>
3	7.73 <sup>a</sup>	7.40 <sup>a</sup>	7.76 <sup>a</sup>	7.93 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.3.2.2 ศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้า : แป้งสาลีโดยศึกษา 3 อัตราส่วน พบว่า

อัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้า และแป้งสาลีของแป้งกล้วยทอดมีความชอบด้าน กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แสดงดังตารางที่ 14 จากการศึกษารวมแป้งข้าว

เจ้า : แป้งสาลี พบว่าปริมาณ 100 : 40 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับชอบเล็กน้อย ในด้านกลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 6.87, 6.68, 6.78 และ 6.80 ตามลำดับ ด้านสี ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับปานกลาง โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.03 พบว่าปริมาณ 80 : 60 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับเล็กน้อย ด้านกลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 6.67, 6.78, 6.75 และ 6.87 ตามลำดับด้านสี ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับปานกลาง โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.08 พบว่าปริมาณ 120 : 20 สูตรที่ 3 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับปานกลาง ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.25, 7.12, 7.15, 7.15 และ 7.30 ตามลำดับ จากการศึกษาสูตรที่ 3 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด จึงเลือกสูตรที่ 3 มาใช้ในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 14 คะแนนความชอบเฉลี่ยของอัตราแป้งข้าวเจ้า:แป้งสาลี 3 ระดับ

แป้งข้าว : แป้งสาลี	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
80 : 60	7.08 <sup>a</sup>	6.67 <sup>b</sup>	6.78 <sup>ab</sup>	6.75 <sup>a</sup>	6.87 <sup>b</sup>
100 : 40	7.03 <sup>a</sup>	6.87 <sup>ab</sup>	6.68 <sup>b</sup>	6.78 <sup>a</sup>	6.80 <sup>b</sup>
120 : 20	7.25 <sup>a</sup>	7.12 <sup>a</sup>	7.15 <sup>a</sup>	7.15 <sup>a</sup>	7.30 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.3.2.3 ศึกษาอัตราส่วนน้ำโดยศึกษา 2 ระดับ

พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมในปริมาณ น้ำที่อัตราส่วน 200 กรัม มากกว่าปริมาณน้ำ 150 กรัม จึงเลือกใช้ปริมาณน้ำ 200 กรัม มาทำการทดลองในครั้งต่อไป

#### 4.3.2.4 ศึกษาปริมาณผงฟูที่ใส่ 3 ระดับ

พบว่าความชอบด้านกลิ่นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) พบว่าความชอบด้านสี รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) พบว่าปริมาณผงฟูที่ 1.5 % ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับเล็กน้อย ในด้าน กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 6.87, 6.88, 6.58 และ 6.95 ตามลำดับ ด้านสี ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับปานกลางโดยได้ค่าเฉลี่ย 7.10 ปริมาณผงฟูที่ 2.0 % ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับเล็กน้อย ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 6.67, 6.80, 6.87, 6.40 และ 6.95 ตามลำดับ ปริมาณผงฟูที่ 2.5 % ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับปานกลาง ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.13, 7.22, 7.50, 7.08 และ 7.52

ตามลำดับ จากการศึกษาระดับปริมาณผงฟู 2.5 % ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด จึงเลือกปริมาณผงฟู 2.5 % มาใช้ในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 15 คะแนนความชอบเฉลี่ยของกล้วยทอดที่ปริมาณผงฟูต่างกัน 3 ระดับ

ปริมาณผงฟู (%)	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
1.5	7.10 <sup>ab</sup>	6.87 <sup>a</sup>	6.88 <sup>b</sup>	6.58 <sup>b</sup>	6.95 <sup>b</sup>
2.0	6.67 <sup>b</sup>	6.80 <sup>a</sup>	6.87 <sup>b</sup>	6.40 <sup>b</sup>	6.95 <sup>b</sup>
2.5	7.13 <sup>a</sup>	7.22 <sup>a</sup>	7.50 <sup>a</sup>	7.08 <sup>a</sup>	7.52 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.3.2.5 ศึกษาปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ 3 ระดับ

พบว่า ความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) จากการศึกษาระดับปริมาณแคลเซียมที่ 0.5 % ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับชอบปานกลาง ในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.90 7.78 , 7.70 , 7.63 และ 7.82 ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่ 1.0 % ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับเล็กน้อย ด้านความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 6.85 และ 6.98 ตามลำดับด้านสี กลิ่น รสชาติ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับปานกลาง โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.12 , 7.08 และ 7.10 ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมที่ 1.5 % ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับเล็กน้อย ด้าน กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 6.93 , 6.88 และ 6.95 ตามลำดับ ด้านสี ความกรอบ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับปานกลาง โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.00 และ 7.73 ตามลำดับ จากการศึกษาระดับปริมาณแคลเซียม 0.5 % ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด จึงเลือกปริมาณแคลเซียม 0.5 % มาใช้ในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของแป้งกล้วยทอดที่ปริมาณแคลเซียม 3 ระดับ

ปริมาณแคลเซียม (%)	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
0.5	7.90 <sup>a</sup>	7.78 <sup>a</sup>	7.70 <sup>a</sup>	7.63 <sup>a</sup>	7.82 <sup>a</sup>
1.0	7.12 <sup>b</sup>	7.08 <sup>b</sup>	7.10 <sup>b</sup>	6.85 <sup>b</sup>	6.98 <sup>b</sup>
1.5	7.00 <sup>b</sup>	6.93 <sup>b</sup>	6.88 <sup>b</sup>	7.73 <sup>b</sup>	6.95 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



ภาพที่ 7 กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป

#### 4.4 กระบวนการดัดแปลงสถานะการเก็บรักษา

##### 4.4.1 วิธีการดำเนินการทดลอง

###### 4.4.1.1 ศึกษาหาสูตรมาตรฐาน

คัดเลือกสูตรพื้นฐานกระถงทองคัดเลือกสูตรกระถงทองจากการตรวจเอกสารจำนวน 3 สูตร คือ สูตรของ ขนิษฐา และคณะ (2545), สุภรณ์(ม.ป.ป.) และ จันทร (2534) ดังแสดงในตารางที่ 17 นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ Hedonic scaling 9 ระดับ ในด้านลักษณะปรากฏ (ความเรียบ) สี ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยให้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน วางแผนการทดสอบการชิมแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก(RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองโดย Duncan is New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกสูตรแป้งกระถงทองที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมากที่สุดเป็นสูตรพื้นฐาน เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

ตารางที่ 17 ส่วนผสมกระทงทองในการคัดเลือกสูตรพื้นฐานกระทงทอง

ส่วนผสม	สูตร (กรัม)		
	1	2	3
แป้งข้าวเจ้า	100	100	100
แป้งสาลี	100	100	100
แป้งมันสำปะหลัง	100	-	-
ไข่แดง	35	35	35
น้ำปูนใส	210	107	132
เกลือป่น	3	3	3
น้ำสะอาด	110	140	132
น้ำมันพืช	-	-	9
น้ำตาลทราย	-	-	4

ที่มา : สูตรที่ 1 ขนิษฐา และคณะ, 2545

สูตรที่ 2 สุภรณ์, ม.ป.ป.

สูตรที่ 3 จันทร , 2534

#### 4.4.1.2 การศึกษาระยะเวลาในการทอดกระทงทอง

ศึกษาระยะเวลาในการทอดกระทงทองที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ศึกษาระยะเวลาในการทอด 3 ระดับ ได้แก่ 0.40, 1.30 และ 2.30 นาที กำหนดอุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส พักไว้ให้เย็น บรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน (PP) ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ Hedonic scaling 9 ระดับ ในด้านลักษณะปรากฏ (ความเรียบ) สี ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน นำสูตรที่ได้คะแนนความชอบมากที่สุด มาเพื่อทำการทดลองในขั้นต่อไป

#### 4.4.2 ผลการทดลอง

##### 4.4.2.1 ศึกษาสูตรในการทำกระทงทอง

การคัดเลือกสูตรพื้นฐานโดย นำสูตรกระทงทองที่ได้จากการตรวจเอกสารจำนวน 3 สูตร พบว่า สูตรกระทงทองทั้ง 3 มีคะแนนความชอบความแตกต่างกันทางด้านความเรียบ และเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนคะแนนความชอบปัจจัยด้าน สี รสชาติ และความชอบโดยรวมของกระทงทองสูตรที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่แตกต่างจาก

กระทงทองสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 18 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระทงทองสูตรที่ 1 และ 3 มีปริมาณน้ำปูนใสมากเกินไปทำให้กระทงทองมีความกรอบลดลง ทำให้คะแนนความชอบด้านความกรอบลดลง อีกทั้งกระทงทองสูตรที่ 1 และ 3 ผิวไม่เรียบ และมีฟองอากาศส่วนสูตรที่ 2 กระทงทองมีผิวเรียบ

ตารางที่ 18 ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกระทงทองสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพ		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ (ความเรียบ)	6.57 <sup>c</sup>	8.10 <sup>a</sup>	7.23 <sup>b</sup>
สี	6.83 <sup>b</sup>	7.70 <sup>a</sup>	7.23 <sup>ab</sup>
ความกรอบ	6.50 <sup>c</sup>	7.70 <sup>a</sup>	7.27 <sup>b</sup>
รสชาติ	6.73 <sup>b</sup>	7.60 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>
ความชอบโดยรวม	6.70 <sup>b</sup>	7.70 <sup>a</sup>	7.27 <sup>a</sup>

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวอนหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.4.2.2 การศึกษาระยะเวลาในการทอดกระทงทอง

จากการศึกษาเวลาในการทอดกระทงทอง ที่ระยะเวลา 0.40, 1.30 และ 2.30 นาที พบว่าระยะเวลาในการทอด 3 ระดับมีคะแนนความชอบด้านความกรอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 19 โดยกระทงทองที่ทอดในระยะเวลา 0.40 นาที มีคะแนนความชอบด้านความกรอบน้อยที่สุด ส่วนกระทงทองที่ทอดที่ระยะเวลา 1.30 นาที มีคะแนนความชอบด้านความกรอบสูงสุด แสดงให้เห็นว่า คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ (ความเรียบ) สี ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวมของระยะเวลา 1.30 นาที มีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลาง ซึ่งสูงกว่าระยะเวลาในการทอด 0.40 และ 2.30 นาที แสดงว่าระยะเวลาในการทอดที่ต่างๆ กัน มีผลต่อคะแนนความชอบในปัจจัยคุณภาพดังกล่าว เนื่องจากระยะเวลาในการทอดน้อย ทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกมาไม่มาก ทำให้ผลิตภัณฑ์ยังไม่แห้งเท่าที่ควรจึงมีสีไม่เข้มและไม่กรอบมาก หรือถ้าระยะเวลาในการทอดนานเกินไป น้ำในผลิตภัณฑ์จะระเหยออกทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้ง สีเข้มและกรอบมากเกินไป

ตารางที่ 19 คะแนนความชอบกระทงทองที่ทอดในระยะเวลา 0.40, 1.30 และ 2.30 นาที

คุณลักษณะ	เวลาที่ใช้ในการทอด(นาที)		
	0.40	1.30	2.30
ลักษณะปรากฏ(ความเรียบ)	7.48 <sup>a</sup>	7.40 <sup>a</sup>	6.95 <sup>b</sup>
สี	7.23 <sup>a</sup>	7.35 <sup>a</sup>	6.88 <sup>a</sup>
ความกรอบ	7.10 <sup>c</sup>	7.83 <sup>a</sup>	7.48 <sup>b</sup>
รสชาติ	7.18 <sup>a,b</sup>	7.40 <sup>a</sup>	7.08 <sup>b</sup>
ความชอบโดยรวม	7.25 <sup>a</sup>	7.63 <sup>a</sup>	7.13 <sup>b</sup>

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



ภาพที่ 8 กระทงทองจากกระทงทองคั่วเปลี่ยนสภาวะอากาศ

## 4.5 แป้งขนมครกกึ่งสำเร็จรูป

### 4.5.1 วิธีการดำเนินการทดลอง

#### 4.5.1.1 ศึกษาหาสูตรมาตรฐาน

ศึกษาสูตรพื้นฐานขนมครกจากการตรวจเอกสารจำนวน 3 สูตร คือ สูตรของ ขนิษฐา และคณะ (2545), สุภรณ์(ม.ป.ป.) และ จันทร (2534) ดังแสดงในตารางที่ 20 นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ Hedonic scaling 9 ระดับ ในด้าน) สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน วางแผนการทดสอบการชิมแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก(RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองโดย Duncan is New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกสูตรขนมครกที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมากที่สุดเป็นสูตรพื้นฐาน เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

ตารางที่ 20 ส่วนผสมกระทงทองในการคัดเลือกสูตรพื้นฐานกระทงทอง

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ตัวขนม			
แป้งข้าวเจ้า	200	220	200
กะทิ	95	500	20
เกลือป่น	1.5	2	2
น้ำ	150	500	1000
น้ำตาลทราย	-	-	20
หน้ากะทิ			
น้ำกะทิ	250	250	500
น้ำตาลทราย	65	65	100
เกลือป่น	5	5	2

ที่มา : สูตรที่ 1 ขนิษฐา และคณะ, 2545

สูตรที่ 2 สุภรณ์, ม.ป.ป.

สูตรที่ 3 จันทร, 2534

**4.5.1.2** ศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า 2 ระดับ ได้แก่ 100 และ 90 กรัม นำสูตรที่ได้สูตรที่ 1 มาดัดแปลงเป็นผง ดังนี้ แป้งข้าวเจ้า 100 กรัม กะทิผง 88 กรัม เกลือ 2 กรัม น้ำ 400 กรัม หน้ากะทิ ได้แก่ กะทิผง 110 กรัม น้ำตาลทราย 88 กรัม เกลือ 3 กรัม น้ำ 220 กรัม นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ Hedonic scaling 9 ระดับ (ในด้าน) สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน นำมาทดสอบความแตกต่างด้วย T-test เพื่อคัดเลือกสูตรขนมครกที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมากที่สุดเป็นสูตรพื้นฐาน เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

## 4.5.2 ผลการทดลอง

**4.5.2.1** ศึกษาหาสูตรมาตรฐาน 3 สูตร พบว่า สูตรขนมครกทั้ง 3 สูตร ได้ขนมครกที่มีคะแนนความชอบความแตกต่างกันทางด้านเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนคะแนนความชอบปัจจัยด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของขนมครกสูตรที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 21 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขนมครกสูตรที่ 1 และ 3 มีปริมาณแป้งข้าวเจ้าน้อยเกินไปทำให้ขนมครกมีเนื้อสัมผัสอยู่ตัวน้อยลง ทำให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสลดลง

ตารางที่ 21 คะแนนเฉลี่ยสูตรขนมครก 3 สูตร

ลักษณะ	1	2	3
สี	7.12a	7.38a	7.13a
กลิ่น	7.33a	7.40a	7.08a
รสชาติ	7.32a	7.45a	7.12a
เนื้อสัมผัส	7.03b	7.52a	7.12b
ความชอบโดยรวม	7.20a	7.48a	7.17a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวอนหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

**4.5.2.2** ศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า 2 ระดับ ได้แก่ 100 และ 90 กรัมในการผลิตขนมครก พบว่า ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 2 ระดับ ไม่มีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 22 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณแป้งไม่แตกต่างกันมาทำให้ลักษณะขนมครกแตกต่างเล็กน้อย แต่การสังเกตจากลักษณะทั่วไปพบว่า ขนมครกที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 90 กรัมจะมีความอยู่ตัวน้อยกว่าขนมครกที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 100 กรัม และผลผลิตจะได้จำนวนน้อยกว่าขนมครกที่ใช้ปริมาณแป้ง 100 กรัม แต่ที่คะแนนความชอบไม่แตกต่างเนื่องจากผู้ทดสอบบางส่วนชอบขนมครกที่มีลักษณะนุ่ม ไม่แข็ง

ตารางที่ 22 คะแนนเฉลี่ยปริมาณแป้ง 2 ระดับ

ลักษณะ	100	90
สี	7.57a	7.43a
กลิ่น	7.77a	7.60a
รสชาติ	7.67a	7.76a
เนื้อสัมผัส	7.63a	7.70a
ความชอบโดยรวม	7.67a	7.80a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกัน ในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $p \leq 0.05$ )



ภาพที่ 9 ขนมครกจากแป้งขนมครกกึ่งสำเร็จรูป

4.6 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนมไทย



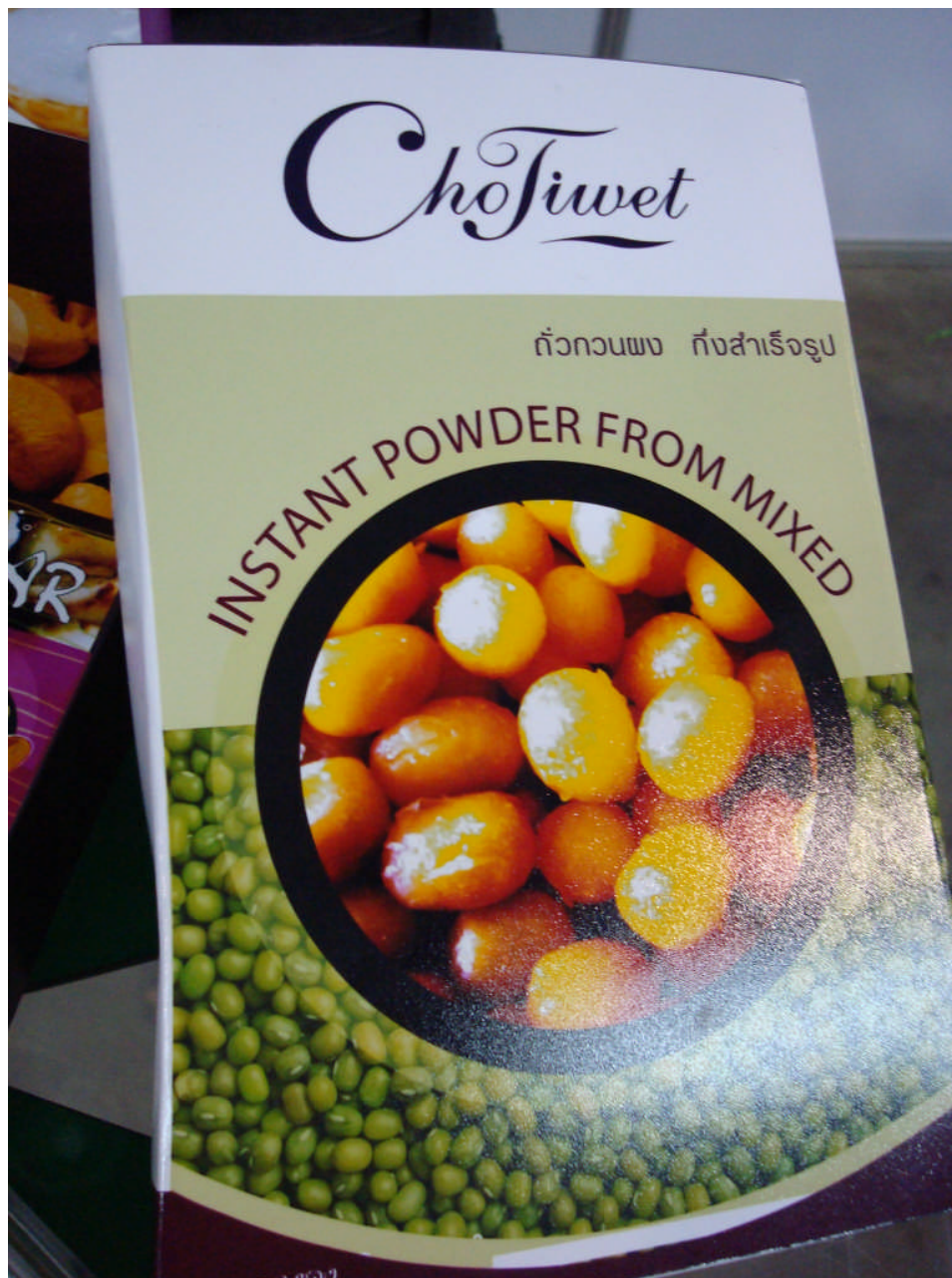
ภาพที่ 10 ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์รัชฎ์ชัยพีชอัดแท่ง



ภาพที่ 11 บรรจุภัณฑ์ซีเรียฟีดแท่ง



ภาพที่ 12 ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์ถั่วกวน



ภาพที่ 13 บรรจุภัณฑ์กั้วกวน



ภาพที่ 14 ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์แป้งกล้วยทอดกิ่งสำเร็จรูป





ภาพที่ 15 บรรจุภัณฑ์แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป



ภาพที่ 16 ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์กระถางทองตัดแปลงสภาวะ



ภาพที่ 17 บรรจุภัณฑ์กระตงทองตัดแปลงสภาวะ



ภาพที่ 18 ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์แป้งขนมครกกึ่งสำเร็จรูป





ภาพที่ 19 บรรจุภัณฑ์แก้งขนมครกกึ่งสำเร็จรูป

## 4.7 การศึกษาอายุการเก็บรักษา

### 4.7.1 แป้งกล้วยทอด

#### วิธีการดำเนินการทดลอง

##### 4.7.1.1 ศึกษาอายุการเก็บแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป

โดยนำแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปที่พัฒนาได้ บรรจุของฟลอยด์แบบสุญญากาศ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (37 องศาเซลเซียส) จากนั้นนำแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปมาตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี ทางจุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส เพื่อนำมาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทุกเดือนในระยะเวลา 6 เดือน

1. การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ วิเคราะห์ปริมาณ (Water Activity) โดยใช้เครื่อง (Water Activity meter)

2. การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี ได้แก่ วัดความชื้น โดยใช้เครื่อง เครื่องวัดความชื้น (Infrared Moisture Determination Balance)

3. การวิเคราะห์ลักษณะทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold)

4. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการนำตัวอย่างที่ได้จากการเก็บรักษา ในบรรจุภัณฑ์ฟลอยด์ บรรจุแบบสุญญากาศ นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป นำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด โดยใช้ผู้ชิม 30 คน โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม แล้วนำค่าเฉลี่ยไปวิเคราะห์แบบ T-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยจะทำการสุ่มตัวอย่างเดือน เป็นระยะเวลา 6 เดือน

##### 4.7.1.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป

จากการเปรียบเทียบคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด และผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บ 2 สัปดาห์ ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ในด้านสี อยู่ในระดับความชอบปานกลาง กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง และผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมในคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ในด้านสี ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากสีของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด มีสีของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน คือมีสีน้ำตาลเข้มด้าน

กลิ่น ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดถึงสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด มีกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ด้านรสชาติ ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดถึงสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด ใช้วัตถุดิบที่คล้ายคลึงกันจึงทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไม่มากนัก ด้านเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดถึงสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด เมื่อทอดเสร็จแล้วนำมาให้ผู้ทดสอบชิมทันที ไม่ทิ้งผลิตภัณฑ์กล้วยทอดไว้เป็นเวลานานๆ ซึ่งการทิ้งผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลานานจะทำให้ความกรอบลดลง มีความกระด้างมากขึ้น ด้านความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดถึงสำเร็จรูปและผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด อยู่ในระดับความชอบใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของความชอบด้านสี = 7.10, ด้านกลิ่น = 6.57, ด้านรสชาติ = 6.50, ด้านเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) = 6.17 และด้านความชอบโดยรวม = 6.53 โดยมีความชอบด้านสี อยู่ที่ระดับความชอบปานกลาง กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) ความชอบโดยรวม อยู่ที่ระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

### ตารางที่ 23 ผลการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยทอดที่ได้จากการใช้แป้งกล้วยทอดถึงสำเร็จรูปหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน

คุณลักษณะ ของผลิตภัณฑ์	คะแนนเฉลี่ย	
	ผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้ง กล้วยทอดถึงสำเร็จรูป	ผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด
สี	7.10 <sup>a</sup>	6.97 <sup>a</sup>
กลิ่น	6.57 <sup>a</sup>	6.47 <sup>a</sup>
รสชาติ	6.50 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	6.17 <sup>a</sup>	6.37 <sup>a</sup>
ความชอบโดยรวม	6.53 <sup>a</sup>	6.63 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ )

จากการเปรียบเทียบคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด และผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดถึงสำเร็จรูป พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บ 4 สัปดาห์ ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก และผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ

ในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ กันดังนี้ ในด้านสี มีความแตกต่าง เนื่องจากการใช้เวลาในการทอดผลิตภัณฑ์กล้วยทอดที่ต่างกัน ผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปจะมีสีน้ำตาลเข้มแต่มีสีที่อ่อนกว่าผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด ซึ่งสีของผลิตภัณฑ์จากท้องตลาดจะมีสีน้ำตาลเข้มมาก ด้านกลิ่น มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากท้องตลาดจะมีกลิ่นหืนของน้ำมันอยู่ด้วย ซึ่งต่างจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปที่ไม่มีกลิ่นหืนของน้ำมัน เพราะจะใช้น้ำมันใหม่ในการทอดทุกครั้ง ในด้านรสชาติ ไม่มีความแตกต่างเนื่องจากการใช้วัตถุดิบที่คล้ายคลึงกัน ในด้านเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) มีความแตกต่างกัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปทอดเสร็จใหม่ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์ยังมีความกรอบไม่แข็งกระด้าง ในส่วนของผลิตภัณฑ์จากท้องตลาดจะทอดไว้แล้ว จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบน้อยและแข็งกระด้าง และในด้านความชอบโดยรวมผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปในทุกด้านมากกว่า ผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด โดยมีค่าเฉลี่ยของความชอบด้านสี = 7.67, ด้านกลิ่น = 7.53, ด้านรสชาติ = 7.50, ด้านเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) = 7.30 และด้านความชอบโดยรวม = 7.60 โดยมีความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) ความชอบโดยรวม อยู่ที่ระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก

**ตารางที่ 24 ผลการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยทอดที่ได้จากการใช้แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน**

คุณลักษณะ ของผลิตภัณฑ์	คะแนนเฉลี่ย	
	ผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้ง กล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป	ผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด
สี	7.67 <sup>a</sup>	7.03 <sup>b</sup>
กลิ่น	7.53 <sup>a</sup>	7.07 <sup>b</sup>
รสชาติ	7.50 <sup>a</sup>	7.20 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	7.30 <sup>a</sup>	6.60 <sup>b</sup>
ความชอบโดยรวม	7.60 <sup>a</sup>	7.13 <sup>b</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ )

จากการเปรียบเทียบคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด และผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บ 6 สัปดาห์ ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ในด้านสี อยู่ในระดับความชอบปานกลาง กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง และผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ในด้านสี อยู่ในระดับความชอบปานกลาง กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง

ตารางที่ 25 ผลการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยทอดที่ได้จากการใช้แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน

คุณลักษณะ ของผลิตภัณฑ์	คะแนนเฉลี่ย	
	ผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้ง กล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป	ผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด
สี	7.43 <sup>a</sup>	7.23 <sup>a</sup>
กลิ่น	6.83 <sup>a</sup>	6.47 <sup>b</sup>
รสชาติ	6.87 <sup>a</sup>	6.53 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	6.77 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>
ความชอบโดยรวม	6.97 <sup>a</sup>	6.70 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ )

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ในด้านสี ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปและผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาดมีสีที่ใกล้เคียงกันคือมีสีน้ำตาลเข้ม ด้านกลิ่น มีความแตกต่างกัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากท้องตลาดจะมีกลิ่นหืนของน้ำมันอยู่ด้วย ซึ่งต่างจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปที่ไม่มีกลิ่นหืนของน้ำมัน เพราะจะใช้น้ำมันใหม่ในการทอดทุกครั้งที่ทำกรทอด ด้านรสชาติ ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากการใช้วัตถุดิบที่คล้ายคลึงกันจึงทำให้รสชาติที่ได้มีความใกล้เคียงกัน ด้านเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปและผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด เมื่อทอดเสร็จแล้วนำมาให้ผู้ทดสอบชิมทันที ไม่ทิ้งผลิตภัณฑ์กล้วยทอดไว้เป็นเวลานานๆ ซึ่งการทิ้งผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลานานจะทำให้ความกรอบลดลง มีความกระด้างมากขึ้น ด้านความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผู้

ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปและผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด อยู่ในระดับความชอบใกล้เคียง

จากการเปรียบเทียบคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด และผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป พบที่ว่าระยะเวลาการเก็บ 8 สัปดาห์ ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ในด้านสี อยู่ในระดับความชอบปานกลาง กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง และผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ในด้านสี อยู่ในระดับความชอบปานกลาง กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

ตารางที่ 26 ผลการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยทอดที่ได้จากการใช้แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน

คุณลักษณะ ของผลิตภัณฑ์	คะแนนเฉลี่ย	
	ผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้ง กล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป	ผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด
สี	7.23 <sup>a</sup>	7.10 <sup>a</sup>
กลิ่น	6.57 <sup>a</sup>	6.27 <sup>a</sup>
รสชาติ	6.53 <sup>a</sup>	6.27 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	6.33 <sup>a</sup>	6.27 <sup>a</sup>
ความชอบโดยรวม	6.67 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ )

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมในคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ในด้านสี ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากสีของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด มีสีของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน คือมีสีน้ำตาลเข้มด้านกลิ่น ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด มีกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ด้านรสชาติ ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด ใช้วัตถุดิบที่คล้ายคลึงกันจึงทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไม่มากนัก ด้านเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด เมื่อทอดเสร็จแล้วนำมาให้ผู้ทดสอบชิมทันที ไม่ทิ้งผลิตภัณฑ์กล้วยทอดไว้เป็นเวลานานๆ ซึ่งการทิ้งผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลานานจะทำให้ความกรอบลดลง มีความกระด้าง

มากขึ้น ด้านความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปและผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด อยู่ในระดับความชอบใกล้เคียงกัน

จากการเปรียบเทียบคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด และผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บ 10 สัปดาห์ ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก และผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมในคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ในด้านสี ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากสีของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด มีสีของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน คือมีสีน้ำตาลเข้มด้านกลิ่น ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด มีกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ด้านรสชาติ ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด ใช้วัตถุดิบที่คล้ายคลึงกันจึงทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไม่มากนัก ด้านเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด เมื่อทอดเสร็จแล้วนำมาให้ผู้ทดสอบชิมทันที ไม่ทิ้งผลิตภัณฑ์กล้วยทอดไว้เป็นเวลานานๆ ซึ่งการทิ้งผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลานานจะทำให้ความกรอบลดลง มีความกระด้างมากขึ้น ด้านความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปและผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด อยู่ในระดับความชอบใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของความชอบด้านสี = 7.70, ด้านกลิ่น = 7.37, ด้านรสชาติ = 7.27, ด้านเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) = 7.07 และด้านความชอบโดยรวม = 7.43 โดยมี ความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวม อยู่ที่ระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก

ตารางที่ 27 ผลการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยทอดที่ได้จากการใช้แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 เดือน

คุณลักษณะ ของผลิตภัณฑ์	คะแนนเฉลี่ย	
	ผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้ง กล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป	ผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด
สี	7.70 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>
กลิ่น	7.37 <sup>a</sup>	7.27 <sup>a</sup>
รสชาติ	7.27 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	7.07 <sup>a</sup>	7.03 <sup>a</sup>
ความชอบโดยรวม	7.43 <sup>a</sup>	7.40 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ )

จากการเปรียบเทียบคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด และผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บ 12 สัปดาห์ ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ในด้านสี กลิ่น อยู่ในระดับความชอบปานกลาง รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ในด้านสี กลิ่น รวมอยู่ในระดับความชอบปานกลางรสชาติเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมในคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ในด้านสี ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากสีของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด มีสีของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน คือมีสีน้ำตาลเข้มด้านกลิ่น ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด มีกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ด้านรสชาติ ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด ใช้วัตถุดิบที่คล้ายคลึงกันจึงทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไม่มากนัก ด้านเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากท้องตลาด เมื่อทอดเสร็จแล้วนำมาให้ผู้ทดสอบชิมทันที ไม่ทิ้งผลิตภัณฑ์กล้วยทอดไว้เป็นเวลานานๆ ซึ่งการทิ้งผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลานานจะทำให้ความกรอบลดลง มีความกระด้างมากขึ้น ด้านความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปและผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจาก

ห้องตลาด อยู่ในระดับความชอบใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของความชอบด้านสี = 7.20, ด้านกลิ่น = 7.17, ด้านรสชาติ = 6.70, ด้านเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) = 6.77 และด้านความชอบโดยรวม = 6.93 โดยมี ความชอบด้านสี กลิ่น อยู่ในระดับความชอบปานกลาง รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และ ความชอบโดยรวม อยู่ที่ระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

#### ตารางที่ 28 ผลการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยทอดที่ได้จากการใช้แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ ของผลิตภัณฑ์	คะแนนเฉลี่ย	
	ผลิตภัณฑ์กล้วยทอดจากแป้ง กล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป	ผลิตภัณฑ์จากห้องตลาด
สี	7.20 <sup>a</sup>	7.17 <sup>a</sup>
กลิ่น	7.17 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>
รสชาติ	6.70 <sup>a</sup>	6.80 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	6.77 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>
ความชอบโดยรวม	6.93 <sup>a</sup>	6.83 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.7.1.3 ผลการศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป

1. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ วิเคราะห์ปริมาณ (Water Activity) โดยใช้เครื่อง (Water Activity meter) เริ่มต้นก่อนเก็บและทุกๆ 1 เดือน

2. ศึกษาคุณภาพทางเคมี ได้แก่ โดยการวัดความชื้น เริ่มต้นก่อนเก็บและทุกๆ 2 สัปดาห์ จากการศึกษาหาค่าวอเตอร์แอกติวิตี และค่าความชื้น ในระยะเวลาต่างๆ พบว่า เมื่อเก็บแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงออลูมิเนียมฟลอยด์ที่อุณหภูมิห้อง ( $37^{\circ}\text{C}$ ) พบว่าปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยปริมาณความชื้นมีปริมาณที่แตกต่างกันไปตามระยะเวลาในการเก็บ โดยผลิตภัณฑ์แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปมีความชื้นเริ่มต้นที่ 5.3% เพิ่มขึ้นเป็น 6.7% ส่วนค่าวอเตอร์แอกติวิตีมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีเริ่มต้น 0.48 เพิ่มขึ้นเป็น 0.60 จะเห็นได้ว่า ทั้งค่าความชื้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตีเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ยค่าความชื้น และค่าแอมโมเนียในระยะเวลาต่างๆ

คุณสมบัติ	ระยะเวลา (เดือน)						
	0	1	2	3	4	5	6
ค่าความชื้น (%)	5.3	5.3	5.4	5.7	5.8	6.1	6.7
ค่าแอมโมเนีย	0.48	0.53	0.55	0.55	0.56	0.58	0.60

3. ศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยการตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และการหาปริมาณยีสต์ รา (Yeast and Mold) ด้วยวิธี Pour plate

จากการศึกษาการตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ผลการตรวจสอบพบว่า ระยะเวลาในการเก็บแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปยี่ห้อต่างๆ มากขึ้นก็ยังมีแนวโน้มว่าจุลินทรีย์จะเพิ่มมากขึ้น ผลผลิตแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปพบเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่  $<1.5 \times 10^6$  CFU/g และเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น  $<3.5 \times 10^6$  CFU/g ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ (3 เดือน)

จากการศึกษาการตรวจสอบปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) ผลการตรวจสอบพบว่า ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ (3 เดือน) ไม่พบปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) มาตรฐานแป้งผสม สำหรับประกอบอาหารทอด กำหนดว่าแป้งผสมสำหรับประกอบอาหารทอดจะต้องมีจำนวนยีสต์และรา (Yeast and Mold) ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : 2547)

ตารางที่ 30 แสดงผลการตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์รา ของแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปใน ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ยีสต์และรา (CFU/g)
0	ไม่พบ	ไม่พบ
2	ไม่พบ	ไม่พบ
4	ไม่พบ	ไม่พบ
6	$<1.5 \times 10^6$ (ESPC)	ไม่พบ
8	$<1.5 \times 10^6$ (ESPC)	ไม่พบ
10	$<2 \times 10^6$ (ESPC)	ไม่พบ
12	$<3.5 \times 10^6$ (ESPC)	ไม่พบ

## 4.7.2 กระทั่งทอง

### 4.7.2.1 ศึกษาผลของการปรับสภาพบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการเก็บกระทั่งทอง

นำกระทั่งทองสุกที่ได้รับการยอมรับสูงสุด มาบรรจุในกล่องพลาสติกโพลีโพรพิลีน (PP) แล้วใส่ลงในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ ปรับสภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์เป็นภาวะบรรยากาศ ได้แก่ ภาวะที่มีก๊าซ  $100\text{ N}_2$ ,  $50\text{ CO}_2 / 50\text{ N}_2$  และ  $60\text{ CO}_2 / 40\text{ N}_2$  โดยใช้เครื่องปรับสภาพบรรยากาศ ปิดผนึกถุงด้วยความร้อนเก็บรักษาที่ตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส และทำการตรวจสอบคุณภาพทุกด้านในวันที่ 0, 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพดังต่อไปนี้

#### 1. คุณภาพทางกายภาพ

1.1) ค่า  $a_w$  เครื่องวัดค่า Water Activity

1.2) ค่าสี วัดค่าสีด้วยสมุดเทียบสี MUNSELL BOOK

2. คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เครื่องหาความชื้นแบบอินฟราเรด

3. คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA)

ยีสต์และรา โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA)

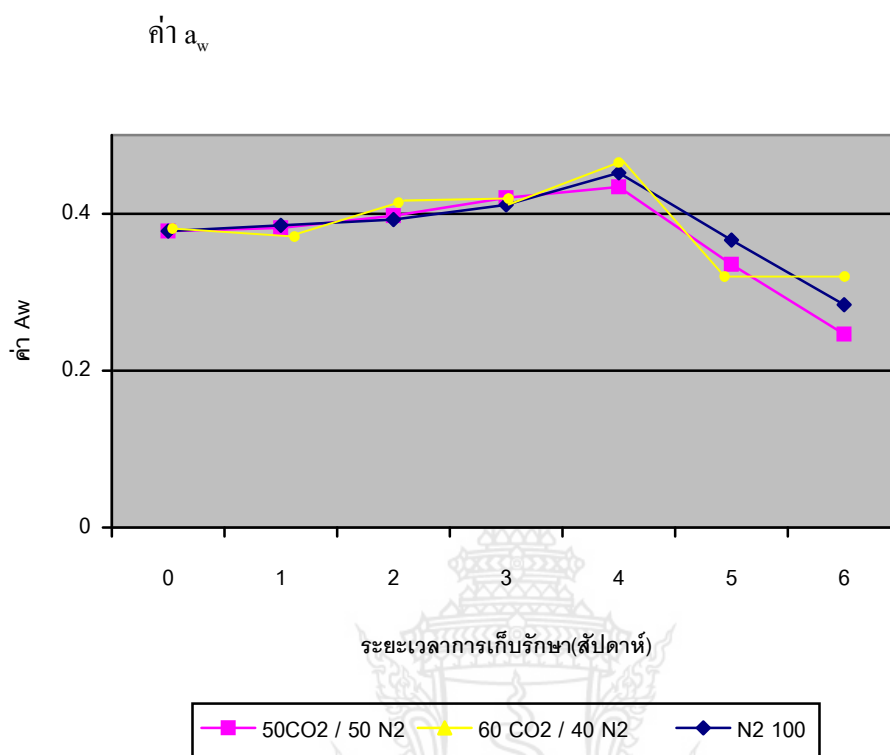
วางแผนการทดลองในการวิเคราะห์กระทั่งทอง แบบ CRD วิเคราะห์ข้อมูลและวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 15.0 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สีของกระทั่งทอง กลิ่น หิน และความกรอบของกระทั่งทองโดยใช้ผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 10 คน ทดสอบชิมแบบ Quantitative Descriptive Analysis (QDA) สเกลที่ใช้เป็นแบบ Line scale มีความยาว 15 เซนติเมตร บนเส้นตรงห่างจากปลายสองข้างเข้ามา 1 เซนติเมตร กำหนดความอ่อนและเข้มของแต่ละลักษณะไว้ ผู้ทดสอบทำเครื่องหมายลงบนเส้นซึ่งแสดงความเข้มของลักษณะที่กำหนดบนเส้นของผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ (เพ็ญขวัญ, 2536) วิเคราะห์ข้อมูลและวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 15.0

### 4.7.2.2 ผลการปรับสภาพบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุต่ออายุการเก็บกระทั่งทอง

จากการนำกระทั่งทองสุกที่ได้รับการยอมรับสูงสุด มาบรรจุในกล่องพลาสติกโพลีโพรพิลีน (PP) แล้วใส่ลงในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ ปรับสภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์เป็นภาวะบรรยากาศ ได้แก่ ภาวะที่มีก๊าซ  $100\text{ N}_2$ ,  $50\text{ CO}_2 / 50\text{ N}_2$  และ  $60\text{ CO}_2 / 40\text{ N}_2$  โดยใช้เครื่องปรับสภาพบรรยากาศ ปิดผนึกถุงด้วยความร้อนเก็บรักษาที่ตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส และทำการตรวจสอบคุณภาพทุกด้านในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพดังต่อไปนี้

## 1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของกระทงทอง



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่า  $a_w$  ของกระทงทองที่เก็บในสภาวะปรับสภาพบรรยากาศ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

จากผลการวัดค่า  $a_w$  ของกระทงทองที่เก็บในสภาวะปรับสภาพบรรยากาศ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 สัปดาห์ ดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่า แนวนอนที่ผลิตภัณฑ์ในทุกภาวะการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในค่า  $a_w$  โดยเฉพาะในสัปดาห์ที่ 4 และลดลงหลังจากเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นานขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของอาหารซึ่งเกิดจากความแตกต่างระหว่างอาหารกับความชื้นจากสิ่งแวดล้อม โดยส่วนที่กรอบซึ่งมีระดับ  $a_w$  ต่ำ จะเปลี่ยนเป็นขึ้นเหนียวจากการเคลื่อนย้ายความชื้นจากส่วนที่มีระดับ  $a_w$  สูงกว่า (Roos, 1995) ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับชนิดและปริมาณของก๊าซรอบอาหาร

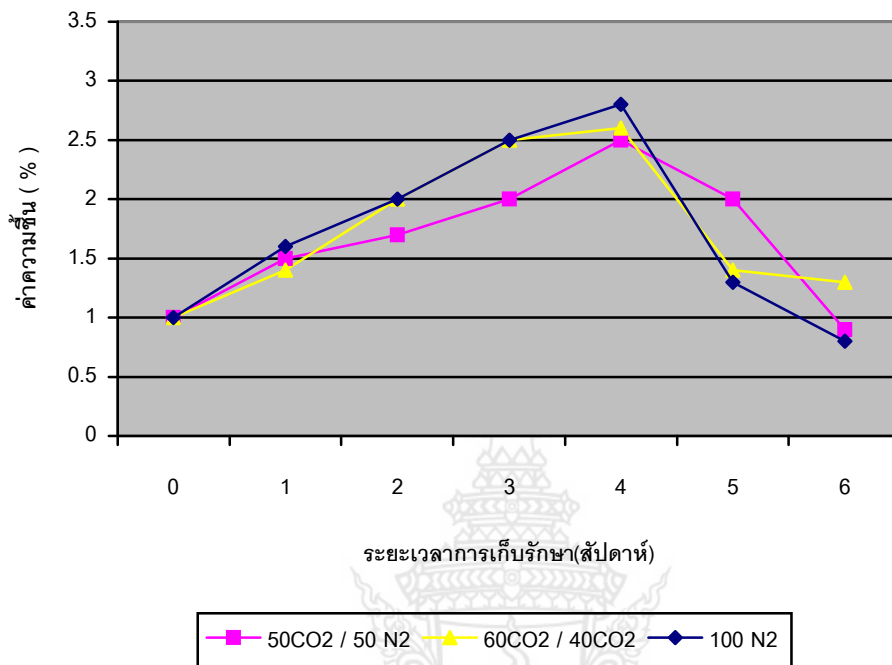
ตารางที่ 31 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ (ค่าสี) ของกระทงทองในสภาวะปรับสภาพบรรยากาศ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

คุณภาพทาง กายภาพ	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
	0	1	2	3	4	5	6
ค่าสี							
100N <sub>2</sub>	2.5Y8.5/6	2.5Y8.5/6	2.5Y8/6	2.5Y7/8	2.5Y7/8	2.5Y7/8	2.5Y7/8
50CO <sub>2</sub> /50N <sub>2</sub>	2.5Y8.5/6	2.5Y8.5/6	2.5Y8.5/6	2.5Y8.5/8	2.5Y8.5/8	2.5Y8.5/8	2.5Y8/8
60CO <sub>2</sub> /40N <sub>2</sub>	2.5Y8.5/6	2.5Y8.5/6	2.5Y8.5/6	2.5Y8.5/8	2.5Y8.5/8	2.5Y8.5/8	2.5Y8/8

จากการทดสอบค่าสีของกระทงทองในสภาวะปรับสภาพบรรยากาศ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 9 พบว่า กระทงทองมีค่า hue เท่ากับ 2.5 เหมือนกันในทุกสภาวะบรรยากาศ มีค่าความสว่าง (Value) อยู่ในช่วง 7-8.5 ค่าความเข้มของสี (Chroma) อยู่ในช่วง 6-8

แสดงให้เห็นว่า กระทงทองมีค่าความสว่าง (Value) ลดลง และค่าความเข้ม(Chroma) ของสีเพิ่มขึ้น เป็นผลให้กระทงทองมีสีเข้มขึ้นเมื่อเก็บไว้นานขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยา Millard reaction โดยกรดอะมิโนที่ได้จากไข่แดงในส่วนผสมจับตัวกับน้ำตาลที่อยู่ในแป้งทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้น (Schroeter, 1966)

## 2. คุณภาพทางเคมี

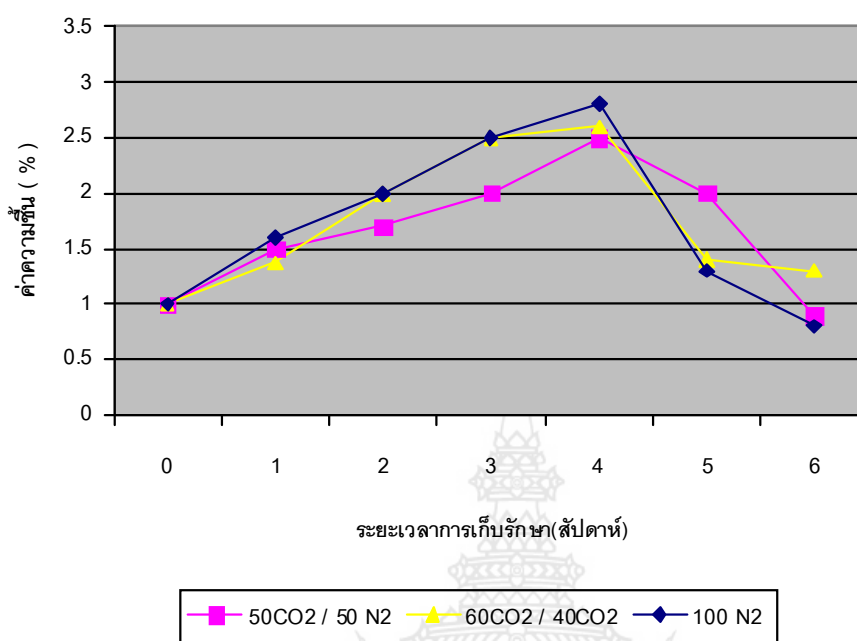


ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้น ของกระถางทองที่ เก็บในสภาวะปรับสภาพบรรยากาศ ที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

จากผลการวัดค่าความชื้นของกระถางทองในสภาวะปรับสภาพบรรยากาศ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ดังแสดงในภาพที่ 2 มีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 0.8-2.8% (แสดงในตารางผนวกที่ 2) ซึ่งค่าความชื้นที่พบนั้นมีความสัมพันธ์กับค่า  $a_w$  คือค่าความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์เริ่มต้น และลดลงหลังจากเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นานขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของอาหาร ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความชื้นในผลิตภัณฑ์ และภายในถุงในช่วงแรก ทำให้ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่จะดูดความชื้นเข้าไปในผลิตภัณฑ์เอง แต่เนื่องจากถุงทำการปิดสนิทจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ดูดความชื้นอย่างช้า ๆ จนเข้าสู่สภาวะสมดุล ดังนั้นในส่วนที่กรอบซึ่งมีระดับ  $a_w$  ต่ำจะเปลี่ยนเป็นชื้นเหนียวจากการเคลื่อนย้ายของความชื้นจากส่วนที่มีระดับ  $a_w$  สูงกว่า (Roos, 1995) ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับชนิดและปริมาณของก๊าซรอบอาหาร

และยังสอดคล้องกับ Scharow (1980) กล่าวว่า ค่าความชื้นของขนบขบเกี่ยวหรืออาหารว่างประเภททอดควรมีค่าความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 3.5 จึงจะมีความกรอบที่เหมาะสม ถ้าความชื้นมากกว่านี้จะทำให้ความกรอบลดลง

### 3. คุณภาพทางจุลินทรีย์



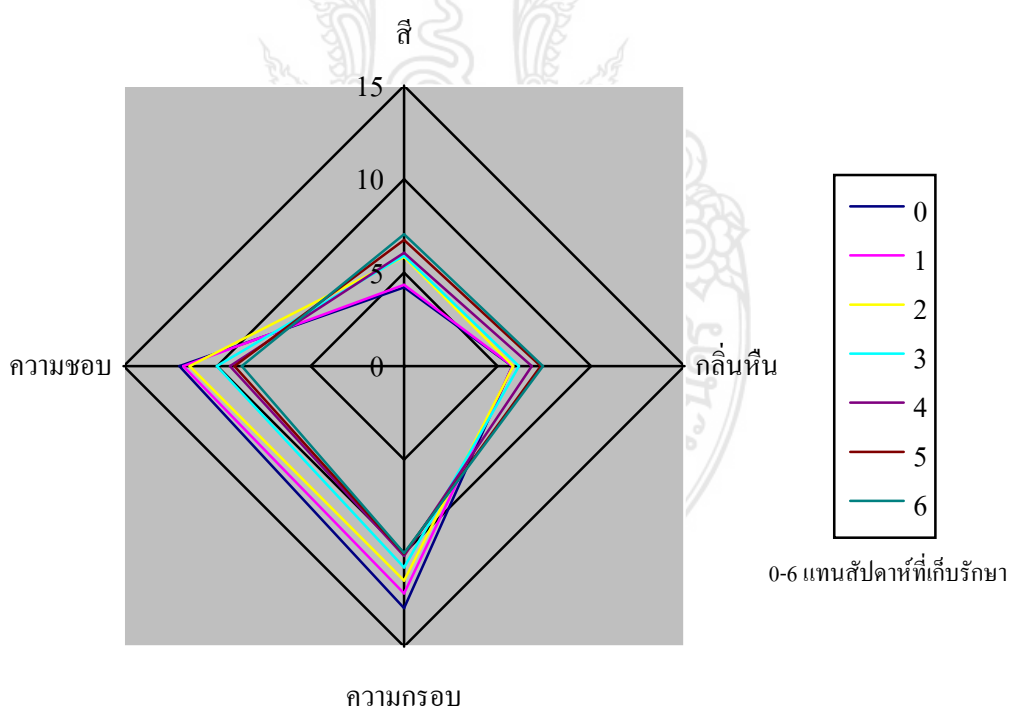
ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของกระทงทองที่ เก็บในสภาวะปรับสภาพบรรยากาศที่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ของกระทงทองในสภาวะปรับสภาพบรรยากาศ ที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ดังแสดงในภาพที่ 21 พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่ม มากขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บมากขึ้น โดยการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในภาวะที่มีก๊าซ CO<sub>2</sub> ช่วยยับยั้ง การเจริญของจุลินทรีย์ และอายุการเก็บรักษาจะเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นของก๊าซ CO<sub>2</sub> ที่ใช้มากขึ้น ซึ่งการเก็บผลิตภัณฑ์ที่ภาวะ 50CO<sub>2</sub>/50N<sub>2</sub> และ 60CO<sub>2</sub>/40N<sub>2</sub> ช่วยเพิ่มอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น ถึง 6 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ แล้วการใช้ 60CO<sub>2</sub>/40N<sub>2</sub> การเก็บรักษา พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตน้อยกว่า กล่าวคือ ภาวะ 50CO<sub>2</sub>/50N<sub>2</sub> มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ  $5.3 \times 10^2$  โคโลนี/กรัม เปรียบเทียบกับภาวะ 60CO<sub>2</sub>/40N<sub>2</sub> มีปริมาณจุลินทรีย์ ทั้งหมดเท่ากับ  $2.5 \times 10^2$  โคโลนี/กรัม ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (ไม่เกิน  $3 \times 10^2$  โคโลนี/กรัม) รวมทั้งปริมาณยีสต์และราที่อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดไว้เช่นกัน (ไม่เกิน  $3 \times 10^2$  โคโลนี/กรัม) ดังนั้นการใช้ 60CO<sub>2</sub>/40N<sub>2</sub> จึงเป็นภาวะที่ยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดีที่สุด

ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Ooraiikul (1991) ซึ่งรายงานว่าการใช้ก๊าซ CO<sub>2</sub> 20-70% ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารได้เป็นอย่างดี และยังช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหารนั้น

#### 4. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัส เมื่อเก็บรักษากระถงทองในสภาวะปรับสภาพบรรยากาศ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่นหืน ความกรอบ และความชอบ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน ทดสอบชิมแบบ QDA ซึ่งผลการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ที่เก็บในสภาวะปรับสภาพบรรยากาศ ในภาวะ  $100N_2$ ,  $50CO_2/50N_2$  และ  $60CO_2/40N_2$  ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ผลดังแสดงในตารางผนวกที่ 4) พบว่าในทุกภาวะมีค่าสีเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์เริ่มต้น โดยเฉพาะที่ภาวะ  $100N_2$  มีค่าสีเพิ่มจากสัปดาห์เริ่มต้นสูงมาก ในด้านกลิ่นหืนในทุกภาวะมีกลิ่นหืนเพิ่มขึ้น แต่ในภาวะ  $100N_2$  มีกลิ่นหืนมากจนผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับในสัปดาห์ที่ 4 ในด้านความกรอบมีค่าลดลงในทุกภาวะเช่นกัน และด้านความชอบผู้ทดสอบให้คะแนนในภาวะ  $60CO_2/40N_2$  สูงสุดกว่าภาวะ  $100N_2$  และ  $50CO_2/50N_2$  ดังนั้นภาวะ  $60CO_2/40N_2$  จึงเป็นภาวะที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดในทุกปัจจัย แสดงในภาพที่ 22



ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของกระถงทองที่ เก็บในสภาวะ  $60CO_2/40N_2$  ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

## 5. การเปลี่ยนแปลงสีของกระทงทอง

คะแนนคุณภาพสีของกระทงทองในภาวะ  $60\text{CO}_2/40\text{N}_2$  มีค่าอยู่ในช่วง 4.21-7.06 ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยค่าสีที่เพิ่มขึ้นมีความสอดคล้องกับผลของคุณภาพสีทางกายภาพ (ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1) ซึ่งอาจเกิดจากกรดอะมิโนที่อยู่ในไข่แดงที่ใช้เป็นส่วนผสมจับตัวกับน้ำตาลที่อยู่ในแป้ง ทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้น (Schroeter, 1966) แต่เนื่องจากไข่แดงที่ใช้มีปริมาณน้อย เป็นผลให้ความเข้มของสีเพิ่มขึ้นไม่มากนัก

## 6. การเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนของกระทงทอง

คะแนนคุณภาพกลิ่นหืนของกระทงทองในภาวะ  $60\text{CO}_2/40\text{N}_2$  มีค่าอยู่ในช่วง 5.78-7.44 โดยค่ากลิ่นหืนของกระทงทองมีความสอดคล้องกับผลของค่า  $a_w$  เนื่องจากกระทงทองเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า  $a_w$  ก่อนข้างต่ำ คือเท่ากับ 0.298 และไขมันสูง ดังนั้นจึงไวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน รุ่งนภา (2540) กล่าวว่าอาหารที่มีค่า  $a_w$  ต่ำมาก (0-0.28) การออกซิเดชันจะเกิดเร็วมาก จนถึงปริมาณความชื้นหนึ่งการออกซิเดชันจะต่ำที่สุด แต่เนื่องจากค่า  $a_w$  ที่วิเคราะห์ได้ในกระทงทองที่ภาวะ  $60\text{CO}_2/40\text{N}_2$  มีค่า ไม่เกิน 0.28 จึงทำให้ผู้ทดสอบยังคงยอมรับในผลิตภัณฑ์อยู่

## 7. การเปลี่ยนแปลงความกรอบของกระทงทอง

คะแนนคุณภาพความกรอบของกระทงทองในภาวะ  $60\text{CO}_2/40\text{N}_2$  มีค่าอยู่ในช่วง 10.0-12.95 โดยค่าความกรอบมีคะแนนลดลงแต่ไม่มากนัก เนื่องจากกระทงทองเป็นอาหารว่างประเภททอดที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง ลักษณะภายในชั้นของกระทงทองยังคงมีน้ำมันอยู่บ้าง จึงทำให้เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นกระทงทองจึงมีความกรอบที่ลดลง และจากการที่ค่า  $a_w$  และความชื้นของกระทงทองมีค่าต่ำลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้นก็เป็นผลทำให้กระทงทองมีค่าความกรอบลดลงเช่นกัน และยังสอดคล้องกับที่ Sacharow (1980) กล่าวว่าค่าความชื้นของอาหารขบเคี้ยวหรืออาหารว่างประเภททอดควรจะน้อยกว่าร้อยละ 3.5 จึงจะมีความกรอบที่เหมาะสม ถ้าความชื้นมากกว่านี้จะทำให้ความกรอบลดลง แต่เนื่องจากค่าความชื้นของกระทงทองในภาวะ  $60\text{CO}_2/40\text{N}_2$  มีความชื้นไม่เกิน 3.5 จึงทำให้ผู้ทดสอบยังคงยอมรับในผลิตภัณฑ์อยู่

## 8. การเปลี่ยนแปลงความชอบของกระทงทอง

คะแนนคุณภาพความชอบของกระทงทองในภาวะ  $60\text{CO}_2/40\text{N}_2$  มีค่าอยู่ในช่วง 8.69-10.93 โดยค่าคะแนนความชอบมีคะแนนลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวหรืออาหารว่างประเภททอดเมื่อเก็บไว้ระยะเวลาหนึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพซึ่งจะส่งผลต่อการยอมรับของผลิตภัณฑ์ ซึ่งกระบวนการเสื่อมเสียหลัก 2 กระบวนการที่เกิดขึ้นพร้อมกันคือ การสูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัสเนื่องจากการดูดซับความชื้น และการเกิดกลิ่นเหม็นหืนซึ่งต้องการออกซิเจนและอาจเกิดจากแสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นในภาวะที่มี  $60\text{CO}_2/40\text{N}_2$  อยู่จึงทำให้การเกิดกระบวนการ 2 กระบวนการนี้เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และมีค่าลดลงจากสัปดาห์เริ่มต้นที่ไม่มากนัก

### 4.7.3 แป้งขนมครก

#### 4.7.3.1 ศึกษาอายุการเก็บรักษาขนมครกกึ่งสำเร็จรูป

โดยศึกษาอายุการผลิตภัณฑ์บรรจุถุง ฟรอยด์แบบสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง ( $35\text{ }^\circ\text{C}$ ) นำมาคืนรูปทำเป็นขนมครก นำขนมครกมาทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ระยะเวลาการเก็บรักษาทุก ๆ 7 วัน เป็นเวลา 2 เดือน ทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ มาโดยรวมวิเคราะห์ผลโดยใช้ ANOVA (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD (Least Significant Difference)

#### 4.7.3.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ในระยะเวลา 2 เดือน

##### 1. คุณภาพทางเคมี

โดยการประเมินคุณภาพทางเคมีหาปริมาณค่า Water Activity และค่าความชื้น

จากการเก็บผลิตภัณฑ์ในระยะเวลา 2 เดือน ค่า Water Activity และค่าความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องดังตาราง และผลจากการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาโดยการประเมินคุณภาพทางเคมีทั้งหมดมีปริมาณค่า Water Activity ในผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 0.7 และค่าความชื้นในผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 7.0 ตลอดการเก็บรักษา

ตารางที่ 32 แสดงผลการวัดปริมาณค่า Water Activity และค่าความชื้นของขนมครกกึ่งสำเร็จรูป

สัปดาห์ที่	ปริมาณค่า Aw		ปริมาณค่าความชื้น	
	ตัวแป้ง	ตัวหน้า	ตัวแป้ง	ตัวหน้า
0	0.41	0.32	4.7	2.3
1	0.43	0.35	5.0	2.7
2	0.47	0.39	5.3	3.1
3	0.51	0.43	5.5	3.6
4	0.54	0.47	5.8	3.9
5	0.59	0.52	6.2	4.3
6	0.63	0.56	6.4	4.8
7	0.68	0.59	6.8	5.2

## 2. คุณภาพทางจุลินทรีย์กับการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

### 2.1) วิเคราะห์หาจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อรา

จากการศึกษาวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราไม่ปรากฏลักษณะของโคโลนีของเชื้อยีสต์และเชื้อราให้เห็นตั้งแต่เริ่มการเก็บรักษาจนถึงสิ้นสุดการศึกษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน

### 2.2) วิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์

จากตารางที่ 5 และ 6 แสดงผลการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์พบว่า ตั้งแต่เริ่มเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ สัปดาห์แรกไปจนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา รวมระยะเวลาการเก็บทั้งสิ้น 2 เดือน จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก  $1.3 \times 10^4$  CFU/G ถึง  $5.6 \times 10^4$  CFU/G (ตัวแป้ง) และ  $0.8 \times 10^4$  CFU/G ถึง  $5.1 \times 10^4$  CFU/G (หน้ากะทิ) หากมีการเก็บรักษาต่อไปอีก จะมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นต่อไปอีก ส่งผลทำให้เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ได้

ตารางที่ 33 แสดงผลการวิเคราะห์จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (ตัวแป้งและหน้ากะทิ)

จำนวนครั้งที่ตรวจนับ(สัปดาห์)	จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด
	(CFU/G) ตัวแป้ง	(CFU/G) หน้ากะทิ
0	$1.3 \times 10$	$0.8 \times 10$
1	$1.4 \times 10^2$	$1.3 \times 10^2$
2	$1.9 \times 10^2$	$1.7 \times 10^3$
3	$2.3 \times 10^3$	$2.1 \times 10^3$
4	$3.1 \times 10^3$	$2.9 \times 10^3$
5	$3.8 \times 10^4$	$3.5 \times 10^4$
6	$4.4 \times 10^4$	$4.2 \times 10^4$
7	$5.6 \times 10^4$	$5.1 \times 10^4$

ตารางที่ 34 แสดงผลการวิเคราะห์จำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อรา (ตัวแป้งและหน้ากะทิ)

จำนวนครั้งที่ตรวจนับ(สัปดาห์)	จำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อรา	จำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อรา
	ตัวแป้ง (CFU/G)	หน้ากะทิ(CFU/G)
0	ND	ND
1	ND	ND
2	ND	ND
3	ND	ND
4	ND	ND
5	ND	ND
6	ND	ND
7	ND	ND

### 2.3 ด้านการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในระยะเวลา 2 เดือน พบว่า การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส 8 ครั้ง ผลที่ได้ คือ ในการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสทั้ง 8 ครั้ง มีคะแนน

ความชอบเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 8 ซึ่งผู้ทดสอบได้ประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบในระดับปานกลาง โดยลักษณะของผลิตภัณฑ์ทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันมากนัก

ตารางที่ 35 คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านต่าง ๆ ของการคืนรูปทั้ง 8 ครั้ง

สัปดาห์	คุณลักษณะผลิตภัณฑ์				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
เริ่มต้น	7.63 <sup>a</sup>	7.57 <sup>a</sup>	7.93 <sup>a</sup>	7.77 <sup>a</sup>	8.03 <sup>a</sup>
2	7.23 <sup>a</sup>	7.97 <sup>a</sup>	7.80 <sup>a</sup>	7.80 <sup>a</sup>	7.93 <sup>a</sup>
3	7.33 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>	7.53 <sup>a</sup>	7.57 <sup>a</sup>	7.63 <sup>a</sup>
4	7.10 <sup>a</sup>	7.83 <sup>a</sup>	7.90 <sup>a</sup>	7.70 <sup>a</sup>	7.87 <sup>a</sup>
5	7.37 <sup>a</sup>	7.77 <sup>a</sup>	7.90 <sup>a</sup>	7.73 <sup>a</sup>	7.97 <sup>a</sup>
6	7.30 <sup>a</sup>	7.77 <sup>a</sup>	7.70 <sup>a</sup>	7.43 <sup>a</sup>	7.70 <sup>a</sup>
7	7.43 <sup>a</sup>	7.70 <sup>a</sup>	7.70 <sup>a</sup>	7.60 <sup>a</sup>	7.80 <sup>a</sup>
8	7.27 <sup>a</sup>	7.50 <sup>a</sup>	7.53 <sup>a</sup>	7.36 <sup>a</sup>	7.53 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ )

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

##### 5.1.1 ัญพีชอัดแท่ง

5.1.1.1 จากการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งข้าวเหนียวดำที่เหมาะสม คือ 3 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิในการอบ 60 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้ได้ข้าวเหนียวดำทอดพองมีปริมาตรการพอง และอัตราการพองตัวสูงที่สุด มีลักษณะพองปานกลาง และไม่เสียรูปทรงของเมล็ดข้าว

5.1.1.2 จากการศึกษาเพื่อหาอัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทส ต่อเบะแซ ในการผลิต ัญพีชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำ พบว่าปริมาณอัตราส่วนของน้ำเชื่อมไฮฟรุคโทส ต่อเบะแซที่เหมาะสม คือ 2 : 12 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก โดยผู้ชิมให้การยอมรับต่อ ัญพีชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำมากที่สุด และมีความชอบโดยรวมในระดับชอบเล็กน้อย

5.1.1.3 จากการศึกษาเพื่อหาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$  Brix) ของน้ำผึ้ง ที่  $90^{\circ}$  Brix โดยผู้ชิมให้การยอมรับด้านเนื้อสัมผัส (การเกาะตัวกันเป็นแท่ง) ของ ัญพีชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำในระดับชอบปานกลาง และมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง

##### 5.1.2 ถั่วกวนผงกึ่งสำเร็จรูป

5.1.2.1 จากการศึกษาปริมาณน้ำตาลในถั่วกวนผงกึ่งสำเร็จรูป น้ำตาล 3 ระดับ พบว่าสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่น้ำตาลระดับ 41% นำมาวัดคุณภาพทางด้านกายภาพและประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับความชอบที่สูง ทำการวิเคราะห์ความแตกต่าง LSD (Least Significant Difference) จะพบว่าทางด้านเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

##### 5.1.3 แป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป

5.1.3.1 การศึกษาหาสูตรมาตรฐาน พบว่าแป้งกล้วยทอดทั้ง 3 สูตรมีคะแนนความชอบด้าน สี รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) สูตรที่ 3 ผู้ทดสอบให้การยอมรับในระดับปานกลาง ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ โดยได้ค่าเฉลี่ย

7.73 , 7.40 , 7.76 , 7.93 และ ตามลำดับ ความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้การยอมรับมาก โดยได้ค่าเฉลี่ย 8.00 ตามลำดับ จากการศึกษาสูตรที่ 3 ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด จึงเลือกสูตรที่ 3 มาใช้ในการทดลองต่อไป

**5.1.3.2 ศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้า : แป้งสาลีโดยศึกษา 3 อัตราส่วน** พบว่า อัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้า และแป้งสาลีของแป้งกล้วยทอดมีความชอบด้าน กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) พบว่าปริมาณ 120 : 20 สูตรที่ 3 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับปานกลาง ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.25 , 7.12 , 7.15 , 7.15 และ 7.30 ตามลำดับ จากการศึกษาสูตรที่ 3 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด จึงเลือกสูตรที่ 3 มาใช้ในการทดลองต่อไป

### 5.1.3.3 ศึกษาอัตราส่วนน้ำโดยศึกษา 2 ระดับ

พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมในปริมาณน้ำที่อัตราส่วน 200 กรัม มากกว่าปริมาณน้ำ 150 กรัม จึงเลือกใช้ปริมาณน้ำ 200 กรัม มาทำการทดลองในครั้งต่อไป

**5.1.3.4 ศึกษาปริมาณผงฟูที่ใส่ 3 ระดับ** พบว่าความชอบด้านสี รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ปริมาณผงฟูที่ 2.5 % ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับปานกลาง ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.13 , 7.22 , 7.50 , 7.08 และ 7.52 ตามลำดับ จากการศึกษาปริมาณผงฟู 2.5 % ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด จึงเลือกปริมาณผงฟู 2.5 % มาใช้ในการทดลองต่อไป

**5.1.3.5 ศึกษาปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ 3 ระดับ** พบว่า ความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) จากการศึกษาปริมาณแคลเซียมที่ 0.5 % ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับชอบปานกลาง ในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.90 , 7.78 , 7.70 , 7.63 และ 7.82 ตามลำดับ จากการศึกษาปริมาณแคลเซียม 0.5 % ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด จึงเลือกปริมาณแคลเซียม 0.5 % มาใช้ในการทดลองต่อไป

## 5.1.4 กระบวนการดัดแปลงสถานะการเก็บรักษา

**5.1.4.1 ศึกษาสูตรในการทำกระทงทอง** พบว่า สูตรกระทงทองทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความชอบความแตกต่างกันทางด้านความเรียบ และเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกระทงทองสูตรที่ 1 และ 3 มีปริมาณน้ำปูนใสมากเกินไปทำให้กระทงทองมีความกรอบ

ลดลง ทำให้คะแนนความชอบด้านความกรอบลดลง อีกทั้งกระทงทองสูตรที่ 1 และ 3 ผิวไม่เรียบ และมีฟองอากาศ ส่วนสูตรที่ 2 กระทงทองมีผิวเรียบ

**5.1.4.2 การศึกษาระยะเวลาในการทอดกระทงทอง** พบว่า ระยะเวลาในการทอด 3 ระดับมีคะแนนความชอบด้านความกรอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยกระทงทองที่ทอดที่ระยะเวลา 1.30 นาที มีคะแนนความชอบด้านความกรอบสูงสุด แสดงให้เห็นว่า คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ (ความเรียบ) สี ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวมของระยะเวลา 1.30 นาที มีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลาง ซึ่งสูงกว่าระยะเวลาในการทอด 0.40 และ 2.30 นาที

## 5.1.5 แข็งขนมกรกึ่งสำเร็จรูป

**5.1.5.1 ศึกษาหาสูตรมาตรฐาน 3 สูตร** พบว่า สูตรขนมกรกึ่ง 3 สูตร ได้ขนมกรกึ่งที่มีคะแนนความชอบความแตกต่างกันทางด้านเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนคะแนนความชอบปัจจัยด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของขนมกรกึ่งสูตรที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขนมกรกึ่งสูตรที่ 1 และ 3 มีปริมาณแป้งข้าวเจ้าน้อยเกินไปทำให้ขนมกรกึ่งมีเนื้อสัมผัสอยู่ตัวน้อยลง ทำให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสลดลง

**5.1.5.2 ศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า 2 ระดับ ได้แก่ 100 และ 90 กรัม** ในการผลิตขนมกรกึ่ง พบว่า ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 2 ระดับ ไม่มีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณแป้งไม่แตกต่างกันมาทำให้ลักษณะขนมกรกึ่งแตกต่างกันเล็กน้อย แต่การสังเกตจากลักษณะทั่วไปพบว่า ขนมกรกึ่งที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 90 กรัมจะมีความอยู่ตัวน้อยกว่าขนมกรกึ่งที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 100 กรัม และผลผลิตจะได้จำนวนน้อยกว่าขนมกรกึ่งที่ใช้ปริมาณแป้ง 100 กรัม แต่ที่คะแนนความชอบไม่แตกต่างเนื่องจากผู้ทดสอบบางส่วนชอบขนมกรกึ่งที่มีลักษณะนุ่ม ไม่แข็ง

## 5.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา

การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ขนมไทยพบว่า ถ้าวางผงกึ่งสำเร็จรูป และกระทงทองดัดแปลงสภาพอากาศ มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 4 เดือนก็เกิดการเสื่อมเสีย ได้แก่ เกิดกลิ่นหืน ส่วนแป้งขนมกรกึ่งและแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูปมีอายุการเก็บรักษา 6 เดือน ซึ่งแสดงถึงความปลอดภัยในการบริโภคเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแป้งกล้วย (มผช.1375/2550)

### 5.3 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีหลักสูตรการผลิตพริกแกงสำเร็จรูป

การถ่ายทอดเทคโนโลยี ณ จ. ลพบุรี ผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจในการอบรมที่ระดับมากและมากที่สุด ร้อยละ 80.06



## บทที่ 6

### บรรณานุกรม

- กองโภชนาการ กรมอนามัย. 2530. ตารางคุณค่าอาหารไทยในส่วนผสมกินได้ 100 กรัม. กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. สารให้ความหวาน Sweeteners. สำนักพิมพ์จาร์พาเทคเซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.
- คู่แข่งรายวัน. 2540. ข้อมูลทางการตลาดของอาหารเข้าซีเรียล. กรุงเทพฯ: 2 มกราคม 2540. 15.
- จริยา คุณะวิภากร. 2542. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากข้าวพองที่ทำจากข้าวกล้องหักหอมมะลิผสมเนยถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิราภา เมืองคล้าย. 2539. การพัฒนาอาหารเข้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากแป้งข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- นริศรา พัฒนทรัพย์. 2542. พฤติกรรมผู้บริโภคอาหารเข้าซีเรียลในเขตกรุงเทพมหานคร. การค้นคว้าด้วยตนเอง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- นรินาม. 2528. น้ำผึ้ง. ข้าวกรรมวิทยาศาสตร์บริการ. 108 : 14-16
- นรินาม. 2533. การศึกษาถึงผลของอายุการเก็บต่อองค์ประกอบของน้ำผึ้ง. ข้าวงานวิจัยและเทคโนโลยี 9(12) : 3-5.
- นรินาม. 2541. ข้อมูลทางการตลาดของอาหารเข้าเนสท์เล่ซีเรียล. เนสท์เล่ โปรดักส์ (ไทยแลนด์) อินค์. กรุงเทพฯ.
- บุญรอด ใสขิง. 2520 น้ำผึ้งและคุณสมบัติประโยชน์. วารสารแม่ใจ 2(1): 25-27
- ไพจิตร สุกพิมพ์. 2534. ผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูป. สารยูไนเต็ด 14(99) : 39-41.
- มาลัย ชิมศรีสกุล. 2534. ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการพองตัวของข้าวเปลือกและต่อคุณสมบัติของแป้งข้าวพองที่ได้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรอนงค์ นัยวิกุล และลินดา พงศ์ผาสุก. 2536. อาหารเข้าจากธัญชาติ. วารสารอุตสาหกรรมเกษตร 4(3) : 5-14
- Askar, A., and H. Treptow. 1985. **Fruktose als Zuckeraustauschatoff**. Ernährung Umschau. Heft 5. - 141.
- Beynum, G.M.A van, and J.A. Roles. 1985. **Starch conversion Technology**. Marcel Dekker, Inc. 326 pp.

- Cotton, R.H., et al. 1995. The Role of Sugar in the Food Industry. In Use of Sugars and other Carbohydrate in the Food Industry. American Chemical Society, **Washington D.C.**, 3-20 pp.
- Crawley, H.F. 1993 The Role of Breakfast cereals in the diets of 16-17-year-old teenagers in Britain. **J.Hun. Nurt. Diet. 6(3)** : 205-215.
- Doty, T.E., and E. Vanien. 1975. Crystalline Fructose: Use as a Food Ingredient Expected to Increase. **Food Technology. 29(11)**: 34-38.
- Fast, R.B. 193. Manufacturing Technology of Ready-to-Eat Cereal. **In Breakfast Cereals And How They Are Made**. Published by the American Association of Cereal Chemists, Inc. Sy.Paul, Minnesota, USA. 15p.
- Hegenbart, S.H. 1995. Mastering the morning: Creating breakfast cereals, **Food Product Design 5(4)** : 27-51.
- Hill, G.M. 1995. The Impact of Breakfast especially Ready-to-eat-Cereals on nutrient intake and health of children. **Nutr. Res. 15(4)**: 595-613
- Matz, S.A. 1962. **Food Texture**. New York : The AVI Publishing Company, Inc. 286p.
- Nicklas, T.A., L.S., Webber, M. Koschak and G.S. Berenson. 1992. Nutrient adequacy of low fat intake for children. **The Bogalusa heart study**. Pediatrics 89:221-228
- Rice, R. 1990. Health food snack: Snacks food. New York: **An AVI Book**, Van Nostrand Reinhold. 285-300.
- Robbin, P.M. 1975. **Convenience Food Recent Technology**. Noyes Data Corporation, USA: 338p.
- Tribelhorn, R.E. 1991. Breakfast cereal, In K.J. Lorenz, and K. Kulp. **Handbook of Cereal Science and technology**. Mercel Dekker, Inc., New York, U.S.A. 741 p.
- Weidenhagen. 1951. **Über die Umwandlung der Saccharose in Sauren and Alkalischen Gebiet. Zucker**. Nr. 24. 503-509.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก  
สูตรมาตรฐาน



### สูตรมาตรฐานธัญพืชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำ

วัตถุดิบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
ข้าวเหนียวดำทอดพอ	46
เมล็ดงา	12
เมล็ดฟักทอง	8
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	7
น้ำเชื่อมไฮฟรุตโทส 42%	2
เบะแซ	12
น้ำผึ้ง	11
กลั่นมะนาว	1
กรดซิตริก 20%	1

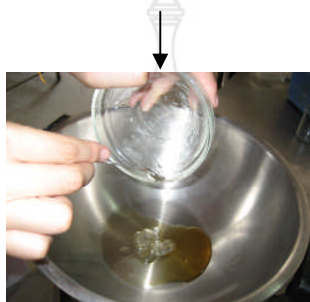
\* หมายเหตุ ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำ 1 สูตร จะได้ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำข้าวเหนียวดำทั้งหมด 3 แท่ง



## วิธีทำ



คูนน้ำผึ้งให้ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ = 90° Brix



ผสมน้ำเชื่อมไฮฟรุตโทส + แปะแซ + กรดซิตริก 20 เปอร์เซ็นต์  
คนให้เข้ากันตุ๋นต่อ 30 วินาที



ใส่กลีมนะนาว คนให้เข้ากัน



ผสมข้าวเหนียวดำทอดพอง + เมล็ดงา + เมล็ดฟักทอง + เม็ดมะม่วงหิมพานต์  
ในสารละลายคนให้เข้ากัน



ตักใส่ถาดรองด้วยถุงพลาสติกอัดให้แน่น แล้วพักให้เย็น



ตัดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

### กรรมวิธีการผลิตข้าวเหนียวดำทอดพอง

ข้าวเหนียวดำ

แช่ข้าวเหนียวดำ : น้ำเปล่า อัตราส่วน 1:2 นาน 12 ชั่วโมง

นึ่งข้าวเหนียวดำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

เกลี่ยข้าวเหนียวดำให้ทั่วถาด หนาประมาณ 1 เซนติเมตร ทิ้งไว้ให้เย็น

นำเข้าตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง มีความชื้น  $7 \pm 0.5$  เปอร์เซ็นต์

ทอดที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส นาน 10 วินาที

ตัดขึ้นสะเด็ดน้ำมัน

## สูตรแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป

### สูตร

วัตถุดิบ	กรัม	เปอร์เซ็นต์ (%)
แป้งข้าวเจ้า	120	25.48
แป้งสาลี	20	4.25
มะพร้าวขูดขาว	50	10.62
น้ำตาลทราย	20	4.25
เกลือป่น	5	1.06
งาขาว	40	8.49
ผงฟู	15	3.18
แคลเซียมคลอไรด์	1	0.12
น้ำ	200	42.46

### วิธีการทำ

1. เทส่วนผสมทั้งหมดลงในน้ำ 200 กรัม แล้วคนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน
2. นำกล้วยน้ำว้ามาผ่าเป็นแผ่นบางๆ แล้วชุบในส่วนผสมแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป
3. นำไปทอดจนสุก

## ขนมครกกึ่งสำเร็จรูป

### สูตรมาตรฐานขนมครกกึ่งสำเร็จรูป

วัตถุดิบ	กรัม	เปอร์เซ็นต์ (%)
ส่วนแป้ง		
แป้งข้าวเจ้า	200	12.95
กะทิ	500	32.38
น้ำตาลทราย	20	1.30
เกลือป่น	4	0.26
น้ำสะอาด	500	32.38
ส่วนหน้า		
กะทิ	250	16.19
น้ำตาลทราย	65	4.21
เกลือป่น	5	0.32
น้ำ		

### วิธีการทำ

1. ชั่งส่วนผสมทั้งหมด
2. นำส่วนผสมของตัวแป้งและส่วนหน้ามาตั้งไฟพอร้อน
3. อุณหภูมิไฟไว้
4. ใช้ผ้าชุบน้ำมันเช็ดเตา
5. เทส่วนตัวแป้งลง  $\frac{3}{4}$  ของหลุม
6. เทส่วนหน้ากะทิลงไป รอขนมครกสุก ประมาณ 4 นาที
7. ค่อย ๆ และขนมครกออกจากหลุม
8. ขนมครกกึ่งสำเร็จรูป

### สูตรกระทงทอง

#### ส่วนผสม

วัตถุดิบ	กรัม	เปอร์เซ็นต์ (%)
แป้งข้าวเจ้า	100	20.62
แป้งสาลี	100	20.62
ไข่ไก่ (ไข่แดง)	35	7.22
เกลือป่น	3	0.62
น้ำปูนใส	107	22.06
น้ำสะอาด	104	28.87

#### วิธีทำ

- นำหม้อตั้งไฟ ใส่น้ำมันให้ท่วมพิมพ์ นำพิมพ์กระทงทองไปแช่ในน้ำมันให้ร้อนจัดหรือไฟลง
- นำแป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า ผสมลงในชามผสม ทำหลุมตรงกลาง ใสไข่แดงลงไป ตามด้วยเกลือ น้ำปูนใส เกล้าให้เข้ากันจนเป็นก้อน นวดประมาณ 15 นาที แล้วเติมน้ำลงไป คนให้ทั่ว จนแป้งละลายเข้ากันดี
- ยกพิมพ์ออกจากน้ำมัน และกั้นพิมพ์ซับน้ำมันส่วนเกิน แล้วจุ่มลงในอ่างแป้งที่ผสมเสร็จแล้ว ให้ติดเฉพาะส่วนนอกพิมพ์บาง ๆ นำพิมพ์ไปทอดในน้ำมัน พอแป้งอยู่ดี แป้งออกจากพิมพ์ ทอดต่อจนสุกลอยขึ้นมา ซ้อนตั้งบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำมัน พอร้อน เก็บในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท

ภาคผนวก ข  
แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมพัทธ์



## แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ : รัญพีชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำ

วันที่ :

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนตามลำดับความชอบ 1-9 กรุณา  
 บ้วนปากทุกครั้งระหว่างตัวอย่าง

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

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (การจับตัวกันเป็นแท่ง)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

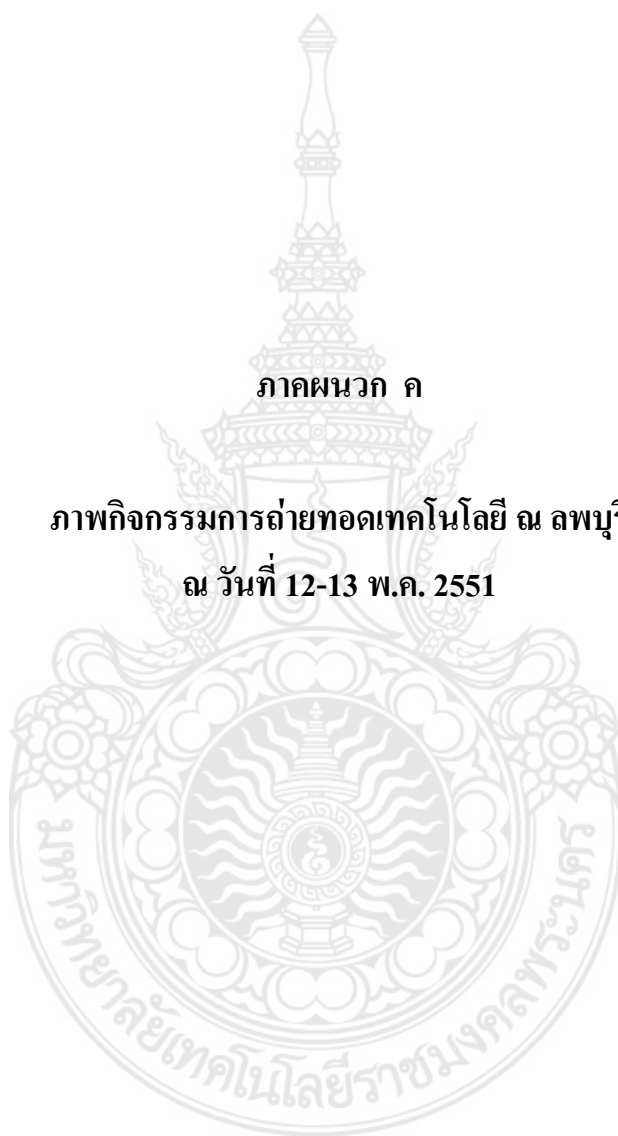
.....  
 .....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก ค

ภาพกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี ณ ลพบุรี

ณ วันที่ 12-13 พ.ค. 2551





ภาพที่ 14.1 ลงทะเบียน



ภาพที่ 14.2 พิธีเปิดการอบรม



ภาพที่ 14.3 ภาพกิจกรรม



ภาพที่ 14.4 ภาพกิจกรรม



ภาพที่ 14.5 ภาพกิจกรรม



ภาพที่ 14.6 ภาพกิจกรรม



ภาพที่ 14.7 ตัวอย่างขนมครกจากแป้งขนมครก



ภาพที่ 14.8 กิจกรรมการทำขนมครก



ภาพที่ 14.9 ตัวอย่างขนมกระทงทอง



ภาพที่ 14.10 กิจกรรมการทำขนมกระทงทอง



ภาพที่ 14.10 ตัวอย่างกล้วยทอด



ภาพที่ 14.11 กิจกรรมการทำกล้วยทอด



ภาพที่ 14.12 ผู้รับการอบรมพร้อมวิทยากร



ภาคผนวก ง

เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรพริกแกงสำเร็จรูป





โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก  
(งบประมาณรายจ่ายประจำปี งบประมาณ พ.ศ. 2551)

หลักสูตร

ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก

วิทยากร

ผศ. วลัย	หุตะโกวิท
ผศ. บุษรา	สร้อยระย้า
นางเกศรินทร์	เพ็ชรรัตน์
นางสาวสุพรรณนิการ์	โกสุม
นางกิงกาญจน์	เสมอใจ

ผู้รับผิดชอบโครงการ

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

168 ถ.ศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

โทร 0-2281-9231-4 ต่อ 1203 โทรสาร 0-2282-4490

[www.hec.rmutp.ac.th](http://www.hec.rmutp.ac.th)

สงวนลิขสิทธิ์

## กิตติกรรมประกาศ

เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่องขนมไทยสำเร็จรูป 4 ชนิด ได้แก่ กล้วยหัดแ่ง แป้งขนมครกสำเร็จรูป แป้งกล้วยทอดสำเร็จรูป และกระทงทองตัดแปลงสภาวะอากาศ จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ ในโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรม การส่งออก (งบประมาณรายจ่ายประจำปี งบประมาณ พ.ศ. 2551) เอกสารนี้ประกอบด้วย สูตร และกรรมวิธีการผลิต และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องแป้งกล้วย

คณะผู้วิจัยหวังว่าโครงการฝึกอบรมนี้จะเป็นประโยชน์ต่อประชาชน สามารถนำไปแก้ไขปัญหา ในด้านการผลิต และอายุการเก็บรักษาขนมไทยได้ หากผิดพลาดประการใดผู้วิจัยน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

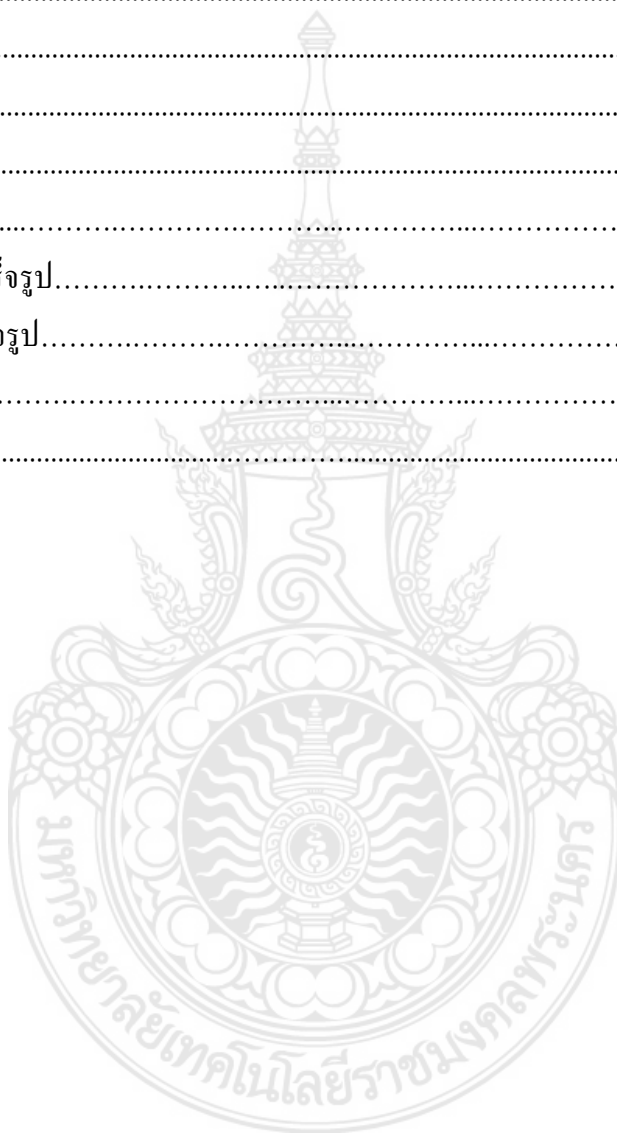
คณะผู้วิจัย



## สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ.....	I
สารบัญ.....	II
บทนำ.....	1
อาหารกิ่งสำเร็จรูป.....	2
การทำแห้ง.....	3
รัญพืชอัดแท่ง.....	9
แป้งกล้วยทอดกิ่งสำเร็จรูป.....	12
แป้งขนมครกกิ่งสำเร็จรูป.....	13
กระทงทอง.....	14
ภาคผนวก ก.....	15



## บทนำ

รัฐบาลส่งเสริมเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์พื้นบ้านประเภทหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ทำให้ชนมไทยซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านได้รับการพัฒนาเป็นสินค้า OTOP เป็นสินค้าที่ผลิตจากกลุ่มชาวบ้านที่ร่วมตัวจัดตั้งเป็นกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหรือกลุ่มชุมชนในแต่ละจังหวัดของประเทศไทยพัฒนาชนมไทยที่มีในท้องถิ่นมาจำหน่าย ซึ่งเป็นการผลิตแบบดั้งเดิม แต่ได้รับการส่งเสริมจากพัฒนาชุมชน เกษตรจังหวัดให้มีรูปแบบที่ทันสมัย และสะอาดมากขึ้น แต่ยังมีปัญหาเรื่องคุณภาพของชนมไทย และอายุการเก็บรักษาสั้น ทั้งนี้เนื่องจากขาดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้วิจัยมีแนวความคิดในการพัฒนาโดยมีการเสนอโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาชนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมขนาดเล็กที่ได้รับงบประมาณปี 2548 ซึ่งได้ดำเนินการวิจัยในเบื้องต้นโดยการพัฒนาสูตร และภาชนะบรรจุทำให้ผลิตภัณฑ์ชนมไทยได้รับการพัฒนาให้มีคุณภาพที่ดี และรูปแบบภาชนะบรรจุที่มีความสวยงาม และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมชนมไทยเติบโตมีโอกาสสร้างช่องทางจำหน่ายในต่างประเทศเพิ่มขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดนำชนมไทยมาพัฒนารสชาติ และภาชนะบรรจุ เพื่อสร้างโอกาสในการส่งออกให้ชนมไทยทำให้มีคุณภาพด้านรสชาติเป็นที่ต้องการของชาวต่างประเทศ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ชนมไทยทำให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้

ผู้ทำการวิจัยคิดค้นทำชนมไทย 4 ชนิด ที่มีลักษณะสะดวกพร้อมรับประทาน สะดวกและประหยัดเวลาการทำ แต่ยังคงรสชาติแบบดั้งเดิม โดยกรรมวิธีการผลิตที่สะอาด ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นาน ซึ่งน่าจะได้รับความนิยมสำหรับแม่บ้านยุคใหม่ และบุคคลทั่วไปที่มีต้องการที่จะปรุงอาหารรับประทานเองในครอบครัว แต่ติดด้วยระยะเวลาอันจำกัด อีกทั้งทางภาครัฐยังมีนโยบายส่งเสริมให้ครัวไทยก้าวสู่ครัวโลก โดยจำนวนร้านอาหารไทยในต่างประเทศมีเพิ่มขึ้น จึงเป็นช่องทางให้ชนมไทยจะสามารถช่วยประชาสัมพันธ์ประเทศให้ชาวต่างประเทศได้รับประทานอาหารรสชาติแบบไทยแท้

## อาหารกึ่งสำเร็จรูป

ปัจจุบันอาหารกึ่งสำเร็จรูปเข้ามามีบทบาทในชีวิตของคนเรามากขึ้น เนื่องจากสภาพที่ต้องเร่งรีบ แข่งขันกันเดินทางไปโรงเรียน ไปทำงาน การเตรียมอาหารเข้าทุกวันจึงไม่สะดวก ทำให้อาหารกึ่งสำเร็จรูปได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเพราะปรุงง่าย ใช้เวลาไม่นานก็นำมารับประทานได้

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 210) พ.ศ.2543 เรื่อง อาหารกึ่งสำเร็จรูป กำหนดให้อาหารกึ่งสำเร็จรูปในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หมายถึงอาหารที่ผ่านกรรมวิธีและปรุงแต่งมาบ้างแล้ว เพียงแต่ผ่านกรรมวิธีอย่างง่าย ๆ ใช้เวลาไม่นาน เช่น โดยการเติมน้ำร้อน หรือการต้มเพียงไม่กี่นาที ก็สามารถรับประทานได้ ซึ่งถ้าพูดกันให้เข้าใจง่าย ๆ ก็คือ ก๋วยเตี๋ยว ก๋วยจั๊บ บะหมี่ และวุ้นเส้นที่ปรุงแต่ง ข้าวต้ม โจ๊กที่ปรุงแต่ง แกงจืด และซूपชนิดข้น ชนิดก้อน ชนิดผง หรือชนิดแห้ง แกง และ น้ำพริกแกงต่างๆ

สำหรับภาชนะที่ใช้ในการบรรจุอาหารกึ่งสำเร็จรูป กระทรวงสาธารณสุข กำหนดความสะอาด ไม่เคยใช้ใส่อาหารหรือวัตถุดิบใดมาก่อน เว้นแต่ภาชนะใช้บรรจุที่เป็นแก้ว และเป็นภาชนะบรรจุที่ไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ อีกทั้ง เครื่องปรุงที่บรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุ จะต้องไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ไม่มีสารเป็นพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และมีบัคทีเรียและเชื้อราในปริมาณไม่เกินที่กำหนดตามประกาศฯ

### การเลือกซื้ออาหารกึ่งสำเร็จรูป

ในการเลือกซื้อนั้น เราต้องเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่เชื่อถือได้ โดยก่อนซื้อต้องสังเกตที่ฉลากของผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. ต้องมีชื่อของผู้ผลิต ชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิต ซึ่งจะต้องระบุอย่างชัดเจน
2. ต้องมีเลขสารบบอาหาร ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าได้ขออนุญาตผลิต หรือนำเข้าจาก สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข เรียบร้อยแล้ว
3. บอกรายละเอียดเป็นระบบเมตริก เพื่อให้ผู้บริโภคได้เปรียบเทียบกับสินค้าอย่างเดียวกัน

### ข้อควรระวังก่อนบริโภค

สิ่งที่ควรระวังในการบริโภคอาหารกึ่งสำเร็จรูปนั้น เราไม่ควรรับประทานอาหารประเภทนี้แต่อย่างใดเป็นเวลานานๆ เนื่องจากส่วนประกอบหลักจะเป็นพวกคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะทำให้ร่างกายขาดสารอาหารบางอย่างได้ โดยเฉพาะพวกโปรตีนจากเนื้อสัตว์และผัก เมื่อปรุงอาหารกึ่งสำเร็จรูปจึงควรเติมน้ำสด ไข่ ผักสดลงไปด้วย เพื่อให้ได้สารอาหารครบทุกหมู่ และเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย นอกจากนี้ก็ควรระวังเด็กที่ชอบรับประทานบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปโดยไม่ผ่านการต้มร้อน หรือการต้มก่อน เพราะเมื่อบะหมี่ตกลึงกระเพาะจะดูดน้ำจากส่วนอื่นของร่างกายทำให้ร่างกายขาด

น้ำได้ ถ้ากินปริมาณมาก และไม่ดื่มน้ำตาม ก็อาจเกิดอาการวิงเวียนหรือหน้ามืดได้ เมื่อเราทราบแล้วว่า อาหารกึ่งสำเร็จรูปที่เรานำมาบริโภคนั้นมีทั้งประโยชน์และอาจเกิดโทษได้ถ้ารับประทานโดยไม่มีความรู้ การเลือกซื้อก็เป็นสิ่งสำคัญ ภาชนะบรรจุต้องอยู่ในสภาพ เรียบร้อย ไม่รั่ว หรือมีรอยขีดขาด ก่อนซื้อควรดูวันเดือนปีที่ผลิต หรือหมดอายุ หรือข้อความแจ้งควรบริโภคก่อน ที่แสดงบนฉลากเพื่อความปลอดภัยในการบริโภค

## การทำแห้ง

การทำแห้ง (drying) คือ การลดความชื้นของอาหารถึง ระดับที่สามารถระงับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ คือมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (water activity,  $a_w$ ) ต่ำกว่า 0.70 ทำให้เก็บอาหารไว้ได้นาน อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีความชื้นในระดับที่ปลอดภัยไม่เท่ากัน เช่น ผลไม้แช่อิ่ม เก็บได้ที่ความชื้น 15-20 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเป็นเมล็ดธัญพืชเก็บที่ความชื้นนี้จะเกิดราได้

น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในอาหาร อาหารที่มีน้ำมากมักจะเสื่อมเสียและเน่าเสียได้ง่าย การทำให้อาหารสดที่มีน้ำมากนั้นแห้งจะทำให้อาหารนั้นเสื่อมเสียและเน่าเสียได้ยากขึ้น สามารถเก็บได้นานขึ้น ดังนั้น น้ำในอาหารจึงมีบทบาทที่สำคัญและเกี่ยวข้องอย่างมากกับการถนอมและแปรรูปอาหารโดยการทำแห้ง

น้ำในอาหารนั้น สามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะคือ น้ำที่ถูกยึดไว้กับองค์ประกอบของอาหาร (bound water) และน้ำที่อยู่อิสระ (free water) ซึ่งน้ำอิสระนี้ (available water หรือ water activity,  $a_w$ ) เป็นน้ำส่วนที่จุลินทรีย์นำไปใช้ในการเจริญเติบโต และการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการเสื่อมเสีย และการเน่าเสียของอาหาร ดังนั้นน้ำอิสระหรือค่า  $a_w$  นี้จึงเป็นปริมาณน้ำ หรือค่าที่มีความสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการถนอมและแปรรูป อาหารด้ยการทำแห้ง (โชคชัย และคณะ, 2539)

## ชนิดของเครื่องอบแห้ง (Dryer)

เครื่องอบแห้งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการให้ความร้อนคือ

1. Adiabatic Dryer เป็นเตาอบแห้งที่ให้ความร้อนโดยใช้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่สัมผัสกับอาหารโดยอาหารอาจอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ด้วย ได้แก่ tray dryer , cabinet dryer , tunnel dryer , kiln dryer , spray dryer , flow current dryer และ air-lift dryer เป็นต้น

2. Solid Surface Transfer Dryer เป็นเตาอบแห้งที่ให้อาหารสัมผัสกับแผ่นโลหะร้อน น้ำที่ระเหยกระจายออกไปที่บรรยากาศตามธรรมชาติ หรือใช้ลมหมุนเวียนหรือใช้ระบบสุญญากาศ ได้แก่ drum dryer, vacuum shelf dryer, continuous vacuum dryer เป็นต้น

การเลือกใช้เครื่องอบแห้ง ขึ้นกับลักษณะของอาหารเช่น ผักผลไม้ที่เป็นชิ้นขนาดใหญ่ใช้เครื่องอบแห้งแบบ tray หรือ cabinet dryer เป็นเตาอบแห้งที่เป็นถาดวางตะแกรงอาหารแล้วให้กระแสลมร้อนพัดผ่านจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งของเตา ถ้ามีอาหารปริมาณมากอาจใช้เป็นระบบต่อเนื่องด้วยเครื่องอบแห้งแบบ tunnel dryer หรือ belt dryer ลักษณะเป็นตู้ยาว มีรถล้อเลื่อนหรือสายพานพาอาหารเคลื่อนที่จากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งตามความยาวของตู้ ปรับความเร็วของการเคลื่อนที่ให้อาหารที่ออกจากเตาแห้งพอดี เตาอบแบบ kiln dryer เป็นห้องอบที่มีการให้ความร้อนจากด้านล่างและมีการระบายอากาศออกที่ช่องลมตอนบน อุณหภูมิในห้องอบไม่สูงนัก เหมาะกับผลผลิตการเกษตรที่ต้องการลดความชื้นอย่างช้า ๆ เช่น มะพร้าว ข้าวโพด เตาอบแห้งแบบ spray dryer ใช้กับอาหารที่เป็นของเหลวมีความเข้มข้นสูง มีเนื้อละเอียด เครื่องประกอบด้วยหัวฉีด อาหารให้เป็นละอองสัมผัสกับลมร้อนจนแห้งเป็นผง เช่น นมผง กาแฟผง ส่วนเตาอบแบบ flow current และ air-lift dryer เป็นเตาที่ใช้ลมเป่าขึ้นอาหารให้ลอยตัวทำให้แห้งได้อย่างรวดเร็ว ขึ้นอาหารจึงต้องมีน้ำหนักเบา และมีขนาดสม่ำเสมอ และมีข้อดีที่ขึ้นอาหารจะไม่เกาะติดกันด้วย

เตาอบแบบ drum dryer เป็นเตาอบที่ประกอบด้วยลูกกลิ้งหนึ่งหรือสองลูกให้ความร้อนจากด้านใน มีระบบทำให้อาหารเคลือบผิวลูกกลิ้ง เมื่อลูกกลิ้งหมุนเคลื่อนไปครบรอบ อาหารจะแห้งพอดี แล้วถูกขูดออกด้วยใบมีด อาหารที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นที่แตกละเอียดได้ง่าย อาหารที่เหมาะสมกับเตาอบแบบนี้ ต้องเป็นของเหลวข้นพอที่จะเคลือบติดผิวลูกกลิ้งได้ ได้แก่ อาหารเด็กอ่อน ชุปสำเร็จรูป เป็นต้น เตาอบแบบ vacuum shelf dryer เป็นตู้ปิดสนิท ขึ้นวางอาหารเป็นแผ่นให้ความร้อนมีระบบ สุญญากาศ ดูดอากาศออกจากตู้ เมื่อใช้ระบบนี้ทำให้ใช้อุณหภูมิในการทำแห้งต่ำลงได้ เตาอบแบบ continuous vacuum dryer เป็นตู้ปิดสนิท ภายในมีสายพานหมุนพาอาหารเคลื่อนที่ไปอาหารที่แห้งแล้วจะถูกปล่อยออกจากเครื่องอบแห้งผ่านระบบกันอากาศ (air lock)

### การถ่ายเทความร้อนและมวล

ในการทำแห้งจะต้องมีการให้พลังงานแก่อาหาร ทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นไอแล้วเคลื่อนย้ายออกจากอาหาร แสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน จากธรรมชาติและกระแสลมที่พัดผ่านอาหารทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายไอน้ำ เนื่องจากพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ให้อุณหภูมิไม่ได้สูงนักและกระแสลมธรรมชาติไม่สูงพอ ทำให้การตากแห้งต้องใช้เวลาาน ดังนั้นจึงมีการพัฒนาเครื่องอบที่มีการให้พลังงานความร้อนในปริมาณที่ควบคุมได้และมีอุปกรณ์ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกจากผิวอาหาร

การถ่ายเทความร้อนและมวลสารระหว่างการอบแห้งทำได้หลายวิธีคือ

1. การให้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่ผ่านอาหาร กระแสลมร้อนทำหน้าที่ให้ความร้อน และเคลื่อนย้ายไอน้ำ การถ่ายเทความร้อนแบบนี้เป็นแบบการพาความร้อน (convection)
2. การแผ่อาหารเป็นชั้นบาง ๆ บนพื้นผิวที่ให้ความร้อน อาหารได้รับความร้อนแบบการนำความร้อน (conduction) ทำให้อุณหภูมิกระจายตัวออกไปสู่บรรยากาศเหนืออาหาร อาหารที่ร้อนจัดทำให้อุณหภูมิกระจายตัวได้ดี อาหารจึงแห้งในเวลาสั้น ๆ อาจมีระบบดูดอากาศออกจากผิวอาหาร ซึ่งทำให้สามารถลดความชื้นได้ต่ำลงอีกหรือไม่ต้องใช้อุณหภูมิอาหารที่สูงนัก
3. การให้ความร้อนแก่อาหารในเครื่องอบด้วยการนำความร้อนหรือการแผ่รังสีร่วมกับการดูดอากาศที่มีไอน้ำออกไปควบแน่นข้างนอก
4. การปรับสภาพความดันและอุณหภูมิให้น้ำในอาหารเป็นของแข็งที่ระดับต่ำกว่าจุดร่วมสามสถานะ (triple point) แล้วให้พลังงานความร้อนหรือลดความดันลงอีกทำให้เกิดการระเหิด น้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็ง กลายเป็นไอโดยตรง วิธีการนี้เรียกว่า การทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง (freeze drying หรือ lyophilization)

### ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

การทำแห้งคือ การเคลื่อนย้ายน้ำออกจากอาหาร ปัจจัยใด ๆ ที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายจึงมีผลต่ออัตราเร็วการทำแห้ง ได้แก่

#### 1. ธรรมชาติของอาหาร

อาหารเนื้อโปร่งมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารแบบผ่านช่องแคบซึ่งเร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น ดังนั้นอาหารเนื้อโปร่งจึงแห้งได้เร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารที่มีน้ำตาลสูงจะเหนียวเหนอะหนะกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจึงแห้งช้า อาหารที่มีการลวก นวดคลึง ทำให้เซลล์แตกจึงแห้งได้เร็ว

#### 2. ขนาดและรูปร่าง

ขนาดและรูปร่างมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักเช่น รูปร่างเหมือนกัน ขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งได้เร็วกว่า แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศที่จะเกิดการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปได้ ถ้าชิ้นเล็กมากทั่วมก้นการระเหยเกิดได้เฉพาะที่ผิวสัมผัสกับอากาศจึงเกิดได้ช้าทั้ง ๆ ที่พื้นที่ต่อหน่วยน้ำหนักมาก

#### 3. ตำแหน่งของอาหารในเตา

น้ำในอาหารที่สัมผัสกับลมร้อนได้ดีกว่า หรือ สัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำ ย่อมระเหยได้ดีกว่า

#### 4. ปริมาณอาหารต่อถาด

ถ้าปริมาณอาหารต่อถาดมากเกินไป อาหารส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อน หรือได้รับความร้อนจากถาดแล้ว แต่ไอน้ำไม่สามารถแพร่กระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนออกมาได้ จึงแห้งช้า

5. ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน ที่มีไอน้ำอยู่มาก จะรับไอน้ำเพิ่มได้น้อย จึงมีผลในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่

#### 6. อุณหภูมิของอากาศร้อน

ถ้าอากาศมีความชื้นคงที่ การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำจึงมีผลต่อการทำแห้งในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่และอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้นจึงมีผลต่อการอบในช่วงอัตราการทำแห้งลดลงด้วย

#### 7. ความเร็วของลมร้อน

ลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วย เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนย้ายได้ดีขึ้น การเคลื่อนย้ายเกิดขึ้นเต็มที่ที่ความเร็วลม 244 เมตรต่อนาที นอกจากนั้นความเร็วลมทำให้เกิดกระแสปั่นป่วนของอากาศในเตา อากาศจึงสัมผัสอาหารได้ดีขึ้น

### การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง

การอบแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารมากหรือน้อยขึ้นกับธรรมชาติของอาหาร และสภาวะที่ใช้ในการอบแห้ง ดังนี้คือ

1. การหดตัว การเสียน้ำทำให้เซลล์อาหารหดตัวจากผิวออก ส่วนที่แข็งจะคงสภาพได้ ส่วนที่อ่อนกว่าจะร่วงลงไปอาหารที่มีน้ำมากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งอย่างช้า ๆ

2. การเปลี่ยนสี อาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มเนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมีที่เกิดสีน้ำตาล อุณหภูมิและเวลาที่อาหารมีความชื้น 10-20 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อความเข้มของสี จึงควรหลีกเลี่ยงอุณหภูมิในช่วงความชื้นนี้

3. การเกิดเปลือกแข็ง เป็นลักษณะที่ผิวอาหารแข็ง เป็นเปลือกหุ้มส่วนในที่ยังไม่แห้งไว้ เกิดจากในช่วงแรกให้น้ำระเหยเร็วเกินไป น้ำจากด้านในเคลื่อนที่มาที่ผิวไม่ทัน หรือมีสารละลายของน้ำตาล โปรตีน เคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิว สามารถหลีกเลี่ยงโดยไม่ใช่อุณหภูมิสูง และ ใช้อากาศที่มีความชื้นสูงเพื่อไม่ให้ผิวอาหารแห้งก่อนเวลาอันสมควร

4. การเสียความสามารถในการคืนสภาพ อาหารแห้งบางชนิดต้องนำมาคืนสภาพ แต่การคืนสภาพโดยการเติมน้ำ จะได้ไม่เหมือนเดิมเพราะเซลล์อาหารเสียความยืดหยุ่นของผนังเซลล์

สตาร์ช และ โปรตีนเสียความสามารถในการดูดน้ำ อาหารที่ทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็งจะมีความสามารถในการคืนสภาพที่ดีที่สุด เพราะไม่ได้ใช้ความร้อนที่จะทำให้ลายผนังเซลล์หรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสตาร์ชและโปรตีน

5. การเสียคุณค่าอาหารและสารระเหย เกิดการเสื่อมสลายของวิตามินซี และแคโรทีน จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไรโบฟลาวินจากแสง ไทอะมีนจากความร้อน ยิ่งใช้เวลาทำแห้งนานการสูญเสียก็ยิ่งมาก โปรตีนมีการสูญเสียบางส่วนด้วยความร้อนเช่นเดียวกัน การสูญเสียสารระเหยเนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นของอาหารแห้งลดน้อยลงหรือแตกต่างไปจากเดิม

### ข้อดีของการทำแห้ง

1. น้ำหนักเบา เพราะน้ำหนักประมาณร้อยละ 60-90 ของอาหารสด ยกเว้นธัญพืชประกอบด้วยน้ำ และน้ำส่วนนี้เองจะถูกกำจัดออกไปโดยกระบวนการอบแห้งหรือตากแห้ง
2. มีความกระชับ กล่าวคือผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งต้องการเนื้อที่น้อยกว่าของอาหารสด อาหารแช่เยือกแข็ง หรืออาหารกระป๋อง โดยเฉพาะถ้าสามารถจัดเก็บในหีบห่อภาชนะ
3. ความคงตัวที่สภาวะการเก็บ ผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งไม่จำเป็นต้องใช้ตู้เย็นในระหว่างการเก็บ แต่มีข้อจำกัดของอุณหภูมิสูงสุดในระหว่างการเก็บเพื่อจะให้ได้ระยะเวลาเก็บที่นานขึ้น (คณาจารย์ ภาควิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2543)

### ข้อเสียของการทำแห้ง

1. ความไวต่อความร้อน เนื่องจากอาหารส่วนมากมีความไวต่อความร้อนในระดับหนึ่ง และสามารถพัฒนาให้เกิดกลิ่นรสใหม่ขึ้นได้ ถ้าควบคุมสภาวะไม่เหมาะสม
2. เกิดการสูญเสียกลิ่นรสที่ระเหยได้และเกิดการฟอกสีของผลิตภัณฑ์ได้
3. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ซึ่งรวมถึงการเกิดการแห้งกรอบอันเนื่องจากการหดตัว
4. เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ ทั้งนี้ เนื่องจากความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้น และนอกจากนี้ยังเกิดออกซิเดชันของไขมัน
5. เกิดการเสื่อมเสียอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ได้ ถ้าหากว่าอัตราการอบแห้งเริ่มต้นช้า ปริมาณความชื้นสุดท้ายมีค่าสูง หรือเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่บรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง (คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543)

## ประโยชน์ของการทำแห้ง

1. ป้องกันการเน่าเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ ปฏิกริยาเคมีและเอนไซม์
2. ทำให้มีใช้ในยามขาดแคลน นอกฤดูการผลิตหรือในแหล่งห่างไกล
3. เก็บไว้ได้นานโดยไม่ต้องใช้ตู้เย็นให้เปลืองค่าใช้จ่าย
4. ลดน้ำหนักอาหาร ทำให้สะดวกในการบรรจุ เก็บรักษาและขนส่ง
5. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เช่น ลูกเกด จากการทำแห้งองุ่น
6. ให้ความสะดวกในการใช้เช่น กาแฟผงสำเร็จรูป



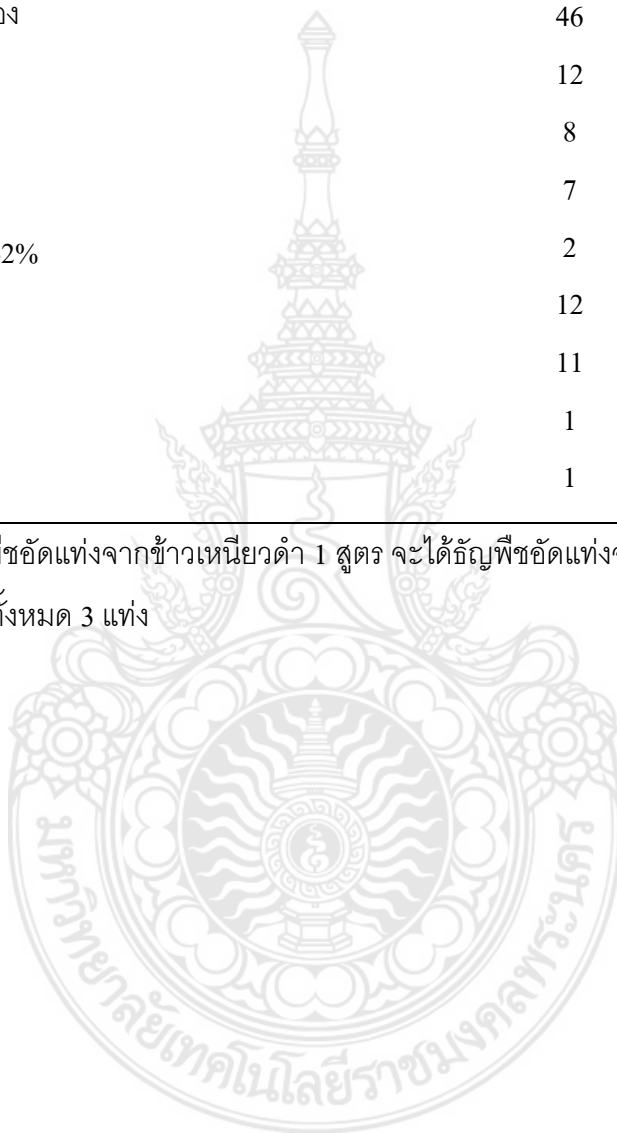
## สูตรและกรรมวิธีการผลิต

## ธัญพืชอัดแท่ง

## สูตร

วัตถุดิบ	ตวง	กรัม	เปอร์เซ็นต์ (%)
ข้าวเหนียวดำทอดพอ		46	46
เมล็ดงา		12	12
เมล็ดฟักทอง		8	8
เม็ดมะม่วงหิมพานต์		7	7
น้ำเชื่อมไฮฟรุตโทส 42%		2	2
แปะแซ		12	12
น้ำผึ้ง		11	11
กลิ่นมะนาว		1	1
กรดซิตริก 20%		1	1

\* หมายเหตุ ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำ 1 สูตร จะได้ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวเหนียวดำข้าวเหนียวดำทั้งหมด 3 แท่ง



วิธีทำ



ตุนน้ำผึ้งให้ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ = 90° Brix



ผสมน้ำเชื่อมไฮฟรุตโทส + แปะแซ่ + กรดซิตริก 20 เปอร์เซ็นต์  
คนให้เข้ากันตุนต่อ 30 วินาที



ใส่กลินมะนาว คนให้เข้ากัน



ผสมข้าวเหนียวดำทอดพอง + เมล็ดงา + เมล็ดฟักทอง + เม็ดมะม่วงหิมพานต์  
ในสารละลายคนให้เข้ากัน



ตัดใส่ถาดรองด้วยถุงพลาสติกอัดให้แน่น แล้วพักให้เย็น



ตัดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

### กรรมวิธีการผลิตข้าวเหนียวดำทอดพอง

ข้าวเหนียวดำ

แช่ข้าวเหนียวดำ : น้ำเปล่า อัตราส่วน 1:2 นาน 12 ชั่วโมง

นึ่งข้าวเหนียวดำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

เกลี่ยข้าวเหนียวดำให้ทั่วถาด หนาประมาณ 1 เซนติเมตร ทิ้งไว้ให้เย็น

นำเข้าสู่อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง มีความชื้น  $7 \pm 0.5$  เปอร์เซ็นต์

ทอดที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส นาน 10 วินาที

ตัดขึ้นสะเด็ดน้ำมัน

## สูตรแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป

### สูตร

วัตถุดิบ	ตวง	กรัม	เปอร์เซ็นต์ (%)
แป้งข้าวเจ้า		120	25.48
แป้งสาลี		20	4.25
มะพร้าวขูดขาว		50	10.62
น้ำตาลทราย		20	4.25
เกลือป่น		5	1.06
งาขาว		40	8.49
ผงฟู		15	3.18
แคลเซียมคลอไรด์		1	0.12
น้ำ		200	42.46

### วิธีการทำ

1. เทส่วนผสมทั้งหมดลงในน้ำ 200 กรัม แล้วคนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน
2. นำกล้วยน้ำว้ามาผ่าเป็นแผ่นบางๆ แล้วชุบในส่วนผสมแป้งกล้วยทอดกึ่งสำเร็จรูป
3. นำไปทอดจนสุก

## ขนมครกกึ่งสำเร็จรูป

### สูตรมาตรฐานขนมครกกึ่งสำเร็จรูป

วัตถุดิบ	ตวง	กรัม	เปอร์เซ็นต์ (%)
ส่วนแป้ง			
แป้งข้าวเจ้า		200	12.95
กะทิ		500	32.38
น้ำตาลทราย		20	1.30
เกลือป่น		4	0.26
น้ำสะอาด		500	32.38
ส่วนหน้า			
กะทิ		250	16.19
น้ำตาลทราย		65	4.21
เกลือป่น		5	0.32
น้ำ			

### วิธีการทำ

1. ชั่งส่วนผสมทั้งหมด
2. นำส่วนผสมของตัวแป้งและส่วนหน้ามาตั้งไฟพอร้อน
3. อุณหภูมิไฟฟ้าไว้
4. ใช้ผ้าชุบน้ำมันเช็ดเตา
5. เทส่วนผสมแป้งลง  $\frac{3}{4}$  ของหลุม
6. เทส่วนหน้ากะทิลงไป รอขนมครกสุก ประมาณ 4 นาที
7. ค่อย ๆ แคะขนมครกออกจากหลุม
8. ขนมครกกึ่งสำเร็จรูป

## สูตรกระทงทอง

## ส่วนผสม

วัตถุดิบ	ดวง	กรัม	เปอร์เซ็นต์ (%)
แป้งข้าวเจ้า		100	20.62
แป้งสาลี		100	20.62
ไข่ไก่ (ไข่แดง)		35	7.22
เกลือป่น		3	0.62
น้ำปูนใส		107	22.06
น้ำสะอาด		104	28.87

## วิธีทำ

- นำหม้อตั้งไฟ ใส่น้ำมันให้ท่วมพิมพ์ นำพิมพ์กระทงทองไปแช่ในน้ำมันให้ร้อนจัด หรือไฟลง
- นำแป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า ผสมลงในชามผสม ทำหลุมตรงกลาง ใสไข่แดงลงไป ตามด้วยเกลือ น้ำปูนใส เกล้าให้เข้ากันจนเป็นก้อน นวดประมาณ 15 นาที แล้วเติมน้ำลงไป คนให้ทั่ว จนแป้งละลายเข้ากันดี
- ยกพิมพ์ออกจากน้ำมัน ตตะก้นพิมพ์ซับน้ำมันส่วนเกิน แล้วจุ่มลงในอ่างแป้งที่ผสมเสร็จแล้ว ให้ติดเฉพาะส่วนนอกพิมพ์บาง ๆ นำพิมพ์ไปทอดในน้ำมัน พอแป้งอยู่ตัวเหยียด แป้งออกจากพิมพ์ ทอดต่อจนสุกลอยขึ้นมา ซ้อนผึ่งบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำมัน พอหายร้อน เก็บในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท

ภาคผนวก จ  
การประเมินผลการฝึกอบรมและผลการวิเคราะห์ทางสถิติ



**โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมส่งออก**  
**แบบประเมินผลความพึงพอใจต่อการจัดอบรม**

1. สถานภาพผู้ตอบ

- ผู้เข้ารับการอบรม       วิทยากร       ผู้ช่วยวิทยากร/ คณะทำงาน

2. จงทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านการดำเนินงาน</b>					
1. การประชาสัมพันธ์ข่าวการอบรม					
2. ความน่าสนใจของหัวข้อการอบรม					
3. สถานที่จัดอบรม					
4. ระยะเวลาการจัดอบรม					
5. อาหารกลางวัน					
6. การติดต่อประสานงาน					
<b>ด้านกระบวนการฝึกอบรม</b>					
7. ความเหมาะสมของเนื้อหา					
8. เอกสาร/สื่อประกอบการอบรม					
9. การฝึกปฏิบัติ					
10. ความพร้อมของเครื่องมืออุปกรณ์/ห้องปฏิบัติการ					
11. การเตรียมงานของวิทยากร					
12. ความรู้ความสามารถของวิทยากร					
13. การช่วยเหลือของผู้ช่วยวิทยากร					
14. ผลงานสำเร็จ (ผลิตภัณฑ์)					
<b>ประโยชน์ที่ได้รับ</b>					
15. หลักสูตรการอบรมตรงกับความต้องการ					
16. การนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน					
17. การนำไปใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพ					

3. ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงในการจัดอบรมครั้งต่อไป

.....  
.....  
.....ขอขอบคุณ

## สรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดอบรม

### โครงการวิจัยเรื่อง

### การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมส่งออก

เกณฑ์การประเมิน : 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

### การประเมินระดับความพึงพอใจ

#### ด้านการดำเนินงาน (Operate)

1. การประชาสัมพันธ์ข่าวการอบรม (O1)
2. ความน่าสนใจของหัวข้อการอบรม (O2)
3. สถานที่จัดอบรม (O3)
4. ระยะเวลาการจัดอบรม (O4)
5. อาหารกลางวัน (O5)
6. การติดต่อประสานงาน (O6)

#### ด้านกระบวนการฝึกอบรม (PROCESS)

1. ความเหมาะสมของเนื้อหา (P1)
2. เอกสาร/สื่อประกอบการอบรม (P2)
3. การฝึกปฏิบัติ (P3)
4. ความพร้อมของเครื่องมืออุปกรณ์/ห้องปฏิบัติการ (P4)
5. การเตรียมงานของวิทยากร (P5)
6. ความรู้ความสามารถของวิทยากร (P6)
7. การช่วยเหลือของผู้ช่วยวิทยากร (P7)
8. ผลงานสำเร็จ (ผลิตภัณฑ์) (P8)

#### ประโยชน์ที่ได้รับ (UTILITY)

1. หลักสูตรการอบรมตรงกับความต้องการ (U1)
2. การนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (U2)
3. การนำไปใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพ (U3)

## สรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดอบรม

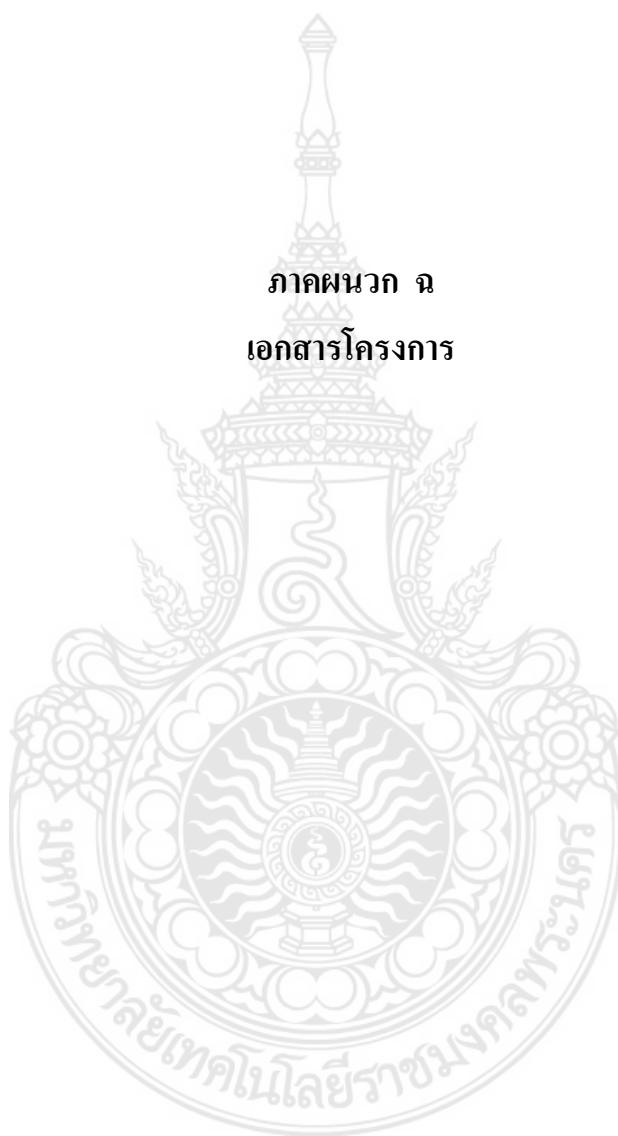
ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

30 มิถุนายน 2550 – 1 กรกฎาคม 2550

ตาราง คะแนนประเมินความพึงพอใจต่อการจัดอบรม ณ โรงงานน้ำตาลวังขนาย จังหวัดลพบุรี

หัวข้อการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	%
การประชาสัมพันธ์ข่าวการอบรม	3.63	96.60
ความน่าสนใจของหัวข้อการอบรม	3.77	70.00
สถานที่จัดอบรม	3.80	63.40
ระยะเวลาการจัดอบรม	4.00	70.00
อาหารกลางวัน	4.52	93.30
การติดต่อประสานงาน	3.90	73.30
ความเหมาะสมของเนื้อหา	4.08	76.60
เอกสาร/สื่อประกอบการอบรม	4.07	76.70
การฝึกปฏิบัติ	4.18	80.00
ความพร้อมของเครื่องมืออุปกรณ์/ห้องปฏิบัติการ	3.58	68.30
การเตรียมงานของวิทยากร	4.05	95.10
ความรู้ความสามารถของวิทยากร	4.32	90.00
การช่วยเหลือของผู้ช่วยวิทยากร	4.47	90.00
ผลงานสำเร็จ (ผลิตภัณฑ์)	4.35	81.60
หลักสูตรการอบรมตรงกับความต้องการ	3.88	95.00
การนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	3.67	81.70
การนำไปใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพ	3.78	75.00
		80.06

ภาคผนวก ฉ  
เอกสารโครงการ





## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก  
ที่

วันที่

เรื่อง ขออนุมัติดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยี

เรียน คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ตามที่คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้รับ  
อนุมัติให้ดำเนินโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก งบประมาณปี 2551 นั้น  
เพื่อให้การดำเนินการบรรลุตามแผนการดำเนินงานที่วางไว้ จึงขออนุมัติดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยี  
ดังนี้

1. ขออนุมัติแผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี (รายละเอียดดังเอกสารแนบ)
2. ขออนุมัติเรียนเชิญอาจารย์ในคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์เป็นวิทยากรฝึกอบรม ในวันที่  
12 พฤษภาคม -13 พฤษภาคม 2551 ได้แก่
 

2.1 ผศ.บุษรา ศรีอระย้า	2.2 นางเกรรินทร์ เพ็ชรรัตน์
2.3 นายเจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์	2.4 นางสาวดวงกมล ตั้งสถิตพร
2.5 นายเชาวลิต อุปฐาก	

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

( ผศ.วลัย หุตะโกวิท )

หัวหน้าโครงการฯ

แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี  
โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก  
ประจำปีงบประมาณ 2551

รายการ	รายละเอียด
ระยะเวลาดำเนินงานอบรม	12-14 พฤษภาคม 2551
เป้าหมายผู้รับการอบรม	60 คน
สถานที่ฝึกอบรม	โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาล ทีเอ็น อ.ท่าหลวง จ.ลพบุรี
วิทยากร	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผศ.บุษรา ศรีอยุธยา</li> <li>2. นางเกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์</li> <li>3. นายเจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์</li> <li>4. นางสาวดวงกมล ตั้งสถิตพร</li> <li>5. นายชาวลิต อุปฐาก</li> <li>6. นางสาวบุษยมาลี ถนนทิพย์</li> </ol>

กำหนดการอบรม

วัน	เวลา	กำหนดการ	วิทยากร
วันจันทร์ ที่ 12 พ.ค. 2551	8.00 - 8.30 น.	-พิธีเปิด/ลงทะเบียน/แบ่งกลุ่ม -ปฏิบัติการ 6 กลุ่มกลุ่มละ 10 คน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผศ.บุษรา ศรีอยุธยา</li> <li>2. นางเกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์</li> <li>3. นายเจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์</li> <li>4. นางสาวดวงกมล ตั้งสถิตพร</li> <li>5. นายชาวลิต อุปฐาก</li> <li>6. นางสาวบุษยมาลี ถนนทิพย์</li> </ol>
	8.30- 16.30 น.	-ปฏิบัติการผลิตแป้งขนมครกกึ่งสำเร็จรูป	
วันอังคาร ที่ 13 พ.ค. 2551	8.30- 17.00 น.	-ปฏิบัติการผลิตแป้งขนมครกกึ่งสำเร็จรูป	
		-ปฏิบัติการผลิตธัญพืชอัดแท่ง	
วันพุธ ที่ 14 พ.ค. 2551	8.30- 17.00 น.	-ปฏิบัติการผลิตแป้งกระทงทองกึ่งสำเร็จรูป	
		-ปฏิบัติการผลิตกระทงทอง	

หมายเหตุ : พักรับประทานอาหารกลางวัน เวลา 12.00-13.00 น.  
พักรับประทานอาหารว่าง เวลา 10.15-10.30 น. และ 15.00-15.15 น.

รายละเอียด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
ระยะเวลาการอบรม	2 วัน	2 วัน
ช่วงเวลาดำเนินงาน	30 มิถุนายน – 1 กรกฎาคม 2550	21-22 กรกฎาคม 2550
เป้าหมายผู้รับการอบรม	20 คน	50 คน
สถานที่ฝึกอบรม	คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร. พระนคร	กลุ่มชุมชนเกษตรอินทรีย์ อ. แวงน้อย จ. ขอนแก่น
วิทยากร	1. ผศ.วาสนา ขววยเงิน 2. นายเจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์	1. ผศ. วลัย หุตะโกวิท 2. ผศ.วาสนา ขววยเงิน 3. นางน้อมจิตต์ สุธิบุตร 4. นางเกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์
คณะทำงาน/ผู้ปฏิบัติงาน	1. นส.สุนันทา ปานบุตร 2. นายอมรฤทธิ์ เปล้าคูหา 3. นายพิพัฒน์กมล ชนะสิทธิ์ 4. นส. สุวรรณ ปัตวิ 5. นายเอกพล ศรีคงรักษ์	1. นส. สุนันทา ปานบุตร 2. นส. สุวรรณ ปัตวิ 3. นายกุศล ดาร์รัตน์ 4. นายประจวบ หิมะ 5. นส. มลย์วัลย์ สุนทรนุช

