

การพัฒนาและแปรรูปแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว

(The Development and Process of Sangyod Rice Powder into Twist Stick)

ผู้วิจัย ปานทิพย์ ผดุงศิลป์ พิพัฒน์กมล ชนะสิทธิ์ และจักราวุธ ภู่เสมอ

พ.ศ. 2555

บทคัดย่อ

การพัฒนาและแปรรูปแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว โดยใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณ 50 % 75% และ 100% ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า และเพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวสังข์หยด วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale Test) ผู้ชิมจำนวน 30 คน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ นำผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ Least Significant Difference (LSD)

ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่อัตราส่วน 50:50 มีค่าเฉลี่ย ด้านสี 8.20 กลิ่น 7.97 รสชาติ 8.28 เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) 8.33 และความชอบโดยรวม 8.32 โดยมีความชอบที่ระดับปานกลางถึงมาก เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า ด้านสี ด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบ โดยรวมมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ส่วนการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการพบว่า ส่วนที่เพิ่มขึ้นมีดังนี้ พลังงาน เพิ่มขึ้น 1.80 กิโลแคลอรี โปรตีน 98.66 กรัม คาร์โบไฮเดรต 226.80 กรัม ใยอาหาร 8.10 กรัม วิตามินบีหนึ่ง 2.00 มิลลิกรัม และวิตามินบีสอง 1.38 มิลลิกรัม ส่วนที่ลดลง คือไขมัน

คำสำคัญ: ขนมไทย ขนมเกลียว ข้าวสังข์หยด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาและแปรรูปแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณสายสุณีย์ เกื้อแก้ว ประธานกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรภักดีร่วมใจจังหวัดพัทลุง ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับแป้งข้าวสังข์หยด ขอขอบคุณอาจารย์ นักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดงรัก และชาวชุมชนวัดเทวราชกุญชรที่มีส่วนร่วมในการประเมินคุณภาพประสาทสัมผัส ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องสมุดที่อำนวยความสะดวกในการค้นคว้าข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ทำให้การทำงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชญาภัทร์ กี่อารีโย คณบดีคณะเทคโนโลยี คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนในส่วนของ การจัดสรรงบประมาณ และขอขอบคุณบุคคลในครอบครัวที่ให้การสนับสนุน อีกทั้งให้กำลังใจ ตลอดจนความห่วงใยอย่างไม่เคยขาดหาย สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัย ขอระลึกถึงพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่าน งานวิจัยฉบับนี้เป็นประโยชน์แก่ผู้ใดก็ตามขอมอบความดีทั้งหมด แต่ทุกท่านที่กล่าวมา ส่วนความผิดพลาดอันพึงปรากฏคณะผู้วิจัยยินดีน้อมรับ

ปานทิพย์ ผดุงศิลป์
พิพัฒน์กมล ชนะสิทธิ์
จักราวุธ ภู่เสม

“The development and process of Sangyod rice powder into twist stick”

Panthip Phadungsilp

Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology,

Rajamangala University of Technology Pranakron Bangkok, Thailand.

2555

ABSTRACT

“The development and process of Sangyod rice powder into twist stick” aims at studying the quantity of Sangyod rice flour substitute for wheat flour into twist stick product 50%, 75% and 100% by weight of wheat flour. Design the experimental by RCBD (Randomized Complete Block Design) for the nutritional value of twist stick product. The quality of senses; color, smell, criteria taste, texture (crumbliness) and overall appreciation were evaluated and given up to 9 points (9-point hedonic scale) by 30 experimenters and duplicate an examination. The average was computed and the variance was analyzed by ANOVA. Difference of averages were compared by LSD (Least Significant Difference)

The results reveal that the quantity of Sangyod rice flour substitute for wheat flour into twist stick product 50% by weight of wheat flour was the most successful with scores of 8.20, 7.92, 8.28, 8.33 and 8.32 for color, smell, criteria taste, texture (crumbliness) and overall appreciation respectively. Analysis of variance and compared differences are statistically at 0.05.

The study found that the nutritional value in terms of energy is 1.80 kcal, while proteins represent 36.08 grams, carbohydrates 226.80 grams, dietary fiber 0.95grams, vitaminB1 equal to 2.00 milligrams and vitamin2 to 1.38 milligrams. Less fat represent.

Keywords : Thai dessert , Twist stick , Sangyod Rice

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	[1]
กิตติกรรมประกาศ	[3]
สารบัญ	[4]
สารบัญตาราง	[5]
บทที่ 1	
1. ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์	2
3. ขอบเขตของการวิจัย	2
4. กรอบแนวคิดของการวิจัย	2
5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารแลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1. การตรวจเอกสาร	
1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้าว	4
1.2 ขนมหกั๊ยว	7
1.3 น้ำตาลทราย	8
1.4 น้ำมันปาล์ม	8
1.5 เกลือ	9
1.6 แอมโมเนีย	9
1.7 ไข่	10
1.8 กะทิ	11
1.9 น้ำ	11
1.10 การทอด	11
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	
1. วิธีดำเนินการวิจัย	15
2. สถิติและการวิเคราะห์ผล	16
3. สถานที่ทำการทดลอง	16
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมเกลียวจำนวน 3 สูตร	17
2. ผลการการศึกษาการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทน แป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว	18
3. ผลการศึกษาคูณค่าทางโภชนาการของขนมเกลียวสูตรพื้นฐานและขนมเกลียว สูตรที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า	19
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
1. สรุปผล	21
2. ข้อเสนอแนะ	21
บรรณานุกรม	22
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานของขนมถ้วยฟู	23
ภาคผนวก ข แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส	27
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	30
ภาคผนวก ง ประวัตินักวิจัย	56

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	คุณค่าทางโภชนาการของข้าว 100 กรัม	6
2	แสดงสูตรพื้นฐานของขนมเกลียวจำนวน 3 สูตร	15
3	แสดงระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย	16
4	แสดงค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเกลียว สูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร	17
5	แสดงอัตราส่วนการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว 3 ระดับ	18
6	แสดงคุณลักษณะของขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า	18
7	แสดงค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแปรปรวนของอัตราส่วนการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว 3 ระดับ	19
8	แสดงผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า	19

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1 การวิเคราะห์ทางสถิติในด้านสี ของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า	31
2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ของปริมาณการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว ทั้ง 3 สูตร	34
3 การวิเคราะห์ทางสถิติในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า	36
4 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น ของปริมาณการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว ทั้ง 3 สูตร	39
5 การวิเคราะห์ทางสถิติในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า	41
6 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ ของปริมาณการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว ทั้ง 3 สูตร	44
7 การวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวในด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า	46
8 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของปริมาณ การใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ทั้ง 3 สูตร	49
9 การวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวในด้านความชอบโดยรวมที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า	51
10 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน ของปริมาณการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวด้านความชอบ โดยรวมทั้ง 3 สูตร	54

บทที่ 1

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ข้าว นับได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย คนไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก โดยเฉพาะข้าวเจ้า คุณค่าทางโภชนาการของข้าวคือให้สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตซึ่งให้พลังงาน วิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ ข้าวที่คนส่วนใหญ่นิยมบริโภคก็คือข้าวพันธุ์หอมมะลิ ซึ่งเป็นข้าวที่มีชื่อของทางภาคอีสาน แต่สำหรับภาคใต้แล้วชื่อของ "ข้าวสังข์หยด" ก็กำลังจะเป็นที่นิยมเช่นกัน

ข้าวสังข์หยด เป็นพันธุ์ข้าวที่ได้รับพระมหากรุณาธิคุณจากสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ เมื่อ ปี พ.ศ. 2543 พระองค์ท่านทรงมีพระราชดำริ ให้โครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริฯ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงดำเนินการปลูกข้าวพันธุ์สังข์หยดในพื้นที่แปลงนา ต่อมาเมื่อวันที่ 24 กันยายน 2546 สมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถเสด็จไปยังฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริ ทางศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงได้ถวายข้าวสังข์หยดซึ่งทรงนำมาเสวย ทรงรับสั่งว่าอร่อย ทรงโปรดให้นำข้าวสังข์หยดกลับมาปลูกใหม่เพื่อเผยแพร่และรักษาพันธุ์ข้าว (ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง, 2553)

ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดพัทลุง มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตเพาะปลูกเมืองพัทลุง เมล็ดข้าวมีลักษณะแตกต่างจากข้าวพันธุ์อื่น คือในเมล็ดเดียวกันจะมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีขาวปนสีแดงจางๆ จนถึงสีแดงเข้ม คุณค่าทางโภชนาการ ต่อน้ำหนักข้าว 100 กรัม มีโปรตีน 6.20 กรัม ไขมัน 3.30 กรัม แคลเซียม 13.00 มิลลิกรัม วิตามินบี 1 0.037 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.96 มิลลิกรัม และไนอะซิน 6.40 มิลลิกรัม นอกจากนี้ยังมีกากใยอาหาร มีธาตุเหล็ก และฟอสฟอรัสที่สูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ จึงมีประโยชน์ในการ บำรุงโลหิต บำรุงร่างกายให้แข็งแรง ชะลอความแก่ ป้องกันโรคความจำเสื่อม และยังมีสารแอนติออกซิแดนซ์ พวก oryzanol เป็นกลุ่มวิตามินอีในกลุ่มโทโคฟีรอล กลุ่มโทโคไตรอีนอล และสารแกมมา-โอริซานอล (Gamma Oryzanol) มาจากคำว่า โอริซา ซัติวา (Oryza Sativa) ซึ่งแปลว่า ข้าว เป็นสารที่พบในเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวเท่านั้น และมี Gamma Amino Butyric Acid (GABA) ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเป็นมะเร็ง นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการลดระดับโคเลสเตอรอลตัวที่เลว LDL และเพิ่มปริมาณคอเลสเตอรอลตัวที่ดี HDL ในเลือด และไตรกลีเซอไรด์ ทำให้ลดการตีบตันของหลอดเลือด เพิ่มการไหลเวียนของโลหิต และยังมีฤทธิ์ในการลดความเครียด และรักษาอาการผิดปกติของสตรีวัยทอง จึงนับได้ว่าข้าวพันธุ์สังข์หยด เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางอาหารสูงจัดได้ว่าเป็นข้าวเพื่อสุขภาพ (ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง, 2553)

ปัจจุบันข้าวสังข์หยดกำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้นทางหน่วยวิจัยอาหารและท้องถิ่นภาคใต้มหาวิทยาลัยทักษิณ เห็นว่าในกระบวนการผลิตข้าวจะเกิดผลพลอยได้ที่ป็นรำและปลายข้าวเป็นจำนวนมากที่ผ่านมาเกษตรกรนำมาจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ในราคาถูก จึงได้เข้าไปช่วยแก้ปัญหาโดยการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดจากปลายข้าว รวมทั้งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากแป้งข้าวสังข์หยด และน้ำมันรำข้าวสังข์หยด และ

เพื่อให้มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางและเกิดประโยชน์อย่างสูงสุด จึงได้ดำเนินการวิจัยและแปรรูปอาหาร เพื่อสุขภาพจากข้าวสังข์หยด ได้แก่ ไอศกรีมข้าวสังข์หยด ลูกก็ข้าวสังข์หยด เป็นต้น (หน่วยวิจัยอาหารและท้องถิ่นภาคใต้, 2553)

ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมสนับสนุนและต่อยอดการงานวิจัยในเรื่องของการนำแป้งข้าวสังข์หยดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ผู้วิจัยซึ่งมีความเชี่ยวชาญในเรื่องของอาหารไทยและขนมไทยได้มีแนวคิดที่จะบูรณาการระหว่างตัววัตถุดิบกับตัวผลิตภัณฑ์ โดยนำวัตถุดิบคือแป้งข้าวสังข์หยดของจังหวัดพัทลุงที่อยู่ในพื้นที่ภาคใต้มาใช้ทดแทนแป้งข้าวในผลิตภัณฑ์ขึ้นชื่อของจังหวัดในภาคเหนือ ซึ่งได้คัดเลือกขนมเกลียวเป็นขนมขบเคี้ยวที่ขึ้นชื่อของจังหวัดสุโขทัย ที่สำคัญเป็นสัญลักษณ์ของความรักใคร่กลมเกลียว และตั้งชื่อใหม่เป็น **ขนมเกลียวสังข์หยด**

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว
- 2.2 เพื่อศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว
- 2.3 เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวสังข์หยด

3. ขอบเขตของการวิจัย

แป้งข้าวสังข์หยดที่ผลิตจากปลายข้าวของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรภักดีร่วมใจจังหวัดพัทลุง

4. กรอบแนวความคิดของการวิจัย

ความรู้เรื่องข้าว/ประโยชน์ของข้าว/การแปรรูปข้าว

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 5.1 ได้ทราบปริมาณของแป้งข้าวสังข์หยดที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในการทำผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวสังข์หยด
- 5.2 ได้ผลิตภัณฑ์ขนมไทยประเภทขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลจากการต่อยอดงานวิจัยแป้งข้าวโดยนำส่วนที่เหลือจากกระบวนการขัดสีข้าวมาใช้ประโยชน์
- 5.3 สามารถนำผลงานและองค์ความรู้ที่ได้เผยแพร่ ให้ผู้ที่สนใจนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การตรวจเอกสาร

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้องในเรื่องที่เกี่ยวกับข้าว ข้าวสังข์หยด ขนมหลิขียว วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทำขนมเกลียว การปรุงรส มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้าว

ข้าวจัดว่าเป็นอาหารที่สำคัญของคนมานานตั้งแต่โบราณแล้ว และรับประทานข้าวกันทั่วโลก โดยเฉพาะในเอเชียรับประทานข้าวกันทั่วไปเรียกได้ว่าเป็นอาหารหลัก

ความหมายของข้าว พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ในความหมายของคำว่า ข้าวคือ เมล็ดของพืชจำพวกหญ้าที่ใช้เป็นอาหารที่สำคัญในประเทศร้อนมีชนิดใหญ่ๆ 2 ชนิด คือ ข้าวเหนียวและข้าวเจ้า

1.1.1 ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมีของข้าวโดยทั่วไป

เมล็ดข้าวที่ใช้จะเป็นแป้งประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ แป้งที่ประกอบในเมล็ดข้าวนั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ อะไมเลส (amylase ซึ่งเป็น polymer ของ D-glucose ที่มีโครงสร้างเป็นแขนง) ความมากน้อยของแป้ง 2 ชนิด ดังกล่าวประกอบกันเป็นเมล็ดข้าวจึงทำให้ข้าวมีลักษณะแตกต่างกัน

1.1.2 ข้าวสังข์หยด เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดพัทลุง เป็นที่นิยมปลูกในท้องถิ่นมานานหลายชั่วอายุคน แต่ไม่มีการบันทึกประวัติที่แน่ชัด เกษตรกรในจังหวัดพัทลุงปลูกสืบทอดกันมาโดยตลอด จากหลักฐานของกรมการข้าว กระทรวงเกษตร (ในขณะนั้น) ซึ่งได้รวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมืองทั่วประเทศ รวมทั้งจังหวัดพัทลุงระหว่างปี 2495-2496 เก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์สังข์หยด ในอำเภอเมืองพัทลุง จากข้อมูลของสำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ ระบุว่าข้าวพันธุ์สังข์หยดเป็นข้าวนาสวนพันธุ์หนึ่งของจังหวัดพัทลุง ในจำนวน 167 พันธุ์

ในปี 2549 ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง ได้รับคำประกาศรับรองให้เป็นสินค้าบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (ข้าว จีไอ: GI) ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ พ.ศ. 2546 โดยใช้ชื่อว่า "ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง" ตั้งแต่วันที่ 23 มิถุนายน 2549 นับเป็นข้าว จีไอพันธุ์แรกของประเทศไทย (สำนักเมล็ดพันธุ์ข้าว, 2553)

สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indications) คืออะไร สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ คือทรัพย์สินทางปัญญาประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นชื่อของแหล่งภูมิศาสตร์ที่ใช้กับสินค้าใดสินค้าหนึ่ง ซึ่งสามารถบอกได้ถึงความเชื่อมโยง ระหว่างสินค้ากับแหล่งภูมิศาสตร์ ทั้งในด้านปัจจัยธรรมชาติ (ดิน น้ำ ลม ไฟ) และปัจจัยจากมนุษย์ กรรมวิธี ภูมิศาสตร์ท้องถิ่น ที่มีมานานแล้ว ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

1.1.2.1 ลักษณะเมล็ดข้าวสังข์หยด เป็นข้าวที่มีลักษณะแตกต่างจากข้าวพันธุ์อื่นๆ ที่เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีขาวยปนสีแดงจางๆ จนถึงแดงเข้มในเมล็ดเดียวกัน เมื่อหุงสุกแล้วมีลักษณะนุ่ม ค่อนข้างเหนียว ข้าวสังข์หยดเป็นพันธุ์ข้าวนาสวนไวต่อช่วงแสง (ปลูกได้เฉพาะนาปี) หากเกษตรกรตกกล้ากลางเดือนสิงหาคม ข้าวจะออกดอกในต้นเดือนมกราคม และจะเก็บเกี่ยวในเดือนกุมภาพันธ์ (ตามฤดูกาลทำนาเดิมของจังหวัดพัทลุง) ต้นข้าวมีความสูงประมาณ 140 เซนติเมตร มีการแตกกอเฉลี่ย 8 ต้น ต่อกอ ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ คือเฉลี่ย 330 กิโลกรัม ต่อไร่

1.1.2.2 คุณสมบัติของเมล็ดข้าวทางกายภาพ เปลือกเมล็ดมีสีฟาง ข้าวกล้อง ข้าวสารมีสีขาวยปนแดง เมล็ดเรียวยาว 6.5 มิลลิเมตร กว้าง 1.9 มิลลิเมตร เมล็ดข้าว 100 เมล็ดหนัก 1.98 กรัม คุณภาพการสีดี คุณสมบัติทางเคมี มีปริมาณอะมิโลส 13.8% ถือว่าต่ำที่สุดในบรรดาข้าวพื้นเมือง ซึ่งมีส่วนทำให้คุณสมบัติของข้าว เมื่อหุงสุกมีความอ่อนนุ่ม ค่อนข้างเหนียว ทำให้อย่าง่าย เหมาะกับผู้สูงอายุและผู้ที่ไม่ใช้แรงงานหนัก



ข้าวสังข์หยดพัทลุง

ที่มา: เกษตรพอเพียง, 2553

1.1.2.3 คุณค่าทางโภชนาการของข้าว

ข้าวโดยทั่วไป ประกอบด้วยสารอาหารต่าง ๆ มากมายที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย

- คาร์โบไฮเดรต ข้าวทุกชนิดมีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบร้อยละ 70-80 ซึ่งเป็นแป้งเกือบทั้งหมด มีน้ำตาลซูโครส (sucrose) และน้ำตาลเดกซ์ทริน (dextrin) เล็กน้อย

- โปรตีน มีโปรตีนไม่มาก อยู่ระหว่างร้อยละ 7-8 ในข้าวเจ้า ร้อยละ 11-12 ในข้าวสาลี

- ไขมัน ในข้าวกล้องมีปริมาณไขมันสูงกว่าข้าวชนิดอื่น ๆ เพราะข้าวกล้องยังมีส่วนของรำข้าวอยู่ แต่เมื่อเทียบกับอาหารชนิดอื่น ๆ แล้ว ข้าวไม่ใช่แหล่งที่อุดมด้วยสารอาหารจำพวกไขมัน

- วิตามินและแร่ธาตุ ในข้าวกล้องจะมีวิตามินและแร่ธาตุสูงกว่าข้าวขาว ที่เห็นได้ชัดคือ ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุแมกนีเซียม ไนอะซิน และวิตามินบี 1

- โยอาหาร ข้าวกล้องและให้โยอาหารสูงกว่าข้าวขาว โดยทั่วไปข้าวกล้องจะมี น้ำตาลอ่อน คนไทยสมัยก่อนใช้วิธีซ้อมหรือตำด้วยมือ จึงเรียกว่า “ข้าวซ้อมมือ” เป็นข้าวกล้องอย่างหนึ่ง มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง มีโยอาหาร ไขมันและวิตามินบี 1 มากกว่าข้าวชนิดอื่น

ส่วนคุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยด ทางกองโภชนาการ กรมอนามัยได้ศึกษาวิจัยอาหารชีวิต ในปี พ.ศ.2542 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบคุณค่าของสารอาหารในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ปรากฏว่า ข้าวสังข์หยดมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ คือ มีกากโยอาหารสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ จึงมีประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย มีวิตามินอีสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ จึงมีประโยชน์ในการชะลอความแก่ นอกจากนี้มีโปรตีน ธาตุเหล็กและฟอสฟอรัส สูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งมีประโยชน์ในการบำรุงโลหิต บำรุงร่างกายให้แข็งแรง และป้องกันโรคความจำเสื่อม และยังมีสารแอนติออกซิแดนพวก oryzanol และมี gamma aminobutyric acid (GABA) ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเป็นมะเร็ง จึงนับได้ว่า ข้าวพันธุ์สังข์หยด เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการกับข้าวหอมมะลิจะเห็นว่าข้าวสังข์หยดมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวหอมมะลิ

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวข้าวเจ้าและข้าวสังข์หยด 100 กรัม

องค์ประกอบ	ข้าวขาว	ข้าวกล้อง	ข้าวสังข์หยดพัทลุง
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	351	347	364.20
โปรตีน (กรัม)	6.70	7.10	6.20
ไขมัน (กรัม)	0.80	2.00	3.30
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	79.40	75.10	73.10
ใยอาหาร (กรัม)	0.70	2.10	4.81
วิตามินบีหนึ่ง (มิลลิกรัม)	0.07	0.20	0.037
วิตามินบีสอง (มิลลิกรัม)	0.04	0.04	0.96
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	1.79	5.40	6.40
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	6.00	9.00	13.00

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2544

: ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง, 2553

1.1.3 การแปรรูปข้าวสังข์หยด ที่มาของการแปรรูปข้าวสังข์หยดเกิดจากหน่วยวิจัยอาหารและท้องถิ่นภาคใต้ มหาวิทยาลัยทักษิณ ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ในปีงบประมาณ 2553-2554 ให้ดำเนินโครงการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปอาหารเพื่อสุขภาพจากข้าวสังข์หยดให้แก่เกษตรกรในจังหวัดพัทลุงและใกล้เคียง เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มแก่ผลผลิตทางการเกษตรในภาคใต้ ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดพัทลุง ซึ่งจัดได้ว่าเป็นข้าวเพื่อสุขภาพ เพราะนอกจากจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงแล้ว ยังมีสารอื่นๆ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถช่วยลดการเกิดโรคมะเร็งลดระดับคอเลสเตอรอล และชะลอความแก่ได้ จึงทำให้ข้าวสังข์หยดเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคจนไม่สามารถผลิตข้าวได้ทันกับความต้องการของผู้บริโภค ในกระบวนการผลิตข้าวกล้อง

เกิดผลพลอยได้ที่เป็นรำและปลายข้าวเป็นจำนวนมากและจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ในราคาถูก ทีมวิจัย จึงได้เข้าไปช่วยแก้ปัญหาโดยการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดจากปลายข้าว และการสกัดน้ำมันรำข้าวสังข์หยดโดยวิธีการสกัดเย็น รวมทั้งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากแป้งข้าวสังข์หยด และน้ำมันรำข้าวสังข์หยด และเพื่อให้มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางและเกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

1.2 ขนมหกเลียว เป็นที่นิยมใช้ในงานมงคลสมรสมีความหมายเป็นสิริมงคล เนื่องจากลักษณะของขนมมีรูปร่างคล้ายเกลียว จึงใช้เป็นสัญลักษณ์ของความรักที่กลมเกลียว ปัจจุบันขนมเกลียวกลายเป็นของฝากประเภทขบเคี้ยวที่ขึ้นชื่อของจังหวัดสุโขทัย ทำจากซึ่งวัตถุดิบหลักหรือแป้งที่ใช้ทำขนมเกลียวส่วนใหญ่จะใช้แป้งข้าวเจ้า ผสมไข่ แป้งรสด้วยพริกไทย เกลือ เกล้าให้เข้ากันก่อนจะนำมาปั้นเป็นเกลียว ทอดจนหอมกรอบ แล้วนำมาคลุกน้ำตาล มีรสหวานอร่อย

1.2.1 วัตถุดิบที่ใช้ทำขนมเกลียว ประกอบไปด้วยแป้ง หัวกะทิ น้ำตาลทราย น้ำ เกลือซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) แป้งข้าวเจ้า เป็นแป้งที่ทำจากเมล็ดข้าวมีสีขาว เนื้อละเอียดจับดูแล้วซากมือเล็กน้อย แป้งเมื่อถูกน้ำแล้วจะอยู่ตัว เมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะฟูและมีกลิ่นหอมถ้าทิ้งไว้ให้เย็นจะอยู่ตัว เป็นก้อน ร่วนไม่เหนียว เหมาะที่จะนำมาประกอบอาหารที่ต้องการความอยู่ตัว เช่น ทำเส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นขนมจีน ทำขนมกล้วย ขนมพริกทอง ขนมเกลียว ฯลฯ แป้งข้าวเจ้านอกจากนำไปประกอบอาหารดังกล่าวแล้วยังสามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมทำขนมขบเคี้ยวหรือผสมในแป้งสำหรับชุบทอดจะให้คุณสมบัติกรอบ เบา สามารถใช้สำหรับเพิ่มความข้นในซอส คัสตาร์ดและเกรวี่ได้

1.1) ชนิดของแป้งข้าวเจ้า มีอยู่ 3 ชนิด คือ

- แป้งเก่า เป็นแป้งที่ทำจากข้าวค้างปี มีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำได้ดี เหมาะที่จะทำขนมที่ต้องใช้น้ำเป็นส่วนผสม เช่น ขนม น้ำดอกไม้งาม ขนมทราย ฯลฯ

- แป้งใหม่ เป็นแป้งที่ทำจากข้าวใหม่ แป้งชนิดนี้จะดูดซึมน้ำได้น้อยเพราะจะมีความชื้นในตัว เหมาะที่จะขนมได้หลายประเภท

- แป้งสด เป็นแป้งที่โม่ทับน้ำ เหมาะที่จะทำขนมที่ดูดซึมน้ำมาก ถ้าใช้แป้งสดจะทำให้ขนมนั้นไม่แห้ง เช่น ครอบแครงกะทิ

1.2) การเลือกซื้อแป้งข้าว ควรจะเลือกชนิดที่เนื้อละเอียด เพราะในปัจจุบันแป้งข้าวเจ้ามีหลายเกรดด้วยกัน ถ้าใช้แป้งหยาบ ขนมที่ได้จะมีเนื้อหยาบ เมื่อรับประทานจะมีความรู้สึกที่แป้งไม่สุก และควรเลือกที่ไม่มีกลิ่นอับ ไม่มีตัวมอด สีจะต้องขาว สำหรับแป้งข้าวเจ้าสด ดมดูจะต้องไม่มีกลิ่นเปรี้ยว

2) น้ำตาลทราย (Sugar)

น้ำตาล น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต การเรียกชื่อขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของน้ำตาล เช่น น้ำตาลทราย น้ำตาลกรวด น้ำตาลก้อน น้ำตาลปีบ เป็นต้น แต่ในทางเคมี โดยทั่วไปหมายถึง ซูโครส หรือ แซคคาไรส ไดแซคคาไรด์ ที่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็งสีขาว น้ำตาลเป็นสารเพิ่มความหวานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขนมหวาน และ เครื่องดื่ม น้ำตาลทรายที่มีจำหน่ายในท้องตลาดส่วนใหญ่ผลิตจาก อ้อย (Sugarcane) เป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ 99.9% มีชื่อทางเคมีว่า ซูโครส (Sucrose)

1.2.1) วัตถุประสงค์ของการใช้น้ำตาลทรายในการประกอบอาหาร

- เพื่อให้รสหวาน
- ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีที่ดี
- เพื่อคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์
- ช่วยในการถนอมอาหาร

1.2.2) การเลือกซื้อน้ำตาลทราย

- เลือกชนิดของน้ำตาลให้เหมาะกับอาหารที่ทำ
- เลือกน้ำตาลที่บริสุทธิ์ ปราศจากสิ่งแปลกปลอมไม่ควรมีเศษผงหรือแป้ง

ปนมากับน้ำตาล

- เลือกซื้อน้ำตาลที่มีสีไม่ขาวจัดมาใช้ถ้าหากสีของน้ำตาลไม่มีผลต่อ อาหาร

1.2.3) การเก็บรักษาน้ำตาล

น้ำตาลทรายดูดความชื้นได้ง่ายกว่าน้ำตาลโตนด และน้ำตาลมะพร้าว ควรเก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดสนิทเพื่อไม่ให้อาหารเข้าไป และควรวางห่างจากความร้อน

3) น้ำมันปาล์ม

ประกอบไปด้วยไขมันชนิดอิ่มตัว อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งไขมันชนิดอิ่มตัว เป็นไขมันที่อยู่ในไขมันสัตว์ ไขมันจากมะพร้าว และน้ำมันปาล์ม มีคุณสมบัติ ที่เป็นใจได้ง่าย ย่อยยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กทารก จะย่อยได้ไม่ดีนัก นอกจากนี้ยังทำโคเลสเตอรอลในเลือดสูง แต่ก็มีข้อดี คือ น้ำมันชนิดนี้จะทนต่อความร้อน ความชื้นและออกซิเจน ไม่เหม็นหืน และเวลาที่ใช้ทอดอาหาร จะทำให้อาหารกรอบอร่อย นำรับประทาน สามารถทอดอาหารได้นานๆ เพราะน้ำมันจะไม่ค่อยเสีย (นิธิยา, 2544)

3.1) บทบาทของไขมันและน้ำมันพืชในการประกอบอาหาร

- ให้รสชาติไขมันและน้ำมันช่วยเสริมรสชาติให้แก่อาหาร การเลือกใช้ไขมันชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับรสนิยมของแต่ละบุคคล

- ใช้ในการทอด ไขมันเป็นตัวนำความร้อนทำให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดภาชนะและให้อาหารมีสีสวย การเลือกใช้น้ำมันควรคำนึงจุดเกิดควันของน้ำมันด้วย

3.2) การเลือกซื้อน้ำมันพืช

- คุณภาพที่บรรจุมี 3 แบบ คือ ขวดแก้ว ขวดพลาสติกและบีบ น้ำมันที่มาจากต่างประเทศส่วนใหญ่จะบรรจุอยู่ในขวดแก้ว จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ชาวยุโรปและอเมริกา อาหารพวกแอลกอฮอล์ กรดน้ำส้ม และน้ำมันถั่วเหลือง เมื่อบรรจุอยู่ในขวดพลาสติกนานเกินไปทำให้เกิดสารอันตรายต่อร่างกาย ทำให้เกิดโรคมะเร็งในตับได้จึงควรเลือกซื้อน้ำมันที่บรรจุใหม่ ส่วนน้ำมันที่บรรจุบีบไม่ควรใช้เพราะภายในบีบเคลือบดีบุกไว้กันสนิม น้ำมันสามารถละลายโลหะได้ และน้ำมันที่บรรจุบีบไม่สามารถมองเห็นลักษณะขุ่น ใส ฟอง ตะกอนและไขได้

- อ่านฉลากที่บรรจุภาชนะอย่างละเอียด เนื่องจากกฎหมายคุ้มครองผู้บริโภค การค้า นอกจากนี้ฉลากจะต้องแจ้งรายละเอียดการผลิต เช่น เป็นน้ำมันที่ผ่านกรรมวิธี หมายถึงการผ่านการกำจัดกรด กลิ่นรส สิ่งที่เจือปนอื่นๆ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็น

- สังเกตสี น้ำมันที่ดีต้องใส สีอ่อนแสดงว่ามีคุณภาพดีผลิตจากเมล็ดที่เก็บเกี่ยวมาใหม่

3.3) การเก็บรักษาน้ำมันพืช การเก็บน้ำมันให้เก็บไว้ในที่โปร่ง ไกลจากความร้อนและแสงแดด ถ้าเป็นน้ำมันที่เจียวเองเช่น น้ำมันหมู ควรเก็บไว้ในภาชนะทึบแสง และมีฝาปิด

4) เกลือ (Salt) เกลือเป็นเครื่องปรุงรสเค็ม ใช้เกลือในการปรุงอาหาร และถนอมอาหาร เกลือที่ใช้ปรุงอาหารมีสูตรทางเคมีคือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกลือที่บริสุทธิ์จะมีลักษณะสีขาวเป็นผลึกเป็นแบบลูกบาศก์เกลือมีคุณสมบัติในการดูดความชื้นเกลือที่ใช้บริโภคมาจาก 2 แหล่งคือ เกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์

4.1) หน้าที่ของเกลือ

- ทำให้อาหารมีรสดี
- เน้นกลิ่นรสของส่วนผสมอื่นๆ ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรส
- ขจัดรสชาติที่ไม่ต้องการในอาหาร

เค็มของเกลือ

4.2) ลักษณะที่ดีของเกลือ

- ละลายน้ำได้ดี
- น้ำเกลือควรใสสะอาด ถ้าขุ่นแสดงว่ามีสิ่งที่ไม่บริสุทธิ์เจือปนอยู่
- ไม่ควรเป็นก้อน
- ควรเป็นเกลือบริสุทธิ์
- ไม่มีรสขมหรือรสเพื่อน (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

5) แอมโมเนียแอมโมเนีย เป็นสารให้ความกรอบนิยมนำใส่ในปาท่องโก๋ โดยทั่วไปเรียก เฉาก้า หรือ เบคกิ้งแอมโมเนีย (Baking Ammonia) หรือ แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต (Ammonium Bicarbonate)

5.1) ลักษณะทางกายภาพ มีลักษณะเป็นผงผลึกสีขาว มีกลิ่นของแอมโมเนียเล็กน้อย และสามารถละลายน้ำได้ (ละลายได้ประมาณ 17.4% ในน้ำสะอาดอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) แต่ไม่ละลายในอะซิโตนและแอลกอฮอล์ มีฤทธิ์เป็นกลาง pH ประมาณ 7.8

5.2) คุณสมบัติของแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต (Ammonium Bicarbonate) จัดเป็น สารเติมแต่งในอาหารที่ทำให้คุณสมบัติขึ้นฟูเป็นหลัก (Raising agent) และให้คุณสมบัติด้านความกรอบร่วมด้วย (Leavening agent) ทั้งยังมีคุณสมบัติในการฆ่าแบคทีเรียได้ นิยมใช้ในอาหารที่ทำจากแป้งจำพวก ซาลาเปา ปาท่องโก๋ สารชนิดนี้จะสลายตัวเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 36-60 องศาเซลเซียส โดยเมื่อสลายตัวจะให้แก๊ส 3 ชนิด คือ คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และไอน้ำ กลไกการทำงานไม่ได้ต่างจากผงฟู หรือยีสต์เลย กลไกของความกรอบคือเมื่อเรานวดแป้งและใช้สารเหล่านี้แล้ว จะ

เกิดการให้ก๊าซซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซแอมโมเนีย เมื่อโดแป้งสามารถกักเก็บก๊าซเป็นฟองอากาศอยู่ภายในตัวขนมปังได้ระดับหนึ่ง จะทำให้เกิดโพรงอากาศที่ผิวชั้นนอกของตัวก้อนโด (Dough) และเมื่อผ่านการทอดโดยให้ความร้อนจนสุกเหลือง แป้งจึงกรอบ แต่ถ้าหากใช้ปริมาณมากอาจทำให้กลิ่นของแก๊สแอมโมเนียจะคงเหลืออยู่ ซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะตัวของอาหารนั้น

5.3) การเลือกซื้อ ควรซื้อแอมโมเนียที่แห้ง ห่อบรรจุมิดชิด และมีปริมาณบรรจุน้อย เพื่อจะได้นำไปใช้ให้หมดในเวลาอันสั้น เนื่องจากแอมโมเนียมีคุณสมบัติดูดความชื้นจากอากาศได้ง่าย และระเหยเป็นก๊าซไปเรื่อย ๆ ทำให้แอมโมเนียเสื่อมคุณภาพได้ (วิกิพีเดีย, 2553)

6) ไข่ ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของไข่ได้แก่ น้ำ โปรตีน ไขมัน และเกลือแร่ซึ่งมีปริมาณและสัดส่วนแตกต่างกันในไข่ขาว ไข่แดง และในส่วนประกอบอื่นๆของไข่

6.1) ส่วนประกอบของไข่

- ไข่แดงมีส่วนประกอบทางเคมีซึ่งซับซ้อนกว่าส่วนอื่นๆ ของไข่ ส่วนประกอบของไข่แดงส่วนใหญ่จะเป็นไขมัน รองลงมาจะเป็น โปรตีนและเกลือแร่ตามลำดับส่วนคาร์โบไฮเดรตนั้นมีน้อยมาก นอกจากนี้ยังมีรงควัตถุต่างๆรวมทั้งวิตามินอยู่ด้วย

- โปรตีนที่สำคัญในไข่แดง ได้แก่ ไวเทลลิน (Vitellin) ซึ่งเป็นไลโปโปรตีนเชิงซ้อนจึงมักเรียกว่า ไลโปไวเทลลิน แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ แอลฟาไวเทลลิน และเบต้าไวเทลลิน โปรตีนอื่นที่พบและสำคัญ ได้แก่ ฟอสโฟวิติน (Phosvitin) ซึ่งมีฟอสฟอรัสประกอบอยู่ด้วยมากกับไลเวติน (Livetin) ซึ่งมีกำมะถันประกอบอยู่ด้วยมากเช่นกันและเป็นประโยชน์ต่อร่างกายอย่างยิ่ง

- ไขมันในไข่แดง ประกอบด้วย ไตรกรีเซอไรด์ ฟอสโฟไลปิด และไลโปโปรตีน ซึ่งเป็นสารเชิงซ้อนระหว่างฟอสโฟไลปิดกับฟอสโฟไลปิด และ ฟอสโฟไลปิดที่สำคัญในไข่แดงได้แก่ เลคซิธิน หรือฟอสฟาติดีล โคลินซึ่งเป็นสารสำคัญที่ทำให้ไข่มีคุณสมบัติในการเกิดอิมัลชันได้ มีฟอสฟาติดีลเอทานอลามีน และฟอสฟาติดีลลามีนอยู่บ้าง ไขมันที่สำคัญอีกตัวหนึ่งคือ โคลเลสเตอรอล พบในชั้นของไข่แดงสีเข้มมากกว่าในชั้นของไข่แดงสีอ่อนเป็นสารที่มีความสำคัญทางโภชนาการอย่างยิ่ง กรดไขมันที่ได้พบมีมีในไตรกรีเซอไรด์ของไข่แดงได้แก่ กรดโอเลอิก กรดปาล์มิติก กรดสเตียริก และกรดไลโนเลอิก

- คาร์โบไฮเดรตในไข่แดงมีน้อย และรวมตัวอยู่กับโปรตีนเป็นไกลโคโปรตีนซึ่งขณะนี้ยังไม่ทราบบทบาท และความสำคัญต่อไข่แดงอย่างแน่ชัด อาจเป็นไปได้ว่าคาร์โบไฮเดรตที่มี

ใน ไขมันรวมตัวเป็นสารเชิงซ้อนกับโปรตีนในไขมันชนิดต่างๆ แต่อาจทำให้ไขมันจากสัตว์บางชนิด แข็งตัวได้มากน้อยต่างกันเมื่อได้รับความร้อน

- รงควัตถุในไขมันแดงนั้นนอกจากแคโรทีนอยด์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแซนโทฟิล ได้มาจากอาหารที่สัตว์บริโภค ฉะนั้นไขมันที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างกันสีของไขมันจะต่างกันด้วย

7) กะทิ เป็นส่วนประกอบในการทำอาหาร มีลักษณะเป็นน้ำสีขาวข้นคล้ายนม ได้มาจากการคั้นน้ำจากเนื้อมะพร้าวแก่ สีและรสชาติที่เข้มข้นของกะทิมาจากน้ำมันมะพร้าวและน้ำตาลมะพร้าวที่อยู่ในเนื้อมะพร้าว โดยมีรสชาติมันและหวาน

7.1) การทำกะทิ ได้มาจากการนำเนื้อมะพร้าวที่ขูดแล้ว มาใส่น้ำอุ่นเล็กน้อยให้พอชุ่ม เคล้าให้ทั่ว และคั้นส่วนผสมผ่านกระชอนหรือผ้าขาวบาง น้ำกะทิที่ได้ในครั้งแรกนี้เรียกว่าหัวกะทิ น้ำกะทิที่ได้จากการคั้นครั้งที่สองหรือสามเรียกว่าหางกะทิ หัวกะทิจะเข้มข้นกว่าหาง และเป็นส่วนผสมหลักในการทำอาหาร

8) น้ำ เป็นสารประกอบที่มีอยู่ในอาหารตามธรรมชาติทั่วไป ในผัก และผลไม้มีน้ำอยู่ในองค์ประกอบโดยประมาณ 90% ขึ้นไปเนื้อสัตว์มีน้ำอยู่ร้อยละ 60 แม้แต่ในร่างกายมนุษย์ก็ยังประกอบด้วยน้ำถึงร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ดังนั้นน้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์มาก ซึ่งถ้ามนุษย์ไม่ได้รับน้ำเข้าสู่ร่างกายภายใน 2-3 วัน ก็อาจทำให้ตายได้

โมเลกุลของน้ำประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอมต่อกับออกซิเจนหนึ่งอะตอม (H_2O) ที่ต่อกันแบบไม่เป็นเส้นตรงมีลักษณะที่มีขั้วบวก และขั้วลบซึ่งสามารถดึงดูดสารอื่นให้เป็นสารละลายได้ดีจึงมีคุณสมบัติทางกายภาพเคมี และชีวเคมีที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เป็นตัวทำละลายที่ดีมีจุดหลอมเหลว และจุดเดือดสูงกว่าของเหลวอื่นที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างๆ กัน เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาชีวเคมีที่สำคัญและเป็นตัวในระบบชีวเคมีของร่างกายที่ดี (อรอนงค์, 2547)

9) การทอด (Frying) การทอด หมายถึง การทำอาหารให้สุกโดยการนำชิ้นอาหารไปใส่ลงในน้ำมันขณะที่น้ำมันร้อน ผิวนอกของอาหารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำที่เป็นส่วนประกอบหลักในการระเหยกลายเป็นไอ ผิวนอกของอาหารจะแห้งซึ่งมีลักษณะคล้ายการอบหรือการย่าง การระเหยของน้ำจะค่อยๆ เคลื่อนที่เข้าไปด้านในของชิ้นอาหารทำให้ผิวนอกมีลักษณะเป็นเปลือกแห้งแข็งหุ้มชิ้นอาหารนั้นไว้

9.1) ระยะเวลาที่ทอดอาหารขึ้นอยู่กับ ชนิดของอาหาร อุณหภูมิของน้ำมัน วิธีการทอด ใช้น้ำมันน้อยหรือใช้น้ำมันมาก และความหนาของชิ้นอาหาร

การทอดในทางการค้ามี 2 แบบแตกต่างกันคือ การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย และการทอดโดยใช้น้ำมันมาก ซึ่งมีการถ่ายเทความร้อนแตกต่างกัน

- การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย วิธีนี้ใช้กับอาหารที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมาก เช่น เบคอน ไช้ ความร้อนจะถ่ายเทไปยังอาหารโดยการนำจากผิวของกระทะที่ร้อนไปยังน้ำมัน ความหนาของชิ้นน้ำมันจะไม่สม่ำเสมอ และจะแปรตามความไม่สม่ำเสมอของผิวนอกชิ้นอาหาร นอกจากนี้ยังไม่มีฟองของไอน้ำที่เกิดขึ้นขณะทอดด้วย ซึ่งจะดันผิวนอกของชิ้นอาหารให้ลอยขึ้นเหนือผิวของกระทะที่ร้อน ทำให้อุณหภูมิขณะทอดผันแปรได้ ชิ้นอาหารที่ทอดจะเกิดสีน้ำตาลไม่สม่ำเสมอ

- การทอดโดยใช้น้ำมันมาก การทอดอาหารโดยใช้น้ำมันมากจะทำให้การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นทั้งการนำโดยน้ำมันและการพาเข้าไปภายในชิ้นอาหาร ผิวนอกของอาหารทั้งชิ้นได้รับความร้อนสม่ำเสมอทั่วกัน ทำให้มีสีสม่ำเสมอ การทอดวิธีนี้ใช้ได้กับอาหารทุกชนิด แต่ถ้าชิ้นอาหารมีรูปร่างที่ไม่สม่ำเสมอ จะต้องใช้น้ำมันในการทอดเพิ่มมากขึ้น การทอดด้วยวิธีนี้น้ำมันจะต้องร้อนและท่วมอาหารอุณหภูมิของน้ำมันที่ทอดควรอยู่ระหว่าง 175-190 องศาเซลเซียส

9. 2) ผลของการทอดต่ออาหาร น้ำมันที่ใช้ทอดอาหารทำหน้าที่เป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน ผลกระทบต่อการทอดต่ออาหารขึ้นอยู่กับชนิด และคุณสมบัติของน้ำมันที่ใช้ คุณภาพของอาหารและผลของความร้อนต่ออาหารที่ทอด

9.3) หลักและเทคนิคในการประกอบอาหารทอด

- น้ำมันจะร้อนขึ้นเรื่อยๆ ถ้าไม่ใส่อาหารลงทอด
- ควรใส่อาหารทีละน้อย เพื่อให้ไม่ให้อุณหภูมิตกลงมาก
- ควรใช้ภาชนะปากแคบ ขอบตรง เพื่อให้พื้นผิวถูกอากาศน้อย
- การทอดอาหารที่มีน้ำหนัก ควรใส่อาหารพร้อมกันเพื่อให้อาหารทุกชิ้นได้รับความร้อนเท่ากันและสุกพร้อมกัน

9.4) ปัจจัยที่ทำให้อาหารอมน้ำมัน

- เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ การใช้อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน อาหารจะอมน้ำมันมาก ควรใช้ภาชนะที่เป็นโลหะหนัก ซึ่งเป็นตัวนำความร้อนที่ดีจะช่วยให้อุณหภูมิต่ำ และไม่ควรรี้อาหารลงทอดมากๆ เพราะจะทำให้อุณหภูมิต่ำลงมาก อาหารจะอมน้ำมันมาก

- พื้นที่ผิวของอาหารที่สัมผัสน้ำมัน อาหารที่ชิ้นใหญ่พื้นที่ผิวขรุขระจะอมน้ำมันมากกว่าอาหารชิ้นเล็กผิวเรียบ เพราะมีพื้นที่ผิวที่สัมผัสน้ำมันมากกว่า

- จุดเป็นควันของน้ำมัน น้ำมันที่เป็นจุดของน้ำมันต่ำจะทำให้อาหารอมน้ำมันได้มาก



บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

1. วิธีการดำเนินการวิจัย

1.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้าว ข้าวสังข์หยด และขนมไทยประเภทที่ใช้แป้งข้าวเป็นหลักในส่วนประกอบ

1.2 เตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1.3 ศึกษาสูตรพื้นฐานของการทำผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว

โดยการทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาสูตรพื้นฐาน เพื่อหาสูตรที่ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุดมาใช้ในการทดลองขั้นต่อไป โดยนำสูตรขนมเกลียวจำนวน 3 สูตร มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 –Point Hedonic Scale) ใช้กลุ่มตัวอย่างในการชิมจำนวน 30 คน เป็นอาจารย์สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 20 คน บุคคลทั่วไป ที่อยู่ในย่านชุมชนวัดเทวราชกุญชรจำนวน 10 คน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

ตารางที่ 2 แสดงสูตรพื้นฐานขนมเกลียวจำนวน 3 สูตร

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1 น้ำหนัก (กรัม)	สูตรที่ 2 น้ำหนัก (กรัม)	สูตรที่ 3 น้ำหนัก (กรัม)
แป้งข้าวเจ้า	300	100	500
แป้งสาลี	100	50	-
หัวกะทิ	400	80	500
ไข่แดง	-	50	-
แอมโมเนีย	10	10	-
น้ำมันสำหรับทอดขนม	1,000	1,000	1,200
น้ำเชื่อมสำหรับเคล้าขนม			
น้ำตาลทราย	400	50	500
เกลือป่น	10	5	10
น้ำ	100	45	500

ที่มา : สูตรที่ 1 ปานทิพย์, 2553

: สูตรที่ 2 pantown, 2553 (ออนไลน์)

: สูตรที่ 3 กรุนิด, 2553

1.4 ศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว

ในการทดลองได้นำสูตรที่ผ่านการคัดเลือกมาทำการศึกษายปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้า ในการทำขนมเกลียวในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับคือ 50% 75% และ 100% ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ให้ผู้ชิมจำนวน 30 คน เป็นอาจารย์และนักศึกษสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 20 คน และบุคคลทั่วไปที่อยู่ในย่านชุมชนวัดเทวราชกุญชรจำนวน 10 คน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

1.5 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเกลียวโดยใช้ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

2. สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสูตรพื้นฐานมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม

2.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษายปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในการทำขนมเกลียวข้าวสังข์หยด มาหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ Least Significant Difference, LSD

3. สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการอาหาร 512 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตารางที่ 3. ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินการวิจัยตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2554 – 30 กันยายน 2555

แผนการดำเนินงาน	ปีงบประมาณ 2554			ปีงบประมาณ 2555								
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1.ศึกษาและรวบรวมข้อมูล	←→											
2.เตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์		←→										
3.ศึกษาและทดลอง				←→								
4.วิเคราะห์ผล						←→						
5.สรุปผลและจัดทำรายงาน								←→				
6.เผยแพร่										←→		

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการทดลองจากการศึกษาการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว มีดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมเกลียว ผลแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเกลียวสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	สูตรพื้นฐาน (\bar{x})		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
สี	7.90	7.33	6.90
กลิ่น	7.60	7.27	6.27
รสชาติ	8.02	7.20	7.10
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.85	7.03	6.90
ความชอบโดยรวม	8.15	7.30	6.77

จากตารางที่ 3 พบว่า ขนมเกลียวสูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับมากที่สุดในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม ได้คะแนนเฉลี่ย 7.90 7.60 8.02 7.85 และ 8.15 จึงคัดเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรพื้นฐานในการทดลองต่อไป

2. ผลการศึกษาการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 5 แสดงอัตราส่วนของการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว

วัตถุดิบ	สูตรที่ทดแทน 50:50 (กรัม)	สูตรที่ทดแทน 75:25 น้ำหนัก (กรัม)	สูตรที่ทดแทน 100 น้ำหนัก (กรัม)
แป้งข้าวเจ้า	150	75	0
แป้งข้าวสังข์หยด	150	225	300
แป้งสาลี	100	100	100
หัวกะทิ	400	400	400
ไข่แดง	-	-	-
แอมโมเนีย	10	10	10
น้ำมันสำหรับทอดขนม	1,000	1,000	1,000
น้ำเชื่อมสำหรับเคล้าขนม			
น้ำตาลทราย	400	400	400
เกลือป่น	10	10	10
น้ำ	100	100	100

ตารางที่ 6 แสดงลักษณะของขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า 3 ระดับ

สูตรที่	คุณภาพประสาทสัมผัส
1 (50:50)	ลักษณะขนมมีความคงตัว สีแดงอมน้ำตาล มีกลิ่นหอม รสหวาน เนื้อขนมกรอบ
2 (75:25)	ลักษณะขนมมีความคงตัว สีแดงอมน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นหอม รสหวาน เนื้อขนมกรอบแข็ง
3 (100)	ลักษณะขนมมีความคงตัว สีแดงอมน้ำตาลเข้มมาก มีกลิ่นหอม รสหวาน เนื้อขนมกรอบและแข็งมาก

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า ในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแปรปรวน		
	สูตรที่ 1 (50:50)	สูตรที่ (75:25)	สูตรที่ 3 (100)
สี	8.20 ^a	7.42 ^b	6.98 ^c
กลิ่น	7.97 ^b	7.63 ^b	7.18 ^c
รสชาติ	8.28 ^a	7.60 ^b	7.18 ^c
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	8.33 ^a	7.60 ^b	7.00 ^c
ความชอบโดยรวม	8.32 ^a	7.55 ^b	7.12 ^c

จากตารางที่ 7 พบว่าผู้ชิมให้การยอมรับการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่อัตราส่วน 50:50 มีค่าเฉลี่ยด้านสี 8.20 กลิ่น 7.97 รสชาติ 8.28 เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) 7.60 และความชอบโดยรวม 8.32 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเกลียวสูตรพื้นฐานและขนมเกลียวสูตรที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 8 แสดงผลการศึกษาค่าทางโภชนาการ

องค์ประกอบ	ขนมเกลียวสูตรพื้นฐานแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์	ขนมเกลียวสูตรที่ใช้แป้งข้าวสังข์ หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า 50:50
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	2,785.00	2,786.80
โปรตีน (กรัม)	45.45	144.11
ไขมัน (กรัม)	140.02	26.57
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	87.10	313.90
ใยอาหาร (กรัม)	13.41	21.47
วิตามินบีหนึ่ง (มิลลิกรัม)	0.04	2.05
วิตามินบีสอง (มิลลิกรัม)	0.62	2.00

หมายเหตุ - จำนวนโดยใช้ตารางของอาหารไทยในส่วนของกินได้ 100 กรัม ของกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

จากตารางที่ 8 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการพบว่าส่วนที่เพิ่มขึ้นมีดังนี้ พลังงานเพิ่มขึ้น 1.80 กิโลแคลอรี โปรตีน 98.66 กรัม คาร์โบไฮเดรต 226.80 กรัม ไขมัน 8.10 กรัม วิตามินบีหนึ่ง 2.00 มิลลิกรัม และวิตามินบีสอง 1.38 มิลลิกรัม ส่วนที่ลดลง คือ ไขมัน



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผล

1.1 จากการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมเกลียว ทั้ง 3 สูตร นำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส สรุปได้ว่าขนมเกลียวสูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมโดยคะแนนเฉลี่ย 7.90 7.60 8.02 7.85 และ 8.15 ตามลำดับ

1.2 จากการศึกษาปริมาณการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า 3 ระดับ ในปริมาณ 50% 75% และ 100% ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า สรุปได้ว่าปริมาณที่เหมาะสมของแป้งข้าวสังข์หยดที่ระดับ 50% ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุดในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม โดยได้คะแนนเฉลี่ย 8.20 7.97 8.28 8.33 และ 8.32 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.3 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการสรุปได้ว่าส่วนที่เพิ่มขึ้นมีดังนี้ พลังงานเพิ่มขึ้น 1.80 กิโลแคลอรี โปรตีน 98.66 กรัม คาร์โบไฮเดรต 226.80 กรัม ใยอาหาร 8.10 กรัม วิตามินบีหนึ่ง 2.00 มิลลิกรัม และวิตามินบีสอง 1.38 มิลลิกรัม ส่วนที่ลดลง คือ ไขมัน

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 ควรศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

2.2 สามารถนำแป้งข้าวสังข์หยด ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ เช่น นำมาใส่ในผลิตภัณฑ์ขนมไทย ประเภทต่างๆ ใส่ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

บรรณานุกรม

- กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2544. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของ อาหารไทย. สำนักพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก. นนทบุรี.
- จิตรณา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. ผลิตภัณฑ์ขนมอบในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- นิธิยา แก้วศรีจันทร์. 2544. อุตสาหกรรมการเกษตร. ฟีนนี่พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.
- ปานทิพย์ ผดุงศิลป์. 2554. การใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยฟู. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ.
- ผ่องพันธุ์ มณีรัตน์. 2542. ข้าวกับวิถีชีวิตไทย. โรงพิมพ์การศาสนากรุงเทพฯ.
- พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. 2525. ความรู้เกี่ยวกับข้าว.
- วิกิพีเดีย. 2553. แอมโมเนีย. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก th.wikipedia.org/wiki
- ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง. 2553. ข้าวสังข์หยด. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก [http://www.royal.sipa.or .th](http://www.royal.sipa.or.th). Phatthalung Rice Research Center.
- สงกรานต์ จิตรากร. 2544. ศูนย์พันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติเกี่ยวกับข้าวไทย. กรุงเทพฯ.
- อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูลผลกุล. 2544. หลักการประกอบอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- หน่วยวิจัยอาหารท้องถิ่นภาคใต้ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ. 2553. การแปรรูปข้าวสังข์หยด. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก www.tsufood.rdi.tsu.ac.th

ชุดที่.....

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมหกเลียว (สูตรพื้นฐาน)

วันที่ชิม.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบทดสอบ

คณะผู้วิจัย

ชุดที่.....

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมหกเลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า

วันที่ชิม.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบทดสอบ

คณะผู้วิจัย

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวข้าวสังข์หยดพัทลุง

ตอนที่ 1

1. เพศ

เพศหญิง

เพศชาย

2. อายุ

ระหว่าง 18-25 ปี ระหว่าง 26-33 ปี ระหว่าง 34-41 ปี 42 ปีขึ้นไป

3. การศึกษา

ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี ระดับปริญญาตรี สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

นักศึกษา/นักเรียน ธุรกิจส่วนตัว รับราชการ

ตอนที่ 2 กรุณาทำ ตามความพึงพอใจของท่านที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวข้าวสังข์หยด

ลำดับ ที่	ความพึงพอใจที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ขนมเกลียวข้าว สังข์หยดในด้านต่างๆ	4	3	2	1	หมายเหตุ
1.	ด้านรูปแบบ					
2.	ด้านความเหมาะสมกับลักษณะขนม					
3.	ด้านความสวยงาม					
4.	ความแข็งแรงคงทน					
5.	ด้านความสะดวกสบายในการพกพา					
	คะแนนรวม					

ขอขอบคุณที่กรุณาตอบแบบสอบถาม

คณะผู้วิจัย

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ



ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ทางสถิติในด้านสี ของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์
หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
1	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
2	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
3	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
4	8(64)	7(49)	7(49)	22(484)
5	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
6	8(64)	7(49)	6(36)	21(441)
7	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
8	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
9	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
10	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
11	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
12	9(81)	9(81)	8(64)	26(676)
13	9(81)	7(49)	8(64)	24(576)
14	8(64)	7(49)	8(64)	23(529)
15	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
16	8(64)	7(49)	6(36)	21(441)
17	8(64)	9(81)	7(49)	24(576)
18	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
19	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
20	8(64)	7(49)	7(49)	22(484)
21	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
22	7(49)	7(49)	7(49)	21(441)
23	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
24	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
25	9(81)	7(49)	8(64)	24(576)
26	9(81)	6(36)	8(64)	23(529)
27	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
28	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
29	7(49)	7(49)	7(49)	21(441)
30	7(49)	7(49)	7(49)	21(441)
31	6(36)	7(49)	5(25)	18(324)
32	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
33	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
34	7(49)	6(36)	7(49)	20(400)
35	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
36	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
37	6(36)	5(25)	6(36)	17(289)
38	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
39	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
40	8(64)	9(81)	8(64)	25(625)
41	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
42	8(64)	6(36)	6(36)	20(400)
43	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
44	6(36)	7(49)	6(36)	19(361)
45	9(81)	6(36)	6(36)	21(441)
46	8(64)	7(49)	9(81)	24(576)
47	9(81)	7(49)	6(36)	22(484)
48	8(64)	7(49)	6(36)	21(441)
49	8(64)	7(49)	6(36)	21(441)
50	7(49)	6(36)	6(36)	19(361)
51	9(81)	8(64)	6(36)	23(529)
52	7(49)	7(49)	7(49)	21(441)
53	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
54	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
55	7(49)	6(36)	7(49)	20(400)
56	6(36)	6(36)	6(36)	18(324)
57	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
58	6(36)	3(9)	5(25)	14(196)
59	9(81)	9(81)	7(49)	25(625)
60	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
$\sum T_1$	492(4,088) 242,064	445(3,363) 198,025	419(2,963) 175,561	$\sum Y_{ij}=1,356$ (30,956)
\bar{x}	8.20	7.42	6.98	

การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านสี

$$t = 3, b = 60$$

$$df \text{ Total} = (t \times b) - 1 = (3 \times 60) - 1 = 179$$

$$df \text{ Treatment} = t - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$df \text{ Block} = b - 1 = 60 - 1 = 59$$

$$df \text{ Error} = df \text{ Total} - df \text{ Treatment} - df \text{ Block} = 179 - 2 - 59 = 118$$

$$CF = \frac{(\sum Y_{ij})^2}{tb} = \frac{(1,356)^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}}$$

$$= \frac{(1,356)^2}{(3 \times 60)} = 10,215.20$$

$$Total \text{ SS} = (\sum T_1)^2 - CF = (9^2 + 8^2 + 7^2 + \dots + 8^2 + 7^2) - 10,215.20$$

$$= (4,088 + 3,363 + 2,963) - 10,215.20$$

$$= (10,414 - 10,215.20) = 198.80$$

$$SST = \frac{(T^2 + T^2 + T^2)}{b} - CF = \frac{(492^2 + 445^2 + 419^2)}{60} - 10,215.20$$

$$= \frac{(242,064 + 198,025 + 175,561)}{60} - 10,215.20$$

$$= (615,650 / 60) - 10,215.20 = 45.63$$

$$SSB = \frac{(B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_{60}^2)}{t} - CF = \frac{(24^2 + 24^2 + 24^2 + \dots + 23^2)}{3} - 10,215.20$$

$$= (30,956 / 3) - 10,215.20 = 103.47$$

$$SSE = Total \text{ SS} - SST - SSB = 198.80 - 48.84 - 103.47 = 49.70$$

$$MST = SST / (t - 1) = 45.63 / (3 - 1) = 22.82$$

$$\begin{aligned} \text{MSB} &= \text{SSB} / (b - 1) = 103.47 / (60 - 1) = 1.75 \\ \text{MSE} &= \text{SSE} / (t - 1) \times (b - 1) = 49.70 / (3 - 1) \times (60 - 1) = 0.42 \\ F_{\text{Ratio}} &= \text{MST} / \text{MSE} = 22.82 / 0.42 = 54.33 \\ &= \text{MSB} / \text{MSE} = 1.75 / 0.42 = 4.17 \\ F_{\text{table}} &= F_{2*118}(\alpha = 0.05) = 3.07 \\ &= F_{59*118}(\alpha = 0.05) = 1.43 \end{aligned}$$

ตารางภาคผนวกที่ 2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส
ด้านสี ของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าทั้ง 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	2	45.63	22.82	54.33*
Block	59	103.47	1.75	4.17*
Error	118	49.70	0.42	
Total	179	198.80		

หมายเหตุ เครื่องหมาย * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
เครื่องหมาย ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การเปรียบเทียบความแตกต่างแบบ Least Significant Difference

$$\begin{aligned} \text{จากการวิเคราะห์ค่า} \quad \text{MSE} &= 0.42 \\ \text{df (Error)} &= 118 \\ \text{t(Table)}_{(\alpha = 0.05)} &= 1.980 \\ \text{LSD} &= t_{(\alpha = 0.05)} \times \sqrt{2\text{MSE}/n} \\ &= 1.980 \times \sqrt{2(0.42)/60} \\ &= 0.23 \end{aligned}$$

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยของสูตรทั้งหมดจากมากไปหาน้อย

สูตรทดแทน 50 %	สูตรทดแทน 75 %	สูตรทดแทน 100 %
8.20	7.42	6.98

เปรียบเทียบ

8.20 – 7.42	= 0.78 > 0.23	แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
8.20 – 6.98	= 1.22 > 0.23	แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
7.42 – 6.98	= 0.44 > 0.23	แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป	สูตรทดแทน 50 %	สูตรทดแทน 75 %	สูตรทดแทน 100%
	8.20 ^a	7.42 ^b	6.98 ^c



ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ทางสถิติในด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์
หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
1	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
2	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
3	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
4	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
5	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
6	8(64)	7(49)	6(36)	21(441)
7	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
8	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
9	8(64)	9(81)	9(81)	26(676)
10	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
11	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
12	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
13	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
14	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
15	8(64)	8(64)	9(81)	25(625)
16	9(81)	8(64)	6(36)	23(529)
17	9(81)	7(49)	6(36)	22(484)
18	5(25)	8(64)	8(64)	21(441)
19	9(81)	7(49)	6(36)	22(484)
20	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
21	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
22	8(64)	9(81)	7(49)	24(576)
23	7(49)	8(64)	9(81)	24(576)
24	7(49)	8(64)	9(81)	24(576)
25	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
26	8(64)	9(81)	8(64)	25(625)
27	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
28	7(49)	8(64)	6(36)	21(441)
29	8(64)	7(49)	7(49)	22(484)
30	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
31	6(36)	7(49)	5(25)	18(324)
32	8(64)	7(49)	7(49)	22(484)
33	9(81)	7(49)	7(49)	23(529)
34	7(49)	7(49)	6(36)	20(400)
35	9(81)	7(49)	8(64)	24(576)
36	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
37	5(25)	8(64)	7(49)	20(400)
38	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
39	8(64)	9(81)	9(81)	26(676)
40	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
41	7(49)	8(64)	9(81)	24(576)
42	7(49)	7(49)	6(36)	20(400)
43	7(49)	8(64)	9(81)	24(576)
44	4(16)	6(36)	4(16)	14(196)
45	8(64)	6(36)	6(36)	20(400)
46	8(64)	7(49)	9(81)	24(576)
47	9(81)	7(49)	6(36)	22(484)
48	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
49	9(81)	7(49)	6(36)	22(484)
50	8(64)	6(36)	6(36)	20(400)
51	7(49)	8(64)	9(81)	24(576)
52	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
53	7(49)	8(64)	9(81)	24(576)
54	7(49)	8(64)	7(49)	22(484)

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
55	8(64)	7(49)	7(49)	22(484)
56	7(49)	6(36)	6(36)	19(361)
57	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
58	6(36)	4(16)	6(36)	16(256)
59	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
60	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
$\sum T_1$	478(3,884) 228,484	458(3,538) 209,764	431(3,169) 185,761	$\sum Y_{ij}=1,367$ (31,441)
\bar{x}	7.97	7.63	7.18	

การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านกลิ่น

$$t = 3, b = 60$$

$$df \text{ Total} = (t \times b) - 1 = (3 \times 60) - 1 = 179$$

$$df \text{ Treatment} = t - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$df \text{ Block} = b - 1 = 60 - 1 = 59$$

$$df \text{ Error} = df \text{ Total} - df \text{ Treatment} - df \text{ Block} = 179 - 2 - 59 = 118$$

$$CF = \frac{(\sum Y_{ij})^2}{tb} = \frac{(1,367)^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}}$$

$$= \frac{(1,367)^2}{(3 \times 60)} = 10,381.61$$

$$Total \text{ SS} = (\sum T_1)^2 - CF = (9^2 + 8^2 + 7^2 + \dots + 8^2 + 8^2) - 10,381.61$$

$$= (3,884 + 3,538 + 3,169) - 10,381.61$$

$$= (10,591 - 10,381.61) = 209.39$$

$$SST = \frac{(T^2 + T^2 + T^2)}{b} - CF = \frac{(478^2 + 458^2 + 431^2)}{60} - 10,381.61$$

$$= \frac{(228,484 + 209,764 + 185,761)}{60} - 10,381.61$$

$$= \frac{(624,009)}{60} - 10,381.61 = 18.54$$

$$SSB = \frac{(B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_{60}^2)}{t} - CF = \frac{(24^2 + 24^2 + 24^2 + \dots + 24^2)}{3} - 10,381.61$$

$$= \frac{(31,441)}{3} - 10,381.61 = 98.72$$

$$SSE = Total \text{ SS} - SST - SSB = 209.39 - 18.54 - 98.72 = 92.13$$

$$MST = SST / (t - 1) = 18.54 / (3 - 1) = 9.27$$

$$\begin{aligned} \text{MSB} &= \text{SSB} / (b - 1) = 98.72 / (60 - 1) = 1.67 \\ \text{MSE} &= \text{SSE} / (t - 1) \times (b - 1) = 92.13 / (3 - 1) \times (60 - 1) = 0.78 \\ F_{\text{Ratio}} &= \text{MST} / \text{MSE} = 9.27 / 0.78 = 11.88 \\ &= \text{MSB} / \text{MSE} = 1.67 / 0.78 = 2.14 \\ F_{\text{table}} &= F_{2*118}(\alpha = 0.05) = 3.07 \\ &= F_{59*118}(\alpha = 0.05) = 1.43 \end{aligned}$$

ตารางภาคผนวกที่ 4 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส
ด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า ทั้ง 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	2	18.54	9.27	11.88*
Block	59	98.72	1.67	2.14*
Error	118	92.13	0.78	
Total	179	209.39		

หมายเหตุ เครื่องหมาย * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
เครื่องหมาย ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การเปรียบเทียบความแตกต่างแบบ Least Significant Difference

$$\begin{aligned} \text{จากการวิเคราะห์ค่า} \quad \text{MSE} &= 0.78 \\ \text{df (Error)} &= 118 \\ \text{t(Table)} (\alpha = 0.05) &= 1.980 \\ \text{LSD} &= t_{(\alpha = 0.05)} \times \sqrt{2\text{MSE}/n} \\ &= 1.980 \times \sqrt{2(0.78)/60} \\ &= 0.32 \end{aligned}$$

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยของสูตรทั้งหมดจากมากไปหาน้อย

สูตรทดแทน 50 %	สูตรทดแทน 75 %	สูตรทดแทน 100%
7.97	7.63	7.18

เปรียบเทียบ

7.97 – 7.63	= 0.34 > 0.32	แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ
7.97 – 7.18	= 0.79 > 0.32	แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ
7.63 – 7.18	= 0.45 > 0.32	แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ

สรุป

สูตรทดแทน 50 %

7.97^a

สูตรทดแทน 75 %

7.63^b

สูตรทดแทน 100%

7.18^c



ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าว
สังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
1	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
2	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
3	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
4	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
5	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
6	8(64)	7(49)	6(36)	21(441)
7	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
8	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
9	9(81)	9(81)	9(81)	27(729)
10	9(81)	9(81)	8(64)	26(676)
11	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
12	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
13	8(64)	9(81)	7(49)	24(576)
14	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
15	9(81)	9(81)	9(81)	27(729)
16	9(81)	7(49)	8(64)	24(576)
17	8(64)	9(81)	9(81)	26(676)
18	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
19	9(81)	7(49)	6(36)	22(484)
20	9(81)	8(64)	6(36)	23(529)
21	8(64)	8(64)	6(36)	22(484)
22	7(49)	8(64)	9(81)	24(576)
23	9(81)	7(49)	9(81)	25(625)
24	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
25	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
26	9(81)	7(49)	7(49)	23(529)
27	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ)

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
28	8(64)	6(36)	7(49)	21(441)
29	6(36)	6(36)	6(36)	18(324)
30	7(49)	6(36)	6(36)	19(361)
31	8(64)	5(25)	6(36)	19(361)
32	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
33	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
34	7(49)	7(49)	7(49)	21(441)
35	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
36	9(81)	7(49)	7(49)	23(529)
37	9(81)	9(81)	7(49)	25(625)
38	8(64)	9(81)	8(64)	25(625)
39	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
40	9(81)	9(81)	8(64)	26(676)
41	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
42	7(49)	7(49)	8(64)	22(484)
43	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
44	6(36)	6(36)	4(16)	16(256)
45	4(16)	6(36)	7(49)	17(289)
46	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
47	9(81)	7(49)	6(36)	22(484)
48	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
49	7(49)	6(36)	6(36)	19(361)
50	7(49)	7(49)	6(36)	20(400)
51	9(81)	7(49)	7(49)	23(529)
52	8(64)	7(49)	8(64)	23(529)
53	9(81)	8(64)	6(36)	23(529)
54	8(64)	6(36)	8(64)	22(484)

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ)

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
55	8(64)	7(49)	7(49)	22(484)
56	6(36)	7(49)	7(49)	20(400)
57	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
58	6(36)	5(25)	5(25)	16(256)
59	9(81)	9(81)	8(64)	26(676)
60	9(81)	9(81)	8(64)	26(676)
$\sum T_1$	497(4,185) 247,009	456 (3,526) 207,936	431(3,155) 185,761	$\sum Y_{ij}=1,384$ (32,296)
\bar{x}	8.28	7.60	7.18	

การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านรสชาติ

$$t = 3, b = 60$$

$$df \text{ Total} = (t \times b) - 1 = (3 \times 60) - 1 = 179$$

$$df \text{ Treatment} = t - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$df \text{ Block} = b - 1 = 60 - 1 = 59$$

$$df \text{ Error} = df \text{ Total} - df \text{ Treatment} - df \text{ Block} = 179 - 2 - 59 = 118$$

$$CF = \frac{(\sum Y_{ij})^2}{tb} = \frac{(1,384)^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}}$$

$$= \frac{(1,384)^2}{(3 \times 60)} = 10,641.42$$

$$Total \text{ SS} = (\sum T_1)^2 - CF = (9^2 + 8^2 + 7^2 + \dots + 9^2 + 8^2) - 10,641.42$$

$$= (4,185 + 3,526 + 3,155) - 10,641.42$$

$$= (10,866 - 10,641.42) = 224.58$$

$$SST = \frac{(T^2 + T^2 + T^2)}{b} - CF = \frac{(492^2 + 446^2 + 416^2)}{60} - 10,641.42$$

$$= \frac{(247,009 + 207,936 + 185,761)}{60} - 10,641.42$$

$$= (640,706 / 60) - 10,641.42 = 37.01$$

$$SSB = \frac{(B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_{60}^2)}{t} - CF = \frac{(24^2 + 23^2 + 24^2 + \dots + 26^2)}{3} - 10,641.42$$

$$= (32,296 / 3) - 10,641.42 = 123.91$$

$$SSE = Total \text{ SS} - SST - SSB = 224.58 - 37.01 - 123.91 = 66.66$$

$$MST = SST / (t - 1) = 37.01 / (3 - 1) = 18.51$$

$$\begin{aligned} \text{MSB} &= \text{SSB} / (b - 1) = 123.91 / (60 - 1) = 2.10 \\ \text{MSE} &= \text{SSE} / (t - 1) \times (b - 1) = 66.66 / (3 - 1) \times (60 - 1) = 0.56 \\ F_{\text{Ratio}} &= \text{MST} / \text{MSE} = 18.51 / 0.56 = 33.05 \\ &= \text{MSB} / \text{MSE} = 2.10 / 0.56 = 3.75 \\ F_{\text{table}} &= F_{2*118}(\alpha = 0.05) = 3.07 \\ &= F_{59*118}(\alpha = 0.05) = 1.43 \end{aligned}$$

ตารางภาคผนวกที่ 6 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส
ด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าทั้ง 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	2	37.01	18.51	33.05*
Block	59	123.91	2.1	3.75*
Error	118	66.66	0.56	
Total	179	227.58		

หมายเหตุ เครื่องหมาย * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
เครื่องหมาย ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การเปรียบเทียบความแตกต่างแบบ Least Significant Difference

จากการวิเคราะห์ค่า	MSE	=	0.56
	df (Error)	=	118
	t(Table) ($\alpha = 0.05$)	=	1.980
LSD		=	$t_{(\alpha = 0.05)} \times \sqrt{2\text{MSE}/n}$
		=	$1.980 \times \sqrt{2(0.56)/60}$
		=	0.27

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยของสูตรทั้งหมดจากมากไปหาน้อย

สูตรทดแทน 50 %

8.28

สูตรทดแทน 75 %

7.60

สูตรทดแทน 100%

7.18

เปรียบเทียบ

$8.28 - 7.60$	$= 0.68 > 0.27$	แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ
$8.28 - 7.18$	$= 1.10 > 0.27$	แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ
$7.60 - 7.18$	$= 0.42 > 0.27$	แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ

สรุป

สูตรทดแทน 50 %	สูตรทดแทน 75 %	สูตรทดแทน 100%
8.28^a	7.60^b	7.18^c



ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ทางสถิติในด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
1	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
2	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
3	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
4	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
5	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
6	8(64)	7(49)	6(36)	21(441)
7	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
8	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
9	9(81)	8(64)	9(81)	26(676)
10	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
11	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
12	9(81)	9(81)	8(64)	26(676)
13	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
14	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
15	9(81)	9(81)	8(64)	26(676)
16	9(81)	8(64)	5(25)	22(484)
17	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
18	8(64)	6(36)	6(36)	20(400)
19	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
20	9(81)	7(49)	6(36)	22(484)
21	9(81)	8(64)	9(81)	26(676)
22	9(81)	7(49)	8(64)	24(576)
23	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
24	9(81)	8(64)	6(36)	23(529)
25	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
26	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
27	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)

ตารางภาคผนวกที่ 7 (ต่อ)

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
28	7(49)	9(81)	8(64)	24(576)
29	7(49)	6(36)	6(36)	19(361)
30	8(64)	6(36)	6(36)	20(400)
31	7(49)	7(49)	5(25)	19(361)
32	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
33	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
34	7(49)	8(64)	7(49)	22(484)
35	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
36	9(81)	9(81)	9(81)	27(729)
37	9(81)	6(36)	6(36)	21(441)
38	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
39	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
40	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
41	9(81)	8(64)	6(36)	23(529)
42	6(36)	6(36)	7(49)	19(361)
43	9(81)	8(64)	6(36)	23(529)
44	7(49)	4(16)	5(25)	16(256)
45	8(64)	6(36)	7(49)	21(441)
46	8(64)	8(64)	6(36)	22(484)
47	9(81)	7(49)	6(36)	22(484)
48	7(49)	8(64)	6(36)	21(441)
49	6(36)	7(49)	6(36)	19(361)
50	7(49)	7(49)	7(49)	21(441)
51	9(81)	8(64)	6(36)	23(529)
52	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
53	9(81)	7(49)	6(36)	22(484)
54	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)

ตารางภาคผนวกที่ 7 (ต่อ)

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
55	8(64)	7(49)	6(36)	21(441)
56	7(49)	6(36)	7(49)	20(400)
57	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
58	6(36)	7(49)	4(16)	17(289)
59	9(81)	8(64)	9(81)	26(676)
60	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
$\sum T_1$	500(4,214) 250,000	456(3,514) 207,936	420(3,010) 176,400	$\sum Y_{ij}=1,376$ (31,866)
\bar{x}	8.33	7.60	7.00	

การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ)

$$t = 3, b = 60$$

$$df \text{ Total} = (t \times b) - 1 = (3 \times 60) - 1 = 179$$

$$df \text{ Treatment} = t - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$df \text{ Block} = b - 1 = 60 - 1 = 59$$

$$df \text{ Error} = df \text{ Total} - df \text{ Treatment} - df \text{ Block} = 179 - 2 - 59 = 118$$

$$CF = \frac{(\sum Y_{ij})^2}{tb} = \frac{(1,376)^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}} \\ = \frac{(1,376)^2}{(3 \times 60)} = 10518.76$$

$$\text{Total SS} = (\sum T_1)^2 - CF = (9^2 + 8^2 + 7^2 + \dots + 8^2 + 8^2) - 10518.76 \\ = (4,214 + 3,514 + 3,010) - 10518.76 \\ = (10,738 - 10518.76) = 219.24$$

$$SST = \frac{(T^2 + T^2 + T^2)}{b} - CF = \frac{(500^2 + 456^2 + 420^2)}{60} - 10518.76 \\ = \frac{(250,000 + 207,936 + 176,400)}{60} - 10518.76 \\ = (634,336 / 60) - 10518.76 = 53.51$$

$$SSB = \frac{(B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_{60}^2)}{t} - CF = \frac{(24^2 + 24^2 + 24^2 + \dots + 24^2)}{3} - 10518.76 \\ = (31,866 / 3) - 10518.76 = 103.24$$

$$SSE = \text{Total SS} - SST - SSB = 219.24 - 53.51 - 103.24 = 62.49$$

$$MST = SST / (t - 1) = 53.51 / (3 - 1) = 26.76$$

$$MSB = SSB / (b - 1) = 103.24 / (60 - 1) = 1.75$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \text{SSE} / (t - 1) \times (b - 1) = 62.49 / (3 - 1) \times (60 - 1) = 0.53 \\ F_{\text{Ratio}} &= \text{MST} / \text{MSE} = 26.76 / 0.53 = 50.49 \\ &= \text{MSB} / \text{MSE} = 1.75 / 0.53 = 3.30 \\ F_{\text{table}} &= F_{2 \times 118} (\alpha = 0.05) = 3.07 \\ &= F_{59 \times 118} (\alpha = 0.05) = 1.43 \end{aligned}$$

ตารางภาคผนวกที่ 8 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทน แป้งข้าวเจ้าทั้ง 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	2	53.51	26.76	50.49*
Block	59	103.24	1.75	3.30*
Error	118	62.49	0.53	
Total	179	219.24		

หมายเหตุ เครื่องหมาย * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
เครื่องหมาย ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การเปรียบเทียบความแตกต่างแบบ Least Significant Difference

จากการวิเคราะห์ค่า	MSE	=	0.53
	df (Error)	=	118
	t(Table) ($\alpha = 0.05$)	=	1.980
LSD		=	$t_{(\alpha=0.05)} \times \sqrt{2\text{MSE}/n}$
		=	$1.980 \times \sqrt{2(0.53)/60}$
		=	0.26

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยของสูตรทั้งหมดจากมากไปหาน้อย

สูตรทดแทน 50 %	สูตรทดแทน 75 %	สูตรทดแทน 100%
8.33	7.60	7.00

เปรียบเทียบ

8.33 – 7.60 = 0.73 > 0.26 แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ

8.33 – 7.00 = 1.33 > 0.26 แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ

7.60 – 7.00 = 0.60 > 0.26 แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ

สรุป

สูตรทดแทน 50 %

8.33^a

สูตรทดแทน 75 %

7.60^b

สูตรทดแทน 100%

7.00^c



ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ทางสถิติในด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
1	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
2	8(64)	7(49)	7(49)	22(484)
3	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
4	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
5	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
6	8(64)	7(49)	6(36)	21(441)
7	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
8	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
9	9(81)	9(81)	8(64)	26(676)
10	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
11	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
12	9(81)	9(81)	8(64)	26(676)
13	7(49)	9(81)	8(64)	24(576)
14	8(64)	7(49)	7(49)	22(484)
15	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
16	9(81)	7(49)	8(64)	24(576)
17	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
18	8(64)	6(36)	5(25)	19(361)
19	9(81)	7(49)	6(36)	22(484)
20	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
21	9(81)	7(49)	9(81)	25(625)
22	9(81)	7(49)	8(64)	24(576)
23	9(81)	8(64)	9(81)	26(676)
24	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
25	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
26	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
27	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)

ตารางภาคผนวกที่ 9 (ต่อ)

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
28	8(64)	7(49)	8(64)	23(529)
29	6(36)	6(36)	6(36)	18(324)
30	8(64)	6(36)	6(36)	20(400)
31	7(49)	7(49)	7(49)	21(441)
32	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
33	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
34	8(64)	7(49)	6(36)	21(441)
35	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
36	9(81)	9(81)	9(81)	27(729)
37	9(81)	6(36)	7(49)	22(484)
38	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
39	9(81)	8(64)	8(64)	25(625)
40	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
41	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
42	7(49)	7(49)	7(49)	21(441)
43	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
44	7(49)	4(16)	4(16)	15(225)
45	7(49)	8(64)	7(49)	22(484)
46	7(49)	7(49)	8(64)	22(484)
47	9(81)	7(49)	6(36)	22(484)
48	8(64)	7(49)	7(49)	22(484)
49	6(36)	7(49)	6(36)	19(361)
50	7(49)	6(36)	6(36)	19(361)
51	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
52	8(64)	8(64)	7(49)	23(529)
53	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
54	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)

ตารางภาคผนวกที่ 9 (ต่อ)

Block	50%	75%	100%	$\sum B_j$
55	8(64)	7(49)	6(36)	21(441)
56	7(49)	7(49)	6(36)	20(400)
57	9(81)	8(64)	7(49)	24(576)
58	6(36)	8(64)	3(9)	17(289)
59	9(81)	8(64)	9(81)	26(676)
60	8(64)	8(64)	8(64)	24(576)
$\sum T_1$	499(4,197) 249,001	453(3,465) 205,209	427(3,111) 182,329	$\sum Y_{ij}=1,379$ (32,017)
\bar{x}	8.32	7.55	7.12	

การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านความชอบโดยรวม

$$t = 3, b = 60$$

$$df \text{ Total} = (t \times b) - 1 = (3 \times 60) - 1 = 179$$

$$df \text{ Treatment} = t - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$df \text{ Block} = b - 1 = 60 - 1 = 59$$

$$df \text{ Error} = df \text{ Total} - df \text{ Treatment} - df \text{ Block} = 179 - 2 - 59 = 118$$

$$CF = \frac{(\sum Y_{ij})^2}{tb} = \frac{(1,379)^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}}$$

$$= \frac{(1,379)^2}{(3 \times 60)} = 10564.67$$

$$Total \text{ SS} = (\sum T_1)^2 - CF = (9^2 + 8^2 + 7^2 + \dots + 8^2 + 8^2) - 10564.67$$

$$= (4,197 + 3,465 + 3,111) - 10564.67$$

$$= (10,773 - 10564.67) = 208.33$$

$$SST = \frac{(T^2 + T^2 + T^2)}{b} - CF = \frac{(499^2 + 453^2 + 427^2)}{60} - 10564.67$$

$$= \frac{(249,001 + 205,209 + 182,329)}{60} - 10564.67$$

$$= (636,539 / 60) - 10564.67 = 44.31$$

$$SSB = \frac{(B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_{60}^2)}{t} - CF = \frac{(24^2 + 22^2 + 24^2 + \dots + 24^2)}{3} - 10,185.09$$

$$= (32,017 / 3) - 10564.67 = 107.66$$

$$SSE = Total \text{ SS} - SST - SSB = 208.33 - 44.31 - 107.66 = 56.36$$

$$MST = SST / (t - 1) = 44.31 / (3 - 1) = 22.16$$

$$MSB = SSB / (b - 1) = 107.66 / (60 - 1) = 1.82$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \text{SSE} / (t - 1) \times (b - 1) = 56.36 / (3 - 1) \times (60 - 1) = 0.48 \\ F_{\text{Ratio}} &= \text{MST} / \text{MSE} = 22.16 / 0.48 = 46.17 \\ &= \text{MSB} / \text{MSE} = 1.82 / 0.48 = 3.79 \\ F_{\text{table}} &= F_{2 \times 118} (\alpha = 0.05) = 3.07 \\ &= F_{59 \times 118} (\alpha = 0.05) = 1.43 \end{aligned}$$

ตารางภาคผนวกที่ 10 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส
ด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมเกลียวที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้ง
ข้าวเจ้าทั้ง 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	2	44.31	22.16	46.17*
Block	59	107.66	1.82	3.79*
Error	118	56.36	0.48	
Total	179	208.33		

หมายเหตุ เครื่องหมาย * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
เครื่องหมาย ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การเปรียบเทียบความแตกต่างแบบ Least Significant Difference

$$\begin{aligned} \text{จากการวิเคราะห์ค่า} \quad \text{MSE} &= 0.48 \\ \text{df (Error)} &= 118 \\ \text{t(Table) } (\alpha = 0.05) &= 1.980 \\ \text{LSD} &= t_{(\alpha = 0.05)} \times \sqrt{2\text{MSE}/n} \\ &= 1.980 \times \sqrt{2(0.48)/60} \\ &= 0.25 \end{aligned}$$

เรียงลำดับค่าเฉลี่ยของสูตรทั้งหมดจากมากไปหาน้อย

สูตรทดแทน 50 %

8.32

สูตรทดแทน 75 %

7.55

สูตรทดแทน 100%

7.12

เปรียบเทียบ

8.32 – 7.55	= 0.77 > 0.25	แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ
8.32 – 7.12	= 1.20 > 0.25	แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ
7.55 – 7.12	= 0.43 > 0.25	แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ

สรุป

สูตรทดแทน 50 %

8.32^a

สูตรทดแทน 75 %

7.55^b

สูตรทดแทน 100%

7.12^c



ภาคผนวก ค

ประวัตินักวิจัย



ประวัตินักวิจัย

ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย)	นางปานทิพย์ ผดุงศิลป์
(ภาษาอังกฤษ)	Mrs.Panthip Padungsilp
เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน	3120600297911
ตำแหน่งปัจจุบัน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระดับ 8
หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก	คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระ เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทรศัพท์ 0-2281-9231-4, 0-2281-0545 แฟกซ์: 0-2282-4490 โทรศัพท์ (มือถือ) 08-5128-0217
E-mail	panthippds@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	ปริญญาโทคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คม. อุดมศึกษา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปริญญาตรีคหกรรมศาสตรบัณฑิต (คสบ. อาหารและโภชนาการ) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ	อาหารและโภชนาการ /อาหารไทยและขนมไทย
ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ	<u>ไม่มี</u>

ประวัตินักวิจัย (ต่อ)

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย)	นายพิพัฒกมล ชนะสิทธิ์
(ภาษาอังกฤษ)	Mr.Pepadkamol Chanasit
หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน	
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์
ตำแหน่งบริหาร	-
หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก	คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระ เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทรศัพท์ 0-2281-9231-4, 0-2281-0545 แฟกซ์: 0-2282-4490
E-mail	
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีคหกรรมศาสตร์บัณฑิต (คสบ. อาหารและโภชนาการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ	อาหารและโภชนาการ/อาหารไทยและขนมไทย
ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริการงานทั้งภายในและภายนอกประเทศ	ไม่มี

ประวัตินักวิจัย (ต่อ)

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย)	ว่าที่ร้อยตรีจักราวุธ ภู่เสม
(ภาษาอังกฤษ)	Acting Sub Lt. CHAKKRAWUT BHOOSEM
หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน	1 6001 90000 07 7
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์ (ลูกจ้างชั่วคราว)
ตำแหน่งบริหาร	-
หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก	คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระ เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทรศัพท์ 0-2281-9231-4, 0-2281-0545 แฟกซ์: 0-2282-4490
E-mail	CHAKKREE_TSON@HOTMAIL.COM
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีคหกรรมศาสตร์บัณฑิต (คสบ. อาหารและโภชนาการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ	อาหารและโภชนาการ/ศิลปะการตกแต่งอาหาร
ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริการงานทั้งภายในและภายนอกประเทศ	ไม่มี