



การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช  
Development of Oil Free Puffed Sangyod Rice Grain and Other  
Seeds Product

ลิดารัตน์ เกษะโกมล  
SIDARAT KESAKOMOL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2562



การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช  
Development of Oil Free Puffed Sangyod Rice Grain and Other  
Seeds Product

สิดารัตน์ เกษะโกมล  
SIDARAT KESAKOMOL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2562

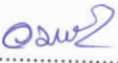

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช  
ชื่อ นามสกุล สิดารัตน์ เกษะโกมล  
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)  
สาขาวิชา คหกรรมศาสตร์  
คณะ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ เจริญชัย ✓


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

  
.....ประธานกรรมการ ✓  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น)

  
.....กรรมการ ✓  
(ดร.น้อมจิตต์ สุธิบุตร)

   
.....กรรมการ ✓  
(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ เจริญชัย)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้  
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

  
.....รักษาราชการแทน  
(นางสาวรุ่งฤทัย จำพึงจิต)      คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

วันที่ 18 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2563

ชื่อวิทยานิพนธ์                    การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองใรร้ำมันผสมเมล็ดพืช  
ชื่อ นามสกุล                        ลีตารัตน์ เกษะโกมล  
ชื่อปริญญา                         คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)  
สาขาวิชา และคณะ                คหกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
ปีการศึกษา                         2562

## บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองแบบคั่วและแบบทอด 2) เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมข้าวสังข์หยดพองกับเมล็ดพืช 3) เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองใรร้ำมันผสมเมล็ดพืช 4) เพื่อคำนวณต้นทุนวัตถุดิบการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองใรร้ำมันผสมเมล็ดพืช จากการศึกษา การทำข้าวพองแบบไม่ใช้น้ำมันในการทอด เปลี่ยนเป็นใช้วิธีการคั่วในกระทะแทน พบว่า ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวเมื่อโดนความร้อนจะพอง ผู้บริโภคให้การยอมรับจึงใช้วิธีการคั่วไม่ใช้น้ำมัน เนื่องจากลดและเลี่ยงการบริโภคอาหารจากการทอดโดยใช้น้ำมันดีต่อสุขภาพ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองผสมเมล็ดพืช พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนข้าวสังข์หยด : เมล็ดพืชที่ 50:50 มากกว่าอัตราส่วน 30:70 และ 70:30 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาได้ 7 วันในการเก็บที่อุณหภูมิห้องปกติจากการทำการวิเคราะห์เชื้อรา ยีสต์ และปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ ) จากการศึกษาคำนวณต้นทุนวัตถุดิบการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองใรร้ำมันผสมเมล็ดพืช พบว่า ราคาวัตถุดิบราคาต้นทุน 1 ส่วนเท่ากับ 95 บาท ค่าดำเนินการ 30 % เท่ากับ 29 บาท ได้ผลิตภัณฑ์จำนวน 60 ชิ้น ราคาทุนต่อชิ้นเท่ากับ 2.10 บาท

**คำสำคัญ:** ข้าวสังข์หยด พอง ผลิตภัณฑ์ ใรร้ำมัน เมล็ดพืช

<b>Thesis Title</b>	Development Oil Free Puffed Sangyod Rice Grain and Other Seeds Product
<b>Author</b>	Sidarat Kesakomol
<b>Degree</b>	Master of Home Economics (Home Economics)
<b>Major Program</b>	Home Economics
<b>Academic Year</b>	2019

## ABSTRACT

This research had the following objectives: 1) To compare roasted and fried Sangyod rice grain products. 2) To find proper proportion of puffed Sangyod rice grains to other seeds. 3) To find storage life of puffed Sangyod rice grains mixed with other seeds product. 4) To calculate cost of production of oil free puffed Sangyod rice grains mixed with other seeds product. Results found that physical properties of roasted Sangyod rice grains puffed and expand better than the fried ones. Consumers preferred the roasted grains to the fried ones because less oil was consumed which was good for health. In developing puffed Sangyod rice grain product, Consumers accepted the second formula of 50:50 proportion of puffed Sangyod rice grains to other seeds better than the other proportion of 30:70 and 70:30. The results were statistically significant. This formula was used in storage life study. Results found that the product can be kept 7 days at ordinary room temperature. Microbial growth was observed every two days. Mold and yeast counts and water activity were studied. No mold nor yeast were found in day 0, water activity was 0.58. No mold nor yeast were found for 7 days. Cost of production of puffed Sangyod rice grain mixed with other seeds product was calculated. The material cost was 95 Bahts. 30% processing cost was 29 Bahts for 50 pieces of product. The average cost per piece was 2.10 Bahts.

**Keywords:** Sangyod Rice Grain, Puffed, Product, Oil Free, Other seeds

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ เจริญชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำคำปรึกษา ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทุกขั้นตอน จนงานวิจัยนี้ ถูกต้องและเสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น และ ดร.น้อมจิตต์ สุธิบุตร ที่สละเวลามา เป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดมา ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่กรุณาประสิทธิประสาทวิชาความรู้อันมีค่าแก่ผู้วิจัยด้วยความเมตตาตลอดมา ขอขอบคุณอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ของ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการประสานงานตลอดจนให้คำแนะนำในการทำงานเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ นายธิตี มานีมาน ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศรีวิธานุกุล สงขลา ดร.สุภาพร พากักดี ผู้อำนวยการโรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๔๘ จังหวัดจันทบุรี ที่ให้โอกาส และอนุญาตในเรื่องของเวลา การศึกษา ให้ได้ศึกษาต่อ ขอขอบคุณคณาจารย์ และนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคกาฬสินธุ์ ที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ และตอบแบบสอบถาม ขอขอบคุณ คณาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่อนุญาตให้ใช้ห้องปฏิบัติการทางอาหารในการทำผลิตภัณฑ์ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ รุ่นที่ 9 ทุกคน ที่คอยร่วมทุกข์ร่วมสุข เป็นกำลังใจ คอยกระตุ้นเตือน ช่วยเหลือด้านการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์เสมอมา

ท้ายที่สุดของความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้ได้รับแรงใจและความสนับสนุนจากผู้ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จจาก บิดา มารดา และญาติพี่น้อง ที่เป็นพลังอันยิ่งใหญ่จนสำเร็จผลและขอขอบคุณพี่ ๆ และเพื่อน ๆ ที่ให้ข้อเสนอแนะในสิ่งที่มีประโยชน์ไว้ ณ ที่นี้ด้วย ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ สุดท้ายนี้ ความดีใด ๆ อันเนื่องมาจาก ใช้ประโยชน์จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแก่ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

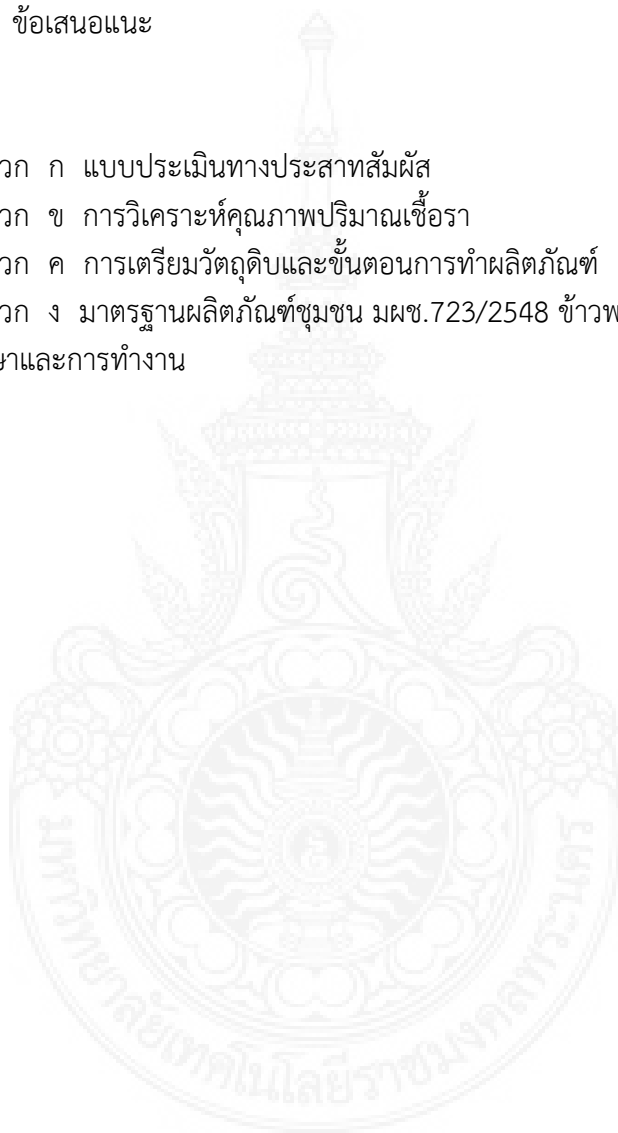
สิดารัตน์ เกษะโกมล

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 นิยามศัพท์	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	33
3.1 วัตถุประสงค์และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช	33
3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส	33
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย	34
3.4 การวิเคราะห์ผล	37
3.5 สถานที่ดำเนินการ	37
3.6 ระยะเวลาในการดำเนินการ	37
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	38
4.1 ผลการศึกษาวิธีการยอมรับของผู้บริโภคของข้าวสังข์หยดพองแบบทอดและแบบไร้น้ำมัน	38
4.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเมล็ดพืชที่ใช้ร่วมกับข้าวสังข์หยดพอง	40
4.3 ผลการศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช	43
4.4 การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพอง ไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช	45

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	47
5.1 สรุปผล	47
5.2 ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก	52
ภาคผนวก ก แบบประเมินทางประสาทสัมผัส	53
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพปริมาณเชื้อรา	56
ภาคผนวก ค การเตรียมวัสดุติดบและขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์	60
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.723/2548 ข้าวพอง	65
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	69



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	6
2.2	7
2.3	12
2.4	15
2.5	18
2.6	22
2.7	22
2.8	28
2.9	31
3.1	34
3.2	34
3.3	36
4.1	38
4.2	39
4.3	40
4.4	40
4.5	41
4.6	43
4.7	45
4.8	45

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 ข้าวสังข์หยดพองแบบทอดด้วยน้ำมันและแบบไธน้ำมัน (คั่ว)	39
4.2 ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไธน้ำมันผสมเมล็ดพืชอัตราส่วนที่ต่างกัน	42
4.3 ขึ้นรูปของผลิตภัณฑ์	42
4.4 ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไธน้ำมันผสมเมล็ดพืช	46



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงอย่างไม่หยุดยั้ง ในสังคม เต็มไปด้วยการแข่งขันโดยเฉพาะการแข่งขันทางด้านอาหาร ซึ่งอาหารเป็นปัจจัยหลักที่มีความสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ การที่คนเรามีพฤติกรรมบริโภคที่เหมาะสม จะส่งผลให้มีภาวะโภชนาการที่ดี มีการพัฒนาทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ สังคมและสติปัญญาอย่างมีศักยภาพ ซึ่งในปัจจุบัน ทางเลือกในการบริโภคอาหารที่มีหลากหลาย ประกอบกับวิถีการชีวิตของมนุษย์ที่เร่งรีบ และต้องการความสะดวกสบาย ทำให้ขนมขบเคี้ยว ซึ่งถือเป็นอาหารสำเร็จรูป จึงได้รับความนิยมในการบริโภคในทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะวัยรุ่น หรือเด็ก ๆ เนื่องจากสินค้าขนมขบเคี้ยวมีรูปแบบ รสชาติที่หลากหลาย พกพาความสะดวก อีกทั้งยังมีการโฆษณา และโปรโมชันต่าง ๆ เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้บริโภคเลือกซื้อมารับประทานได้เป็นอย่างมาก (นิภาธร, 2557)

เมื่อปี 2549 ข้าวสังข์หยดถูกประกาศให้เป็น “สินค้าบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์” หรือ “ข้าว GI” (Geographical Indications) โดยกรมการค้า และกรมวิชาการเกษตร มีชื่อเรียกว่า “ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง” ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นข้าว GI พันธุ์แรกของประเทศไทยและที่ได้ชื่อว่าข้าวสังข์หยด เพราะเพี้ยนมาจากสังข์หยด เชื่อกันว่าเพราะอร่อยจนหยุดรับประทานไม่ได้ถึงกับต้องสั่งให้หยุดรับประทานกันเลยทีเดียว ผู้ศึกษาเห็นความสำคัญของข้าวในท้องถิ่นทางภาคใต้ ทั้งประเพณีวัฒนธรรมของทางภาคใต้มีการทำบุญเดือนสิบ ทำข้าวพองในรูปแบบต่าง ๆ การทำข้าวพองจากข้าวเหนียว คล้าย ๆ กับข้าวแต๋นของทางภาคกลาง และทางโรงพยาบาลทั้งภาครัฐและเอกชนของจังหวัดสงขลาให้ความสำคัญกับผู้ป่วยและผู้เข้ารับบริการของทางโรงพยาบาลให้ได้รับประทานข้าวสังข์หยด ซึ่งมีคุณประโยชน์มากมาย ทางผู้ศึกษาสนใจที่จะนำข้าวพื้นเมืองมาพัฒนาในรูปแบบขนมขบเคี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชด้วยกรรมวิธีภูมิปัญญาชาวบ้าน โดยเมื่อก่อนชาวบ้าน นำข้าวเหนียวที่หุงสุก หรือ เหลือจากการรับประทานมาตากแดดให้แห้ง ปั่นเป็นก้อนกลม หรือรูปแบบที่ต้องการ ตากแดด และจะนำมาทอดเมื่อใช้งาน ถ้าเป็นข้าวที่เมล็ดร่วนก็จะนำมาเป็นส่วนประกอบของข้าวยา ในที่นี้หลายคนต้องกลับมามองประโยชน์จากข้าวสังข์หยดซึ่งอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ และการนำมาเป็นข้าวพองโดยมีกรรมวิธีการทำข้าวพองโดยปราศจากน้ำมัน ซึ่งการที่เราไม่ใช้น้ำมันเลยส่งผลดีต่อสุขภาพและตัวของผลิตภัณฑ์ เนื่องจาก ข้าวพองที่ทอดโดยน้ำมันถึงแม้ลักษณะจะพองกว่า แต่จะมีกลิ่นหืนและระยะเวลาในการเก็บน้อยกว่า แบบที่ไม่ทอด

ทางผู้ศึกษาได้พัฒนาผลิตภัณฑ์การทำข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช โดยการนำข้าวไปหุงให้สุก และใช้วิธีการนำความชื้นออกจากเมล็ดข้าวโดยนำไปแช่ตู้เย็น เพื่อดึงความชื้น และเมล็ดข้าวจะร่วน นำไปตากแดดจนแห้งสนิทและนำไปคั่วในกระทะร้อน หลังจากนั้น นำเมล็ดพืชมาคลุกกับส่วนผสมของข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันเพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค และสามารถนำมาพัฒนา

ให้เป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดและผู้บริโภค สามารถเก็บไว้รับประทานเอง และยังสามารถเลือกหาเป็นของฝากอีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองแบบคั่วและแบบทอด
- 1.2.2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมข้าวสังข์หยดพองกับเมล็ดพืช
- 1.2.3 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมัน ผสมเมล็ดพืช
- 1.2.4 เพื่อคำนวณต้นทุนวัตถุดิบการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาการทำข้าวพองไร้น้ำมัน จากข้าวสังข์หยด ข้าวที่ใช้ในการศึกษา คือ ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคของข้าวพองที่ปราศจากน้ำมันในการทอด และการทอดด้วยน้ำมัน รวมทั้งศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช

## 1.4 นิยามศัพท์

**1.4.1 ข้าวสังข์หยด** เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมือง ของจังหวัดพัทลุง ที่มีลักษณะพิเศษคือข้าวกล้อง มีสีแดงเข้ม มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ สารไนอะซิน (niacin) สูงที่มีส่วนช่วยในการทำงานของระบบประสาทและผิวหนัง วิตามินบี 1 ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา วิตามินบี 2 ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก นอกจากนี้ ยังมีสารแคลเซียมและฟอสฟอรัส ช่วยป้องกันโรคกระดูกเสื่อม

**1.4.2 ข้าวพอง** หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวมาหุงให้สุก ผึ่งแดดหรืออบ ให้แห้ง นำมาทอดหรือคั่วให้พอง คลุกกับส่วนผสมของน้ำ น้ำตาลและเบะแซ ที่เคี่ยวจนเหนียวพอเหมาะอาจเติมสี ผสมอาหารหรือส่วนประกอบอื่น เช่น งาดำ อัดเป็นแผ่น ตัดเป็นชิ้น

**1.4.3 เมล็ดพืช** คือ เมล็ดพืชที่มีชีวิตซึ่งเมื่อนำไปปลูกหรือนำไปขยายพันธุ์แล้วจะได้ต้นที่เจริญงอกงามตรงตามพันธุกรรมของพืชนั้น

**1.4.4 ถั่วลิสง** หรือ ถั่วดิน จัดเป็นพืชตระกูลถั่ว น. ชื่อถั่วชนิด *Arachis hypogaea* L. ในวงศ์ Leguminosae มีฝักอยู่ใต้ดิน, ถั่วยี่สง ก็เรียก. ถั่วเหลือง น. ชื่อถั่วชนิด *Glycine max* Merr. ในวงศ์ Leguminosae ฝักเป็นขน เมล็ดสีเหลืองให้น้ำมัน, ถั่วแม่ตาย หรือ ถั่วระ

**1.4.5 งาขาว** เป็นพืชสมุนไพรจำพวกต้น ที่มีชื่อเรียกตามท้องถิ่นต่าง ๆ

**1.4.6 งาดำ** เป็นพืชสมุนไพรจำพวกต้น ที่มีชื่อเรียกตามท้องถิ่นต่าง ๆ

**1.5.7 เมล็ดพืชทองอบ** หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเมล็ดพืชทองดิบที่คัดเมล็ดเสีย และเมล็ดดีบอบออกมาต้มในน้ำเกลือแล้วทำให้แห้ง อาจนำมากะเทาะเปลือกแล้วคัดแยกเมล็ดออกจากเปลือก

**1.4.8 การตากข้าว** หมายถึง การใช้แสงอาทิตย์ เป็นแหล่งความร้อน โดยมีการเคลื่อนที่ของอากาศ เป็นตัวช่วยพาความชื้นออกจากเมล็ด ทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลง เป็นวิธีการที่ประหยัดไม่ยุ่งยาก แต่มีข้อเสียคือ ใช้แรงงานและพื้นที่ในการตาก และไม่สามารถควบคุมคุณภาพข้าวได้

**1.4.9 การคั่ว (roasting)** เป็นวิธีการทำให้อาหารสุก (cooking) โดยใช้ความร้อนแห้ง มักใช้

กับอาหารที่มีชิ้นขนาดเล็ก เช่น ถั่วลิสงกาแฟ โกโก้ กา พริก ระหว่างการคั่ว มีการกวน คน พลิกกลับอาหารอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ความร้อนส่งผ่าน

**1.4.10 การกวน** คือ การนำอาหารที่เป็นของเหลวมารวมกันตั้งไฟแรงปานกลางใช้เครื่องมือชนิดใดชนิดหนึ่งคนให้เร็ว และแรงจนทั่วกัน คือ ช้อน และเหนียว ใช้มือแตะอาหารไม่ติดมือ เช่น การกวน กาละแม ขนมเปียกปูน ตะโก้ ถั่วกวน ฯลฯ คือการที่นำเนื้อผลไม้ที่สุกแล้วผสมกับน้ำตาล โดยใช้ความร้อน เพื่อกวนผสมให้กลมกลืนกัน โดยมีรสหวาน และให้เข้มข้นขึ้น

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่มีการยอมรับของผู้บริโภค

1.5.2 เพิ่มคุณภาพในสินค้าและมูลค่าให้กับเกษตรกร โดยมีจุดเน้นของผลิตภัณฑ์ คือ ข้าวสังข์หยดทองที่ปราศจากน้ำมัน และได้เป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ให้กับท้องถิ่น

1.5.3 เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยให้กับผู้ที่สนใจต่อไป



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองปราศจากน้ำมันผสมเมล็ดพืช ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
- 2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 ข้าวสังข์หยด

"ข้าว" เป็นธัญญาหารหลักของชาวโลก จัดเป็นพืชสายพันธุ์เดียวกับ หญ้า ซึ่งนับได้ว่าเป็นหญ้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกและมีความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถปลูกขึ้นได้ง่ายมีความทนทานต่อทุกสภาพภูมิประเทศในโลกไม่ว่าจะเป็นถิ่นแห้งแล้งแบบทะเลทราย พื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึงหรือแม้กระทั่ง บนเทือกเขาที่หนาวเย็น ข้าวก็ยังสามารถงอกงามขึ้นมาได้ (ศุภชัยวิจิตรข้าวพอง, 2550)

##### 2.1.1.1 ความเป็นมาของข้าวสังข์หยด

ข้าวถือเป็นอาหารหลักของคนไทย โดยข้าวนั้นมีหลากหลายสายพันธุ์ตามแต่ละภาคของแต่ละประเทศซึ่งปัจจุบันข้าวไม่เพียงให้พลังงานแต่ยังช่วยบำรุงรักษาสุขภาพอีกด้วยและหนึ่งในบรรดาพันธุ์ข้าวเพื่อสุขภาพคือ ข้าวสังข์หยด ซึ่งมีถิ่นกำเนิดทางภาคใต้ของไทย

ข้าวสังข์หยด เป็นข้าวพันธุ์ท้องถิ่นที่ชาวบ้านปลูกกินกันมานานนับร้อยปีและจะปลูกได้ผลดีในเขตจังหวัดพัทลุงเท่านั้นในปี 2543 สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถมีพระราชดำริให้โครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริ จังหวัดพัทลุงและศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงนำพันธุ์ข้าวสังข์หยดมาปลูกและคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ที่ดีเอาไว้ ต่อมาในปี 2546 สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถได้เสด็จมายังจังหวัดพัทลุงและได้เสวยข้าวสังข์หยดซึ่งพระองค์รับสั่งว่าอร่อยและทรงโปรดให้ปลูกเพื่อขยายพันธุ์เพิ่มเติมและนำเมล็ดพันธุ์ไปส่งเสริมให้ชาวบ้านในจังหวัดพัทลุงปลูกในเวลาต่อมาจึงได้มีการนำข้าวสังข์หยดไปเผยแพร่ตามงานต่าง ๆ เช่น งานศูนย์ศิลปาชีพ งานแสดงสินค้า ฯลฯ เมื่อวันที่ 23 มิถุนายน 2549 ข้าวสังข์หยดยังได้รับคำประกาศรับรองให้เป็น "สินค้าบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์" หรือ "ข้าว GI" (Geographical Indications) ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ พ.ศ.2546 โดยใช้ชื่อว่า "ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง" ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นข้าว GI พันธุ์แรกของประเทศไทยและที่ได้ชื่อว่าข้าวสังข์หยด เพราะเพี้ยนมาจากสังข์หยด เชื่อกันว่าเพราะอร่อยจนหยุดรับประทานไม่ได้ถึงกับต้องสั่งให้หยุดรับประทานกัน นับเป็นข้าวจีไอพันธุ์แรกของประเทศไทยซึ่งชาวนาพัทลุงต่างภูมิใจอย่างยิ่งที่ได้รักษามรดก ภูมิปัญญาของบรรพบุรุษไว้ได้จนถึงวันนี้ (ศุภชัยวิจิตรข้าวพอง, 2550)

ขณะนี้มีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวสังข์หยดเพิ่มมากขึ้น คาดว่าในปีนี้จะมีการปลูกประมาณ 15,000 ไร่ ผลผลิตประมาณไร่ละ 450-500 กิโลกรัม จังหวัดพัทลุงได้ตั้งเป้าผลิตข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง โดยเปิดรับสมัครเกษตรกรเข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น 19 กลุ่มจำนวน 371 ราย ซึ่งเป็นเกษตรกรจากอำเภอเมืองพัทลุง ปากพะยูน เขาชัยสน ควนขนุน และบางแก้ว คาดว่าจะได้ผลผลิตไม่ต่ำกว่า 1,000 ตันข้าวเปลือก มีมูลค่าถึง 10 ล้านบาท โดยเกษตรกร จะเริ่มปลูกตั้งแต่เดือนสิงหาคม-ตุลาคมของทุกปี สำหรับรายละเอียดการเข้าร่วมโครงการผลิตข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง หรือข้าวจีไอ นั้น เกษตรกรจะต้องรวมกันเป็นกลุ่มผู้ผลิต และขึ้นทะเบียนสมาชิกไว้ รวมทั้งยอมรับเงื่อนไขการตรวจรับรองการผลิตข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง และปฏิบัติตามขั้นตอนการผลิตตามระบบจัดการคุณภาพ (GAP ข้าว) โดยจะมีการบันทึกการปฏิบัติทุกขั้นตอน ที่สำคัญจะต้องมีการตรวจประเมินรับรองแหล่งผลิตก่อน จึงจะถือว่าผลผลิตที่ได้เป็นข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงของจริง กระบวนการผลิตข้าวสังข์หยด จึงมีวิธีการ และขั้นตอน ค่อนข้างยุ่งยากสมราคาแต่คาดว่าผลตอบแทนด้านชื่อเสียงของสินค้า และรายได้จะคุ้มค่าให้แก่เกษตรกรชาวพัทลุงที่ต้องลงทุนลงแรงรักษาข้าวพันธุ์ไทยแท้ไว้ไม่ให้สูญพันธุ์

ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมือง จะมีสารแอนติออกซิแดนซ์มากกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ สารแอนติออกซิแดนซ์นี้ร่างกายต้องการมากเพื่อนำไปกำจัดอนุมูลอิสระซึ่งเกิดจากการสันดาปของเซลล์ เพื่อเปลี่ยนสารอาหารประเภทกลูโคส กรดอะมิโนและไขมัน ให้เป็นพลังงาน ข้าวสังข์หยดมี ไนอาซินสูง (B3) ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบผิวหนังและประสาท ถ้าขาดวิตามินนี้จะทำให้เกิดโรค "Pellagra" ทำให้มีอาการผิดปกติทางระบบประสาท ความจำเสื่อม ทำให้ผิวหนังที่ถูกแสงแดดอักเสบเป็นผื่นแดงและลอก สีแดงของข้าวสังข์หยดเป็นรงควัตถุประเภทฟลาโวนอยด์ ชนิดแอนโทไซยานิน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ซึ่งช่วยชะลอความชรา และลดความเสี่ยงในการเป็นโรคต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ โรคอัมพฤกษ์ โรคมะเร็ง โรคระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ เป็นต้น (ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง, 2550)

#### 2.1.1.2 ลักษณะโดยทั่วไปของข้าวสังข์หยด

ข้าวสังข์หยดในจังหวัดพัทลุงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือข้าวสังข์หยดทั่วไปและข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง โดยข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงมีลักษณะที่แตกต่างจากข้าวสังข์หยดทั่วไป เนื่องมาจากแหล่งที่ปลูกข้าว เพราะข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงจะต้องปลูกในจังหวัดพัทลุงเท่านั้น และในด้านคุณภาพของข้าวที่แตกต่างกัน โดยสามารถเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงกับข้าวสังข์หยดทั่วไป ได้ดังแสดงในตาราง 2.1 (ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง, 2550)

ตารางที่ 2.1 ข้อแตกต่างระหว่างข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงกับข้าวสังข์หยดทั่วไป

ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	ข้าวสังข์หยดพัทลุงทั่วไป
1. ผลผลิตได้รับการรับรองคุณภาพจากจังหวัดว่าสินค้าได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ เป็นการสร้างความมั่นใจแก่ผู้บริโภคผ่านการตรวจประเมินจากหน่วยงาน	1. ผลผลิตไม่มีการรับรองคุณภาพจากจังหวัดไม่จำเป็นต้องผ่านการตรวจประเมิน
2. ผู้ปลูกข้าว ผู้ผลิตข้าวสารและโรงสี ต้องขึ้นทะเบียนกับหน่วยงานราชการก่อนทำการผลิต	2. ผู้ปลูกข้าว ผู้ผลิตข้าว และโรงสี ไม่มีการขึ้นทะเบียน
3. เมล็ดพันธุ์ต้องมาจากหน่วยงานราชการที่กำหนดไว้	3. เมล็ดพันธุ์ไม่จำเป็นต้องมาจากหน่วยงานราชการที่กำหนดไว้
4. กระบวนการเพาะปลูกต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในระบบเกษตรที่ดี (GAP)	4. กระบวนการเพาะปลูกไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามคำแนะนำในระบบเกษตรที่ดี
5. ระบบการผลิตทั้งหมด เช่น การปลูก การเก็บรักษา การแปรสภาพเป็นข้าวสาร การสีข้าว ต้องมีการบันทึกข้อมูลเพื่อให้สามารถตรวจสอบ	5. กระบวนการผลิตข้าวไม่มีการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ

#### ที่มา: ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง (2550)

ข้าวสังข์หยด มีลักษณะเมล็ดเล็ก เรียว ท้ายงอน เยื่อหุ้มเมล็ดจะมีสีแดงถึงแดงเข้ม เมื่อหุงสุกแล้วเมล็ดข้าวจะนุ่ม และจับตัวกันคล้ายข้าวเหนียว วิธีการหุงให้ข้าวขาวเบา ๆ โดยใช้เวลาน้อยที่สุดเพียงครั้งเดียว เพื่อไม่ให้สูญเสียคุณค่าของข้าว เติมน้ำให้ท่วมข้าว สูง 1 ข้อนิ้ว เมื่อข้าวสุกทิ้งไว้ให้ข้าวระอุ ประมาณ 5-10 นาที หากต้องการให้ข้าวแข็งหรือนุ่มสามารถเติมหรือเพิ่มน้ำได้ตามความชอบ มีลักษณะแตกต่างจากพันธุ์ข้าวทั่วไป โดยปลูกได้เพียงปีละ 1 ครั้ง มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีขาวปนแดงอ่อน ๆ ถึงแดงเข้ม เมล็ดเล็กเรียว ท้ายงอน มีขนาดยาว 6.70 มิลลิเมตร กว้าง 1.18 มิลลิเมตร หนา 1.64 มิลลิเมตร สามารถต้านทานต่อโรค แมลง และศัตรูพืช รวมทั้งปรับตัวกับสิ่งแวดล้อมได้ดี นิยมรับประทานแบบข้าวกล้องข้าวซ้อมมือ ซึ่งให้ประโยชน์มากกว่าข้าวกล้องและข้าวซ้อมมือทั่วไป เมื่อหุงสุกเมล็ดข้าวจะนุ่มมาก หอม และหุงขึ้นหม้อ แม้กระทั่งตั้งจนเย็นก็ยังคงนุ่มอยู่มีความคงตัวของเมล็ดข้าวสูง นอกจากความอร่อยและคุณค่าทางโภชนาการที่สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ แล้ว ยังช่วยให้อายุยืนยาวช่วยให้อายุยืนยาวโดยไม่ต้องทำงานหนัก เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้สูงอายุ และผู้ที่ไม่ได้ใช้แรงงานหนัก(กอบสุข, 2553)

#### 2.1.1.3 ประโยชน์และสรรพคุณของข้าวสังข์หยด

ข้าวสังข์หยดมีคุณค่าทางโภชนาการมากมาย มีกากใย โปรตีน ฟอสฟอรัส และธาตุเหล็กสูง มีแกมมาออโรซานอล กาบกา แอนตีออกซิแดนซ์ป้องกันมะเร็งช่วยลดความแก่ ป้องกันความจำเสื่อม บำรุงโลหิต โรคหัวใจ และเพราะมีกากใยสูงจึงดีต่อระบบขับถ่ายและลำไส้

#### 2.1.1.4 ข้าวสังข์หยดแบบบรรจุถุงเพื่อจำหน่าย

ปัจจุบันข้าวสังข์หยดกำลังได้รับความนิยมในกลุ่มผู้บริโภคกว้างขวางมากขึ้นเรื่อย ๆ ด้วยคุณค่าต่าง ๆ มากมายที่ให้ประโยชน์แก่ร่างกาย การบรรจุเพื่อจำหน่าย ในการซื้อกลับบ้าน สะดวกมากขึ้น มีการบรรจุจำหน่ายแบบครึ่งกิโลกรัม หนึ่งกิโลกรัม เพื่อสะดวกในการซื้อ การบริโภคข้าวสังข์หยดข้าวไทยแท้ ของดีเมืองใต้ ที่ปลอดภัยของคนที่รักสุขภาพ ปัจจุบันได้รับความนิยมแพร่หลายในโรงพยาบาลทั้งภาครัฐและเอกชนในจังหวัดสงขลา พัทลุง และจังหวัดใกล้เคียง

#### ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบและคุณค่าของข้าวสังข์หยด ต่อน้ำหนัก 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	364.2	กิโลแคลอรี
โปรตีน	73	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	73.1	กรัม
เส้นใย	4.81	กรัม
แคลเซียม	13	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	317	มิลลิกรัม
ธาตุเหล็ก	1.4	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	0.32	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	6.4	มิลลิกรัม

ที่มา: กองโภชนาการกรมอนามัย (2555)

#### 2.1.2 ข้าวพอง

ข้าวพอง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเจ้า หรือข้าวเหนียวมาหุงให้สุก ผึ่งแดดหรืออบให้แห้งนำมาทอดหรือคั่วให้พอง คลุกกับส่วนผสมของน้ำ น้ำตาลและเบะแซ่ที่เคี่ยวจนเหนียวพอเหมาะ อาจเติมสีผสมอาหารหรือส่วนประกอบอื่น เช่น งาดำ อัดเป็นแผ่น ตัดเป็นชิ้น คุณลักษณะที่ต้องการ ลักษณะทั่วไป ต้องพอง แห้ง แต่ละชิ้นไม่ติดกันแน่น สามารถแยกออกได้ง่าย ด้วยมือโดยไม่เสียรูปทรง ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน อาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อย สีต้องมีสีที่ติดตามธรรมชาติของข้าวพอง กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ติดตามธรรมชาติของข้าวพองปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับกลิ่นหืน รสขม ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องเหนียวพอเหมาะ ไม่ร่วนหรือแข็งกระด้างสิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วน หรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ วัตถุเจือปนในอาหารหากมีการใช้ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

การบรรจุ

1. ให้บรรจุข้าวพองในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

2. น้ำหนักสุทธิของข้าวพองในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลากเครื่องหมายและฉลากที่ภาชนะบรรจุข้าวพองทุกหน่วยอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- 1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ข้าวพอง บีฟ้าง
- 2) ส่วนประกอบที่สำคัญ
- 3) ชนิดและปริมาณวัตถุดิบอาหาร
- 4) น้ำหนักสุทธิ
- 5) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี) "

6) ข้อเสนอแนะในการเก็บรักษา

7) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารประเภทพองกรอบ อาหารประเภทพองกรอบ (Expanded product) มีอาหารพองกรอบหลายประเภทที่สามารถใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบ ที่มีเทคโนโลยีแตกต่างกัน เช่น

(1) การพองด้วยการย่างบนความร้อน (Baking) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อะราเร่ (Arare) ที่ทำมาจากข้าวเหนียว และเซนเบ่ (Senbei) ที่ทำมาจากข้าวเจ้าอะมิโลสต่ำ เทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์ 2 ชนิดนี้ นำมาจากชาว ญี่ปุ่น ในการทำผลิตภัณฑ์อะราเร่ ข้าวเหนียวพันธุ์ที่นิยมใช้ คือ กข6 สำหรับผลิตภัณฑ์เซนเบ่ข้าวที่เหมาะสม คือข้าวอะมิโลสต่ำ

(2) การพองที่เกิดจากแรงอัดที่อุณหภูมิสูง (extrusion) ในปัจจุบัน มีการนำ extrusion technology มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลาย การพองตัวของแป้งเกิดจากการที่แป้งได้รับความร้อนจากขดลวดและความดันสูงจากการขับเคลื่อนของแท่งเกลียวทำให้แป้งและองค์ประกอบอาหารเกิดการหลอมตัว เมื่อแป้งเหล่านี้เคลื่อนตัวออกสู่บรรยากาศ ความดันจะลดลง กระทั่งในไอน้ำที่อยู่ในก้อนแป้งเหลวจะกระจายระเหยออกทันที และดันก้อนแป้งเกิดรูพรุนกระจายทั่ว เมื่อเย็นลงจะคงความกรอบของผลิตภัณฑ์ไว้ เครื่อง Extrusion นี้มีทั้งชนิด single screw และ twin screws เทคโนโลยีสามารถทำผลิตภัณฑ์ได้หลายรูปแบบ และยังเอื้ออำนวยต่อการเติมสารอาหารเพื่อเสริมคุณค่าทางโภชนาการอีกด้วย ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว ได้ทำการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ข้าวพองจากข้าวกล้อง โดยใช้เครื่อง Extruder ซึ่งสามารถทำข้าวพองได้จากข้าวเจ้าทุกประเภท ทั้งข้าวในกลุ่มอะมิโลสต่ำ ปานกลาง และสูง จากนั้นนำตัวข้าวพองมาเคลือบหรือปรุงรสด้วย น้ำตาล เกลือ และนมผง แล้วนำข้าวพองที่ปรุงรสแล้ว ทำการอัดแท่งโดยมีการผสมธัญพืชต่าง ๆ เช่นข้าวโพดอบแห้ง ถั่วเขียวทอด ข้าวตอก และงาขาวงาดำคั่ว

(3) การพองตัวที่เกิดจากแผ่นความร้อน (Puffing machine) หลักการของเทคโนโลยีนี้เกิดขึ้นในทำนองเดียวกับ extrusion แต่ความดันที่ได้รับเกิดจากแรงดันและการเคลื่อนกลับของแผ่นให้ความร้อน 2 แผ่นประกบกัน ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ได้แก่ rice cake

(4) การพองตัวที่เกิดจากการอบหรือทอดในน้ำมันร้อน (Oven or deep fry puffing) เช่น ข้าวตอกซึ่งทำมาจากข้าวเหนียว ข้าวตอกทอด ขนมนางเล็ด จากการศึกษาการพองของข้าว ที่ทอดในน้ำมัน พบว่า ข้าวที่เหมาะสมควรเป็นข้าวสุกอบแห้ง ข้าวอะมิโลสต่ำและข้าวเหนียวจะมี

การพองตัวได้ดีกว่า ข้าวชนิดอื่น ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้หากได้รับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์จะช่วยให้มีมูลค่าสูงขึ้น

### 2.1.3 เมล็ดฟักทอง

#### 2.1.3.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

สามัญ Pumpkin ฟักทอง ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cucurbita moschata* Duchesne จัดอยู่ในวงศ์แตง (CUCURBITACEAE) ฟักทองแบ่งออกเป็น 2 ตระกูล ตระกูลแรกก็คือตระกูลฟักทองอเมริกัน (Pumpkin) ผลใหญ่ เนื้อนุ่ม และตระกูลสควอช (Squash) ซึ่งได้แก่ฟักทองไทยและฟักทองญี่ปุ่น โดยฟักทองไทยนั้น ผิวของผลขณะยังอ่อนจะเป็นสีเขียว เมื่อแก่แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองสลับเขียว ผิวมีลักษณะขรุขระเล็กน้อย เปลือกจะแข็ง เนื้อด้านในเป็นสีเหลืองพร้อมด้วยเมล็ดสีขาวแบน ๆ ติดอยู่ฟักทอง อุดมไปด้วยประโยชน์ เพราะสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายอย่าง และเป็นหนึ่งในเมนูโปรดสำหรับการลดน้ำหนัก ฟักทอง เป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ต่าง ๆ โดยจะเห็นได้จากสีส้มอันโดดเด่น นอกจากนั้นยังมี บีทา-แคโรทีน ที่สามารถช่วยเรื่องสายตา ฟักทองยังมีแคโรทีนอยด์อื่น ๆ อีก เช่น อัลฟา-แคโรทีน ,บีทา-คริปโต-แซนทิน ,ลูทีน และซีแซนทิน เป็นต้นเมื่อรวมกันแล้ว แคโรทีนอยด์ชนิดต่าง ๆ จะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคได้มากมาย รวมถึง มะเร็ง,เบาหวานและโรคหัวใจ แคโรทีนอยด์เหล่านี้ต่างก็มีประโยชน์ต่อสุขภาพที่เฉพาะเจาะจงแตกต่างกันไป เช่น ลูทีนและซีแซนทิน ช่วยป้องกันแม้มัคูล่าเสื่อมและต้อกระจก ในขณะที่อัลฟา-แคโรทีน ช่วยป้องกันหรือชะลอการเติบโตของเนื้องอก แต่แคโรทีนอยด์เหล่านี้จะเป็นรองก็เพราะไลโคปีน (Lycopene) สีแดงสดสีที่พบในมะเขือเทศ และผลิตภัณฑ์เข้มข้นจากมะเขือเทศ ฟักทองยังมีกลุ่มของสารประกอบที่ชื่อว่า ฟีนอลิกส์ (Phenolics) ที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า มันอาจทำงานส่งเสริมกับแคโรทีนอยด์ในการป้องกันการรับและดูดซึมเอาสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งเข้าไป และการรักษาระดับน้ำตาลในเลือดกับความดันเลือดไว้ด้วย และหากความดันโลหิตมีปัญหาฟักทองยังมีความได้เปรียบอีกอย่างหนึ่งที่ซ่อนอยู่ภายใต้ผิว สีส้มที่หนา นั่นก็คือ โพลแซคเคอไมด์ ซึ่งแร่ธาตุนี้ช่วยรักษาความดันโลหิตและการทำงานของไต นอกจากนี้ฟักทองยังอุดมไปด้วยวิตามิน C ซึ่งจำเป็นต่อสุขภาพของผิวหนัง เหงือก และสามารถรักษาแผลได้ เมล็ดฟักทอง (Pepitas) มีสารไฟโตสเตอรอล และกรดไขมันโอเมก้า 3 ที่สามารถลดโคเลสเตอรอล เป็นการช่วยต่อต้านอาการอักเสบและป้องกันโรคหัวใจได้ เมล็ดฟักทองยังมีสารบีทา- ซิโตสเตอรอล (Beta - Sitosterol) ที่มีลักษณะเป็นน้ำมันที่ช่วยอาการปัสสาวะติดขัด สำหรับชายที่มีต่อมลูกหมากโต (Benign Prostatic Hyperplasia หรือ BPH) ปริมาณ บีทา - ซิโตสเตอรอลในเมล็ดฟักทองนั้นแตกต่างกันออกไป

2.1.3.2 วิธีการทำเมล็ดฟักทองอบแห้งเมล็ดฟักทองเป็นตัวช่วยที่ดีสำหรับคนที่ต้องการลดน้ำหนักได้ เมล็ดฟักทองอบที่วางขายในซูเปอร์มาร์เก็ตมีการเคลือบด้วยเกลือ สามารถทำเองได้โดยซื้อเมล็ดฟักทองชนิดที่ไม่ใส่เกลือหรือชนิดที่ไม่กะเทาะเปลือกออก หรือชนิดเมล็ดขาวที่นำเปลือกออกแล้ว (แต่ไม่ใส่เกลือ) ให้กระจายเมล็ดฟักทองลงบนแผ่นซีสสำหรับอบอาหาร แล้วสเปรย์น้ำมันมะกอกไว้บ้างและโรยกระเทียม,พริกขี้พ้าป่น,พริกไทยหรือพริกป่นกับเกลือชนิดน้อยแล้วอบด้วยอุณหภูมิที่ต่ำ (120 องศาเซลเซียส) ประมาณ 1 ชั่วโมง เมล็ดฟักทองแห้ง จากนั้นทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 หรือ 2 วัน หรือค่อย ๆ อบในเตาอบเป็นเวลา 4 ถึง 8 ชั่วโมงจนกระทั่งเมล็ดค่อนข้างแห้งและกรอบ

2.1.3.3 คุณสมบัติของเมล็ดพืชทอง ในเมล็ดพืชทองมี แมงกานีส แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส ทองแดง สังกะสี เหล็ก ทริプトเฟนและโปรตีน อยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งยังเป็นแหล่งรวมของวิตามิน E K C และ B นอกจากนี้เมล็ดพืชทองยังอุดมไปด้วยโปรตีนและกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายอีกหลายชนิด ข้อดีของเมล็ดพืชทองคือ มีผลผลิตตลอดทั้งปี ไม่ต้องแช่เย็น พกพาได้สะดวก และยังมีรสชาติหวานอร่อย

1) ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลที่ไม่ดี การบริโภคเมล็ดพืชทองสามารถช่วยลดระดับของ LDL ในร่างกายของเราได้ การกินเมล็ดพืชทองอบแห้ง 2-4 ช้อนโต๊ะทุกวันโดยไม่ต้องเพิ่มเกลือหรือปรุงรสใดๆเพื่อช่วยลดระดับ LDL

2) การควบคุมน้ำตาลในเลือด เมล็ดพืชทองสามารถช่วยควบคุมระดับอินซูลินและป้องกันภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานโดยการลดสถานะความเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) นอกจากนี้ยังพบว่ามีสารเคมีในน้ำมันเมล็ดพืชทองช่วยป้องกันโรคไตจากเบาหวานได้อีกด้วย คนที่เป็นโรคเบาหวานสามารถรับประทานเป็นอาหารว่างเพื่อสุขภาพ โดยกินได้ประมาณ 2 ช้อนโต๊ะต่อวัน

3) ต่อด้านโรควิตกกังวล ในปี 2007 การศึกษาของ Canadian Journal of Physiology and Pharmacology พบว่าทริптоเฟน (tryptophan) ที่พบในเมล็ดพืชทองช่วยบรรเทาความวิตกกังวล สมองใช้ ทริптоเฟนเพื่อรู้สึกมีความสุขและสบายใจหากร่างกายมีทริптоเฟนน้อยเกินไปก็สามารถนำไปสู่ภาวะซึมเศร้า

4) บรรเทาอาการโรคข้ออักเสบ เมล็ดพืชทองและน้ำมันในเมล็ดมีคุณสมบัติช่วยลดอาการปวดและการอักเสบในข้อต่อ จึงเป็นประโยชน์มากในการรักษาโรคข้ออักเสบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเข่าเสื่อมและโรคไขข้ออักเสบ ในปี 1995 วารสารเภสัชวิทยา วิจัยเกี่ยวกับน้ำมันเมล็ดพืชทองพบว่า สามารถรักษาโรคข้ออักเสบได้และยังไม่มีผลข้างเคียงอีกด้วย เพื่อลดการอักเสบของโรคข้ออักเสบ ควรทานบริเวณที่ได้รับผลกระทบด้วยน้ำมันเมล็ดพืชทองวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 10 นาที

5) ดีต่อกระเพาะปัสสาวะ ปกป้องกระดูก เมล็ดพืชทองเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยแมกนีเซียม ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาของกระดูกและป้องกันโรคกระดูกพรุน แร่ธาตุเหล่านี้ยังช่วยลดความเสี่ยงของกระดูกหัก การรับประทานเมล็ดพืชทอง 1/4 ถ้วยทุกวัน สามารถลดอาการโรคกระดูกพรุนได้ เมล็ดพืชทองมีองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน สังกะสี เหล็ก ฟอสฟอรัส แคลเซียม โยอาหาร วิตามินเอ

## 2.1.4 งาดำ

### 2.1.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

งาดำ ชื่อสามัญ Black Sesame Seeds งาดำ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sesamum orientale L.* อยู่ในวงศ์ Pedaliaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศเอธิโอเปีย และถูกนำไปยังอินเดียและแพร่ต่อไปในจีน แอฟริกาเหนือ เอเชียใต้ และทวีปอเมริกา ซึ่งงาดำมีประโยชน์อย่างมาก การบริโภคงาดำเป็นประจำ จะช่วยให้นอนหลับกระปรี้กระเปร่า ป้องกันโรคเหน็บชา บำรุงกระดูก ป้องกันอาการ ท้องผูก ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดบรรเทาอาการริดสีดวงทวาร และช่วยบำรุงรากผม

งาดำอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุ อย่างวิตามินบี1 บี2 บี3 บี5 บี6 บี9 แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม ฟอสฟอรัส สังกะสี เหล็ก เป็นต้น โดยสามารถช่วยบำรุงร่างกายเกือบทุกสัดส่วน ไม่ว่าจะเป็น ผม ผิวพรรณ กระดูก เล็บ ระบบขับถ่าย การบำรุงหัวใจ จึงเหมาะกับทุกวัย แม้กระทั่งเด็กที่มีอาการป่วยอยู่แล้ว หรือผู้หญิงที่กำลังก้าวเข้าสู่วัยทอง งาดำจะจำเป็นอย่างมาก เพราะจะช่วยป้องกันโรคภาวะกระดูกพรุนอย่างได้ผล

#### 2.1.4.2 ประโยชน์ของงาดำ

รศ.ดร.ปรัชญา คงทวีเลิศ ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษาและอาจารย์ประจำภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ สารสกัดงาดำ “เซซามิน” กล่าวว่าเรามีองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากงาดำมากกว่า 4,000 ปีแล้วการทำวิจัยเรื่องนี้ก็เพราะอยากใช้องค์ความรู้วิทยาศาสตร์มาพิสูจน์องค์ความรู้ตั้งแต่โบราณ เช่น สรรพคุณในкарณพสานหรือต่อกระดูกดูแลเกี่ยวกับความดันโลหิต ดูแลภูมิต้านทาน “เซซามิน” ในงาดำมีคุณประโยชน์ 8 ประการ คือ

- 1) ช่วยในการเผาผลาญ สลายไขมัน ลดความอ้วนเสริมสร้างกล้ามเนื้อ
- 2) ลดการดูดซึมและการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล
- 3) ทำให้ระดับไขมันอยู่ในสัดส่วนพอดี
- 4) ช่วยในการทำงานของวิตามิน
- 5) ช่วยป้องกันการเสื่อมของเซลล์ในระบบประสาท
- 6) ลดปฏิกิริยาความเครียด
- 7) ต้านอนุมูลอิสระ
- 8) ต้านการอักเสบ

สำหรับสรรพคุณ ในเรื่องการลดการอักเสบ เป็นตัวการทำให้เกิดโรคข้อเสื่อม ซึ่งเป็นโรคที่คนไทยเป็นมาก และสร้างความสูญเสียทางเศรษฐกิจปีหนึ่งมหาศาล ในระยะแรกได้ทดลองกับกระดูกอ่อนของหมู พบว่าสารเซซามินที่สกัดจากงาดำสามารถยับยั้งการเสื่อมสลายของเนื้อเยื่อกระดูกอ่อนที่ห่อหุ้มข้อต่าง ๆ ของร่างกายได้จึงเชื่อว่าจะมีสรรพคุณเช่นเดียวกันเมื่อนำมาใช้กับคนทั้งนี้กำลังอยู่ระหว่างการเริ่มทดลองขั้นสูงในระดับคลินิกต่อไป

ปัจจุบันงาดำที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดอาจอยู่ในรูปของสารสกัดที่เป็นแคปซูล คนทั่วไปอาจทำกินเองได้ ด้วยการคั่วแล้วบดวันละไม่เกิน 4 ช้อนชา สิ่งสำคัญคือต้องควบคุมคุณภาพให้ได้แต่ปัญหาคือ การคั่วนาน ๆ อาจทำให้เกิดสารพิษที่ทำให้ก่อมะเร็งได้ ของบางอย่างเมื่อถูกความร้อนของดีกลายเป็นของไม่ดี กลายเป็นสารพิษได้ และการเก็บไว้นาน ๆ อาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้มีกลิ่นเหม็นหืน

งาดำมีความสำคัญอย่างมากต่อความสมบูรณ์ของร่างกาย ช่วยชะลอความแก่ คงความ อ่อนเยาว์ บำรุงผิวพรรณให้เปล่งปลั่งสดใส ชุ่มชื้น ช่วยชะลอการเกิดริ้วรอยแห่งวัย ซ่อมแซมและเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับผิวหนังของคุณ บำรุงรากผมให้แข็งแรง และช่วยให้ผมตกเงางาม ป้องกันผมหงอก เพิ่มพลังงานและความแข็งแรงของร่างกาย ในการเผาผลาญและสลายไขมัน ลดความอ้วน ช่วยลดการดูดซึมและการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล ป้องกันหลอดเลือดแข็งตัว ป้องกันการเกิดโรคหัวใจ ทำให้ระบบหัวใจแข็งแรงยิ่งขึ้น มีสารต่อต้านอนุมูลอิสระที่มีส่วนช่วยป้องกัน

การเกิดโรคมะเร็ง ช่วยลดความเครียด บำรุงระบบประสาทและสมอง ป้องกันการเสื่อมของเซลล์ในระบบประสาท งาดำมีธาตุเหล็กซึ่งช่วยบำรุงโลหิต ช่วยลดความดันโลหิต ขยายหลอดเลือด ป้องกันเกล็ดเลือดที่จะเกาะตัวกันเป็นลิ่ม ช่วยกระตุ้นให้ร่างกายสร้างเม็ดเลือดขาว ซึ่งมีส่วนช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย การรับประทานงาดำพร้อมกันแล้วจะทำให้ร่างกายได้รับโปรตีนอย่างครบถ้วน ซึ่งบางตัวเป็นกรดอะมิโนจำเป็นที่ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ ช่วยให้นอนหลับสบาย ร่างกายกระปรี้กระเปร่า

### 2.1.5 งาขาว

งาขาว (White Sesame Seeds) เป็นพืชสมุนไพรจำพวกต้น ที่มีชื่อเรียกตามท้องถิ่นต่าง ๆ เช่น งาขาว, งาดำ ซึ่งงานั้นเป็นพืชสมุนไพรที่รู้จักกันดี และงานั้นมักจะโรยอยู่ในขนมต่าง ๆ มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน แถมยังมีคุณค่าทางด้านโภชนาการสูงอีกด้วย มีการใช้เมล็ดงาเพื่อประกอบอาหารกันมากโดยเฉพาะในแถบตะวันออกกลาง และเอเชีย

#### 2.1.5.1 ลักษณะทั่วไปของงาขาว

สำหรับต้นงาขาวนั้นจัดเป็นพืชล้มลุก มีความสูงของลำต้นประมาณ 0.5 – 2.5 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศที่ปลูก บางพันธุ์จะมีกิ่งก้าน ในขณะที่บางพันธุ์ไม่มี ในแกนหนึ่งจะมีดอกอยู่ประมาณ 3 ดอก ส่วนผลจะเป็นฝัก มีเมล็ดเล็ก ๆ สีขาว และเมล็ดสีขาวนั้นยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อแห้งเปลือกเมล็ดจะเปิดอ้าออก แล้วเมล็ดนั้นจะร่วงหลุดออกมา ทำให้การเก็บงาต้องอาศัยแรงงานคนเพื่อไม่ให้เมล็ดงาร่วงหล่น และเมื่อไม่นานมานี้เองได้มีการพัฒนาพันธุ์ใหม่ขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้เมล็ดแตกกระจาย เพื่อให้สามารถเก็บเมล็ดงาขาวนี้ได้ด้วยเครื่องจักร

#### 2.1.5.2 ประโยชน์และสรรพคุณของงาขาว

เมล็ด ช่วยบำรุงกำลังให้มีแรง ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย แต่ทำให้ดีกำเริบ ให้รสฝาด ๆ หวาน ๆ ขม ๆ น้ำมัน ใช้ทำเป็นน้ำมันเพื่อใส่บาดแผล ให้รสฝาดร้อน ประโยชน์ของงาขาวในการนำมาเป็นส่วนประกอบหรือโรยหน้าบนอาหาร และขนมต่างๆ แล้ว ยังสามารถนำมาสกัดน้ำมันที่มีประโยชน์มากมายจากเมล็ดงาอีกด้วย และในเมล็ดงาขาวนี้จะมีน้ำมันอยู่ถึงร้อยละ 44 – 46 กลิ่นและรสของเมล็ดงาขาวนี้จะคล้ายกับถั่ว ประโยชน์ของน้ำมันงานั้นจะช่วยต่อต้านการเกิดออกซิไดซ์ได้ดี นอกจากนี้ยังนำมาใช้ผลิตสบู่ ยา และน้ำมันหล่อลื่น รวมทั้งเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางบางอย่างงามีกลิ่นหอม และมีกรดไขมันที่มีประโยชน์ มีไขมันอิ่มตัวน้ำมันงานั้นมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์

### ตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของงา ต่อน้ำหนัก 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
แคลอรี	582	กิโลแคลอรี
ไขมัน	52.8	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	19.8	กรัม
เส้นใยอาหาร	5.4	กรัม

### ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

สารอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
โปรตีน	17.2	กรัม
แคลเซียม	750	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	614	มิลลิกรัม
เหล็ก	12.0	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	25	หน่วยสากล
วิตามินบี 1	0.72	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.17	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	5.1	มิลลิกรัม

**ที่มา:** กองโภชนาการกรมอนามัย(2555)

นอกจากนี้ กล้วยยังมีวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ โดยเฉพาะแคลเซียมที่มีมากกว่านมวัวถึง 6 เท่า มีธาตุเหล็ก แมกนีเซียม สังกะสี ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และทองแดง และยังมีวิตามินบีชนิดต่าง ๆ ซึ่งดีต่อระบบประสาท ช่วยทำให้อ่อนหลับ ร่างกายกระฉับกระเฉง พร้อมกันนั้นยังมีสารบำรุงประสาทด้วย และวิตามินอีเป็นตัวแอนติออกซิแดนท์ที่ช่วยต้านมะเร็ง(กระทรวงสาธารณสุข, 2556) กล้วยมีแคลเซียมมากกว่าพืชผักชนิดอื่น ๆ ถึง 20 เท่า และมากกว่านมวัวถึง 6 เท่า และมีฟอสฟอรัสมากกว่าพืชผักชนิดอื่น ๆ ถึง 15 เท่า ซึ่งประโยชน์ของแคลเซียมจะช่วยป้องกันกระดูกพรุนในสตรีวัยทองและผู้ที่มีอาการกระดูกหักและช่วยเสริมสร้างกระดูกในวัยที่ต้องการการเจริญเติบโตสารอาหารที่มีอยู่ในเมล็ดงาล้วนแต่มีประโยชน์ทั้งสิ้น เช่น โปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น กรดอะมิโนเมธิโอนีน นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันโรคปวดตามข้อต่าง ๆ ในวัยชรา กล้วยยังมีวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญอีกทั้งยังมากด้วยวิตามินบีชนิดต่าง ๆ ซึ่งดีต่อระบบประสาท ช่วยทำให้อ่อนหลับ ร่างกายกระฉับกระเฉง พร้อมกันนั้นยังมีสารบำรุงประสาทด้วย และวิตามินอีที่ช่วยให้ผิวพรรณชุ่มชื้น ชะลอรอยเหี่ยวย่นก่อนวัย และเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ที่ทรงพลังงานซึ่งช่วยลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง งาดำยังช่วยให้ลำไส้หล่อลื่น มีสรรพคุณ แก้อาการท้องผูก บำรุงตับ ไต และช่วยทำให้ผมดำ โดยทั่วไปแล้ว เราจะนิยมบริโภคงาดำมากกว่า เพราะคิดว่างาดำมีคุณสมบัติเยี่ยม มากกว่าในเมล็ดงามีน้ำมันมาก จึงสกัดออกมาเป็นน้ำมันงาที่มีคุณสมบัติดีเยี่ยม คือ มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง ทั้งกรดไขมันโอเมก้า 3 กรดไขมันโอเมก้า 6 ที่มีคุณสมบัติช่วยลดคอเลสเตอรอล จึงช่วยป้องกันหลอดเลือดแข็งตัว ป้องกันโรคหัวใจ ทำให้ระบบหัวใจแข็งแรง นอกจากนี้ยังมีกรดไขมันไลโนเลอิก ซึ่งช่วยทำให้ผมดกดำ บำรุงผิวพรรณให้ชุ่มชื้น ส่วนการเลือกซื้อเมล็ดงาดำและงาขาวที่สะอาด ไม่มีสิ่งสกปรกเจือปน เมื่อซื้อมาแล้วให้เก็บใส่ขวด ปิดฝา เมื่อจะใช้ให้คั่วในปริมาณที่พอใช้เท่านั้น เพราะถ้าคั่วทิ้งไว้กลิ่นจะไม่หอมและเหม็นหืน นอกจากนี้ยังมีน้ำมันงาที่ใช้ปรุงอาหารได้ดี เพราะมีกลิ่นหอมและกรดไขมันที่มีประโยชน์

## 2.1.6 ถั่วลิสง

### 2.1.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชื่อสามัญ Peanut, Groundnut , Earthnut , Goober , Pindar , Monkeynu

ถั่วลิสง ชื่อวิทยาศาสตร์ *Arachis hypogaea* L. จัดอยู่ในวงศ์ถั่ว (FABACEAE , LEGUMINOSAE) ถั่วลิสง มีชื่อท้องถิ่นอื่น ๆ ว่า ถั่วคุด (ประจวบคีรีขันธ์) ถั่วดิน (ภาคเหนือ ภาคอีสาน) ถั่วยี่สง ถั่วยี่สง ถั่วลิสง (ภาคกลาง) ถั่วใต้ดิน (ภาคใต้) เหลาะฮวยแซ (จีน-แต้จิ๋ว) ถั่วยาสง (หนังสืออักขราภิธานศรับท์ของหมอบรัดเล) เป็นต้น ถั่วลิสงมีถิ่นดั้งเดิมอยู่ในเขตร้อนของทวีปอเมริกาใต้ ตั้งแต่ลุ่มน้ำอเมซอนไปจนถึงประเทศบราซิล โดยถั่วลิสงในสกุล *Arachis* สามารถแบ่งออกได้เป็น 19 ชนิด แต่สำหรับสายพันธุ์ที่ปลูกจะมีอยู่เพียงชนิดเดียวคือ *Hypogaea* ส่วนที่เหลือทั้งหมดจะเป็นสายพันธุ์ป่า การปลูกถั่วลิสง มีอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย แต่จะมีมากทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และในสถานการณ์ปัจจุบัน การผลิตถั่วลิสงนั้นยังไม่เพียงพอ กับความต้องการใช้ในประเทศ จึงได้มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เมล็ดถั่วลิสง เมล็ดมีเยื่อหุ้มตั้งแต่สีขาว สีม่วงแดง สีแดง และสีน้ำตาลอ่อน ถัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดจะพบใบเลี้ยงขนาดใหญ่และหนา จำนวน 2 อัน

### 2.1.6.2 สรรพคุณของถั่วลิสง

- 1) ช่วยบำรุงร่างกาย ช่วยในการเจริญเติบโต (เมล็ด)
- 2) ช่วยบำรุงสมองและประสาทตาช่วยเสริมสร้างความจำ และยังมีโคลีนที่ช่วยควบคุมความจำ (เมล็ด)
- 3) ช่วยให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย (เมล็ด) และช่วยให้ความอบอุ่นแก่ผิวหนัง (น้ำมันถั่วลิสง)
- 4) ช่วยลดความดันโลหิตสูง (ใบ) โดยใช้ทั้งก้านและใบสดหรือแห้ง (แห้งใช้ประมาณ 30 กรัม ถ้าสดใช้ประมาณ 40 กรัม) นำมาต้มกับน้ำกิน (เมล็ด)
- 5) ถั่วลิสง มีสารต้านอนุมูลอิสระ มีฤทธิ์ต่อต้านมะเร็ง และมีจีเนสเตอิน ซึ่งทำเส้นเลือดไปเลี้ยงเซลล์มะเร็งตีบลง
- 6) ช่วยป้องกันโรคหัวใจ เนื่องจากในถั่วลิสงมีสารที่ช่วยลดปริมาณของไขมันร้าย (LDL) จึงช่วยลดความเสี่ยงของภาวะไขมันอุดตันในเส้นเลือดและภาวะหลอดเลือดแข็งตัว ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคหัวใจ หากรับประทานเป็นประจำจะช่วยลดโอกาสการเสียชีวิตจากโรคหัวใจได้ถึงร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับผู้ที่ไม่ได้รับประทาน (เมล็ด)

### 2.1.6.3 ประโยชน์ของถั่วลิสง

ถั่วลิสงเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และเป็นแหล่งของโปรตีนและพลังงาน โดยมีโปรตีนเทียบเท่ากับถั่วแดง ถั่วดำ และถั่วเขียว แต่น้อยกว่าถั่วเหลือง และยังมี กรดอะมิโนอีกหลายชนิด ที่จำเป็นต่อร่างกายถั่วลิสงมีสารอาหารมากกว่า 30 ชนิด มีโปรตีนมากกว่าถั่วเปลือกแข็งชนิดอื่น ๆ ให้โซเดียมต่ำ มีไขมันไม่อิ่มตัวน้อย และยังปราศจากคอเลสเตอรอลด้วย ใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารคาวหวาน ต่าง ๆ เมล็ดถั่วลิสง เช่น แกงฮังเล น้ำพริกคั่ว ถั่วลิสงต้มน้ำกระดุกหมู ถั่วลิสงนึ่งข้าวเหนียวยัดไส้หมูสับ ไก่สามอย่าง เมี่ยงคำ ส้มตำไทย หรือ สารพัดน้ำจิ้ม เช่น น้ำจิ้มหมู

สะเต๊ะ น้ำจิ้มมันทอด น้ำพริกเผาทรงเครื่อง น้ำพริกถั่วปลานึ่ง หรือใช้เป็นเครื่องปรุงรสถ้วยเดียว  
 แหนมอาหารจำพวกยาต่าง ๆ และยังสามารถนำไปผสมกับข้าวหนึ่งทำเป็นข้าวต้มมัดใส่ข้าววิตู ข้าวหลาม  
 ข้าวเม่า หรือทำเป็นไส้ขนมชนิดต่าง เช่น ขนมไส้เทียน ถั่วลิสงคั่ว ถั่วลิสงทอด ถั่วลิสงต้ม ถั่วลิสงปั่น  
 ถั่วลิสงบด ถั่วลิสงชุบแป้งทอด ถั่วตัด ถั่วตูปตูป ถั่วกระจก ถั่วลิสงเคลือบรสต่าง ๆ ถั่วลิสงทอดคลุก  
 เนย เนยถั่วลิสง แป้งถั่วลิสงใช้ผสมในลูกกวาด ช็อกโกแลต เป็นต้น ถั่วลิสงสามารถนำมาเพาะเป็น  
 ถั่วงอกได้ เช่นเดียวกับ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วแดง ถั่วดำ และถัสนั่นเตา แต่จะไม่ใช่ที่นิยมมากนัก  
 น้ำมันจากถั่วลิสงสามารถนำใช้แทนน้ำมันมะกอกได้เนื่องจากถั่วลิสงมีน้ำมันประมาณ 47% จึงนิยม  
 นำเมล็ดของถั่วของลิสงไปใช้ในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมัน ทำเป็นน้ำมันสำหรับทอดอาหาร คุณสมบัติ  
 ช่วยลดคอเลสเตอรอล และไม่ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอนุมูลอิสระ แต่มีข้อเสียคือเป็นน้ำมันที่เหม็นหืน  
 ง่ายใช้ทอดในความร้อนสูง ๆ ไม่ได้ แต่ใช้ผัด ทอด ต้ม ทำน้ำสลัดได้ตามปกติ

ตารางที่ 2.4 ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของถั่วลิสง ต่อน้ำหนัก 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
แคลอรี	570	กิโลแคลอรี
ไขมัน	48	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	21	กรัม
เส้นใยอาหาร	9	กรัม
โปรตีน	25	กรัม
แคลเซียม	62	มิลลิกรัม 6%
ฟอสฟอรัส	336	มิลลิกรัม 48%
เหล็ก	2	มิลลิกรัม 15%
น้ำ	4.26	กรัม
วิตามินบี 1	0.6	มิลลิกรัม 52%
วิตามินบี 3	2.9	มิลลิกรัม 86%
วิตามินบี 6	1.8	มิลลิกรัม 36%
วิตามินบี 9	246	มิลลิกรัม 62%
ไนอะซิน	5.1	มิลลิกรัม
ธาตุแมกนีเซียม	184	มิลลิกรัม 52%
ธาตุโพแทสเซียม	332	มิลลิกรัม 7%
ธาตุสังกะสี	3.3	มิลลิกรัม 35%

ที่มา: กองโภชนาการกรมอนามัย(2555)

## 2.1.7 น้ำตาล

น้ำตาล หมายถึง สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก เช่น น้ำตาลทรายซึ่งละลายได้ดีในน้ำ และมี รสหวาน ส่วนน้ำตาลที่ไม่เป็นผลึก ได้แก่ น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลโตนด (จิรนนท์ และ จารุวรรณ, 2556) น้ำตาลเป็นอาหารที่ใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารได้หลายอย่าง เช่น ส่วนประกอบในเครื่องดื่ม ผลไม้เชื่อม หรือ แอ่อม เยลลี่ ขนมหวาน ลูกกวาด ขนมเบเกอรี่ หรือแม้แต่อาหารคาวก็ ต้องใช้น้ำตาลในการปรุงเพื่อให้ได้รสความหวาน ซึ่งอาหารบางประเภทต้องใช้ความเข้มข้นที่ต่างกันออกไป

### 2.1.7.1 หน้าที่ของน้ำตาลในการทำขนม

น้ำตาลเป็นเครื่องปรุงหลักที่สำคัญของขนมไทย ซึ่งขนมไทยจะขาดมิได้เลย หน้าที่สำคัญของน้ำตาล

- 1) ทำให้ขนมมีรสหวาน เพิ่มความอร่อย
- 2) ช่วยทำให้เนื้อขนมมีความละเอียดในการตี
- 3) ทำให้ขนมมีลักษณะนุ่ม มีความมันเงา และใสขึ้น
- 4) ทำให้สีขนมมีสีเข้มขึ้น เช่น การทำสังขยา ขนมหม้อแกง
- 5) ช่วยทำให้เปลือกขนมมีสีเหลืองทองสวย ไม่กระด้าง
- 6) ช่วยเก็บความชุ่มชื้นของเนื้อขนม
- 7) ทำให้ขนมมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน (จิรนนท์และจารุวรรณ, 2556)

### 2.1.7.2 ลักษณะของน้ำตาล

#### 1) น้ำตาลทราย

1.1) น้ำตาลทราย เป็นน้ำตาลที่เป็นผลึก ทำจากอ้อย น้ำตาลทรายจะมีสองสี สีขาว คือ น้ำตาลที่ถูกฟอกจนมีสีขาวและแข็งสะอาดละลายน้ำยาก ส่วนน้ำตาลทรายสีแดง คือ น้ำตาลทรายที่ไม่ได้ฟอกให้ขาวจึงมีกลิ่นหอม จะมีเกลือแร่ และวิตามินเหลืออยู่บ้าง ส่วนใหญ่ไม่นิยมใช้น้ำตาลทรายแดง เนื่องจากยิ่งสีเข้มแสดงว่ามีการปนเปื้อนอยู่มาก ส่วนใหญ่จะไม่นิยมใช้น้ำตาลแดงทำขนมหวาน น้ำตาลทรายมีออกมาขายในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้สะดวกในการใช้ เช่น น้ำตาลไอซิ่งได้จากน้ำตาลทรายขาวธรรมดา นำมาบดให้ละเอียด เอาเฉพาะส่วนที่ปนละเอียดเหมือนแป้ง ใสแป้งข้าวโพดหรือแป้งมันไปร้อยละ 3 เพื่อกันไม่ให้น้ำตาลจับกันเป็นก้อน น้ำตาลปน คือ น้ำตาลทรายธรรมดาที่เอามาปั่นให้ละเอียดแต่ไม่เท่ากับน้ำตาล ไอซิ่ง การปั่นน้ำตาลเพื่อให้ผสมเข้ากับเครื่องปรุงได้ง่าย

#### 1.2) น้ำตาลที่ไม่ตกผลึก ได้แก่

1.2.1) น้ำตาลมะพร้าวหรือน้ำตาลปึก จะใช้ความหวานจากจั่นมะพร้าวเป็นวัตถุดิบ มะพร้าวที่นิยมนำมาทำน้ำตาลมะพร้าว คือ พันธุ์หมูสีกลายซึ่งเป็นมะพร้าวที่ต้นไม่สูงมากนัก สะดวกต่อการเก็บ

1.2.2) การกรองน้ำตาลสด เลือกจั่นหรือดอกมะพร้าว โดยเลือกขนาดที่พอเหมาะ ไม่อ่อนหรือแก่เกินไป จากนั้นค่อย ๆ โน้มตัดจั่นมะพร้าวให้โค้งลงเพื่อให้น้ำตาลสดไหลลงภาชนะที่รองรับได้สะดวก การโน้มจั่นดังกล่าวจะใช้เวลา 2-3 วัน เมื่อจะร่อนน้ำตาลสดจะขาดปลายจั่นทิ้งประมาณ 1/3 มิลลิเมตร และจะขาดทุกครั้งที่เก็บน้ำตาลสด ซึ่งจะเก็บเข้าและเย็นภาชนะ

ที่ใช้ร่อนน้ำตาลสด คือ กระจอกไม้ไผ่หรืออาจใช้กระจอกอะลูมิเนียมที่มีความจุประมาณ 1 ลิตร ซึ่งเมื่อทำความสะอาดแล้วจะนำมารวมควันจากเตาเคี้ยวน้ำตาลเพื่อให้กระจอกแห้ง มีกลิ่นหอม และเป็น การฆ่าจุลินทรีย์ไปในตัว จะมีการใส่เปลือกไม้ที่รสฝาด เช่น ไม้เคี่ยม หรือไม้พะยอมสับละเอียดลงไป ประมาณ 2.5 กรัม สารเคมีที่อยู่ในเปลือกไม้จะช่วยป้องกันไม่ให้น้ำตาลสดเกิดการบูด

1.2.3) การเคี้ยวน้ำตาลสดที่ได้จะนำมากรองและเคี้ยวภายใน 18 ชั่วโมง ขณะเคี้ยวจะเกิดฟองล้นกระทะใช้ไม้ไผ่สานคลุมปากกระทะ หรืออาจใช้น้ำมันพืชหรือน้ำมันถั่วเหลืองหยดลงไปแทน การเคี้ยวจะใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง โดยใช้ไฟอ่อน ๆ เพื่อป้องกันการไหม้ และทำให้น้ำตาลที่ได้สีไม่คล้ำ เมื่อเคี้ยวเสร็จยกกระทะลงจากเตา ใช้ไม้หยก ซึ่งมีลักษณะคล้าย ขดลวดตีไขขนาดใหญ่กระทงและปั่นน้ำตาลไปรอบ ๆ กระทะ เพื่อไล่เอาไอน้ำออก จะช่วยให้น้ำตาล ตกผลึกและแห้ง น้ำเชื่อมที่ใสจะเริ่มข้นหรือมีสีน้ำตาลอ่อน เพราะมีการตกผลึกเกิดขึ้น(จิรนนท์และ จารุวรรณ, 2556)

1.2.4) น้ำเชื่อม คือ สารให้ความหวานที่อยู่ในรูปของเหลว เราจึง ทำน้ำเชื่อมเอง ไม่นิยมซื้อน้ำเชื่อมเป็นขวดมาใช้ จะเริ่มตั้งแต่ละลายน้ำตาลกับน้ำ ตั้งไฟเคี้ยวให้เดือด การทำน้ำเชื่อมให้ขาว คือฟอกสีน้ำตาล โดยใช้เปลือกไข่ฟอกกับน้ำตาลตั้งไฟพอละลายแล้วกรอง นำไปตั้งไฟต่อ เคี้ยวจนได้น้ำเชื่อมเหนียวข้นตามความต้องการ เพื่อนำมาทำขนมชนิดต่าง ๆ ซึ่งนำมา เคี้ยวเพื่อระเหยน้ำ มีความชื้นประมาณร้อยละ 35 ส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส จุดเดือดของ สารละลายน้ำตาล (Boiling point) เมื่อน้ำตาลละลายน้ำเป็นสารละลายเรียกว่า “น้ำเชื่อม” มีจุด เดือดสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามปริมาณน้ำตาลที่ละลาย ปกติน้ำบริสุทธิ์มีจุดเดือดที่ 100 องศาเซลเซียส แต่ สารละลายหรือน้ำเชื่อมมีจุดเดือดสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส จุดเดือดสูงขึ้นตามความเข้มข้นของ น้ำเชื่อม ดังนั้นอาจเปรียบเทียบความเข้มข้นของน้ำเชื่อม โดยการวัดจุดเดือดของน้ำเชื่อม พบว่า น้ำเชื่อมที่จุดเดือด ณ อุณหภูมิต่าง ๆ จะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย (ศิริลักษณ์,2552) ดังแสดงตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ลักษณะและรายละเอียดของน้ำเชื่อมในภาวะและอุณหภูมิที่ต่างกัน

อุณหภูมิ	ลักษณะน้ำเชื่อม	ลักษณะการเดือด	ลักษณะในน้ำเย็นจัด	ตัวอย่างอาหารที่ใช้ น้ำเชื่อมในระยะนั้น
105-106	ใส	เดือดเป็นฟองใหญ่	ตกกันภาชนะแล้วละลาย	น้ำเชื่อมใส่ของหวานมี น้ำแข็ง,ใส่น้ำผลไม้ปั่น, ขนมโก้,ทองเอก สัมปันนี
110-112	เป็นเส้นคล้าย เส้นด้าย (Thread)	เดือดพล่านเป็น ฟองขนาดกลาง	สีใสเป็นเส้นหรือพราย ยาว ประมาณ 2 นิ้ว	ทองหยิบ,ทองหยอด ฝอยทอง,กรอบเค็ม ครองแครงชนิดเคลือบ
112-115	ป็นเป็นก้อน อ่อน ไม่อยู่ตัว (Soft ball)	เดือดเป็นฟองขนาด กลาง	สีเหลืองใส หยอดในน้ำ เย็น เป็นก้อนอ่อนแต่ไม่ อยู่ตัว เมื่อยกจาก น้ำจะแบนราบ	ขนมเหนียว,กรอบเค็ม และครองแครงชนิด เคลือบแห้ง,มะพร้าวแก้ว ฉาบ,อาลัว Fondant fudge
118-120	ป็นเป็นก้อน กลมอยู่ตัว (Firm ball)	เดือดเป็นฟอง ขนาดเล็กกลวง สี เข้มขึ้นแต่ใส	เป็นก้อนอยู่ตัว ยก จากน้ำไม่แบนราบ	Caramel ฉาบทอฟฟีนม
121-130	ป็นเป็นก้อน แข็ง (Hard ball)	เดือดเป็นฟองเล็ก สีเข้ม	เป็นก้อนแข็งแต่ เมื่อ ยกจากน้ำยัง หยุ่นได้	ถั่วเคลือบ , ตังเม
132-143	เส้นแข็งหักได้ (Soft crack)	เดือดเป็นฟองชั้น สีเข้ม	เป็นเส้นแข็งหักได้ แต่ไม่ เปราะ	ทอฟฟี่ใส,ทอฟฟี่เนยตังเม
149-154	เส้นแข็งเปราะ (Hard crack)	เดือดเป็นฟองชั้น สีเข้มขึ้น	หยอดในน้ำเป็นเส้น แข็งหักเปราะ	ถั่วตัด,ถั่วกระจก สายไหม
160	หลอมเหลวใส (Clear liquid)	น้ำเชื่อมยังคงใส อยู่	เหลว	-
170	เปลี่ยนเป็นสี น้ำตาล (Caramel)	เดือดเป็นฟอง เล็ก ๆ สีน้ำตาล มี กลิ่นไหม้	หยดในน้ำเป็นก้อน แข็งและมีสีน้ำตาล ไหม้	ทาน้ำตาลเคี้ยวไหม้ (Caramel)

ที่มา: ศิริลักษณ์ (2552)

### 2.1.7.3 โมเลกุลของน้ำตาล

น้ำตาลจะมีอยู่ด้วย 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

- 1) น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว หรือ โมโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) เช่น กลูโคส (glucose), ฟรุคโทส (fructose), กาแล็กโทส (galactose)
- 2) น้ำตาลโมเลกุลคู่ หรือ ไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) เช่น ซูโครส (sucrose), แล็กโทส (lactose), มอลโทส (maltose)

3) น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ หรือ โพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) เช่น แป้ง (starch), ไกลโคเจน (glycogen), เซลลูโลส (cellulose)

#### 2.1.7.4 ประเภทของน้ำตาล

1) น้ำตาลทรายดิบ (Raw Sugar) คือ น้ำตาลทรายที่ใช้ส่งออกเพื่อจำหน่ายในต่างประเทศหรือ เก็บไว้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลทรายขาว โดยน้ำตาลทรายดิบจะมีสีน้ำตาลเข้ม มีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ และมีความบริสุทธิ์ต่ำ

2) น้ำตาลดิบคุณภาพสูง (High Pol Sugar) คือ น้ำตาลทรายดิบที่นำมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน สีของน้ำตาลเป็นสีเหลืองแกมน้ำตาลสามารถนำไปบริโภคได้โดยตรง แต่ไม่เป็นที่นิยมของคนส่วนใหญ่ ยกเว้นในประเทศที่กำลังพัฒนาและมีกำลังซื้อค่อนข้างต่ำ เนื่องจากน้ำตาลชนิดนี้ มีราคาถูกกว่าน้ำตาลทรายขาว

3) น้ำตาลทรายขาว (White Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้มาจากการสกัดเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำตาลทรายดิบและเป็นที่นิยมในการใช้บริโภค

4) น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined Sugar) คือ น้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตคล้ายกับน้ำตาลทรายขาว แต่จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาวใส นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์มาก เช่น เครื่องดื่มประเภทน้ำตาล เครื่องดื่มบำรุงกำลัง รวมไปถึงอุตสาหกรรมยา เป็นต้น

5) น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ (Super Refined Sugar) คือ น้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตเหมือนน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ แต่จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า นิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาล ที่มีความบริสุทธิ์มาก ๆ เป็นส่วนประกอบ

6) น้ำตาลปี๊บ (Paste Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากเอาน้ำตาลทรายขาวมาเคี่ยวจนมีความเข้มข้นตามที่กำหนด แล้วนำไปบรรจุขณะยังร้อนและผึ่งให้น้ำตาลแข็งตัวโดยใช้ลมเย็น

7) น้ำตาลทรายแดง (Brown Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการเอาน้ำตาลทรายดิบมาละลายกับน้ำอ้อยและน้ำเชื่อมดิบในอัตราส่วนที่กำหนด

8) น้ำเชื่อม (Liquid Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการแปรสภาพจากผลึกของน้ำตาลเป็นน้ำเชื่อมนิยมนำมาใช้เพื่อความสะดวกในกระบวนการผลิตต่าง ๆ เช่น น้ำอัดลม เครื่องดื่มชูกำลัง ฯลฯ

9) น้ำตาลแร่ธรรมชาติ (Mineral Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการผสมคาราเมล ซึ่งได้มาจากการเคี่ยวน้ำตาลกับเอโมลาส ซึ่งมีแร่ธาตุธรรมชาติจากอ้อย แล้วจึงนำไปผสมกับน้ำตาลทรายขาวตามสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้แร่ธาตุจากอ้อยที่สูญเสียไปกับกากน้ำตาลในกระบวนการตกผลึกของน้ำตาล กลับคืนสู่น้ำตาล

10) กากน้ำตาล (Molasses) คือ ผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาล นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในภาคอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ การผลิตสุรา แอลกอฮอล์ ผลิตผงชูรส น้ำส้มสายชู

น้ำตาลพบได้ทั่วไปในเนื้อเยื่อของพืช แต่มีเพียงอ้อย และชุการ์บิต เท่านั้นที่พบน้ำตาลในปริมาณความเข้มข้นเพียงพอที่จะสกัดออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อ้อย หมายถึงถึงหญ้าอ้อยหลายสายพันธุ์ในสกุล Saccharum ที่ปลูกกันในเขตร้อนอย่างเอเชียใต้ และเอเชีย

ตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่สมัยโบราณ การขยายการผลิตเกิดขึ้นใน คริสศตวรรษที่ 18 พร้อมกับการสร้างไร่น้ำตาลในเวสต์อินดีส และอเมริกา เป็นครั้งแรกที่คนทั่วไปได้ใช้น้ำตาลเป็นสิ่งที่ให้ความหวานแทนน้ำผึ้ง ชูการ์บีต โตเป็นพืชมีรากในที่ที่มีอากาศเย็นกว่าและเป็นแหล่งที่มาส่วนใหญ่ของน้ำตาลในศตวรรษที่ 19 หลังจากมีวิธีสกัดน้ำตาลเกิดขึ้นหลายวิธี การผลิตและการค้ำน้ำตาลเปลี่ยนแปลงไปตามวิถีชีวิตของมนุษย์ มีอิทธิพลต่อการก่อตั้งอาณานิคม การมีอยู่ของทาส การเปลี่ยนผ่านไปสู่สัญญาแรงงาน การย้ายถิ่นฐาน สงครามระหว่างชาติที่ครอบครองน้ำตาลในศตวรรษที่ 19 การรวมชนชาติ และโครงสร้างทางการเมืองของโลกใหม่โลกผลิตน้ำตาลประมาณ 168 ล้านตันในปี พ.ศ. 2554 โดยเฉลี่ยคนบริโภคน้ำตาล 24 กิโลกรัมต่อปีเทียบเท่ากับอาหารปริมาณมากกว่า 260 แคลอรีต่อวัน

#### 2.1.7.5 น้ำตาลโตนด

1) ลักษณะของน้ำตาลโตนด เป็นน้ำตาลพื้นบ้านที่ทำจากน้ำตาลสดจาก ปลีตาล น้ำตาลสดที่เก็บมาแล้วจมน้ำมากรองใส่กระช่เหล็กเคี้ยวเหมือนกับเคี้ยวน้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลโตนดนั้นจำเป็นต้องขึ้นอยู่กับต้นตาลด้วยว่าอายุได้ที่หรือยัง เพราะตาลส่วนใหญ่ที่ใช้ในการทำน้ำตาลโตนด ต้องมีอายุ 10 ปีขึ้นไป ซึ่งจะอยู่ในระยะแทงช่ดอกใหม่ ๆ ซึ่งมีวิธีในการทำคล้ายกัน ทั้งตัวผู้และตัวเมีย แต่จะแตกต่างกันที่วิธีการใช้ไม้ที่ใช้ขนาดจั่น หรือว่า งวง ซึ่งภาษาชาวบ้าน เรียกว่า ไม้ค้ำ

อุปกรณ์ในการทำน้ำตาล มีมีดตาลเชือกหรือเข็มขัดหนัง สำหรับเห็นมีดกระบอกใส่น้ำตาล พะอง ไม้ค้ำตัวผู้ ไม้ค้ำตัวเมีย

น้ำตาลโตนดได้จากงวงตาล น้ำตาลมะพร้าว วิธีทำน้ำตาลทั้งสองชนิดคล้ายคลึงกันคือ ต้องปาดและนวดทั้ง งวงตาลและจั่นมะพร้าวเพื่อให้น้ำตาลไหลออกมาเสียก่อน แล้วนำกระบอกไม้ไผ่ซึ่งใส่เปลือกไม้พะยอมเล็ก ๆ ใส่กันน้ำตาลบูด ในตอนเช้านำกระบอกน้ำตาลที่รองลงมาเรียกว่าน้ำตาลสด แล้วเอาไปกรองเอาเปลือกไม้พะยอมออก เคี้ยวในกระช่เป็นเวลาานานจนขึ้น จนเหลือเพียง  $1/4 - 1/3$  ของปริมาตรเดิม แล้วยกกระช่ลงจากเตา นำไปปั่น หรือคนจนงวงจะมีลักษณะเหนียวหนืดสีน้ำตาลอมเขียว แต่ชาวบ้านนิยมใส่สารฟอกสีเพื่อให้ขาวเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคหลังจากปั่น หรือคนจนได้ที่แล้วจึงเทใส่ปื๊บ ถ้าตัดใส่ฝา หรือขามเมื่อแห้งนำออกมาเป็นฝา ๆ เรียกว่าน้ำตาลปึก ถ้าเทใส่หม้อดินเผาเรียกว่า หม้อ แต่สมัยนี้ไม่ค่อยมี น้ำตาลดังกล่าวเหมาะใช้ทำขนมหวานไทยหลาย ๆ ชนิด ได้แก่ ขนม น้ำกะทิ เช่น ลอดช่อง แต่งไทย ข้าวเหนียว เผือก ฯลฯ ขนมแกงบวดต่าง ๆ เช่น เผือก มัน สาเก พักทอง ถั่วดำ ฯลฯ ขนมกวน เช่น ขนมเปียก เปียกปูน กาละแม ข้าวเหนียวแดง ฯลฯ (อบเชยและชนิษฐา, 2559)

#### 2) ขั้นตอนในการทำน้ำตาลโตนด มีดังนี้

2.1) นำน้ำตาลที่ได้จากการปาดตาลมากรองให้สะอาดโดยผ่านผ้าขาวบาง

2.2) นำน้ำตาลที่รับการกรองจากผ้าขาวบางแล้วไปต้มด้วยไฟแรง ๆ

2.3) เมื่อเคี้ยวน้ำตาลจนเดือดแล้วเราก็จะได้น้ำตาลสด ซึ่งสามารถนำมารับประทานได้ โดยใส่น้ำแข็ง หรือว่าไม่ใสก็ได้ และมีจำหน่ายอยู่ทั่วไป

2.4) ถ้าเราไม่นำมารับประทานหรือนำน้ำตาลสดไปจำหน่าย ก็สามารถเคี้ยวน้ำตาลต่อไปได้เลย จนกว่าน้ำตาลจะเหนียวจับตัวกันเป็นก้อน

2.5) เมื่อน้ำตาลที่ได้จากการเคี้ยวได้ที่แล้ว นำไปเทลงบนแบบพิมพ์ในการทำน้ำตาล

2.6) เมื่อเทน้ำตาลลงบนแบบพิมพ์แล้วก็รอจนกว่าน้ำตาลที่เทจะจับตัวกัน เมื่อน้ำตาลจับตัวกันแล้ว ก็สามารถนำน้ำตาลโตนดออกจากแม่พิมพ์ได้เลย แล้วนำมาบรรจุเพื่อส่งขายหรือนำมาปรุงอาหารหรือรับประทาน

2.7) น้ำตาลโตนดแท้ในปัจจุบันนั้น สามารถหาได้ยาก เนื่องจากผู้ที่ทำน้ำตาลโตนดส่วนใหญ่จะผสมกับน้ำตาลทราย ซึ่งจะทำให้สีและรสชาติของน้ำตาลเปลี่ยนไป

### 3) วิธีสังเกตน้ำตาลโตนดแท้ หรือเทียม

3.1) หากเป็นน้ำตาลโตนดแท้สีจะออกแดง แต่ถ้าหากน้ำตาลโตนดเทียมสีจะออกขาว

3.2) หากเป็นน้ำตาลโตนดแท้จะมีรสหวานนุ่ม แต่ถ้าหากน้ำตาลโตนดเทียมจะมีรสหวานแบบเลี่ยน ๆ

3.3) หากเป็นน้ำตาลโตนดแท้จะมีเนื้อน้ำตาลที่ละเอียด แต่ถ้าหากน้ำตาลโตนดเทียมเนื้อจะหยาบ ๆ

3.4) หากเป็นน้ำตาลโตนดแท้เมื่อถูกอากาศจะเหลว แต่ถ้าหากน้ำตาลโตนดเทียมจะแข็งและอยู่ได้นาน

#### 2.1.7.6 คุณสมบัติของน้ำตาล

1) ความหวานของน้ำตาล เป็นสารที่ให้ความหวานและมีคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive Sweetener) รสหวานของน้ำตาลเป็นรสหวานธรรมชาติที่ปราศจากรสอื่นเจือปน การที่รับรู้รสหวานนั้น เกิดจากต่อมลิ้นรสบริเวณปลายลิ้นด้านบน รสหวานที่เรารู้สึกเป็นความหวาน เปรียบเทียบ โดยเปรียบเทียบกับความหวานของซูโครส ซึ่งถือว่าเท่ากับ 100 ฟรุคโตสเป็นน้ำตาลที่หวานที่สุดและมีความหวานกว่าซูโครส น้ำตาลที่หวานรองลงมาจากซูโครส คือ กลูโคส มอสโตสและแล็กโทส วัตถุประสงค์หลักของการใส่น้ำตาลในอาหาร คือการให้ความหวาน โดยทั่วไปนิยมซูโครสหรือน้ำตาลทราย เพราะความหวานสูงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลชนิดอื่น ๆ

2) การละลายน้ำตาลทั่วไปที่ใช้ในอุตสาหกรรมมักจะละลายน้ำได้ดี ตามปกติจะละลายน้ำได้ร้อยละ 30-80 ปริมาณที่ละลายน้ำได้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ซึ่งการละลายได้สูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาลแต่ละชนิด จะแตกต่างกัน ฟรุคโตสเป็นน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ซูโครส ส่วนกลูโคสและมอสโทสละลายน้ำดีพอ ๆ กัน น้ำตาลที่ละลายน้ำได้น้อยคือ แล็กโทส (อบเชยและขมิ้นชัน, 2559)

#### 2.1.7.7 วิธีการเลือกซื้อและวิธีการเก็บรักษาน้ำตาลให้เหมาะสมกับขนมที่จะทำ

1) เลือกน้ำตาลที่ละเอียดขาวบริสุทธิ์ ปราศจากสิ่งปนปลอม ไม่มีเศษผง

2) เลือกน้ำตาลที่สีไม่ขาวจัดมาก ถ้าสีของน้ำตาลไม่มีผลทำให้สีขนมเปลี่ยน เนื่องจากราคาน้ำตาลทรายที่มีสีขาวไม่จัด จะราคาถูกกว่าชนิดที่สีขาวจัด

3) เลือกน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ให้ตรงกับที่ใช้ในการประกอบอาหาร

4) เก็บในภาชนะที่สะอาดมีฝาปิดมิดชิด เพราะน้ำตาลเป็นสารดูดความชื้นได้ดีที่สุด

ดีที่สุด

## 5) เก็บในอุณหภูมิลดของห้อง

ตารางที่ 2.6 ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายแดง ต่อ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	380	กิโลแคลอรี
โปรตีน	0.12	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	98.09	กรัม
น้ำตาล	97.02	กรัม
น้ำ	1.34	กรัม
วิตามินบี 3	0.110	มิลลิกรัม
วิตามินบี 6	0.041	มิลลิกรัม
วิตามินบี 9	1	ไมโครกรัม 0%
แคลเซียม	83	มิลลิกรัม 9%
ธาตุเหล็ก	0.71	มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	9	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	4	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	133	มิลลิกรัม 3%
โซเดียม	28	มิลลิกรัม
สังกะสี	0.03	มิลลิกรัม

ที่มา: กองโภชนาการกรมอนามัย(2555)

ตารางที่ 2.7 ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว ต่อ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	387	กิโลแคลอรี
คาร์โบไฮเดรต	99.98	กรัม
น้ำ	0.02	กรัม
วิตามินบี 2	0.019	มิลลิกรัม 2%
แคลเซียม	1	มิลลิกรัม 0%
ธาตุเหล็ก	0.71	มิลลิกรัม 0%
โพแทสเซียม	133	มิลลิกรัม 0%
โซเดียม	1	มิลลิกรัม
สังกะสี	0.01	มิลลิกรัม

ที่มา: กองโภชนาการกรมอนามัย (2555)

### 2.1.8 แปะแซ

แปะแซ (Corn syrup) เป็นสารชีวโมเลกุลที่ได้มาจากการย่อยแป้งมันสำปะหลัง จะมีลักษณะเหนียวใส หนืด มีทั้งแบบใสและ สีเหลืองน้ำตาลส่วนใหญ่จะใช้เพื่อช่วยทำให้น้ำตาลรั้ดตัวเร็วขึ้น แก้ปัญหาน้ำตาลตกผลึก เป็นทรายแปะแซมีหลายคุณภาพด้วยกัน โดยแปะแซที่คุณภาพดีจะได้มากจากการย่อยของแป้งข้าวโพดแต่แปะแซส่วนใหญ่ที่นำมาใช้กันมักจะเป็นแปะแซที่ได้จากแป้งมันสำปะหลัง นอกจากนี้แปะแซยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ แปะแซน้ำ ที่มักจะใช้ในการทำอาหารหรือเป็นส่วนผสมในอาหารทั่วไป ส่วนแปะแซผงจะนิยมใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ (สุวรรณ, 2543)

ในชีวิตประจำวันเราสามารถพบเห็นแปะแซได้ทั่วไป เพราะมีการนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยส่วนใหญ่จะนิยมนำมาทำเป็นกระยาสารท น้ำราดข้าวหมูแดง เพิ่มความเหนียวข้นในน้ำจิ้ม ไอศกรีม หรือ ท็อปปี้ ก็ล้วนแล้วแต่มีส่วนผสมของแปะแซอยู่

โดยแปะแซเป็นสารให้ความหวานที่นิยมใช้ให้ความหวานแทนน้ำตาล นิยมใช้กันทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร ผลิตภัณฑ์แปรรูป ขนมหวาน น้ำหวาน ลูกกวาด ลูกอม รวมทั้งอุตสาหกรรมยาอีกด้วย ดังนั้น แปะแซจึงเป็นสารให้ความหวานที่ได้มาจากการย่อยของแป้งมันสำปะหลัง หรือแป้งข้าวโพด โดยส่วนใหญ่จะใช้เพื่อทดแทนน้ำตาล หรือทำให้น้ำตาลเกิดการรั้ดตัวเร็วขึ้น มักใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและของหวานเป็นส่วนใหญ่

ผลิตภัณฑ์กลูโคสที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ

1) กลูโคสไซรัป (glucose syrup) หรือ กลูโคสเหลว เป็นสารละลายแซคคาไรด์ที่ได้จากการย่อยแป้ง โดยผ่านกรรมวิธีการทำให้บริสุทธิ์และเข้มข้น

2) กลูโคสผง เป็นการแปรรูปผลิตภัณฑ์ Glucose Syrup เป็นกลูโคสไซรัปที่ทำให้แห้งเป็นผง ทั้งนี้ปริมาณการผลิตกลูโคสเหลวมีมากกว่ากลูโคสผง เนื่องจากความต้องการของตลาดมีมากกว่า โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมผลิตน้ำหวาน ท็อปปี้หรือลูกกวาดไอศกรีม สำหรับกลูโคสผงส่วนมากจะใช้ในอุตสาหกรรมยา หรือประกอบการเคลือบเงาผลิตภัณฑ์ เช่นขนมเม็ดสีของเด็กๆ ลูกอมต่างๆ เพิ่มเนื้อสัมผัส หรือปรับปรุงลักษณะของผลิตภัณฑ์ แต่เนื่องจากแปะแซแบบผงได้ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยระบบ "สเปรย์ตาย" ทำให้สามารถเก็บรักษา เพื่อการใช้งานในภาชนะปิดผนึกที่อุณหภูมิห้องได้นาน และยังสะดวกในการนำไปใช้งาน ในลักษณะ Dry Mix ทั้งยังสามารถปรับ Brix ได้ตามสัดส่วนการละลายในน้ำอุ่น จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อผู้ใช้งานอุตสาหกรรม (สุวรรณ, 2543)

### 2.1.9 การทอด

การทอดอาหารเป็นหน่วยปฏิบัติการหนึ่งที่ใช้เปลี่ยนแปลงคุณภาพอาหาร ความร้อนจากการทอดอาหารจะทำลายจุลินทรีย์และเอนไซม์ในอาหาร และลดความชื้นที่ผิวของอาหาร และอาจนำขึ้นของอาหารลักษณะบาง อาจลดความชื้นทั่วทั้งชิ้นอาหารได้ อายุการเก็บรักษา หรืออายุการวางจำหน่ายของอาหารทอดจะพิจารณาจากปริมาณความชื้นในชิ้นอาหารภายหลังการทอดแล้ว อาหารที่ยังมีปริมาณน้ำเหลืออยู่ ภายในชิ้นอาหารมาก เช่น ชิ้นปลาทอด ไก่ทอด หรือโดนัท จะมีการอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากมีการเคลื่อนที่ของน้ำ และน้ำมันเกิดขึ้นภายในชิ้นอาหารระหว่างการเก็บรักษาสั้น หากต้องการเก็บรักษาต้องแช่เย็น ซึ่งจะเก็บรักษาได้เพียง 2-3 วัน การทอดอาหารจน

กรอบ เช่น ขึ้นมันฝรั่งทอด จะมีความชื้นอยู่น้อยมาก สามารถเก็บได้นานถึง 12 เดือน ซึ่งระยะเวลาการเก็บรักษาและแปรรูปขึ้นอยู่กับภาชนะบรรจุ และภาชนะที่ใช้ในการเก็บรักษาด้วย (นิธิยา, 2548)

#### 2.1.9.1 ทฤษฎีการทอด

การทอด หมายถึง การนำชิ้นอาหารใส่ลงในน้ำมันขณะร้อน ผิวนอกของอาหารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำที่เป็นส่วนประกอบในอาหารระเหยกลายเป็นไอ ผิวนอกของอาหารจะแห้งซึ่งมีลักษณะคล้ายกรอบ หรือการย่าง การระเหยของน้ำจะค่อย ๆ เคลื่อนที่เข้าไปด้านขึ้นในอาหาร ทำให้ผิวนอกมีลักษณะเป็นเปลือกแข็งหุ้มชิ้นอาหารไว้ ผิวนอกของอาหารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนเท่ากับน้ำมัน และอุณหภูมิภายในชิ้นอาหารก็เพิ่มขึ้น อัตราการถ่ายเทความร้อนจะถูกควบคุมโดยความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำมัน และอุณหภูมิของอาหารและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวอัตราการแทรกซึมของความชื้นที่เข้าไปในชิ้นอาหารจะถูกควบคุมด้วยความสามารถในการนำความร้อนของอาหาร ซึ่งอาหารแต่ละชนิดจะมีการนำความร้อนที่แตกต่างกันผิวนอกของอาหารที่แห้งจะมีโครงสร้างเป็นรูพรุน ต่าง ๆ กัน ในระหว่างการทอดอาหาร น้ำและไอน้ำจะออกมาทางรูที่มีขนาดใหญ่ก่อน หลังจากนั้นในรูพรุนจะถูกแทนที่ด้วยน้ำมันร้อนความชื้นจะเคลื่อนที่จากผิวนอกของอาหารผ่าน boundary film ความหนาของชั้น boundary film จะเป็นตัวควบคุมการอัตราการถ่ายเทความร้อนและมวลสารที่ได้จากความหนืดและความเร็วของน้ำมัน ความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างความชื้นภายในอาหาร และน้ำมันที่แห้งจะเป็นแรงขับให้เกิดการสูญเสียความชื้นเช่นเดียวกับการใช้ลมร้อนในการ อบแห้ง ระยะเวลาที่ใช้ในการทอดอาหารขึ้นอยู่กับ ชนิดของอาหาร อุณหภูมิของอาหาร วิธีการทอด ให้น้ำมันน้อยหรือน้ำมันมาก และความหนาของชิ้นอาหาร อาหารทอดที่ยังคงมีความชื้นเหลืออยู่ในชิ้นอาหาร และอาหารจะต้องถูกทอดจนภายในได้รับความร้อนเพียงพอที่จะทำให้ลายจุลินทรีย์ และสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของอาหารโดยเฉพาะอาหารประเภทเนื้อ ซึ่งจุลินทรีย์ที่อาจทำให้เกิดโรคเจริญได้ในภายหลังการทอดที่อุณหภูมิจะทอดอาหารได้ปริมาณมาก และใช้ระยะเวลาการทอดน้อยลง แต่อุณหภูมิสูงจะเร่งให้น้ำมันที่ใช้ทอดเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น เช่น การเกิดกรดไขมันอิสระ มีความหนืดเพิ่มขึ้น น้ำมันมีกลิ่น และสีเปลี่ยนไป ทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำมันบ่อย และเป็นการสิ้นเปลือง นอกจากนี้ น้ำมันยังสลายตัวได้ ทำให้เกิดกลุ่มควันสีน้ำเงินขึ้นบริเวณเหนือผิวน้ำมันขณะทอดและทำให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ อุณหภูมิที่ใช้ในการทอดยังแปรผันตามชนิดของอาหารด้วยอาหารที่ต้องการให้ผิวนอกกรอบและภายในยังมีความชื้นสูงต้องใช้อุณหภูมิสูง ผิวนอกที่กรอบจะช่วยป้องกันไม่ให้ความชื้นจากภายในออกมา และควบคุมการถ่ายเทความร้อนเข้าไปภายในชิ้นอาหารหาก ต้องการทอดให้อาหารแห้งทั่วทั้งชิ้น ต้องใช้อุณหภูมิที่ต่ำลง เพื่อให้ไอน้ำภายในระเหยออกมาก่อนที่ผิวนอกจะมีลักษณะกรอบแข็งเป็นเปลือกหุ้มแข็งไว้ การทอดในทางการค้า คือ การทอดโดยใช้น้ำมันมาก ซึ่งมีความร้อนที่แตกต่างกัน (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2552)

#### 2.1.9.2 ระบบการทอด

1) ระบบการทอดแบบกะ ระบบนี้ใช้กับการทอดอาหารที่มีปริมาณน้อย เช่น เครื่องทอดที่ใช้ตามบ้าน หรือ เครื่องทอดที่ใช้ในร้านอาหารฟาสต์ฟู้ด แหล่งความร้อนของการทอดระบบนี้มีทั้งแบบแก๊สและแบบไฟฟ้าโดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำมันขณะทอดจะอยู่ที่ 160-200 องศาเซลเซียส การทอดอาจกระทำภายใต้บรรยากาศปกติ หรือภายใต้ภาวะสุญญากาศ ไม่ควรใช้วัสดุประเภท

ทองแดงหรือทองเหลือง เพราะจะทำให้เกิดการแตกตัวของน้ำมันเนื่องจากไอออนของโลหะดังกล่าว ระหว่างการทอดอาจเติมน้ำมันใหม่เข้าเป็นระยะ ๆ เพื่อรักษาระดับน้ำมันในหม้อทอด การกรองน้ำมันเพื่อแยกเศษชิ้นอาหารในน้ำมันออกจะช่วยให้สามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพของไขมันได้ การพิจารณาคุณภาพของน้ำมันอาจทำได้โดยการสังเกตจากการเกิดควัน การเกิดฟองมากขณะทอด และการสังเกตสีของน้ำมันที่เข้มขึ้น เป็นต้น

2) ระบบการทอดแบบต่อเนื่อง ระบบนี้ใช้กับการทอดอาหารที่มีปริมาณมาก เช่น เครื่องทอดอาหารในระดับอุตสาหกรรมในส่วนของระบบการให้ความร้อนสำหรับเครื่องทอดแบบต่อเนื่องมี 3 แบบ คือ

2.1) ระบบการให้ความร้อนโดยตรง ความร้อนจะได้มาจากการเผาไหม้แก๊ส น้ำมันเชื้อเพลิงหรือได้จากไฟฟ้า ท่อความร้อนหรือท่อไฟจะถูกจัดวางไว้ในส่วนล่างของแท่งน้ำมัน และจมอยู่ในน้ำมัน ความร้อนจะส่งผ่านผนังท่อไปยังน้ำมัน

2.2) ระบบการให้ความร้อนทางอ้อม ระบบนี้น้ำมันจะได้รับความร้อนจากของไหลร้อน เช่น คลอรีนเตตไฮโดรคาร์บอน ที่ถูกทำให้ร้อนจากแหล่งความร้อนภายนอก แล้วไหลเข้าไปในท่อที่อยู่ส่วนล่างของแท่งน้ำมันเพื่อให้ความร้อนแก่น้ำมัน

2.3) ระบบการให้ความร้อนจากภายนอก ระบบนี้น้ำมันจะถูกทำให้ร้อนด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่อยู่ภายนอกเครื่องทอดแล้วไหลเข้าสู่แท่งน้ำมัน (ศรีสุวรรณ, 2547)

#### 2.1.9.3 วิธีการทอด

ทอดเป็นกรรมวิธีการแปรรูปอาหารที่แตกต่างจากวิธีอื่นโดยทั่วไป ดังนี้ การทอดใช้เวลาสั้นมาก ส่วนใหญ่จะเสร็จภายใน 5 -10 นาที เนื่องจากการทอดมีแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของแหล่งให้ความร้อน (น้ำมัน) และอุณหภูมิของอาหารมาก การทอดที่บรรยากาศจะมีความแตกต่างของอุณหภูมิมากกว่าการทอดที่สภาวะสุญญากาศ ขนาดของชิ้นอาหารที่ใช้ในการทอดส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก และมีน้ำหนักน้อย ผลิตภัณฑ์อาหารทอดโดยทั่วไปจะมีน้ำมันอยู่ในปริมาณร้อยละ 10-40 โดยน้ำหนัก เช่น มันฝรั่งทอดกรอบ การทอดมี 2 แบบแตกต่างกัน คือ การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย และการทอดโดยใช้น้ำมันมาก ซึ่งจะมีการถ่ายเทความร้อนแตกต่างกัน (บุษยามาศ, 2555)

1) การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย (shallow หรือ contact frying) เหมาะแก่ผลิตภัณฑ์ที่มีสัดส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง เช่น เบคอนไข่ การถ่ายเทความร้อนสู่ชิ้นอาหารส่วนใหญ่เกิดจากการนำความร้อนจากพื้นที่กระทะที่ร้อนผ่านชั้นบางๆ ของน้ำมันเข้าสู่ชิ้นอาหารความหนาของชั้นนั้นจะแตกต่างกันไปไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากผิวของอาหารจะไม่เรียบและเกิดฟองที่เกิดจากการระเหยของน้ำมันในการทอด จะช่วยดันชิ้นอาหารขึ้นจากพื้นที่ผิวของกระทะเป็นครั้งคราว ทำให้อุณหภูมิที่ผิวของชิ้นอาหารไม่สม่ำเสมอเท่ากันทุกจุด เกิดสีน้ำตาลที่ผิวไม่สม่ำเสมอ

2) การทอดน้ำมันท่วม (deep fat frying) เป็นวิธีการทอดที่ใช้น้ำมันมาก ในกระทะก้นลึกอาหารจะจมในน้ำมันที่อุณหภูมิ 150-200 องศาเซลเซียส การทอดใช้เวลาไม่นาน ระหว่างการทอดจะเกิดการถ่ายโอนความร้อน และการถ่ายโอนมวลสารขึ้นพร้อมกัน การถ่ายโอนความร้อนจะเกิดขึ้นทั้ง 2 แบบ คือการนำความร้อน (conduction) การพาความร้อน (convection) ซึ่งการพาความร้อนจะเกิดขึ้นระหว่างอาหารกับน้ำมันที่อยู่รอบๆ ส่วนการนำความร้อนจะเกิดขึ้นภายในอาหารโดยความร้อนจากน้ำมัน หรือไขมันจะถูกส่งผ่านไปยังชิ้นอาหารจนสุก และลอยขึ้นมา

บนผิวน้ำมัน อุณหภูมิของน้ำมัน หรือไขมันจะลดลงขณะใส่อาหารลงไปจึงต้องมีการเพิ่มพลังงานความร้อนเพื่อให้อุณหภูมิลกลับมาเท่าที่อุณหภูมิที่ตั้งไว้ ขณะการทอดอาหารความชื้นจะกลายเป็นไอและระเหยออกมาทำให้เกิดฟองผุดอย่างแรง ซึ่งการเกิดฟองผุดนี้จะค่อย ๆ ลดลงจนอาหารสุก อัตราเร็วของการถ่ายโอนความร้อนจากน้ำมันไปสู่อาหารจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำมันและของชิ้นอาหาร รวมถึงค่าของสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนที่ผิวของอาหารนั้น ๆ แต่ในส่วนของการถ่ายโอนความร้อนของความร้อน (heat penetration) จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อนของอาหารที่ทอด การถ่ายโอนความร้อนจากน้ำมันไปสู่ชิ้นอาหารเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ เช่น การเกิดเจลลิตในเซซันของแป้ง การเสียสภาพของโปรตีน การระเหยของน้ำในอาหารและการสร้างเปลือก ส่วนการถ่ายโอนมวลสารระหว่างการทอด คือ การเคลื่อนที่ของน้ำจากอาหารไปสู่น้ำมันในรูปของไอน้ำ การเคลื่อนที่ของน้ำมันเข้าสู่อาหาร การทอดแบบน้ำมันท่วมเป็นกระบวนการที่ทำให้อาหารสุก และมีความชื้นลดลงโดยการใช้น้ำมันที่สัมผัสกับน้ำมันที่มีอุณหภูมิประมาณ 160-200 องศาเซลเซียส จนกระทั่งจุดกึ่งกลางของชิ้นอาหารหรือจุดร้อนช้าที่สุดมีอุณหภูมิสูงเพียงพอที่จะทำให้ลายเชื้อจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับความปลอดภัยต่อผู้บริโภค หรือนานเพียงพอที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะตามที่ต้องการการทอดเป็นกระบวนการที่มีการถ่ายเทความร้อน การถ่ายเทมวลสารรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของอาหารเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน นอกจากนี้การทอดยังมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผิวนอกของอาหารเกิดเป็นเปลือกแข็ง (crust) หุ้มอาหาร เพื่อรักษากลิ่นรส และความฉ่ำของอาหารไว้ อาหารบางชนิดสามารถทอดได้เลย เช่น มันฝรั่ง เนื้อไก่ ปลา อาหารบางชนิดนิยมเคลือบด้วยแป้งชุบทอด และเกล็ดขนมปังก่อนทอด เช่น หอมหัวใหญ่หั่นเป็นวง ๆ เนื้อปลาหั่นเป็นแผ่นบาง ๆ และเนื้อไก่ เป็นต้น เพื่อลดการซึมผ่านของน้ำมันไปยังชิ้นของอาหาร และลดการเสื่อมของน้ำมัน จากน้ำที่ออกจากอาหาร ทำให้สามารถใช้ น้ำมันทอดอาหารได้นานขึ้น

#### 2.1.9.4 ผลของความร้อนต่อน้ำมัน

วัตถุประสงค์ของการทอดเพื่อให้อาหารมีสี กลิ่น รสชาติและความกรอบ ดังนั้นคุณภาพการบริโภคจะเกิดจากปฏิกิริยา การเกิดสีน้ำตาล และสารประกอบที่ระเหยได้ที่อาหารดูดซับจากน้ำมัน ปัจจัยที่สำคัญที่ควบคุม คือ

- 1) ชนิดของน้ำมันที่ทอด
- 2) อายุ ความทนต่อความร้อนของน้ำมัน
- 3) อุณหภูมิ ในการทอดที่เหมาะสม
- 4) ขนาด ลักษณะผิวนอกของอาหาร
- 5) การเก็บรักษา การจัดการภายหลังการทอด

ปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าว ยังส่งผลต่อน้ำมันที่เหลือค้างไว้ในอาหารด้วย ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารเกิดการจากเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโพลีเมอร์ เช่นเดียวกับ การอบ หากน้ำมันร้อนจัดจะเกิดการแข็งตัวจากผิวนอกอย่างรวดเร็ว ปิดผิวนอกของอาหาร ลดการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นภายในชิ้นอาหาร ทำให้มีสารอาหารเหลืออยู่มาก การทอดทำให้อาหารมีปริมาณน้ำลดน้อยลง ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นแต่จะสูญเสียสารอาหารระหว่างการเก็บรักษาด้วย โดยเฉพาะวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน

#### 2.1.9.5 หลักและเทคนิคในการประกอบอาหารทอด

- 1) น้ำมันจะร้อนขึ้นเรื่อย ๆ ถ้าไม่ใส่อาหารลงทอด
- 2) ควรใส่อาหารที่ละน้อย เพื่อไม่ให้น้ำมันมีอุณหภูมิลดลงมาก
- 3) ภาชนะ ควรใช้ภาชนะปากแคบ ขอบตรงเพื่อให้ผิวถูกอากาศน้อย
- 4) การทอดอาหารที่มีน้ำมันมาก ควรใส่อาหารพร้อมกันเพื่อให้อาหารทุกชิ้นได้รับความร้อนเท่ากันและสุกพร้อมกัน

#### 2.1.9.6 ปัจจัยที่ทำให้อาหารอมน้ำมันมากเวลาทอด

- 1) เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการทอด การใช้อุณหภูมิต่ำทำให้ต้องใช้เวลานาน ยิ่งทอดนานอาหารก็จะยิ่งอมน้ำมันไว้มาก ภาชนะที่ทอดควรเป็นภาชนะที่นำความร้อนได้ดี ไม่ควรทอดอาหารที่ละลาย ๆ ขึ้น เพราะจะทำให้อุณหภูมิของน้ำมันต่ำลง ทำให้อาหารอมน้ำมันมากขึ้น (วิลโล, 2552)
- 2) ผิวของอาหารที่สัมผัสกับน้ำมัน อาหารชิ้นเล็กจะอมน้ำมันน้อยกว่าชิ้นใหญ่ อาหารที่มีผิวสัมผัสมากจะอมน้ำมันมากกว่าอาหารที่มีผิวสัมผัสเรียบ
- 3) จุดเกิดควันของน้ำมัน อาหารอมน้ำมันมากเมื่อใช้น้ำมันที่มีจุดเกิดควันต่ำ
- 4) ส่วนประกอบของอาหาร ถ้ามีน้ำตาลและไขมันมากจะอมน้ำมันมาก

#### 2.1.9.7 จุดเกิดควัน

การทอดที่ใช้อุณหภูมิสูงจะทอดอาหารได้ปริมาณมาก และใช้ระยะเวลาทอดน้อยลง แต่อุณหภูมิสูงจะเร่งให้น้ำมันที่ใช้ทอดเสื่อมคุณภาพเร็ว เช่น เกิดกรดไขมันอิสระ มีความหนืดเพิ่มขึ้น น้ำมันมีกลิ่นและสีเปลี่ยนไป ทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำมันบ่อย และเป็นการสิ้นเปลือง นอกจากนี้ น้ำมันยังสลายตัวได้เป็นอะครีลีน (acrolein) ที่อุณหภูมิสูง ทำให้เกิดกลุ่มควันสีน้ำเงินบริเวณเหนือผิวหน้าน้ำมันขณะทอดและทำให้เกิดความเป็นพิษได้ (toxic effect) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับน้ำมันในขณะทอดที่เห็นได้ชัด คือ น้ำมันมีสีคล้ำมากขึ้น มีความหนืดเพิ่มขึ้น จุดเกิดควันลดลงและเกิดฟองขึ้น จุดเกิดควันของไขมันและน้ำมันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปริมาณของกรดไขมันอิสระ พื้นที่ผิวของน้ำมันและไขมันที่สัมผัสอากาศขณะทอด ระยะเวลาของไขมันและน้ำมันที่ถูกใช้ทอดและสารอื่น ๆ ที่เจอปนอยู่ในน้ำมัน ถ้าไขมันและน้ำมันมีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำจะมีอุณหภูมิของจุดเกิดควันสูงและจุดเกิดควันจะลดลงเมื่อมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่ม เมื่อน้ำมันรับความร้อนถึงอุณหภูมิหนึ่ง ความร้อนจะทำให้ไขมันสลายตัวกลายเป็นควันลอยขึ้นมา เรียกอุณหภูมิที่ทำให้ควันลอยขึ้นนี้ว่า จุดเกิดควัน ส่วนประกอบทางเคมีของไขมันแต่ละชนิดทำให้น้ำมันมีจุดเกิดควันแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 2.8 (นิธิยา, 2545)

ตารางที่ 2.8 จุดเกิดควันของน้ำมันและไขมัน

ชนิดของไขมันหรือน้ำมัน	จุดเกิดควัน (องศาเซลเซียส)
น้ำมันอโวคาโด	271
น้ำมันดอกคำฝอย	266
น้ำมันอัลมอนต์	257
น้ำมันถั่วเหลือง	232
น้ำมันข้าวโพด	232
น้ำมันดอกทานตะวัน	232
น้ำมันถั่วลิสง	232
น้ำมันปาล์ม	230
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	231
น้ำมันเมล็ดงาบริสุทธิ์	210
น้ำมันโคโนลา	201
มันหมู	191
น้ำมันจากไขมันผัก	163
น้ำมันเมล็ดงา	171
น้ำมันมะกอกบริสุทธิ์และน้ำมันมะกอก	160
น้ำมันถั่วลิสง	160
น้ำมันถั่วเหลือง	160
น้ำมันข้าวโพด	160
น้ำมันดอกทานตะวัน	107
น้ำมันที่ได้จากเมล็ดพืช	107

ที่มา: นิธิยา (2545)

#### 2.1.9.8 สมบัติทางกายภาพที่สำคัญของน้ำมันและอาหารทอด มีดังต่อไปนี้

1) ความหนืด คือความฝืดภายในที่เกิดขึ้นภายในของไหลหรือเป็นความต้านทานต่อการไหลน้ำมันเป็นของไหลชนิดนิวโตเนียนคือของไหลที่มีความหนืดคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่าความเค้นเฉือนและอัตราการเฉือน (อภิชาติ, 2550) น้ำมันต่างชนิดกันจะมีความหนืดต่างกัน โดยทั่วไปอุณหภูมิมีผลต่อความหนืด ความหนืดของไขมันและน้ำมันเป็นปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบระบบการขนถ่ายไขมันและน้ำมัน ความหนืดของไขมันและน้ำมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไตรเอซิลกริเซอรอลเพิ่มขึ้น ความหนืดของไขมันและน้ำมันจะลดลงเมื่อจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้นและเมื่ออุณหภูมิของไขมันหรือน้ำมันเพิ่มขึ้น

2) เนื้อสัมผัสของอาหารทอด อาหารเมื่อผ่านการทอดจะมีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างจากอาหารก่อนการทอด คือ อาหารทอดจะมีเนื้อสัมผัสที่กรอบนอก นุ่มใน หรือกรอบทั้งชิ้น ซึ่งในการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของอาหารทอดอาจทำได้หลายวิธี แต่โดยส่วนใหญ่แล้วการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของอาหารโดยทั่วไปจะเป็นการใช้แรงหรือความเค้นกระทำลงบนอาหาร แล้ววัดผลที่ผิดรูปซึ่งเกิดในอาหาร การผิดรูปนี้อาจเป็นลักษณะที่ไม่สามารถคืนสู่สภาพเดิมได้ หรือสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ ในการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของอาหารทอดส่วนใหญ่มักจะวิเคราะห์กันที่ค่าความแข็ง (hardness) ซึ่งหมายถึงแรงที่ทำให้เกิดการผิดรูป หรือ ค่าความเปราะ (brittleness) ซึ่งหมายถึงแรงที่ทำให้วัสดุแตก การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดยวิธี compression test จะนิยมใช้วัดค่าความแข็งของอาหารโดยวิธีเจาะทะลุ โดยจะทำการเจาะลงในตัวอย่าง และวัดแรงต้านที่เกิดขึ้น ค่าความแข็งจะเป็นค่าแรงสูงสุดของการกดครั้งแรก เมื่ออาหารเริ่มแตกค่านี้จะลดลง ส่วนค่าความเปราะจะเป็นจุดแรกของแรงที่ลดลงในการกดครั้งแรก (อรุณี, 2548)

3) สีของอาหารทอด ในอาหารทอดสีของอาหารอาจจะบ่งบอกถึงลักษณะของอาหารที่สุกแล้ว หรือลักษณะของอาหารที่พร้อมบริโภค โดยทั่วไปพบว่าเมื่อทอดอาหารเป็นเวลานานขึ้นสีของอาหารทอดจะมีสีที่คล้ำมากขึ้นและอาจเกิดการไหม้ขึ้นได้ ส่งผลให้อาหารทอดไม่น่ารับประทาน ปัจจัยส่วนใหญ่ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์อาหารทอดคือ การใช้อุณหภูมิการทอดที่สูง การใช้ระยะเวลาทอดที่นาน หรืออาจจะมีผลจากองค์ประกอบบางชนิดในตัวอาหารทอดเองโดยปกติการทอดเป็นระยะเวลาสั้นขึ้นจะทำให้สีของอาหารเข้มขึ้น หรือสว่างน้อยลง Krokida และคณะ (2001) รายงานว่า ในการทอด French fries เป็นระยะเวลาสั้นขึ้น ค่า L (ความสว่าง) จะมีแนวโน้มลดลง ค่า a (สีเขียว - สีแดง) และค่า b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นการทอดจึงทำให้อาหารมีสีเข้มขึ้น

#### 2.1.10 การคั่ว

การคั่ว (roasting) เป็นวิธีการทำให้อาหารสุก (cooking) โดยใช้ความร้อนแห้ง มักใช้กับอาหารที่มีชิ้นขนาดเล็กเช่น ถั่วลิสง กาแฟ โกโก้ งา พริก ระหว่างการคั่วมีการกวน คน พลิกกลับอาหารอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ความร้อนส่งผ่านไปยังอาหารอย่างทั่วถึง อาหารที่ผ่านการคั่วจะมีความชื้นต่ำ เกิดกลิ่นหอม และเกิดสีน้ำตาลจากความร้อน

#### 2.1.11 บรรจุภัณฑ์ และการเก็บรักษา

ผลิตจากโลหะผสมของอลูมิเนียมที่มีอลูมิเนียมมากกว่า 90 % วัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นถาดอลูมิเนียมใช้วัตถุดิบฟูดเกรด รับรองจากผู้ผลิตอลูมิเนียมพอยล์ทางยุโรป ขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรคุณภาพสูง และผ่านกระบวนการผลิต และตรวจสอบที่ได้มาตรฐานสากล ISO9000:2001 และ GMP จากสถาบันชั้น แนวนหน้า การออกแบบรูปแบบผลิตภัณฑ์ ได้รับการออกแบบจากวิศวกรผู้ชำนาญการโดยเฉพาะ โดยคำนึงถึงความ ปลอดภัย ความเหมาะสม และการใช้งานเป็นหลัก ใช้บรรจุอาหารได้ทั้ง อาหารร้อน อาหารเย็น รวมไปถึงอาหารแช่แข็งเพื่อการส่งออก ไม่เป็นพิษต่อผู้บริโภค และปลอดภัยกับผู้ใช้งาน (กาญจนา,2550)

การรักษาอาหารแห้ง

อาหารแห้งเป็นอาหารที่ผ่านกระบวนการอบแห้งมาแล้วจึงมีระยะเวลาการเก็บได้นาน แต่อาหารแห้งสามารถ เกิดการเสื่อมเสียได้ในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งมีปัจจัยที่มีผลต่ออายุการ

เก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิแสง จุลินทรีย์แมลง และสิ่งปนเปื้อน ดังนั้น ในการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารแห้งให้ยาวนาน ต้องควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษาด้วย ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุต้องมีความคงทน หนา ผากปิดสนิทเนื้อภาชนะอาจเป็นแบบ พลาสติกแก้วกระเบื้อง แล้วแต่ประเภทของอาหารแห้งที่เก็บต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม ใช้ระบบสุญญากาศ ในการบรรจุ เป็นการบรรจุอาหารแบบการดูด เอาอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุอาหารโดยทันทีก่อนปิดให้สนิท โดยไม่มีอากาศหรือบรรยากาศหลงเหลือในบรรจุภัณฑ์ โดยใช้เครื่องบรรจุระบบสุญญากาศ ซึ่งภาชนะที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์ต้องทนต่อความดันอากาศที่แตกต่างกันได้ระหว่างสภาวะภายนอกและภายในบรรจุภัณฑ์ การใช้สารดูดความชื้น โดยการใช้สารดูดความชื้นบางชนิด เช่น แคลเซียมออกไซด์ (ซิลิกาเจล) ใส่ลงในภาชนะบรรจุเล็ก ๆ ทาด้วยวัสดุที่ความชื้นสามารถผ่านเข้าออกได้ แล้วจึงใส่ภาชนะบรรจุที่มีสารดูดความชื้นลงในภาชนะที่บรรจุอาหาร สารซิลิกาเจล จะช่วยในการดูดความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาอาหารแห้ง (ชมภู, 2550)

การวัดค่าวอเตอร์แอกทिवิตี มาตราส่วนของวอเตอร์แอกทिवิตีอยู่ในช่วง 0 (แห้งสนิท) ถึง 1 (น้ำบริสุทธิ์) แต่อาหารส่วนใหญ่มีระดับวอเตอร์แอกทिवิตีประมาณ 0.2 สำหรับอาหารที่แห้งมากถึง 0.99 สำหรับ อาหารสดและขึ้นในทางปฏิบัติการวัดวอเตอร์แอกทिवิตีคือการวัดความชื้นสัมพัทธ์ที่สมดุล วอเตอร์แอกทिवิตี( $a_w$ )เป็นอัตราส่วนความดันไอน้ำของอาหารต่อความดันไอน้ำของน้ำบริสุทธิ์ภายใต้สภาวะเดียวกัน

ดังนั้น ค่าของวอเตอร์แอกทिवิตีจึงแสดงในรูปสัดส่วน ซึ่งถ้าคูณด้วย 100 จะได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สมดุลที่ตัวอย่างอาหารผลิตออกมาในภาชนะปิดสนิทและมีอากาศอยู่ด้วยที่อุณหภูมิคงที่อาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกทिवิตี ( $a_w$ ) 0.55 จะให้ความชื้นสัมพัทธ์ที่สมดุล (%ERH) 55% ในการวัดวอเตอร์แอกทिवิตี ผู้วัดจะบรรจุตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารในภาชนะเล็ก ๆ แล้วสอดภาชนะนั้นไว้ในช่องที่ปิดกั้นตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมภายนอก หัววัดภายในช่องจะทำหน้าที่วัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่อยู่เหนืออาหาร หลังจากทิ้งไว้ระยะหนึ่งจนการวัดความชื้นสัมพัทธ์นี้ให้ค่าคงที่ เนื่องจากการเกิดสมดุลระหว่างอากาศกับอาหาร ค่าสุดท้ายที่อ่านได้อาจเป็น % ERH (0 ถึง 100%) หรือ  $a_w$  (0 ถึง 1.0) สมัยก่อนการวัดวอเตอร์แอกทिवิตีในห้องปฏิบัติการใช้เวลานานเพราะต้องคอยให้ถึงสมดุล แต่เทคโนโลยีในปัจจุบันช่วยให้การวัดง่าย เที่ยงตรง และรวดเร็วขึ้น โดยทั่วไปเวลาที่ใช้วัดตัวอย่างเป็นนาที ยกเว้นตัวอย่างยาก ๆ อาจวัดนานกว่าหนึ่งชั่วโมงตัวอย่างอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกทिवิตีต่าง ๆ แสดง ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของอาหารชนิดต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์	วอเตอร์แอกทิวิตี
เนื้อสัตว์และพลาสติก	0.99
ขนมปัง	0.95
เนยแข็งเชดดาร์เก่า	0.85
แยมและเยลลี่	0.80
แป้ง	0.70
ผลไม้แห้ง	0.60
เส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง	0.50
คุกกี้	0.30
นมผง	0.20
กาแฟพร้อมชง	0.20

ที่มา: Charpa (2559)

ดังนั้น การเก็บอาหารที่มีความชื้นต่ำกว่าความชื้นสมดุลกับบรรยากาศเฉลี่ย อาหารจะดูดความชื้นจากอากาศ จึงต้องเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท หลีกเลี่ยงจากความชื้น และเก็บในที่แห้ง จึงจะสามารถเก็บรักษาอาหารได้นาน

## 2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรุงเทพฯธุรกิจ (2558) ข้าวพองไร้น้ำมัน ข้าวแต่น เป็นขนมพื้นเมืองที่คนภาคเหนือนิยมรับประทานอย่างมาก โดยข้าวแต่นทำจากข้าวเหนียวหุงสุก ตากแห้ง แล้วนำมาทอดด้วยน้ำมันร้อนจึงจะพองกรอบ ซึ่งปัญหาของการใช้น้ำมันทอดนั้นนอกจากจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นเหม็นหืนได้ง่าย และมีอายุการเก็บรักษาสั้นแล้ว ผู้บริโภคที่รับประทานมากๆ ยังเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาสุขภาพ เช่น โรคอ้วน ภาวะไขมันในเลือดสูง เป็นต้น ขณะเดียวกันการใช้น้ำมันทอดในปริมาณมากก็ยังเป็นปัญหาต่อ ผู้ผลิต เพราะทำให้มีต้นทุนค่าใช้จ่ายสูงเพื่อพัฒนาข้าวแต่นไร้น้ำมัน ผศ.ดร.ประเทือง โชคประเสริฐ ผู้จัดการคลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่เฉลิมพระเกียรติ ได้วิจัยและพัฒนากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวพองปราศจากน้ำมันทอด โดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่ในท้องถิ่น ภายใต้การสนับสนุนของ สวทช. ภาคเหนือ

"กรรมวิธีทำข้าวพองโดยไม่ต้องใช้น้ำมันทอดที่คิดค้นขึ้น คือเริ่มจากทำเมล็ดข้าวให้สุกก่อน และนำไปทำให้แห้งในที่เย็น ด้วยการตากในตู้เย็นช่วงเวลาหนึ่ง แล้วนำมาตากแดดจนแห้งสนิท จากนั้นให้ความร้อนโดยฉับพลัน ซึ่งในอุตสาหกรรมจะใช้วิธีนำไปผ่านอุโมงค์ ลมร้อนที่มีความร้อนสูง ๆ หรือ คิวแบบป๊อบคอร์น เพราะที่ห้องครัวจะมีอุณหภูมิสูงอยู่แล้ว แต่สำหรับ ในระดับวิสาหกิจชุมชน ทำน้อยๆ ทำอย่างไร เราก็ใช้วิธีตั้งกระทะให้ร้อน และใส่ข้าวลงไปทีละไม่มากนัก เมื่อข้าวโดนความร้อนโดย ฉับพลันก็จะระเบิดออกมาหรือพองออกมา ซึ่งลักษณะการพองของเมล็ดข้าว เมื่อ

เปรียบเทียบ ดูกับเมล็ดข้าวที่ใช้ น้ำมันทอดแล้ว พบว่าใกล้เคียง กันมาก" ทั้งนี้ด้วยข้าวพองปราศจากน้ำมันที่ ผลิตขึ้นมีลักษณะเป็นเมล็ดข้าวเดี่ยว ๆ จึงทำให้ นอกจากใช้ทำข้าวแต่นเหมือนที่ตั้งใจไว้แล้ว ยังสามารถนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น ข้าวแช่, ข้าวคั่ว, นํ้านมข้าว หรือนำไปปรุงรสชาติต่างๆ เช่น วาซาบิ แล้วนำมาโรยหน้าอาหาร หรือเป็นของทานเล่น นอกจากนี้ยังสามารถ นำมาขึ้นรูปเป็นอาหารเข้าพร้อมรับประทาน คุกกี้ มูสลี่ กระจายสารท เป็นต้น

"จุดเด่นของข้าวพองปราศจากน้ำมัน ไม่เพียงนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้มากมายแล้ว ยังมีอายุการเก็บรักษานาน ไม่เหม็นหืน และ ผู้บริโภคอาหารเพื่อสุขภาพหรือผู้ที่ควบคุม น้ำหนัก ก็ทานได้โดยไม่ต้องกังวลเรื่องน้ำมันที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ สำหรับในส่วนของรสชาติ เนื่องด้วย ปกติน้ำมันจะเป็นตัวให้ความชื้นกับผลิตภัณฑ์ ก็ต้องยอมรับ ว่าเมื่อไม่มีน้ำมัน เนื้อสัมผัส ข้าวพองก็อาจจะแข็งกว่าเล็กน้อย แต่ก็อยู่ในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ซึ่งเมื่อนำไปปรุงรส ก็เชื่อว่า รสชาติดี อร่อยได้ไม่ แพ้กัน แลมนดีต่อสุขภาพด้วย" ผศ.ดร.ประเทือง กล่าว

ดวงกมล และสร้อยแสนรัก (2546) รายงานว่า ข้าวเหนียวเป็นอาหารที่นิยมบริโภคกันเป็นอาหารหลักของประชาชนทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 50 % ของประชาชนในประเทศไทยบริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก ในประเทศไทยได้มีการนำข้าวเหนียวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น แป้งแผ่นกรอบ การใช้แป้งข้าวเหนียวทำแป้งชุบทอดสำเร็จรูป การใช้ข้าวเหนียวทำอาหารว่าง เช่น อารารเ่ เป็นต้น ตามปกติแล้วการนึ่งข้าวเหนียวเพื่อการบริโภคจะใช้เวลาในการหุงต้มนาน โดยต้องแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน และนึ่งประมาณ 30-40 นาที ซึ่งต้องใช้เวลาในการเตรียมค่อนข้างนานในการวิจัยนี้เป็นการหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเวลาในการนึ่ง โดยนำมาคั้นรูปโดยการเติมน้ำแล้วนำเข้าเตาไมโครเวฟ ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเวลาในการนึ่งข้าวเหนียวได้มากการศึกษาการใช้เทคนิคการแช่เย็นและไมโครเวฟในการผลิตข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูป โดยใช้ข้าวเหนียวพันธุ์ชัยวงมาแช่น้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมงและนึ่งให้สุกด้วยหวดที่ทำจากไม้ไผ่ หลังจากนั้นใช้สภาวะในการลดอุณหภูมิของข้าวเหนียว 3 สภาวะดังนี้คือ วิธีการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง และการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบตามกำหนดเวลา นำข้าวเหนียวมาแยกเป็นเม็ดเดี่ยวให้มากที่สุด หลังจากนั้นนำข้าวเหนียวไปทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟก็จะได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งจากการทดลองเบื้องต้นพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูป คือ การนำข้าวเหนียวที่ผ่านการนึ่งให้สุกแล้วนำมาแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปที่ได้มีลักษณะเป็นเมล็ดเดี่ยว

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการ

#### 3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช

##### 3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวพองปราศจากน้ำมันผสมเมล็ดพืช

- 3.1.1.1 ข้าวสังข์หยด(ข้าวกล้อง) (จังหวัดพัทลุง)
- 3.1.1.2 เมล็ดฟักทองแกะเปลือก (ตราฟลาวเวอร์ฟู้ด)
- 3.1.1.3 งาดำ (ตราไร่ทิพย์)
- 3.1.1.4 งาขาว (ตราไร่ทิพย์)
- 3.1.1.5 ถั่วลิสง (ตราไร่ทิพย์)
- 3.1.1.6 น้ำเปล่า (ตราน้ำทิพย์)
- 3.1.1.7 น้ำตาลโตนด (ตลาดสด จังหวัดสงขลา)
- 3.1.1.8 น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล)
- 3.1.1.9 แปะแซ

##### 3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

- 3.1.2.1 เครื่องชั่ง (ตราตุ๊กตาคู่)
- 3.1.2.2 อ่างผสม (ตราหัวม้าลาย)
- 3.1.2.3 พายพลาสติก
- 3.1.2.4 ช้อนตวง (ตราหัวม้าลาย)
- 3.1.2.5 ถ้วยตวงของแห้ง (ตราหัวม้าลาย)
- 3.1.2.6 ถ้วยตวงของเหลว (ตราไฟเร็กซ์)
- 3.1.2.7 ถาด (ตราหัวม้าลาย)
- 3.1.2.8 กระทะ (ตราหัวม้าลาย)
- 3.1.2.9 ตะหลิว (ตราหัวม้าลาย)
- 3.1.2.10 หม้อหุงข้าว (ตรา ชาร์ป)
- 3.1.2.11 ตู้เย็น (ตรา LG)
- 3.1.2.12 ถุงพลาสติก

#### 3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

##### 3.2.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- 3.2.1.1 แบบทดสอบวิธีทดสอบการยอมรับ (Acceptance test) ใช้สเกลวัดระดับความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic scale)

3.2.1.2 อุปกรณ์ถ้วย กระจกชั่งตวง และแก้วน้ำ

### 3.2.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.2.1 โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป

3.2.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

## 3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3.1 เปรียบเทียบเมล็ดข้าวสังข์หยดพองแบบทอดและแบบคั่ว(ใช้น้ำมัน) ที่เหมาะสม เปรียบเทียบลักษณะของเมล็ดข้าวสังข์หยดพองแบบทอดในน้ำมันและแบบคั่ว โดยใช้ปริมาณดัง ตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 ปริมาณเมล็ดข้าวสังข์หยดพองแบบทอดและแบบคั่ว

ส่วนผสม	ข้าวสังข์หยดแบบทอด	ข้าวสังข์หยดแบบคั่ว
ข้าวสังข์หยด	800 กรัม	800 กรัม
น้ำมันสำหรับทอด	500 กรัม	-

### วิธีการทำข้าวสังข์หยดพองแบบทอดและแบบคั่ว

1. ซาวข้าวสังข์หยดให้สะอาด ล้างสิ่งที่เป็นก้อน(ฝุ่น) นำไปหุงให้สุก
  2. พักจนข้าวเย็นไม่มีความร้อน ใส่ภาชนะ เช่น กระจ่าง แผ่ให้บาง ตากแดด 1`-2 แดด ชั่ว อย่าวัดให้ติดกันเป็นก้อน
  3. นำกระทะตั้งไฟ เทน้ำมันเมื่อร้อน เอาข้าวลงทอดให้พองจะมีสีเข้มและกรอบ (สูตรข้าวสังข์หยดทอด) เสร็จแล้วตักข้าวขึ้นใส่ภาชนะ
  4. นำกระทะตั้งไฟ เอาข้าวลงคั่วให้พองจะมีสีเข้มและกรอบ (สูตรข้าวสังข์หยดคั่ว) เสร็จแล้วตักข้าวขึ้นใส่ภาชนะ
- นำเมล็ดข้าวสังข์หยดพองที่ได้จากแบบทอดและแบบคั่วมาขึ้นรูปเพื่อให้ผู้ทดสอบชิมโดยมีส่วนผสมสำหรับการขึ้นรูปดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองแบบทอดและแบบคั่ว

ส่วนผสม	ข้าวสังข์หยดแบบทอด	ข้าวสังข์หยดแบบคั่ว
เมล็ดข้าวสังข์หยดพอง	800 กรัม	800 กรัม
น้ำเปล่า	225 กรัม	225 กรัม
น้ำตาลโตนด	200 กรัม	200 กรัม
น้ำตาลทรายแดง	90 กรัม	90 กรัม
แบะแซ	150 กรัม	150 กรัม
น้ำมันสำหรับทอด	500 กรัม	-

### วิธีทำข้าวสังข์หยดพอง (จิราภรณ์, 2549)

1) ข้าวสังข์หยดให้สะอาด ล้างสิ่งที่เป็นเปื้อน(ฝุ่น) นำไปหุงให้สุกพักจนข้าวเย็นไม่มีความร้อน ใส่ภาชนะ เช่น กระด้ง แฉให้บาง ตากแดด 1`-2 แดด ชย้ออย่าให้ติดกันเป็นก้อน

2) นำกระทะตั้งไฟ เหน้้ำมันเมื่อร้อน เอาข้าวลงทอดให้พองจะมีสีเข้มและกรอบ (สูตรข้าวสังข์หยดทอด) เสร็จแล้วตักข้าวขึ้นใส่ภาชนะ

3) นำกระทะตั้งไฟ เอาข้าวลงคั่วให้พองจะมีสีเข้มและกรอบ (สูตรข้าวสังข์หยดคั่ว) เสร็จแล้วตักข้าวขึ้นใส่ภาชนะ

4) นำกระทะตั้งไฟอ่อนคั่ว งาขาว งาดำ และถั่วลิสง ตามลำดับ งาขาว งาดำ คั่วพอหอมเหลือง อ่อน ๆ ถั่วลิสงคั่ว จนสุกและกรอบ ชย้อเอาเปลือกออก แกะถั่วเป็นสองซีก

5) นำกระทะตั้งไฟอ่อน ใส่น้ำตาลปีบ น้ำ เบนแซ คนจนละลายเข้ากัน กวนต่อจน น้ำตาลเริ่มเหนียวที่ลักษณะเป็นยางมะตูม พอเดือดเป็นฟองเล็ก ๆ จนทั่ว ปิดไฟ ใส่งาดำ งาขาว ถั่วลิสง เมล็ดพิททอง ข้าวสังข์หยดพอง กวนให้เข้ากัน

6) ตักใส่ถาดเกลี่ยให้บาง ๆ ทิ้งไว้จนเย็นตัว จึงตัดเป็นชิ้น ๆ (ตัดเป็นแท่ง / เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมหรือเป็นก้อนกลมแบนๆคล้ายคุกกี้ ) เก็บใส่ภาชนะมีฝาปิด

จากนั้นประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดย ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 50 คน โดยทดสอบด้วยวิธีทดสอบการยอมรับ (Acceptance test) ใช้สเกลวัดระดับความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic scale) จาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ประเมินทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design: (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของข้อมูล (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เพื่อเลือกข้าวสังข์หยดที่เหมาะสม ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองผสมเมล็ดพิทต่อไป

### 3.3.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเมล็ดพิทที่ใช้ผสมข้าวสังข์หยดพองใรร้านมัน

ผสมเมล็ดข้าวสังข์หยดพองกับเมล็ดพิท 3 อัตราส่วน ได้แก่ 30 : 70 , 50 : 50 และ 70 : 30 ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองใรร้านมันผสมเมล็ดพิท แล้วนำไปทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ โดยวิธี (9 – Point hedonic scale) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน ผู้ทดสอบทั่วไป 50 คน โดยวิธีการชิม ประเมินความพึงพอใจ และ สรุปผลการทดลองการหาสูตรมาตรฐาน โดยโปรแกรม Spss11.5 for Windows. ทำตารางผลการศึกษการยอมรับของผู้บริโภค การแปลผลการยอมรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองผสมเมล็ดพิท โดยวิธีทดสอบแบบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic scale) ใช้เกณฑ์ดังนี้

- 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด
- 8 หมายถึง ชอบมาก
- 7 หมายถึง ชอบปานกลาง
- 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย
- 5 หมายถึง บอกไม่ได้ว่า ชอบหรือไม่ชอบ
- 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย

- 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง
- 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก
- 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

**ตารางที่ 3.3** ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันที่มีต่อเมล็ดพืชผสมในอัตราส่วนต่างกัน

ส่วนประกอบของข้าวสังข์หยดพอง ผสมเมล็ดพืช	อัตราส่วน	อัตราส่วน	อัตราส่วน
	30:70	50:50	70:30
	กรัม %	กรัม %	กรัม %
ข้าวสังข์หยดพอง	300	500	700
	48.05	30.03	42.04
เมล็ดพืชทอง	175	125	75
	11.00	7.51	4.50
ถั่วลิสง	175	125	75
	11.00	7.51	4.50
งาขาว	175	125	75
	11.00	7.51	4.50
งาดำ	175	125	75
	11.00	7.51	4.50
น้ำเปล่า	225	225	225
	13.51	13.51	13.51
น้ำตาลโตนด	200	200	200
	12.01	12.01	12.01
น้ำตาลทรายแดง	90	90	90
	5.41	5.41	5.41
แบะแซ	150	150	150
	9.00	9.00	9.00

เมื่อนำผลิตภัณฑ์จากตาราง 3.4 มาประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยทดสอบด้วยวิธีทดสอบการยอมรับ (Acceptance test) ใช้สเกลวัดระดับความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic scale) จาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ประเมินทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design : (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของข้อมูล (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การวิจัยครั้งนี้ใช้ในอัตราส่วนถ้วยละ 30 กรัม ดังนี้ ข้าวสังข์หยด : เมล็ดพีช

สูตรที่ 1 ข้าวสังข์หยด 30 กรัม ต่อ เมล็ดพีช 70 กรัม

สูตรที่ 2 ข้าวสังข์หยด 50 กรัม ต่อ เมล็ดพีช 50 กรัม

สูตรที่ 3 ข้าวสังข์หยด 70 กรัม ต่อ เมล็ดพีช 30 กรัม

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ถ้วยพลาสติก ขนาดความกว้างเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว และขนาดความสูง 1 นิ้ว

### 3.3.3 ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองใรร้าน้ำมันผสมเมล็ดพีช

นำข้าวสังข์หยดพองใรร้าน้ำมันผสมเมล็ดพีชที่ได้รับการยอมรับสูงสุด ที่อยู่ในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ เก็บในภาวะบรรยากาศที่อุณหภูมิห้องปกติ ตรวจสอบค่า $a_w$  (ปริมาณน้ำอิสระ) โดยส่งตรวจที่เซ็นทรัลแล็บ ตรวจเชื้อราและยีสต์ ทุก 10 วัน โดยวิเคราะห์ ตัวอย่าง จำนวน 2 ซ้ำ สังเกตการเจริญเติบโตปริมาณเชื้อราและยีสต์ทุก 2 วัน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวางแผนการทดลอง 38 แบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของข้อมูล (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Rangr Test, DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

### 3.3.4 การคำนวณต้นทุนการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองใรร้าน้ำมันผสมเมล็ดพีช

นำวัตถุดิบและส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองใรร้าน้ำมันผสมเมล็ดพีช มาคำนวณเพื่อทราบต้นทุนในการทำผลิตภัณฑ์ แสดงผลการดำเนินงานการผลิตและจำหน่าย โดยจะแสดงต้นทุนรายได้ ค่าใช้จ่าย และ กำไร ช่วยให้ทราบว่าผลกำไรหรือขาดทุนของผลิตภัณฑ์เพื่อปรับปรุงการดำเนินงาน และ คาดการณ์ผลการดำเนินงานการจำหน่ายในอนาคต

## 3.4 การวิเคราะห์ผล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variances, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## 3.5 สถานที่ดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการอาหาร แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา

## 3.6 ระยะเวลาในการดำเนินการ

ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 จนถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2563

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

#### 4.1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบการยอมรับของข้าวสังข์หยดพองแบบทอดและแบบใรร้ำมัน

จากผลการศึกษาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ข้าวสังข์หยดพองแบบทอด และแบบใรร้ำมันโดยการคั่ว ก่อนการนำไปผลิตตามสูตรของข้าวพองที่มีส่วนผสมของน้ำตาล พบว่าทางผู้เชี่ยวชาญทดสอบชิมให้การยอมรับความชอบโดยรวมระดับดีมาก ของข้าวสังข์หยดพองใรร้ำมัน พบว่ามีความกรอบ มีกลิ่นหอมของเมล็ดข้าว หลังจากได้ข้าวสังข์หยด ที่ผ่านการยอมรับเบื้องต้นแล้ว จึงนำมาผลิตตามสูตรที่มีส่วนผสมของน้ำตาล จึงมีผลทางกายภาพ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังตาราง ที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลทางกายภาพของข้าวสังข์หยดพองแบบทอดและแบบใรร้ำมัน

ลักษณะทางกายภาพ	ข้าวแบบใรร้ำมันทอด	ข้าวแบบคั่ว ใรร้ำมัน
เนื้อสัมผัส	กรอบ เมล็ดข้าวพองฟู	กรอบ แตกบานพองเล็กน้อย
กลิ่น	มีกลิ่นน้ำมัน	มีกลิ่นหอม ข้าวธรรมชาติ
รสชาติ	หวานน้อย	หวานน้อย
สีของผลิตภัณฑ์	สีเข้ม	สีเข้ม
ความชอบโดยรวม	ชอบ	ชอบมากกว่า (ดีต่อสุขภาพ)

จากตาราง 4.1 พบว่าลักษณะทางกายภาพของข้าวสังข์หยดพองทอดในน้ำมัน และใรร้ำมัน มีลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นและสี ความชอบโดยรวมต่างกัน ดังนี้ กรณีผู้เชี่ยวชาญ 10 คน เป็นผู้ทดสอบให้การยอมรับทางกายภาพของข้าวสังข์หยดพองใรร้ำมันแบบคั่ว มีความชอบของผลิตภัณฑ์โดยรวมอยู่ในระดับชอบมากที่สุด เพราะดีต่อสุขภาพ ข้าวสังข์หยดพอง โดยใช้น้ำมันทอด จะได้ เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มีลักษณะ กรอบ เมล็ดข้าวพองฟูทุกเมล็ด เนื้อข้าวสีเข้ม ได้กลิ่นของน้ำมัน ความชอบของผลิตภัณฑ์โดยรวม อยู่ในระดับชอบปานกลาง ข้าวสังข์หยด ใช้การคั่ว จะได้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มีลักษณะ กรอบ เมล็ดข้าวพองฟู เนื้อข้าวสีเข้ม มีกลิ่นหอม ความชอบของผลิตภัณฑ์โดยรวมอยู่ในระดับ ชอบมาก



ภาพที่ 4.1 ข้าวสังข์หยดพองแบบทอดด้วยน้ำมันและแบบไร้น้ำมัน (คั่ว)

จากผลการศึกษาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของ ข้าวสังข์หยดพองแบบทอด และแบบ ไร้น้ำมันโดยการคั่ว มีผลการยอมรับของผู้บริโภคด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและ ความชอบโดยรวม ดังตาราง ที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองแบบทอดและแบบไร้น้ำมัน

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ข้าวแบบใช้น้ำมันทอด	ข้าวแบบคั่ว (ไร้น้ำมัน)
ลักษณะปรากฏ <sup>ns</sup>	7.28±.83	7.54±.71
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) <sup>ns</sup>	7.44±.86	7.48±.95
สี กลิ่น <sup>ns</sup>	7.54±.79	7.64±.94
รสชาติ <sup>ns</sup>	7.18±.88	7.28±.92
ความชอบโดยรวม	7.22±.84 <sup>b</sup>	7.38±.88 <sup>a</sup>

หมายเหตุ: ตัวเลขที่แสดงในตารางแนวนอนเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษร<sup>ab</sup> หมายถึง ค่าเฉลี่ยข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากตาราง 4.2 พบว่าการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของข้าวสังข์หยดพองทอดใน น้ำมัน และไร้น้ำมัน คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส กลิ่นและสี ความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ( $p \leq 0.05$ ) แต่ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ข้าวสังข์หยดพองแบบคั่วไร้น้ำมัน ได้รับการยอมรับ มากกว่า ข้าวสังข์หยดพองแบบทอด

โดยสรุป พบว่าข้าวสังข์หยดพองที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ คือข้าวสังข์หยดพองแบบคั่ว โดยไร้น้ำมัน จึงใช้วิธีการนี้ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมัน

## 4.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเมล็ดพืชที่ใช้ร่วมกับข้าวสังข์หยดพอง

ตารางที่ 4.3 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองใรร้าน้ำมันผสมเมล็ดพืชในอัตราส่วนที่ต่างกัน

ลักษณะทางกายภาพ	อัตราส่วนข้าวสังข์หยดพอง : เมล็ดพืช		
	สูตรที่ 1 30 : 70	สูตรที่ 2 50 : 50	สูตรที่ 3 70 : 30
เนื้อสัมผัส	กรอบ	กรอบ	กรอบ
กลิ่น รสชาติ	มีกลิ่นหอม หวาน	มีกลิ่นหอม หวาน	มีกลิ่นหอม หวาน
สีของผลิตภัณฑ์	สีเข้ม มีสีส้มเมล็ดพืช	สีเข้ม มีสีส้มเมล็ดพืช	สีเข้ม สบาย
ความชอบโดยรวม	ชอบ	ชอบมาก	ชอบ

จากตารางที่ 4.3 พบว่าการยอมรับทางกายภาพของผู้บริโภค ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของข้าวสังข์หยดพองใรร้าน้ำมันผสมเมล็ดพืชด้วยสัดส่วนของปริมาณข้าวพอง และเมล็ดพืช ที่ต่างกันมีลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ สี และความชอบโดยรวม ดังนี้

สูตรที่ 1 โดยใช้ปริมาณข้าวสังข์หยดพอง 300 กรัม เมล็ดพืช 700 กรัม จะได้ เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มีลักษณะ กรอบ สีเข้ม มีสีส้มเมล็ดพืชสวยงาม ความชอบของผลิตภัณฑ์โดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก

สูตรที่ 2 โดยใช้ปริมาณข้าวสังข์หยดพอง 500 กรัม เมล็ดพืช 500 กรัม จะได้ เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มีลักษณะ กรอบ สีเข้ม มีสีส้มเมล็ดพืชสวยงามความชอบของผลิตภัณฑ์โดยรวมอยู่ในระดับชอบมากที่สุด

สูตรที่ 3 โดยใช้ปริมาณข้าวสังข์หยดพอง 700 กรัม เมล็ดพืช 300 กรัม จะได้ เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มีลักษณะ กรอบ สีเข้ม มีสีส้ม ความชอบของผลิตภัณฑ์โดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก

ตารางที่ 4.4 คะแนนการยอมรับ ทางประสาทสัมผัส ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของข้าวสังข์หยดพองใรร้าน้ำมันผสมเมล็ดพืชด้วยอัตราส่วนต่างกัน

สัดส่วนของข้าว: เมล็ดพืช (กรัม)	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
สูตร 1 ( 30:70)	5.10±1.96 <sup>a</sup>	5.40±1.50 <sup>ab</sup>	3.50±2.36 <sup>ab</sup>	4.70±1.94 <sup>a</sup>	3.60±2.67 <sup>b</sup>
สูตร 2 ( 50:50)	6.10±1.37 <sup>a</sup>	6.50±1.35 <sup>a</sup>	7.60±1.57 <sup>a</sup>	6.60±1.95 <sup>a</sup>	6.30±2.71 <sup>ab</sup>
สูตร 3 ( 70:30)	5.30±1.76 <sup>a</sup>	5.10±1.63 <sup>b</sup>	7.60±1.57 <sup>a</sup>	4.60±2.31 <sup>a</sup>	4.10±2.37 <sup>ab</sup>

หมายเหตุ: ตัวเลขที่แสดงในตารางแนวนอนเป็นค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษร a b หมายถึง ค่าเฉลี่ยข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากตาราง 4.4 พบว่า การยอมรับผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชด้วยสัดส่วนของปริมาณข้าวพอง และเมล็ดพืชที่ต่างกัน ผลการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่า ด้านสี กลิ่น และรสชาติของข้าวสังข์หยดพองที่มีอัตราส่วนข้าว : เมล็ดพืชต่างกัน ได้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันทางสถิติ ด้านเนื้อสัมผัส และ ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชสูตรอัตราส่วน 300:700 และ 500:500 ได้รับการยอมรับมากที่สุดไม่แตกต่างกัน

**ตารางที่ 4.5** ค่าคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชด้วยสัดส่วนของปริมาณข้าวพอง ต่อ เมล็ดพืชต่างกัน

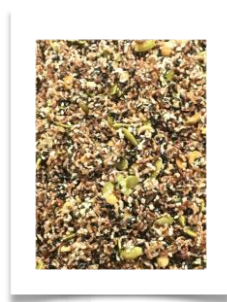
อัตราส่วนข้าว : เมล็ดพืช	สี <sup>ns</sup>	กลิ่น <sup>ns</sup>	รสชาติ <sup>ns</sup>	เนื้อสัมผัส <sup>ns</sup> (ความกรอบ)	ความชอบโดยรวม <sup>ns</sup>
สูตร 1 ( 30:70)	5.65±1.98	5.56±1.90	5.66±1.67 <sup>a</sup>	5.63±1.76	6.13±1.53
สูตร 2 ( 50:50)	5.56±1.77	5.75±1.97	5.55±1.80 <sup>ab</sup>	5.76±1.59	6.23±1.62
สูตร 3 ( 70:30)	5.36±1.81	5.16±1.84	4.93±2.12 <sup>b</sup>	5.38±1.94	5.71±1.82

**หมายเหตุ:** ตัวเลขที่แสดงในตารางแนวนอนเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษร <sup>ab</sup> หมายถึง ค่าเฉลี่ยข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

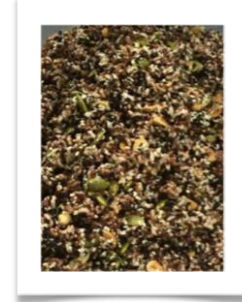
จากตารางที่ 4.5 พบว่า สูตรของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร เมื่อนำมาทดสอบความชอบจากผู้ประเมินประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสและด้านความชอบโดยรวม จำนวน 50 คน สูตรที่ 2 โดยมีข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันและเมล็ดพืชที่มีสัดส่วน 30:70 ได้รับคะแนนค่าเฉลี่ยสูงสุด ด้านรสชาติไม่แตกต่างกันกับอัตราส่วน 50 : 50



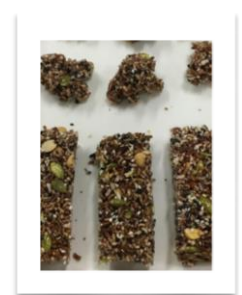
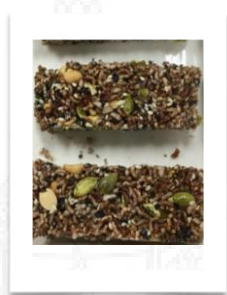
สูตร 1 (30:70)



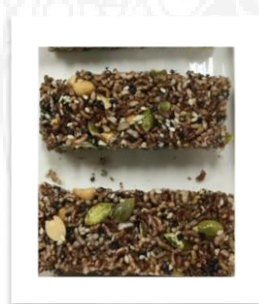
สูตร 2 (50:50)



สูตร 3 (70:30)



ภาพที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชอัตราส่วนที่ต่างกัน



ขึ้นรูปแบบแท่ง



ขึ้นรูปแบบพิมพ์กด

ภาพที่ 4.3 ขึ้นรูปของผลิตภัณฑ์

การผสมและขึ้นรูป เมื่อผสมน้ำตาลทรายขาว น้ำเปล่า น้ำตาลโตนด แปะแซ โดยใช้ปริมาณ สัดส่วนของข้าวสังข์หยดพองและ เมล็ดพืช ตามสูตร 1 , 2 และ 3 มีลักษณะปรากฏดังนี้

สูตรที่ 1 ปริมาณข้าวสังข์หยดพองที่ 300 กรัม สัดส่วนเมล็ดพืช 700 กรัม ลักษณะเนื้อสัมผัส ที่ได้ มีลักษณะของข้าวพอง ปริมาณน้อยและมีเมล็ดพืชเยอะ สีสวย เพราะสัดส่วนเยอะกว่า หลังจากการทดลองเก็บที่ระยะเวลา 2 วัน ผลิตรสชาติยังมีความกรอบ รสชาติมีความหวาน ได้กลิ่นหอมของเมล็ดพืช และข้าว สามารถขึ้นรูปทรงเป็นแท่ง ตามที่กำหนดได้

สูตรที่ 2 ปริมาณข้าวสังข์หยดพองที่ 500 กรัม สัดส่วนเมล็ดพืช 500 กรัม ลักษณะเนื้อสัมผัส ที่ได้ มีลักษณะของข้าวพอง และมีเมล็ดพืช ปริมาณเท่ากัน สีสวย หลังจากการทดลองเก็บที่ระยะเวลา 2 วัน ผลิตรสชาติยังมีความกรอบ รสชาติมีความหวาน ได้กลิ่นหอมของเมล็ดพืช และข้าวสามารถขึ้นรูปทรงเป็นแท่ง ตามที่กำหนดได้

สูตรที่ 3 ปริมาณข้าวสังข์หยดพองที่ 700 กรัม สัดส่วนเมล็ดพืช 300 กรัม ลักษณะเนื้อสัมผัส ที่ได้ มีลักษณะของข้าวพอง ปริมาณเยอะ และมีเมล็ดพืชน้อย สีสวย เพราะสัดส่วนข้าวเยอะกว่า หลังจากการทดลองเก็บที่ระยะเวลา 2 วัน ผลิตรสชาติยังมีความกรอบ รสชาติมีความหวาน ได้กลิ่นหอมของเมล็ดพืช และข้าว สามารถขึ้นรูปทรงเป็นแท่ง ตามที่กำหนดได้

จากผลการทดลอง พบว่า ผลิตรสชาติข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช สามารถประยุกต์นำวัตถุดิบอื่น ๆ ที่เป็นเมล็ดพืชมาผสม ได้ตามความต้องการ

#### 4.3 ผลการศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช

จากการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช ในอุณหภูมิห้อง ที่อุณหภูมิห้องปกติและนำมาตรวจสอบปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ ) เชื้อราและยีสต์ โดยสังเกตการเจริญเติบโตทุก 2 วัน

**ตารางที่ 4.6** ค่าปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ ) เชื้อราและยีสต์ในผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช บรรจุในอุณหภูมิห้องปกติเป็นระยะเวลา 20 วัน

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ )	เชื้อรา (CFU/g)
0	0.58±0.03	<10
7	0.63±0.01	<10
28	0.66±0.03	<1,000

**หมายเหตุ:** ตรวจไม่พบ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าของการตรวจปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ ) เชื้อราและยีสต์ จำนวน 2 ซ้ำ ส่งตรวจปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ ) ที่อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร เชื้อราและยีสต์ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีการ spread plate ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar) หน่วย CFU/g ND (detectable)

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช ปริมาณจุลินทรีย์ในเชื้อรา ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสม เมล็ดพืช ที่เก็บอยู่ในอุณหภูมิห้อง โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์เป็นเวลา 20 วัน พบว่า ปริมาณเชื้อรามีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพบที่ <math>< 10</math> โคลนต่อหน่วย ในวันที่ 10 พบเชื้อจุลินทรีย์ และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นในวันที่ 24 ที่ 700 โคลนต่อหน่วยและมีการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 28 ที่ 1,000 โคลนต่อหน่วย โดยการสังเกตการเจริญเติบโตปริมาณ จุลินทรีย์ทุก 2 วัน

โดยเมื่อพิจารณาจากค่ามาตรฐานจากสำนักอาหาร สำนักกรรมการอาหารและยา ที่ให้พบ ยีสต์และเชื้อราได้ที่ไม่เกิน 100 โคลนต่อหน่วย พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ด พืชมีการเสื่อมสลายตั้งแต่วันที่ 10 ทั้งนี้อาจเกิดมาจากมีเชื้อปนเปื้อนในวัตถุดิบ โดยเมื่อพิจารณาถึง องค์ประกอบที่มีถั่วลิสง งาขาว งาดำ เมล็ดพืชทอง เป็นต้น หรือกระบวนการทำให้ความร้อนไม่ เพียงพอซึ่งอาจจะแก้ไขด้วยการลดการปนเปื้อนของวัตถุดิบ หรือเพิ่มอุณหภูมิระหว่างกระบวนการปรุง หรือเพิ่มระยะเวลาในกระบวนการให้ความร้อน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาขึ้น  $a_w$  พบว่า สอดคล้องกับ ผลเชื้อราที่ตรวจพบ โดยความชื้นที่เหมาะสมเจริญเติบโตของเชื้อรานั้นอยู่ในช่วงค่า  $a_w$  มากกว่า 0.61 ขึ้นไป ค่า  $a_w$  ที่เหมาะสมคือ 0.8 ซึ่งในผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชวันที่ 1 มีค่า ความชื้น  $a_w$  0.58 ตรวจไม่พบเชื้อ วันที่ 10 และ 20 มีค่าความชื้น  $a_w$  0.63 และ 0.66 ตรวจพบเชื้อ ราตามลำดับ ซึ่งอาจจะแก้ไขได้โดยการเพิ่มระยะเวลาในการกวน และให้ความสำคัญในการเลือก เทคนิคในขั้นตอนในการบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชลงในบรรจุภัณฑ์ เป็น การลดระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชสัมผัสกับอากาศภายนอก เพื่อ ป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชมีความชื้นไม่เกิน 0.61 ป้องกันไม่ให้เชื้อ ราเจริญเติบโตได้

ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช สามารถเก็บได้นานไม่เกิน 7 วัน เนื่องจากค่าปริมาณน้ำอิสระที่มีการเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลเชื้อราและยีสต์ที่ตรวจพบ โดยมีการเพิ่มขึ้นตามลำดับด้วยเช่นกัน

#### 4.4 การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช

การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชเพื่อให้ทราบราคาวัตถุดิบ ราคาต้นทุน ค่าดำเนินการ ราคาที่จะจำหน่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ต่อไป

ตารางที่ 4.7 ราคาวัตถุดิบในท้องตลาด

วัตถุดิบ	บาท	หน่วย/กิโลกรัม
ข้าวสังข์หยด	40	กิโลกรัม
ถั่วลิสง	80	กิโลกรัม
งาขาว	150	กิโลกรัม
งาดำ	150	กิโลกรัม
เมล็ดพืชทอง	200	กิโลกรัม
น้ำตาลทรายขาว	24	กิโลกรัม
น้ำตาลโตนด	40	กิโลกรัม
แบะแซ	30	กิโลกรัม

ที่มา: ราคาตลาดสดสงขลา

ตารางที่ 4.8 ต้นทุนต่อชิ้น

วัตถุดิบ 1 ส่วน ได้ 60 ชิ้น	ราคา
ค่าวัตถุดิบ 1 ส่วน	95 บาท
ค่าเบ็ดเตล็ด 30%	29 บาท
ราคาต้นทุนชิ้นละ	2.10 บาท

จากการคำนวณต้นทุนวัตถุดิบการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชพบว่า ราคาวัตถุดิบราคาต้นทุน 1 ส่วนเท่ากับ 95 บาท ค่าดำเนินการ 30 % เท่ากับ 29 บาท ได้ผลิตภัณฑ์จำนวน 60 ชิ้น ราคาต่อชิ้นเท่ากับ 2.10 บาท คิดเป็นราคาที่จะจำหน่ายต่อชิ้น 5 บาท ด้วยราคาของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายอยู่ในอัตราที่ยอมรับได้ของผู้บริโภค



ภาพที่ 4.4 ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพอง  
โร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช



## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช ข้าวที่ใช้ในการศึกษา คือ ข้าวสังข์หยด จ.พัทลุง จากการศึกษาวิจัยจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองแบบคั่ว และแบบทอด เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมข้าวสังข์หยดพองกับเมล็ดพืช ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช และ เพื่อคำนวณต้นทุนวัตถุดิบการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช ทางผู้ศึกษามีความคาดหวัง เพื่อได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่มีการยอมรับของผู้บริโภค เพิ่มคุณภาพในสินค้าและมูลค่าให้กับเกษตรกร โดยมีจุดเน้นของผลิตภัณฑ์คือ ข้าวสังข์หยดพองที่ปราศจากน้ำมัน และได้เป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ให้กับท้องถิ่น

##### 5.1.1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบการยอมรับของข้าวสังข์หยดพองแบบทอดและแบบไร้น้ำมัน

ผลการศึกษาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ข้าวสังข์หยดพองแบบทอด และแบบไร้น้ำมันโดยการคั่ว ก่อนการนำไปผลิตตามสูตรของข้าวพองที่มีส่วนผสมของน้ำตาล พบว่าทางผู้เชี่ยวชาญทดสอบชิมให้การยอมรับความชอบโดยรวมระดับดีมาก พบว่ามีความกรอบ มีกลิ่นหอมของเมล็ดข้าว ให้การยอมรับระดับชอบมากที่สุด การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของข้าวสังข์หยดพองทอดในน้ำมัน และไร้น้ำมัน คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส กลิ่นและสี ความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ( $p \leq 0.05$ ) แต่ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ข้าวสังข์หยดพองแบบคั่วไร้น้ำมันได้รับการยอมรับมากกว่า ข้าวสังข์หยดพองแบบทอด

โดยสรุป พบว่า ข้าวสังข์หยดพองที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ คือข้าวสังข์หยดพองแบบคั่ว โดยไร้น้ำมัน จึงใช้วิธีการนี้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมัน

##### 5.1.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเมล็ดพืชที่ใช้ร่วมกับข้าวสังข์หยดพอง

พบว่าการยอมรับผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชด้วยสัดส่วนของปริมาณข้าวพอง และ เมล็ดพืช ที่ต่างกัน ผลการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่า ด้านสี กลิ่น และรสชาติของข้าวสังข์หยดพองที่มีอัตราส่วนข้าว : เมล็ดพืชต่างกัน ได้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันทางสถิติ ด้านเนื้อสัมผัส และ ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชสูตรอัตราส่วน 30:70 และ 50:50 ได้รับการยอมรับมากที่สุดไม่แตกต่างกัน

สูตรของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร เมื่อนำมาทดสอบความชอบจากผู้ประเมินประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสและด้านความชอบโดยรวม จำนวน 50 คน สูตรที่ 2 โดยมีข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช 30% และข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมัน 70% ได้รับการยอมรับมากที่สุด

น้ำมันและเมล็ดพืชที่มีสัดส่วน 30:70 ได้รับคะแนนค่าเฉลี่ยสูงสุด ด้านรสชาติไม่แตกต่างกันกับอัตราส่วน 50 : 50

### 5.1.3 การผสมและขึ้นรูป

เมื่อผสมน้ำตาลทรายขาว น้ำเปล่า น้ำตาลโตนด แปะแซ โดยใช้ปริมาณสัดส่วนของข้าวสังข์หยดพองและ เมล็ดพืช ตามสูตร 1 , 2 และ 3 มีลักษณะปรากฏดังนี้ สูตรที่ 1 ปริมาณข้าวสังข์หยดพองที่ 300 กรัม สัดส่วนเมล็ดพืช 700 กรัม ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ได้ มีลักษณะของข้าวพองปริมาณน้อยและมีเมล็ดพืชเยอะ สีสวย เพราะสัดส่วนเยอะกว่า สูตรที่ 2 ปริมาณข้าวสังข์หยดพองที่ 500 กรัม สัดส่วนเมล็ดพืช 500 กรัม ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ได้ มีลักษณะของข้าวพอง และมีเมล็ดพืชปริมาณเท่ากัน สีสวย สูตรที่ 3 ปริมาณข้าวสังข์หยดพองที่ 700 กรัม สัดส่วนเมล็ดพืช 300 กรัม ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ได้ มีลักษณะของข้าวพอง ปริมาณเยอะ และมีเมล็ดพืชน้อย สีสวย เพราะสัดส่วนข้าวเยอะกว่า ทั้ง 3 สูตร หลังจากการทดลองเก็บที่ระยะเวลา 2 วัน ผลิตรสชาติยังมีความกรอบ รสชาติมีความหวาน ได้กลิ่นหอมของเมล็ดพืช และข้าว สามารถขึ้นรูปทรงเป็นแท่ง ตามที่กำหนดได้ และสามารถประยุกต์นำวัตถุดิบอื่น ๆ ที่เป็นเมล็ดพืชมาผสม ได้ตามความต้องการ

### 5.1.4 ผลการศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้ไขมันผสมเมล็ดพืช

ผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้ไขมันผสมเมล็ดพืชปริมาณจุลินทรีย์ในเชื้อรา ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้ไขมันผสมเมล็ดพืช ที่เก็บอยู่ในถุงสุญญากาศ โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์เป็นเวลา 20 วัน พบว่า ปริมาณเชื้อรามีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพบที่ <10 โคโลนีต่อหน่วย ในวันที่ 10 พบเชื้อจุลินทรีย์ และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ในวันที่ 24 ที่ 700 โคโลนีต่อหน่วยและมีการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 28 ที่ 1,000 โคโลนีต่อหน่วย โดยการสังเกตการเจริญเติบโตปริมาณจุลินทรีย์ทุก 2 วัน

ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้ไขมันผสมเมล็ดพืช สามารถเก็บได้นานไม่เกิน 7 วัน เนื่องจากค่าปริมาณน้ำอิสระที่มีการเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลเชื้อราและยีสต์ที่ตรวจพบโดยมีการเพิ่มขึ้นตามลำดับด้วยเช่นกัน

### 5.1.5 การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้ไขมันผสมเมล็ดพืช

จากการคำนวณต้นทุนวัตถุดิบการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้ไขมันผสมเมล็ดพืช พบว่าราคาวัตถุดิบราคาต้นทุน 1 ส่วนเท่ากับ 95 บาท ค่าดำเนินการ 30 % เท่ากับ 29 บาท ได้ผลิตภัณฑ์จำนวน 60 ชิ้น ราคาต่อชิ้นเท่ากับ 2.10 บาท คิดเป็นราคาที่จะจำหน่ายต่อชิ้น 5 บาท ด้วยราคาของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายอยู่ในอัตราที่ยอมรับได้ของผู้บริโภค

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 องค์ประกอบต่าง ๆ ที่นำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช กระบวนการทำอาจมีการปนเปื้อนของวัตถุอันตราย มีการให้ความร้อนไม่เพียงพอ ซึ่งอาจจะแก้ไขด้วยการลดการปนเปื้อนของวัตถุอันตราย หรือเพิ่มอุณหภูมิระหว่างกระบวนการปรุง หรือเพิ่มระยะเวลาในกระบวนการให้ความร้อน

5.2.1 เพิ่มระยะเวลาในการกวน และให้ความสำคัญในการเลือกเทคนิคในขั้นตอนในการบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชในบรรจุภัณฑ์ เป็นการลดการสัมผัสกับอากาศภายนอก และเพื่อป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืชเจอความชื้นและยังเป็นการป้องกันไม่ให้เชื้อราเจริญเติบโตได้



## เอกสารอ้างอิง

- กรมอนามัย. 2554. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. กระทรวงสาธารณสุข.  
กองโภชนาการ. กลุ่มวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ, นนทบุรี.
- การกวนกระยาสารท กล้วยไข่**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.prapayneethai.com/>  
การกวนกระยาสารท-กล้วยไข่, 13 เมษายน 2559
- กองวิจัยและพัฒนาข้าว. 2553. **น้ำข้าวกล้องอกผสมธัญพืช**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:  
<http://www.brrd.in.th/main/index.php?option=com>, 25 กันยายน 2559.
- กอบสุข เอี่ยมสุรีย์. 2553. **ตลาดข้าวโลกในปัจจุบัน**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:  
<http://www.thai-aec.com/371>, 8 กันยายน 2559.
- คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. **“บทปฏิบัติการเรื่องถั่วลิสง”**  
[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [www.natres.psu.ac.th](http://www.natres.psu.ac.th), 26 ต.ค. 2016.
- จิราภรณ์ ตันติพงศ์อาภา. 2557. **ขนมว่างไทย**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. สงขลา
- นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ
- นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ,
- นิภาธร ว่านม่วง. 2547. **พฤติกรรมกรบริโภคขนมขบเคี้ยวของวัยรุ่น**, ม.ป.ท.
- ปาริสุทธิ์ สงทิพย์. 2550. **การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแห้งจากข้าวกล้องและสมุนไพร**, ม.ป.ท.
- พูน ผลกุล. 2555. **อาหารและโภชนาการ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [www.agric-prod.mju.ac.th/agronomy](http://www.agric-prod.mju.ac.th/agronomy), 26 ต.ค. 2016.
- วิระศักดิ์ อนามัยบุตร และวิไลศรี ลิ้มปทยอม. 2539. **คุณลักษณะและการใช้ประโยชน์ของงา**.  
ศูนย์วิจัยพืชไร่ อุบลราชธานี สถาบันพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ  
สหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สารานุกรมเสรี <http://en.wikipedia.org/wiki/Sugar>
- สำเร็จ แซ่ตัน. 2549. **ข้าวสังข์หยดพัทลุง**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมการข้าว, ศูนย์วิจัยข้าว  
พัทลุง.
- สำเร็จ แซ่ตัน. 2550. **ข้าวสังข์หยดพัทลุง**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมการข้าว, ศูนย์วิจัยข้าว  
พัทลุง.
- สุมินทร์ สมุทคุปต์. 2549. **การวิจัยและพัฒนาพันธุ์ถั่วที่สูง**. รายงานผลการวิจัย. มูลนิธิโครงการ  
หลวง. เชียงใหม่.
- สุวรรณ สฎุมารส. 2543. **เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ลูกกวาดและช็อคโกแลต**. สำนักพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว. (พิมพ์ครั้งที่ 1). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อัจฉรา ดลวิทยาคุณ. 2556. การทดลองอาหาร. (พิมพ์ครั้งที่ 2). โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- อุไรวรรณ วัฒนกุล, วัฒนา วัฒนกุล และพีระพงษ์ พึ่งแย้ม. 2558. **คุณภาพทางเคมี กายภาพ และสารชีวกิจกรรมในข้าวกล้องและข้าวหนึ่งสิ่งหดยดพัทลุงที่ปลูกนอกฤดูกาล**. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา “การวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน” 3-8 กันยายน 2558.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบประเมินทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบ

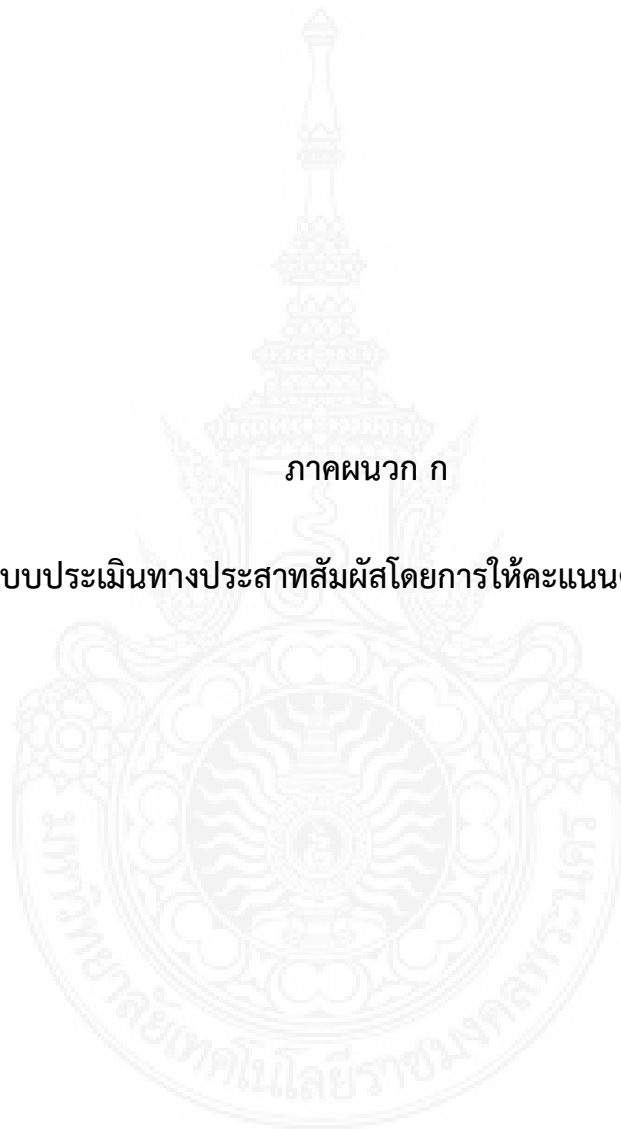
ภาคผนวก ข การตรวจวิเคราะห์คุณภาพปริมาณเชื้อรา

ภาคผนวก ค การเตรียมวัตถุดิบและขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยด-  
พองไร้ไขมันผสมเมล็ดพืช

ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.723/2548 ข้าวพอง

ภาคผนวก ก

แบบประเมินทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบ



### แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร่น้ำมันผสมเมล็ดพืช

วันที่ชิม : .....

คำแนะนำ : ทดสอบผลิตภัณฑ์ โดยให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย

2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

9 = ชอบมากที่สุด

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

ลักษณะ	รหัสด	รหัสด	รหัสด
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ  
สิดารัตน์ เกษะโกมล

### แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส ( ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ )

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองไร่น้ำมันผสมเมล็ดพืช

วันที่ชิม : .....

คำแนะนำ : ทดสอบผลิตภัณฑ์ โดยให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย

2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

9 = ชอบมากที่สุด

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

ลักษณะ	ระดับคะแนน
สี	
กลิ่น	
รสชาติ	
เนื้อสัมผัส	
ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ

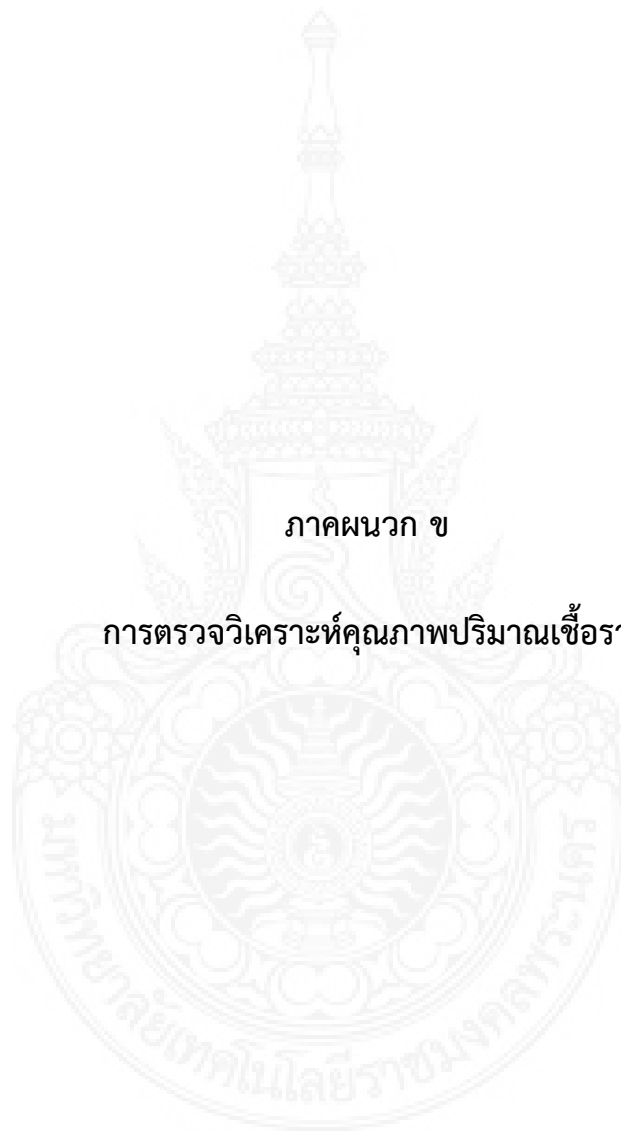
.....  
 .....  
 .....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

สิดารัตน์ เกษะโกมล

ภาคผนวก ข

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพปริมาณเชื้อรา



## การหาปริมาณเชื้อรา โดยวิธีการ Spread plate ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Count Agar (AOAC,2000)

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม เติมน้ำกลั่น sterlite 225 มิลลิลิตร ใส่ในถุงสำหรับตีผสมอาหารบดตัวอย่าง ด้วยเครื่องตีปั่นอาหารเป็นสารเจือจางขั้นต้น 1:10 และนำมาเจือจางต่อเป็น 1:10 และ 1:10 โดยการทดลองนี้ทำการทดลอง 2 ซ้ำ
2. ตรวจสอบด้วยการ Spread plate ในอาหาร PDA (Potato Dextrose Agar)
3. นำ plate ที่ Spread plate แล้วจากข้อที่ 2 มาทำการบ่มเชื้อในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง
4. นับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโคโลนีขึ้นอยู่ระหว่าง 700-1,100 โคโลนี แล้วนำไปคำนวณหาจำนวนเชื้อที่มีอยู่ในตัวอย่างเป็น CUF/กรัม
5. การคำนวณปริมาณจุลินทรีย์

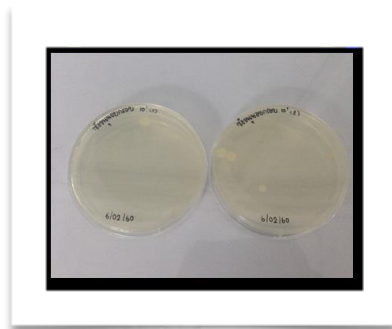
ปริมาณจุลินทรีย์ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (โคโลนี) =  $\frac{\text{จำนวนโคโลนีที่ขึ้นใน plate (โคโลนี)}}{\text{ระดับความเจือจาง}}$

เครื่องมือและอุปกรณ์หาปริมาณราโดยวิธีการ Sprea plate  
โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)



## รูปผลการทดลอง

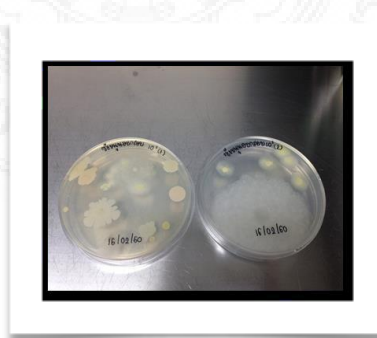
วันที่ 0



วันที่ 10

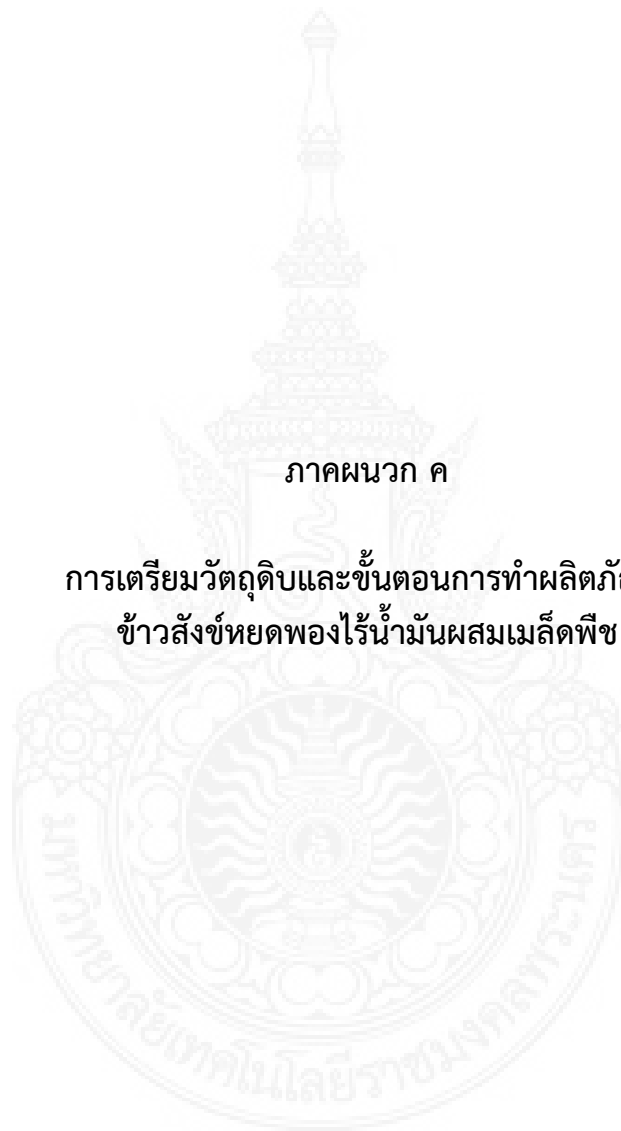


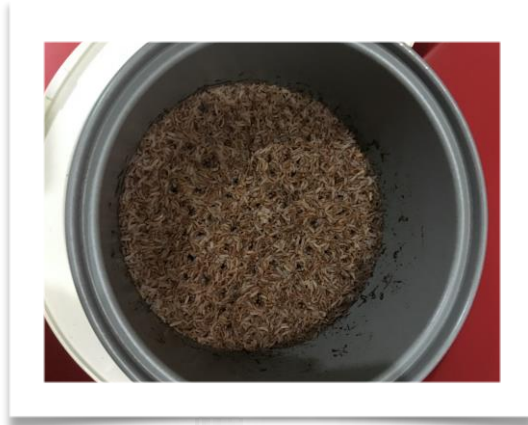
วันที่ 20



ภาคผนวก ค

การเตรียมวัตถุดิบและขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์  
ข้าวสังข์หยดพองไร้น้ำมันผสมเมล็ดพืช





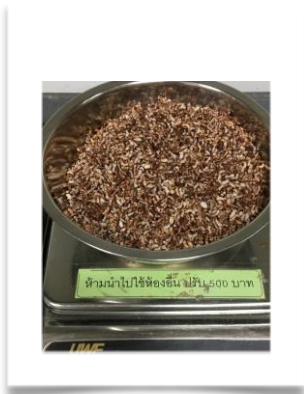
ขั้นตอนการเตรียมข้าวสังข์หยดพอง



ข้าวสังข์หยด ตากแดด เพื่อนำไปคั่วเป็นข้าวพอง



ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์



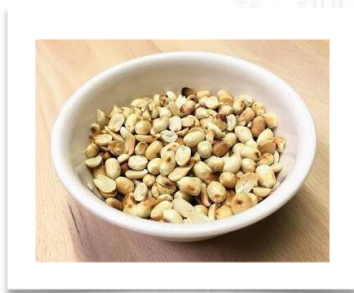
ข้าวฟอง



งาดำ



งาขาว



ถั่วลิสงคั่ว



เมล็ดฟักทองอบ

ผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดพองใส่น้ำมันผสมเมล็ดพืช

สูตร 1



สูตร 2



สูตร 3



ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.723/2548 ข้าวพอง



## มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.723/2548

### ข้าวพอง

#### 1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมข้าวพองที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

#### 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ข้าวพอง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวมาหุงให้สุก ผึ่งแดดหรืออบให้แห้งนำมาทอดหรือคั่วให้พอง คลุกกับส่วนผสมของน้ำน้ำตาลและเบะแซที่เคี้ยวจนเหนียวพอเหมาะ อาจเติมสีผสมอาหารหรือส่วนประกอบอื่น เช่น งาดำ อัดเป็นแผ่น ตัดเป็นชิ้น



#### 3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป ต้องพอง แห้ง แต่ละชิ้นไม่ติดกันแน่น สามารถแยกออกได้ง่ายด้วยมือโดยไม่เสียรูปทรง ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน อาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อย

3.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวพอง

3.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของข้าวพอง ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องเหนียวพอเหมาะ ไม่ร่วนหรือแข็งกระด้างเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดินทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3.6 ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

3.7 วัตถุเจือปนอาหาร หากมีการใช้สีให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.8 จุลินทรีย์

3.8.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน  $1 \times 10^3$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

### 3.8.2 ราต้องไม่เกิน 100 โคลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

#### 4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำข้าวพอง ให้เป็นไปตามคำแนะนำตาม GMP

#### 5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุข้าวพองในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของข้าวพองในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

#### 6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุข้าวพองทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- 1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ข้าวพอง ปี่พ้าง
- 2) ส่วนประกอบที่สำคัญ
- 3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร
- 4) น้ำหนักสุทธิ
- 5) วัน เดือน ปีที่ทำและวัน เดือน ปีที่หมดอายุหรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี) "
- 6) ข้อเสนอแนะในการเก็บรักษา
- 7) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนใน

กรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

#### 7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ข้าวพองที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอมการบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าข้าวพองรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สีกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 จึงจะถือว่าข้าวพองรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้นและวัตถุเจือปนอาหารให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 และข้อ 3.7 จึงจะถือว่าข้าวพองรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ให้ชักตัวอย่างโดยวิธี

สุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ซีกตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.8 จึงจะถือว่าข้าวพองรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสินตัวอย่างข้าวพองต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าข้าวพองรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

## 8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สีกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบข้าวพองอย่างน้อย 5 คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 วางตัวอย่างข้าวพองลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องพอง แห้ง แต่ละชิ้นไม่ติดกันแน่น สามารถแยกออกได้ง่ายด้วยมือโดยไม่เสียรูปทรง ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน อาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อย	๔	๓	๒	๑
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวพอง	๔	๓	๒	๑
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของข้าวพอง ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม	๔	๓	๒	๑
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ต้องเหนียวพอเหมาะ ไม่รวนหรือแข็งกระด้าง	๔	๓	๒	๑

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน (ข้อ 8.1.3)

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอมภาชนะบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบความชื้นและวัตถุเจือปนอาหารให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบจุลินทรีย์ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ที่มา: [http://app.tisi.go.th/otop/pdf\\_file/tcps743\\_48.pdf](http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps743_48.pdf)

## ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นางสาวสิตารัตน์ เกษะโกมล  
วัน เดือน ปีเกิด 16 เมษายน 2520  
ที่อยู่ปัจจุบัน อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

### ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาตรี	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (ปทุมธานี) สาขาอาหารและโภชนาการ	2540
ประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ (สงขลา) สาขาอาหารและโภชนาการ	2538
ประกาศนียบัตร วิชาชีพ	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีไต้ สาขาอาหารและโภชนาการ	2536
มัธยมศึกษา	โรงเรียนวรนาเรเฉลิม (สงขลา)	2533

### สถานที่ทำงานปัจจุบัน

ตำแหน่ง : ครูผู้ช่วย

สถานที่ทำงาน : โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๔๘ จังหวัดจันทบุรี