การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

Development of Prototype Products from Waste Rice for Teenage Consumer.

ดวงกมล ตั้งสถิตพร
เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์
ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๖๐
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

ผู้วิจัย : ดวงกมล ตั้งสถิตพร , เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ และ นางสาวดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

พ.ศ. : 2560

บทคัดย่อ

การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรและรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น สามารถพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นโดยใช้ข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวได้ 100% จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ข้าวตังปรุงรส ข้าวอบกรอบ และข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส พบว่า สามารถใช้ปริมาณข้าวก้นหม้อ จำนวน 110 กรัม และใช้ผงปรุงรส ร้อยละ 10 ผลิตภัณฑ์มีสีส้มสว่าง หลังทอดพองกรอบไม่อมน้ำมัน ไม่แข็งกระด้างเกินไป ด้านคุณสมบัติทางเคมี พบว่า มีค่าปริมาณความชื้น ,ไขมัน ,โปรตีน,เส้นใยหยาบ,เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 4.02 ± 0.06 , 20.12 ± 0.05 , 9.36 ± 0.04 , 2.58 ± 0.12 , 4.30 ± 0.11 และ 59.62 ± 0.09 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบ พบว่า สามารถใช้ปริมาณข้าวก้นหม้อ จำนวน 130 กรัม ใช้ระยะเวลาการบ่มข้าวอบแห้ง 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟที่ 20 วินาที ผลิตภัณฑ์มีมีสีออกส้มสว่างเป็นสีของผงปรุง มีเนื้อสัมผัสที่พองกรอบเหมาะสม มีรูพรุน ไม่แข็งกระด้างเกินไป และทำการผสมกับรสชาติต้มยำทำให้การรับประทานง่ายยิ่งขึ้น ด้านคุณสมบัติทางเคมี พบว่า มีค่าปริมาณความชื้น ,ไขมัน ,โปรตีน,เส้นใยหยาบ,เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 6.69 ± 0.03 , 1.65 ± 0.06 , 5.23 ± 0.07 , 0.93 ± 0.13 , 1.37 ± 0.08 และ 84.12 ± 0.05 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง พบว่า สามารถใช้ปริมาณน้ำกะทิกล่องสำเร็จรูป จำนวน 175 กรัม จากนั้นนำไปแช่แข็งและนำมาความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟที่ 30 วินาที ผลิตภัณฑ์มีสีออกขาวอมเหลือง มีความนุ่มพอดี มีความเกาะตัวกันเป็นก้อน และมีความมันเงาจากกะทิเล็กน้อย มีรสชาติหวานหอม ออกเค็มเล็กน้อย ด้านคุณสมบัติทางเคมี พบว่า มีค่าปริมาณความชื้น ,ไขมัน ,โปรตีน,เส้นใยหยาบ,เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 43.55 ± 0.03 , 6.29 ± 0.02 , 3.21 ± 0.03 , 1.20 ± 0.06, 0.50 ± 0.09 และ 45.24 ± 0.05 ตามลำดับ ด้านคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 2 เดือน ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการบริโภค ผู้บริโภคมีความพอใจต่อผลิตภัณฑ์ มีความชอบปานกลางและสนใจซื้อร้อยละ 100

คำสำคัญ : ส่วนเหลือทิ้งจากข้าว ข้าวตังปรุงรส ข้าวอบกรอบ ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

Title Development of Prototype Products from Waste Rice for Teenage Consumer.

Researcher Duangkamol Tungsatitporn, Kasarin Pedcharat and Duangrat Saetang

Year 2017

ABSTRACT

Development of prototype products from waste rice for teenage consumer. The purpose of this study was developing formula and prototype of waste rice for food production. The waste rice could be used as rice in 100% for 3 products such as Khao Tang , Rice Crackers and Sticky Rice Coconut Cream. The suitable condition for Khao Tang was using waste rice as 110 g. and seasoning 10%. The result of physical and chemical analysis showed that: products have orange bright color, hardness, cripyness and not rancidity. The percentage of moisture , fat , protein , crude fiber , ash and carbohydrate content 4.02 ± 0.06 , 20.12 ± 0.05 , 9.36 ± 0.04 , 2.58 ± 0.12 , 4.30 ± 0.11 and 59.62 ± 0.09 respective. The suitable condition for Rice Crackers was using waste rice as 130 g., storage in room temperature at 24 hr. After that place to microwave at 20 sec. %. The result of physical and chemical analysis showed that: products have orange bright color, Tom Yum seasoning for delicious, hardness, cripyness and not rancidity. The percentage of moisture , fat , protein , crude fiber , ash and carbohydrate content 6.69 ± 0.03, 1.65 ± 0.06, 5.23 ± 0.07, 0.93 ± 0.13, 1.37 ± 0.08 and 84.12 ± 0.05 respective. The suitable condition for Sticky Rice Coconut Cream was using coconut milk (UHT) as 175 g. ,storage in freeze at 24 hr. After that place to microwave at 30 sec. %. The result of physical and chemical analysis showed that: products have white-yellow bright color, softness, and coconut sweet taste. The percentage of moisture , fat , protein , crude fiber , ash and carbohydrate content 43.55 ± 0.03 , 6.29 ± 0.02 , 3.21 ± 0.03 , 1.20 ± 0.06, 0.50 ± 0.09 and 45.24 ± 0.05 respective. The shelf life of 3 products are more than 2 months and consumer acceptability like moderately product.

Key word : Waste Rice , Khao Tang , Rice Crackers , Sticky Rice Coconut Cream

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ อาจารย์และนักศึกษาปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ที่มีส่วนช่วยในเรื่องของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสในงานวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

คณะผู้วิจัยหวังว่า โครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น และประชาชนทั่วไปที่สนใจโดยสามารถนำข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวในประเทศไทยที่มีจำนวนมากเมื่อผ่านกระบวนการสีขาวและมีการนำไปแปรรูปเป็นอาหารน้อยชนิด มาเพิ่มคุณประโยชน์ให้แก่ผลิตภัณฑ์ โดยสามารถนำข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวไปผลิตผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ หากเกิดการผิดพลาดประการใดคณะผู้วิจัยน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ซ
สารบัญแผนภาพ	ฌ
บทที่ 1. บทนำ	1
บทที่ 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3. วิธีดำเนินการวิจัย	34
บทที่ 4. ผลการวิจัย	48
บทที่ 5. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	78
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ข้าวตังปรุงรส	89
ภาคผนวก ข. ข้าวอบกรอบ	99
ภาคผนวก ค. ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง	106
ประวัติคณะผู้วิจัย	113

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงสถิติข้าวไทย จำนวนเมล็ดพันธุ์ข้าวไทยทั้งหมดในปี 2007-2014 (หน่วยเป็นล้านตันข้าวเปลือกต่อปี)	3
2.2 แสดงราคาข้าวเปลือกโดยเฉลี่ยบนความชื้นสัมพัทธ์ 15% ในปี 2007-2013 (หน่วยเป็นบาทต่อตัน)	4
2.3 แสดงปริมาณการส่งออกของข้าวไทยในปี 2007-2013 (หน่วยเป็นล้านตัน)	4
2.4 แสดงคุณค่าทางโภชนาการในส่วนที่กินได้ของข้าวเหนียวขาว 100 กรัม	20
2.5 แสดงการจำแนกประเภทของข้าวตามปริมาณอะไมโลส	22
2.6 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำกะทิ 100 กรัม	25
2.7 แสดงข้อเปรียบเทียบระหว่างการแช่แข็งแบบช้ากับการแช่แข็งแบบรวดเร็ว	27
2.8 แสดงข้อดีและข้อเสียของการแช่เยือกแข็ง	28
2.9 แสดงกำลังคลื่นไมโครเวฟ (ร้อยละ) ตามระดับความร้อน	30
3.1 แสดงการศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูน	45
4.1.1 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสในท้องตลาดจำนวน 2 ยี่ห้อ	49
4.1.2 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสในท้องตลาดจำนวน 2 ยี่ห้อ	50
4.1.3 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส (หลังอบแห้ง)จำนวน 3 สูตร	51
4.1.4 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส (หลังทอด)จำนวน 3 สูตร	51
4.1.5 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบปริมาณข้าวก้นหม้อ จำนวน 3 สูตร	52
4.1.6 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส สูตรผงปรุงรส จำนวน 3 สูตร	52
4.1.7 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของข้าวตังปรุงรสจำนวน 3 สูตร	53
4.1.8 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสสูตรที่ดีที่สุด	53
4.1.9 แสดงคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ข้าวตังปรุงรส	54
4.1.10 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	54
4.1.11 แสดงข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส	55
4.1.12 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวตังปรุงรส	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.1.13 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส	57
4.2.1 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรสในท้องตลาด จำนวน 2 ยี่ห้อ	58
4.2.2 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบในท้องตลาดจำนวน 2 ยี่ห้อ	59
4.2.3 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบ (หลังเข้าอบไมโครเวฟ) จำนวน 3 สูตร	60
4.2.4 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของข้าวอบกรอบ จำนวน 3 สูตร	60
4.2.5 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของข้าวอบกรอบ จำนวน 3 สูตร	61
4.2.6 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส สูตรผงปรุงรส จำนวน 3 สูตร	61
4.2.7 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบ (หลังเข้าอบไมโครเวฟ) จำนวน 3 สูตร	62
4.2.8 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของข้าวอบกรอบ จำนวน 3 สูตร	63
4.2.9 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรสสูตรที่ดีที่สุด	63
4.2.10 แสดงคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ข้าวอบกรอบปรุงรส	63
4.2.11 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	64
4.2.12 แสดงข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรส	65
4.2.13 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวอบกรอบปรุงรส	66
4.2.14 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรส	67
4.3.1 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนในท้องตลาดจำนวน 1 ยี่ห้อ	68
4.3.2 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวเหนียวหัก	69
4.3.3 แสดงลักษณะที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนเพิ่มปริมาณกะทิจำนวน 3 สูตร	69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.3.4 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง (ก่อนอบไมโครเวฟ) จำนวน 3 สูตร	70
4.3.5 แสดงลักษณะปรากฏของระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟหลังการแช่แข็งของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งที่ 3 ระดับ ที่ระดับไฟร้อยละ 50 (ไฟปานกลาง)	71
4.3.6 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 สูตร	72
4.3.7 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง จำนวน 3 สูตร	72
4.3.8 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง สูตรที่ดีที่สุด	72
4.3.9 แสดงคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง	73
4.3.10 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	73
4.3.11 แสดงข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง	74
4.3.12 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง	75
4.3.13 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง	76

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวอเตอร์แอกทิวิตี้(a_w)และอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหาร	17
ก.2 แสดงบรรจุภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส	99
ข.1 แสดงบรรจุภัณฑ์ข้าวอบกรอบ	104
ค.3 แสดงบรรจุภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง	111

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่	หน้า
3.1. แสดงกรรมวิธีเตรียมข้าวก้นหม้อในการข้าวตังสมุนไพรปรุงรสชนิดแท่ง	38
3.2. แสดงกรรมวิธีในการผลิตข้าวตังปรุงรส	40
3.3 แสดงกรรมวิธีเตรียมข้าวก้นหม้อในการผลิตข้าวอบกรอบ	42
3.4 แสดงกรรมวิธีเตรียมข้าวเหนียวหักในการผลิตข้าวเหนียวมูน	45
ก.1 แสดงผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส	92
ข.2 แสดงกรรมวิธีการผลิตข้าวอบกรอบ	102
ค.2 แสดงภาพข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง	107

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ประชากรไทยกว่าร้อยละ 60 เป็นเกษตรกร ส่วนใหญ่ปลูกข้าวเป็นพืชหลัก ประเทศไทยส่งออกข้าวมากที่สุดในโลก กว่า 7 ล้านตันต่อปี ข้าวไทยสร้างชื่อเสียงโด่งดังไปทั่วโลก ทำรายได้ให้แก่ประเทศเป็นจำนวนมากทุกปี ข้าวจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ช่วยกอบกู้และพยุงเศรษฐกิจของประเทศในช่วงวิกฤต ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทยตั้งแต่สมัยอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของวัฒนธรรมประจำชาติ มีอิทธิพลอย่างใหญ่หลวงต่อศาสนา ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเชื่อ ศาสนพิธี ภูมิปัญญาและวิถีทางในการดำรงชีวิตของคนไทย คนไทยคุ้นเคยกับข้าวเสียจนมองข้ามความสำคัญของข้าวและคนปลูกข้าว เพื่ออนาคตของประเทศ ต้องร่วมกันสร้างอนาคตของข้าวไทยให้ดีขึ้น ชาวนาควรรู้จักใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ผสานกับวัฒนธรรมดั้งเดิมเพื่อเพิ่มผลิตผล และลดต้นทุนการผลิต โดยรักษาคุณภาพชีวิต และสภาพแวดล้อม ต้องให้คนไทยหันกลับมาทำความรู้จักกับวัฒนธรรมข้าว เลือกสรร อนุรักษ์ บูรณาการความรู้เรื่องข้าวเพื่อเผยแพร่ (http://www.thairice.org) และจากสถานการณ์ปัจจุบันของผู้ผลิตข้าวในประเทศไทย พบว่า ปัญหาที่เกิดนอกจากการผลิตข้าวจะไม่ค่อยได้กำไรแล้ว เนื่องจากโดนพ่อค้าคนกลางตัดราคา ยังพบข้าวหักข้าวไม่เต็มเมล็ดและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวต่างๆ จำนวนมาก ซึ่งเกิดจากการสีข้าว การจัดเก็บของโรงสีและการขนส่ง ทำให้เกิดการขาดทุนไม่สามารถส่งข้าวขายให้ได้ราคาได้ และยังคงเหลือตกค้าง เมื่อเน่าเสียก็ต้องทิ้งอย่างไร้ค่าไม่เกิดการสร้างมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์

วัยรุ่น คือกลุ่มวัยเรียนจนถึงวัยเริ่มต้นทำงาน อายุ 18-29 ปี เป็นกลุ่มที่ยอมจ่ายแพงกว่ากับค่าสินค้าที่โดนใจ และตรงกับความต้องการ ในสัดส่วนที่สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อาจเป็นเพราะกลุ่มวัยเรียนไม่ต้องหาเงิน ไม่รู้สึกกระทบต่อภาวะเศรษฐกิจ (http://www.positioningmag.com) ซึ่งในโลกทุกวันนี้วัยรุ่นนิยมบริโภคอาหารฟาสต์ฟูด(อาหารจานด่วน) เป็นประจำตามกระแสแฟชั่นด้านอาหารที่ได้เข้ามามีบทบาทในสังคมไทย โดยเป็นนำเข้าอาหารจากในประเทศอาเซียนและอาหารจากยุโรป ซึ่งสามารถหาซื้อได้ง่ายทำให้เกิดกระแสเงินสะพัดในอาหารเหล่านี้ รวมถึงการตกแต่งร้านที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ มีความน่ารักตามสมัยนิยม อีกทั้งมีรูปแบบของอาหารที่น่ารับประทาน จึงเป็นจุดดึงดูดความสนใจต่อกลุ่มวัยรุ่นที่ชอบลองรับประทานอาหารหรือขนมทานเล่นรูปแบบใหม่ๆ อาทิเช่น ขนมปัง ไอศกรีม เค้กไก่ทอด โดนัท แฮมเบอร์เกอร์ เป็นต้น ซึ่งเป็นอาหารทานเล่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างน้อย เนื่องจากอาหารทานเล่นเหล่านี้มักมีส่วนประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการสะสมของไขมันทำให้ระดับคอลเลสเตอรอลเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง เส้นเลือดอุดตันและโรคอ้วน

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของข้าวและตระหนักถึงคุณค่า คุณประโยชน์จากข้าวหักข้าวไม่เต็มเมล็ดและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวมาพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารว่าง/อาหารทานเล่นให้มีความน่าสนใจดึงดูดกลุ่มผู้บริโภคสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น โดยการนำภูมิปัญญาท้องถิ่น วัฒนธรรมด้านอาหารไทย(อาหารว่าง)เข้ามามีบทบาทในการพัฒนา ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาอาหารว่าง/อาหารทานเล่นไทยที่เป็นที่นิยมรับประทานหรือนิยมซื้อเป็นของฝากตามแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ เช่น **ข้าวแต๋น/ข้าวตัง สแน็คจากข้าว ข้าวหลาม ข้าวเหนียวมูน** มาประยุกต์ปรับเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์ให้น่าสนใจ ทันสมัย พกพาสะดวก ดึงดูดใจผู้บริโภค ลดต้นทุนในการผลิต และเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ ซึ่งเหมาะสมกับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นที่เป็นวัยที่มีค่านิยมชอบลองชอบชิมกับสิ่งใหม่ๆในยุคปัจจุบัน อีกทั้งยังทำให้วัฒนธรรมด้านอาหารว่างไทยไม่สูญหายลืมเลือนไปตามกาลเวลาที่ผ่านไปอย่างรวดเร็วเพราะอิทธิพลจากต่างชาติเข้ามามีบทบาทกับการดำรงชีวิตของวัยรุ่นไทยในปัจจุบันอย่างมาก ซึ่งงานวิจัยนี้จะส่งผลให้อาหารไทย(อาหารว่าง)ยังคงอยู่และเป็นการสืบสานวัฒนธรรมด้านอาหารไทยสู่รุ่นลูกรุ่นหลานต่อไปได้อย่างมั่นคง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 สำรวจผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่น) ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว

1.2.2เพื่อศึกษาสูตรและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

1.2.3 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

1.3.ขอบเขตของโครงการวิจัย

การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ในครั้งนี้ ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อาหารไทย (อาหารว่าง/อาหารทานเล่น)ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น โดยใช้ข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวมาเพิ่มมูลค่าของข้าว ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์อาหารไทย (อาหารว่าง/อาหารทานเล่น) ข้าวแต๋น/ข้าวตัง สแน็คจากข้าว ข้าวหลาม ข้าวเหนียวมูน รวมถึงการพัฒนารสชาติและเนื้อสัมผัสเพื่อขยายผลสู่เชิงพาณิชย์ จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบแนวทางในการนำวัตถุดิบมาเพิ่มมูลค่าสูงสุด ในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารจาก ข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งให้เหมาะกับกลุ่มผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

1.4.2 สามารถผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิต

1.4.3 ลดทรัพยากรที่เหลือใช้แก่ชุมชน และเป็นอีกทางเลือกในการเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรและชุมชน

1.4.4 เพิ่มมูลค่าการขายผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์แก่ชุมชน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของข้าว

ประวัติความเป็นมาของข้าวไทย การปลูกข้าวนั้นเกิดขึ้นควบคู่ไปกับวัฒนธรรมไทยมากว่า 5,500 ปี มาแล้ว โดยหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่สำคัญก็คือเครื่องปั้นดินเผาที่เป็นภาชนะไว้ใส่ข้าว ในสมัยสุโขทัยศิลาจารึกยังถูกบันทึกไว้ด้วยข้อมูลที่ระบุถ้อยคำว่า "ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว" นอกจากนี้สิ่งที่สำคัญที่สุดในประวัติศาสตร์ก็คือการเปิดเสรีทางการค้ากับต่างประเทศในสมัยอยุธยา ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ข้าวเข้ามีมีบทบาทสำคัญในการเป็นสิ่งค้าส่งออกของประเทศไทยตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา

2.1.1 ข้าวไทยในอนาคต เพื่อเป็นการเตรียมตัวของประเทศไทยในการเปิดประตูสู่การเป็น AEC ข้อได้เปรียบทางการค้าของสินค้าการเกษตรจำเป็นจะต้องนำกลับมาพิจารณาอีกครั้ง การขนส่งที่ดีประกอบกับการจำกัดพื้นที่เพาะปลูกให้อยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสมจะทำให้ประเทศไทยมีประสิทธิภาพทางการส่งออกสินค้าเกษตรมากขึ้น ในกรณีของข้าวไทย แม้ว่าเวียดนามจะมีบทบาทที่สำคัญในการส่งออกข้าว ประเทศไทยเองก็ยังคงผลักดันให้ข้าวไทยกลายเป็นตัวเลือกอันดับหนึ่งในสายตาของชาวต่างชาติ แต่อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังต้องพัฒนาเรื่องความหลากหลายของพันธุ์ข้าวและรัฐบาลจำเป็นจะต้องมีนโยบายที่เกี่ยวข้องกับสินค้าเกษตรที่ชัดเจนเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตข้าวไทยในอนาคต

2.1.2 การค้าข้าว โลกมีความต้องการข้าวความต้องการบริโภคของโลกประมาณ 417.7 ล้านตันประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกข้าวมากที่สุดในโลก ด้วยสัดส่วนการส่งออก ร้อยละ 36 รองลงมาคือ เวียดนาม ร้อยละ 20 อินเดีย ร้อยละ 18 สหรัฐอเมริกา ร้อยละ 14 ปากีสถาน ร้อยละ 12 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.1 แสดงสถิติข้าวไทย จำนวนเมล็ดพันธุ์ข้าวไทยทั้งหมดในปี 2007-2014 (หน่วยเป็นล้านตัน ข้าวเปลือกต่อปี)

	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
ในฤดูปลูกข้าว	23.308	23.235	23.253	25.743	25.867	26.595	28.443
นอกฤดูปลูกข้าว	8.791	8.415	8.863	10.261	12.235	10.742	8.186
รวม	32.099	31.650	32.116	36.004	38.102	37.337	36.629

ตารางที่ 2.2 แสดงราคาข้าวเปลือกโดยเฉลี่ยบนความชื้นสัมพัทธ์ 15% ในปี 2007-2013 (หน่วยเป็นบาทต่อตัน)

ปี	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ราคาโดยเฉลี่ย	8,833	9,748	8,840	8,558	10,227	9,886	7,856

ตารางที่ 2.3 แสดงปริมาณการส่งออกของข้าวไทยในปี 2007-2013 (หน่วยเป็นล้านตัน)

ปี	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ปริมาณการส่งออก	9.193	10.216	8.62	8.94	10.711	6.734	6.611

ที่มา: สุนันทา และคณะ, 2547

2.1.3 การสูญเสียของข้าวในการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

2.1.3.1 การสูญเสียข้าวทางด้านปริมาณ ซึ่งทำให้ผลผลิตหรือน้ำหนักข้าวที่ควรจะได้ลดลง เกิดเนื่องจากการร่วงหล่นขณะเก็บเกี่ยว เกี่ยวไม่หมด รวงข้าวตกหล่นในแปลงนา การนวดที่มีข้าวดีติดไปกับเศษฟางมากเกินไป ถูกนก หนู แมลงทำลาย เมล็ดข้าวแตกหักมาก เป็นต้น

2.1.3.2 การสูญเสียข้าวทางด้านคุณภาพ เช่น คุณภาพการสีต่ำหรือลดลง เกิดข้าวเมล็ดเหลืองขึ้นรา มีกลิ่นเหม็น หรือในกรณีของเมล็ดพันธุ์ เช่น เสื่อมความงอกเร็ว มีความงอกต่ำกว่ามาตรฐาน

2.1.4 การสูญเสียข้าวทางด้านปริมาณ ประสูติ และคณะ (2526 และ 2528) ศึกษาเบื้องต้นความสูญเสียของข้าวขณะเก็บเกี่ยวและหลังเก็บเกี่ยวในสถานีทดลองข้าว 9 แห่งใช้ข้าว 15 พันธุ์พบว่ามีความสูญเสียข้าวเปลือกรวมร้อยละ 16.83 โดย น้ำ หนักประเทศไทยผลิตข้าวได้อย่างต่ำปี ละประมาณ 22 ล้านตัน ข้าวเปลือก เมื่อคิดปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอนร้อยละ 16.83 จะมีข้าวเปลือกสูญเสียไปปี ละ 3.3 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 1.68 หมื่นล้านบาท (คิดราคาข้าวเปลือกตันละ 5,000 บาท) ถ้าสามารถลดความสูญเสียของข้าวด้านปริมาณหลังการเก็บเกี่ยวให้น้อยลง ก็จะเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวให้สูงขึ้นอีกทางหนึ่ง

2.1.5 การสูญเสียข้าวทางด้านคุณภาพ การค้าข้าวสารภายในและต่างประเทศราคาข้าวขึ้นอยู่กับคุณภาพ คุณภาพข้าวที่สำคัญได้แก่ คุณภาพการสีซึ่งประเมินจากเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว (head rice) ในการสีข้าวเปลือกถ้าสีแล้วได้เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวมาก หรือเปอร์เซ็นต์ข้าวหักน้อย แสดงว่าข้าวเปลือกมีคุณภาพการสีสูง (ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวมากกว่าร้อยละ 50)

2.2 ข้าวหัก

ข้าวหัก (brokens) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนขึ้นไปแต่ไม่ถึงความยาวของต้นข้าว และให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกเป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ไม่ถึงร้อยละ 80 ของเมล็ด (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547)

2.2.1 คุณภาพการสีของข้าว สูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับการร้าวของเมล็ดข้าวเป็นปัจจัยสำคัญซึ่งมีสาเหตุเนื่องจากการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้องดังนี้ (Francisco L. Tua. 1983)

2.2.1.1. การเก็บเกี่ยวและการนวด

2.2.1.2. การลดความชื้นเมล็ด

2.2.1.3.ข้าวที่แห้งแล้วได้รับความชื้นซ้ำ (rewetting) การร้าวของเมล็ดเกิดจากสภาพแวดล้อม เช่น เมล็ดที่ความชื้นลดลงหรือแห้งเมล็ดจะหดตัว แต่เมื่อได้รับความชื้นอีกครั้งเมล็ดก็เกิดการขยายตัว การหดตัวและขยายตัวของเมล็ดสลับกันเช่นนี้ทำให้เกิดการร้าว

2.2.2 สาเหตุการร้าวของเมล็ดข้าว อาจเกิดได้จากปัจจัยดังนี้

2.2.2.1 การผสมข้าวที่มีความชื้นสูงกับข้าวที่มีความชื้นต่ำ

2.2.2.2 ข้าวที่แห้งแล้วกลับเปียกฝนหรือน้ำค้าง

2.2.2.3 การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ เช่น อากาศเย็นในเวลากลางคืน อากาศร้อนในเวลากลางวัน

2.2.2.4 การจับตัวเป็นหยดน้ำในการเก็บรักษา (condensation of moisture)

2.2.2.5 ขบวนการขัดสีข้าว ซึ่ง Francisco L.Tna (1983) แนะนำว่าความชื้นเมล็ดที่เหมาะสมในการสีข้าว คือร้อยละ 13 - 14

2.3 ขนมไทยในวิถีไทย

ขนมไทย หัตถกรรมความอร่อยที่แสดงออกถึงความอ่อนช้อยของความเป็นไทย ตั้งแต่ครั้งอดีตกาลที่ก่อกำเนิดภูมิปัญญาไทยหลากหลายอย่างให้สืบสานต่อทั้งวิถีชีวิตประเพณี วัฒนธรรม ที่สามารถนำวัสดุมีอยู่ในท้องถิ่นมาปรุงแต่งเป็นของหวานได้มากหลายรูปแบบ จัดเป็นมรดกทางวัฒนธรรมอย่างหนึ่งที่บ่งบอกว่าคนไทยมีลักษณะนิสัยอย่างไร เพราะขนมแต่ละชนิดล้วน มีเสน่ห์ แสดงให้เห็นถึงความละเอียดอ่อน ประณีต วิจิตรบรรจงในรูปลักษณ์ ตั้งแต่วัตถุดิบที่ใช้ วิธีการทำที่กลมกลืน ความพิถีพิถัน สีที่ให้ความสวยงาม มีกลิ่นหอม รสชาติของขนมที่ละเมียดละไมชวนให้รับประทาน แสดงให้เห็นว่าคนไทยเป็นคนใจเย็น รักสงบ มีฝีมือเชิงศิลปะ

2.3.1 อาหารทานเล่น หรืออาหารว่าง (snack food หรือ snack) ในสายตาของชาวตะวันตกคือประเภทของอาหารที่ไม่ได้บริโภคเป็นอาหารหลักในแต่ละวัน อาหารทานเล่นมีหน้าที่เพียงแต่บรรเทาความหิวได้ชั่วคราวเท่านั้น ให้พลังงานแก่ร่างกายได้อย่างรวดเร็วหรือเป็นสิ่งที่ทานเพื่อความสุขเท่านั้น อาหารทานเล่นถูกออกแบบมาให้ทนต่อสภาพอากาศและมีหน้าตาน่ารับประทานกว่าอาหารตามธรรมชาติทั่วไป มักมีส่วนประกอบของสารให้ความหวาน สารกันบูดในจำนวนมาก รวมไปถึงส่วนผสมเย้ายวนผู้บริโภคไม่ว่าจะเป็นช็อกโกแลต ถั่วลิสง และสารปรุงแต่งรสชาติ (เช่น รสชาติของมันฝรั่งทอดกรอบ) มีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างน้อย

อาหารว่าง เป็นอาหารที่จัดระหว่างอาหารมื้อหลัก จะจัดในปริมาณน้อยกว่าอาหารประจำมื้อหลัก เนื่องจากบางมื้อช่วงระยะเวลาห่างกันมาก เช่น มื้อกลางวันกับมื้อเย็น อาจจะห่างกัน 6 - 7 ชั่วโมง

ซึ่งทำให้เกิดความหิว จึงจำเป็นต้องแทรกอาหารที่ไม่หนักเข้าไประหว่างมื้อทั้ง 2 นั้น ตามความหมายจากพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ให้ความหมายของคำว่า อาหารว่าง หมายถึง ของว่างเครื่องว่าง เป็นอาหารเบา ๆ ที่แทรกระหว่างมื้อหลักทั้งอาหารคาวหรืออาหารหวาน มีชิ้นเล็ก ขนาดพอคำ ปริมาณไม่มาก รับประทานง่าย เสิร์ฟคู่กับเครื่องดื่ม ได้ทั้งร้อนและเย็น เช่น ชา กาแฟ หรือน้ำผลไม้ เป็นต้น

2.3.2 การตลาดของผลิตภัณฑ์ คือกระบวนการของการสื่อสารคุณค่าของผลิตภัณฑ์หรือบริการไปยังลูกค้า การตลาดอาจถูกตีความว่าเป็นศิลปะแห่งการขายสินค้าในบางครั้ง แต่การขายนั้นเป็นเพียงส่วนเล็ก ๆ ส่วนหนึ่งของการตลาด การตลาดอาจถูกมองว่าเป็นหน้าที่ขององค์การและกลุ่มกระบวนการเพื่อการผลิต การส่งสินค้าและการสื่อสารคุณค่าไปยังลูกค้า และการจัดการความสัมพันธ์ต่อลูกค้า ในทางที่เป็นประโยชน์แก่องค์การและผู้ถือหุ้น การจัดการการตลาดเป็นศิลปะของการเลือกตลาดเป้าหมาย ตลอดจนการได้มาและการรักษาลูกค้า ผ่านทางการจัดหาคุณค่าของลูกค้าที่เหนือกว่า

การขาย หน่วยธุรกิจที่เน้นการขายให้ความสำคัญต่อการขายและการส่งเสริมผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่างเป็นหลัก และไม่สนใจว่าผู้บริโภคจะต้องการหรือไม่ ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้เกิดการขายผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้วในตลาด และการใช้เทคนิคการส่งเสริมเพื่อให้บรรลุยอดขายสูงสุดเท่าที่เป็นไปได้ แนวคิดเน้นการขายอาจเหมาะกับสถานการณ์ที่หน่วยธุรกิจมีผลิตภัณฑ์เก่าเก็บอยู่ในคลังสินค้า หรือไม่ก็สถานการณ์ที่อุปสงค์ของผลิตภัณฑ์สูง ซึ่งความเปลี่ยนแปรรสนิยมของผู้บริโภคที่จะทำให้อุปสงค์ลดลงมีผลกระทบเพียงเล็กน้อย

2.3.3 วัยรุ่นกับโภชนาการเพื่อสร้างเสริมสุขภาพ

อาหารและโภชนาการเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่จะทำให้ร่างกายแข็งแรง มีภาวะโภชนาการที่ดี เพราะการได้รับสารอาหารที่เพียงพอ ไม่มากไม่น้อยเกินไป การเรียนรู้ถึงหลักของโภชนบัญญัติจะทำให้เราบริโภคอาหารในปริมาณที่เหมาะสมกับวัย วัยรุ่นเป็นวัยที่เจริญเติบโตเร็วจึงควรบริโภคให้ถูกต้องเหมาะสมกับวัย ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการสร้างเสริมสุขภาพอาหารและโภชนาการ

2.3.3.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอาหารและโภชนาการ การรับประทานอาหารนับเป็นปัจจัยสำคัญอันดับแรก ซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้ทางโภชนาการและอาหารเพื่อจะได้รับประทานอาหารที่มีประโยชน์เหมาะสมกับร่างกายอันเป็นการเสริมสร้างสุขภาพที่ดีให้ห่างไกลจากโรคภัยไข้เจ็บ

อาหาร หมายถึง สิ่งที่รับประทานแล้วมีประโยชน์ต่อร่างกาย แต่หากสิ่งใดที่รับประทานเข้าไปแล้วไม่เกิดประโยชน์จะไม่จัดว่าเป็นอาหาร เช่น เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เป็นต้น

โภชนาการ หมายถึง เนื้อหาที่เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับอาหาร ซึ่งเรียกว่า “วิทยาศาสตร์การอาหาร”ระหว่างอาหารกับกระบวนการที่เกี่ยวกับสุขภาพ และการเจริญเติบโต

2.3.3.2 ภาวะโภชนาการ หมายถึง สภาพหรือสภาวะของร่างกายซึ่งมาจากการบริโภคอาหาร ซึ่งร่างกายนำอาหารที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่นการเจริญเติบโต ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอตลอดจนช่วยให้อวัยวะต่างๆของร่างกายทำงานได้ตามปกติ

2.3.3.2.1 ประเภทของภาวะโภชนาการ

1. ภาวะโภชนาการที่ดี คือ การที่ร่างกายได้บริโภคอาหารในปริมาณที่เพียงพอถูกสัดส่วนหลากหลายเหมาะสมต่อความต้องการของร่างกาย

2. ภาวะโภชนาการที่ไม่ดี หรือภาวะทุพโภชนาการ คือ การที่ร่างกายบริโภคอาหารในลักษณะที่ไม่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย ซึ่งแบ่งเป็น ๒ ประเภท ดังนี้

2.1 ภาวะโภชนาการต่ำหรือ ภาวะขาดสารอาหาร หมายถึง ภาวะที่เกิดจากการบริโภคอาหารไม่เพียงพอ หรือได้รับสารอาหารไม่ครบถ้วนตามความต้องการของร่างกาย ทำให้มีสุขภาพไม่แข็งแรงอาจก่อให้เกิดโรคต่างๆได้ง่าย

2.2 ภาวะโภชนาการเกิน หมายถึง ภาวะที่เกิดจากการบริโภคอาหารหรือสารอาหารที่เกินต่อความต้องการของร่างกาย

2.3.4 พฤติกรรมการบริโภคอาหารของวัยรุ่น

ในวัยรุ่น ร่างกายมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้นมีการไม่สมดุลของกระบวนการเผาผลาญในร่างกายอันเนื่องมาจากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของอวัยวะต่าง ๆ นอกจากนี้วัยรุ่นชอบความเป็นอิสระและตัดสินใจด้วยตนเอง มักมีความ กดดันทางอารมณ์จากการเรียน ความสัมพันธ์ในครอบครัว ยิ่งในปัจจุบันอิทธิพลของการโฆษณามีบทบาทต่อเด็กวัยรุ่นเป็นอย่างมาก สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมีผลต่อพฤติกรรมการกิน ทั้งสิ้น พฤติกรรมการกินดังกล่าวนั้น ได้แก่ (อบเชย, 2541 : 95-98)

2.3.4.1 กินตามแฟชั่นนิยม อาหารที่เป็นที่นิยมกันมากในกลุ่มวัยรุ่นในขณะนี้ ได้แก่ อาหารฟาสต์ฟูด จากการสำรวจกลุ่มคนที่ใช้บริการร้านอาหารฟาสต์ฟูด พบว่ากลุ่มวัยรุ่น/วัยรุ่นอายุ 15-20 ปี และอายุ 21-25 ปี เข้าร้านอาหารประเภทนี้ถึงร้อยละ 52 และ 58 ตามลำดับ และนิยมเข้าร้านประเภทขนมโดนัทมากที่สุด รองลงมา คือ ร้านอาหารที่มีไก่ทอด แฮมเบอร์เกอร์ สเต็ก พิซซ่า ซึ่งอาหารประเภทนี้มีส่วนประกอบหลักเป็นแป้ง ไขมัน น้ำตาล เป็นส่วนใหญ่ จากการศึกษาถึงคุณค่าอาหารฟาสต์ฟูดของสถาบันวิจัยโภชนาการ เมื่อคิดเฉลี่ยต่อ 100 กรัม พบว่า อาหารฟาสต์ฟูด ให้คุณค่าสารอาหารหลัก คือ พลังงาน 232 กิโลแคลอรี โปรตีน 10.9 กรัม (4.4-14.9 กรัม) คาร์โบไฮเดรต 23.4 กรัม (17.2-36.2 กรัม) และไขมัน 13.8 กรัม (10.3-19.1 กรัม) ส่วนคลอเลสเตอรอล มีค่าเฉลี่ย 72 มิลลิกรัม (31-79 มิลลิกรัม) ซึ่งจะเปรียบเทียบได้กับคลอเลสเตอรอลของเนื้อหมูติดมันประมาณ 60 กรัม แต่ปริมาณใยอาหารมีค่าต่ำมาก เพียง 2.7 กรัมเท่านั้น หรือร้อยละ 11 ของที่ควรได้ต่อวันนอกจากนี้ น้ำมันที่ทอดอาหารเหล่านี้โดยมากได้จากการตัดชิ้นเนื้อปนมันมาสกัดน้ำมันทำเป็นไขสัตว์ดังกล่าวนับเป็นอันตรายร้ายแรง เนื่องจากไขมันอิ่มตัวเป็นสารที่ไปกระตุ้นร่างกายให้ผลิตคลอเลสเตอรอล ทั้งยังลดความสามารถในการกำจัด คลอเลสเตอรอล ในวงการแพทย์ของสหรัฐอเมริกา พบว่าเด็กอายุ 7 -24 ปี เกิดปัญหาไขมันอุดตันใน เส้นเลือดจนถึงขั้นเสียชีวิตจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารประเภทนี้ แสดงให้เห็นว่าเด็กวัยรุ่นไทยมีความเสี่ยงต่ออันตรายที่จะทำลายสุขภาพมากขึ้นทุกวัน

2.3.4.2 งดอาหารบางมื้อ กินอาหารไม่เป็นเวลา เด็กวัยรุ่นมักงดอาหารมื้อเช้าซึ่งอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน เด็กวัยรุ่นบางคนตื่นสายเนื่องจากนอนดึก ทำให้ไม่ได้กินอาหารเช้า มักจะรวมไปกินเป็นมื้อเดียวในมื้อกลางวัน การกินอาหารนั้นแต่ละมื้อคงจะกินทดแทนกันไม่ได้เหมือนกับการทำงาน มื้อไหนที่

ไม่ได้กินมื้อนั้นร่างกายก็ไม่ได้รับสารอาหารเด็กวัยรุ่นหญิงบางคนงดอาหารเช้าเพราะกลัวอ้วน ซึ่งถ้าปฏิบัติเป็นประจำจะทำให้เกิดภาวะบกพร่องทางโภชนาการได้นอกจากนี้ เด็กวัยรุ่นยังกินอาหารไม่เป็นเวลาตามมื้ออาหารมักกินอาหารตามใจตัวเอง เมื่อมีอาหารไม่ถูกใจก็อาจไม่กิน หันไปกินอาหารที่ถูกใจแต่ไม่มีประโยชน์แทน

2.3.4.3 นิสัยการบริโภคไม่ดี เนื่องจากกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งในด้านการศึกษาและสังคมทำให้ ไม่ค่อยได้บริโภคอาหารที่บ้าน นิสัยการบริโภคอาหารเปลี่ยนแปลงตามเพื่อนมากกว่าบิดามารดา

2.3.4.4 บริโภคผักและผลไม้ไม่เพียงพอ สาเหตุอาจเป็นเพราะไม่ชอบหรือนิสัยการบริโภคไม่ดีตั้งแต่ต้น เด็กวัยรุ่นมักจะชอบรับประทานอาหารพวกเนื้อสัตว์ น้ำตาล แป้ง เป็นต้น

2.3.4.5 ชอบบริโภคอาหารจุบจิบ คือ บริโภคตามมื้อแล้วไม่เพียงพอยังบริโภคอาหารว่างมื้ออีกด้วย ซึ่งทำให้บริโภคอาหารมากกว่าที่ควร มักพบในเด็กที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดีและมีโอกาสซื้ออาหารรับประทานได้ทั้งวัน นอกจากนี้ยังเกิดกับเด็กที่เคยรับประทานอาหารมากมาตั้งแต่เด็ก ๆ นิสัยการกินจุบกินจิบจึงติดตัวมาจนเข้าสู่วัยรุ่น ซึ่งทำให้เกิดโรคอ้วน โรคฟันผุ ตามมา

2.3.4.6 ความเชื่อผิด ๆ ในเรื่องอาหาร เด็กวัยรุ่นมักจะหลงเชื่อและบริโภคอาหารที่โฆษณาว่ามีคุณค่าต่าง ๆ เช่น ลดความอ้วน เป็นต้น

2.4 ผลิตภัณฑ์จากข้าวและส่วนเหลือทิ้งจากข้าว (ข้าวตังปรุงรส และข้าวอบกรอบ)

2.4.1 การทอด หมายถึงการให้ความร้อนแก่อาหารเพื่อทำให้อาหารสุก เมื่อนำอาหารที่ต้องการทำให้สุกใส่ในน้ำมันที่ร้อนอุณหภูมิของอาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยที่จะมีการระเหยของน้ำออกจากอาหาร ผิวหน้าของอาหารที่ทอดจะแห้ง เมื่อทำการทอดอาหารจะเกิดเปลือกนอกขึ้นมาห่อหุ้มภายในไว้ อุณหภูมิภายในของอาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนถึงประมาณ 100 องศาเซลเซียส อัตราการถ่ายเทความร้อนขึ้นกับความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิของน้ำมันและอาหาร รวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ส่วนอัตราการถ่ายเทความร้อน (Thermal conductivity) ของอาหาร พื้นที่ของอาหารที่ได้จากกระบวนการทอดด้านนอกมักมีโครงสร้างเป็นรูพรุนประกอบไปด้วยขนาดของรูที่แตกต่างกัน ขณะที่ทำการทอดทั้งน้ำและไอน้ำเคลื่อนที่ออกจากรูที่มีขนาดใหญ่ก่อนเป็นอันดับแรกและน้ำมันเข้าไปแทนที่น้ำและไอน้ำที่เคลื่อนที่ออกไป ความชื้นที่เคลื่อนที่ออกมาจากผิวหน้าของอาหารนั้นจะเคลื่อนที่ผ่านไปยังผิวของน้ำมัน

2.4.1.1 การเปลี่ยนแปลงของอาหารจากกระบวนการทอด ในกระบวนการทอดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่างๆ ของอาหารคือ จะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนและมวลระหว่างอาหารและน้ำมัน โดยน้ำในอาหารจะระเหยหลายเป็นไอ ทำให้โครงสร้างของอาหารมีการเปลี่ยนแปลงในส่วนของไซโตพลาสซึมและโปรตีนโดยเกิดการแยกตัวออกจากกันของเซลล์อย่างรวดเร็ว ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างนี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของผลิตภัณฑ์(A.Kita et al.,2006) การซึมผ่านของน้ำมันมีความสำคัญมากต่อการพัฒนาโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ในผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างแข็งและกรอบ น้ำมันจะเคลือบที่บริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ก่อนเคลื่อนเข้าไปในผลิตภัณฑ์ เมื่อความร้อนภายในเพิ่มขึ้น ความชื้นในอาหารระเหยกลายเป็นไอ

และเคลื่อนตัวออกมาจากผลิตภัณฑ์ออกมาทางรูเปิดผ่านไปยังน้ำมัน กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นประมาณ 20 นาทีแรกของการทอด (นุช, 2545)

2.4.1.2 กระบวนการทอด

2.4.1.2.1 Shallow frying วิธีนี้จะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง ตัวอย่างเช่น เบคอน ไข่ เบอร์เกอร์ และพายบางชนิด โดยความร้อนเคลื่อนที่ไปสู่อาหาร โดยตัวนำความร้อนจากผิวหน้าไปสู่กะทะที่ร้อนผ่านไปยังชั้นของน้ำมัน ซึ่งความหนาของชั้นน้ำมันนี้แตกต่างกันไปตามขนาดที่ไม่สม่ำเสมอของผิวหน้าของอาหาร ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้อุณหภูมิต่างกันในการทอด ทำให้เกิดลักษณะที่ไม่สม่ำเสมอของการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการทอด

2.4.1.2.2 Deep-fat-frying การถ่ายเทความร้อนด้วยน้ำมันที่ร้อนไปยังภายในของอาหาร ใช้ปริมาณน้ำมันที่มาก โดยที่ทุกๆ ผิวหน้าของอาหารได้รับความร้อนที่เท่ากัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีและลักษณะปรากฏเหมือนกัน วิธีนี้เหมาะกับอาหารที่มีรูปร่างต่างๆ แต่ว่าในอาหารที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอจะมีแนวโน้มมีปริมาณของน้ำมันมากขึ้นเมื่อนำขึ้นจากการทอด(ศรีวรรณ, 2548)

หลักในการทอดแบบน้ำมันท่วม มี 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

1. ควรเติมน้ำมันก่อนที่จะให้ความร้อน
2. อุณหภูมิที่ใช้ในการทอดอยู่ที่ 160 – 180 องศาเซลเซียส
3. รักษาระดับน้ำมันให้คงที่

2.4.1.3 ระยะเวลาในกระบวนการทอด ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการทอดอาหารนั้นขึ้นอยู่กับ ชนิดของอาหารอุณหภูมิของน้ำมัน วิธีที่ใช้ในการทอด ความหนาของอาหาร ความต้องการในการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหาร

2.4.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการทอด ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการทอด หมายถึง ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำมันที่เพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์จากกระบวนการทอด มีหลายปัจจัยดังนี้

2.4.1.5 คุณภาพและองค์ประกอบของน้ำมัน ผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการทอด การดูดซับน้ำมันและการเสื่อมเสียของน้ำมันเพิ่มมากขึ้นเวลาในกระบวนการทอด สมบัติของน้ำมันที่แตกต่างกันนั้นทำให้อาหารมีคุณภาพที่แตกต่างกันออกไป เช่น กลิ่นรสและอายุการเก็บรักษา ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวที่มีอยู่ในน้ำมันทำให้อาหารมีคุณภาพและอายุการเก็บรักษาที่แตกต่างกันออกไป

2.4.1.6 รูปร่างของอาหาร อาหารที่มีอัตราส่วนในพื้นที่ผิวต่อมวลมากจะทำให้มีการดูดซึมของปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้นและพื้นที่ผิวของอาหารและปริมาณของน้ำมันมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้น อาหารที่มีพื้นที่ผิวขรุขระทำให้มีพื้นที่ผิวหน้าที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ปริมาณของน้ำมันเพิ่มขึ้นตามไปด้วย(Baumann and Escher, 1995)

2.4.1.7 การดูดซึมของน้ำมันในอาหาร เกิดขึ้นขณะที่ความชื้นเคลื่อนที่ออกจากอาหาร อาหารที่มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นสูง มีผลทำให้ปริมาณน้ำมันสูงด้วย

2.4.1.8 องค์ประกอบของอาหาร การเติมโปรตีนถั่วเหลือง ผงเซลลูโลสมีผลทำให้มีการลดลงของปริมาณน้ำมัน

2.4.2 ขนมขบเคี้ยว (Snack food) เป็นอาหารว่างหรือเป็นขนมที่รับประทานในเวลาว่างที่มีขนาดชิ้นเล็กๆ ได้แก่ มันฝรั่งทอดลูกอม ลูกกวาด ช็อกโกแลต คุกกี้ หมากฝรั่ง เป็นต้น การผลิตอาหารขบเคี้ยวสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การอบ ย่าง หรือกระบวนการทอด ซึ่งธัญพืชทอดกรอบเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวอีกประเภทหนึ่งที่นิยมบริโภคในบุคคลทั่วไป โดยใช้วิธีการทอด (นุช, 2545)

2.4.2.1 ประเภทขนมขบเคี้ยว ตลาดขนมขบเคี้ยวในประเทศไทยสามารถจำแนกผลิตภัณฑ์ในตลาดขนมขบเคี้ยวออกเป็น 7 กลุ่ม ดังนี้

2.4.2.1 1 ขนมขึ้นรูป (Extrude) ขนมที่ทำจากแป้งอบกรอบ เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว แป้งสาลี แป้งข้าวโพด และเพิ่มรสชาติโดยการปรุงรสด้วยส่วนผสมอื่นๆ เช่น รสซอส รสสาหร่าย เป็นต้น ได้แก่ คอนเน่ ตะวัน สแน็คแจ็ค ปาปริก้า

2.4.2.1 2 มันฝรั่งชนิดแผ่น (Potato chip) มันฝรั่งชนิดแผ่น(Potato chip) เป็นขนมมันฝรั่งสไลด์ทอดปรุงรสชาติต่างๆ เช่น รสมันฝรั่งแท้ รสบาร์บีคิว เป็นต้น ได้แก่ เลย์ เทสโต และ มันฝรั่งพริงเกิล

2.4.2.1 3 อาหารว่างจากเนื้อปลาหรือปลาสวรรค์ (Fish snack) อาหารว่างจากเนื้อปลาหรือปลาสวรรค์ (Fish snack) เป็นขนมที่ทำจากปลาที่ผ่านกระบวนการย่าง ปรุงรส เป็นรสชาติต่างๆ ได้แก่ ทาโรฟิชโชและเบนโตะ

2.4.2.1 4 ถั่ว (Peanut) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์จากถั่วประเภทต่างๆ คือ ถั่วลิสง ถั่วลันเตา เม็ดมะม่วงหิมพานต์อัลมอนด์ ปรุงรสชาติต่างๆ ได้แก่ โก๋แก่ ทองการ์เด้นท์ และ เจดีย์คู่

2.4.2.1 5 ข้าวเกรียบกุ้ง (Prawn cracker) เป็นขนมที่ทำจากแป้งและปรุงรสชาติกุ้ง ได้แก่ ฮานามิคาลบี้และมโนราห์

2.4.2.1 6 ข้าวอบกรอบ (Rice cracker) เป็นขนมที่ทำจากข้าวหอมมะลิอบกรอบปรุงรส ได้แก่ โดโซะและชินมัย

2.4.2.1 7 ประเภทอื่นๆ ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสต่างๆ ได้แก่ เต่าทอง สควิดดี้ สำหรับข้าวโพดได้แก่ ผลิตภัณฑ์ข้าวโพดคั่ว ปรุงรสชาติต่างๆ เช่น รสเนย รสกาแฟ รสคาราเมลโตโร (นิรนาม, 2553)

2.4.3 น้ำมันปาล์ม

2.4.3.1 คุณสมบัติของน้ำมันปาล์ม (Palm oil) น้ำมันเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อนในการทอดอาหาร จะเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ด้วยการแทนที่น้ำที่ระเหยไปเป็นไอ ทำให้ผลิตภัณฑ์ธัญพืชทอดกรอบมีเนื้อสัมผัสที่แห้งกรอบ ดังนั้นคุณภาพของน้ำมันจึงมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ในด้านของเนื้อสัมผัส และกลิ่นรส (มอก., 288-2535)

น้ำมันปาล์มมีไอโอดีนต่ำและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนร้อยละ 10 มีกรดไขมันอิ่มตัวเชิงเดี่ยว ร้อยละ 40 กรดปาล์มมิติกร้อยละ 44 กรดสเตรียริกร้อยละ 5 มีองค์ประกอบของแอลฟาโทโครฟีรอล เบต้าโทโครฟีรอล ซึ่งเป็นสารกันหืนตามธรรมชาติทำให้น้ำมันปาล์มมีความคงทนต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันได้สูงเมื่อเทียบกับน้ำมันอื่นๆ

น้ำมันปาล์มมีกรดไขมันชนิดทรานส์ เป็นไขมันชนิดอิ่มตัว มีการจัดเรียงตัวของกรดไขมันชิดกันได้ดี พลังงานภายในโมเลกุลมีน้อยกว่า เนื่องจาก Steric repulsion มีน้อยกว่า ทำให้กรดไขมันแบบทรานส์ มีความคงตัวและจุดเดือดสูงน้ำมันปาล์มมีจุดเดือดสูง 180 องศาเซลเซียส (นิธิยา, 2541)

2.4.4 วัตถุเจือปนอาหาร

2.4.4.1 วัตถุเจือปนอาหาร หมายความว่า วัตถุที่ตามปกติมิได้ใช้เป็นอาหารหรือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหาร ไม่ว่าวัตถุนั้นจะมีคุณค่าทางอาหารหรือไม่ก็ตาม แต่ใช้เจือปนอาหารเพื่อประโยชน์ทางเทคโนโลยีในการผลิต การบรรจุ การเก็บรักษา หรือขนส่ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพและมาตรฐานหรือลักษณะของอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 281, 2547)

2.4.4.2 ประเภทของวัตถุเจือปนอาหาร

2.4.4.2.1 วัตถุเจือปนอาหารประเภทที่ใช้ยืดอายุการเก็บของอาหาร สาเหตุการเสียของอาหารนั้นมักจะเนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการคือ จากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมี วัตถุเจือปนอาหารที่ใช้เพื่อป้องกันการเสียได้แก่วัตถุกันเสีย (Preservatives) และวัตถุกันหืน (Antioxidants) สามารถให้ปฏิกิริยาทางเคมีเกิดช้าลงทำให้อายุการเก็บของอาหารดีขึ้น

2.4.4.2.2 วัตถุเจือปนอาหารประเภทที่ใช้เพื่อช่วยกรรมวิธีในการแปรรูป วัตถุเจือปนอาหารประเภทที่ใช้เพื่อช่วยกรรมวิธีในการแปรรูปนี้ได้แก่ กรดและเบส วัตถุที่ช่วยให้ข้นหรือช่วยให้คงตัว วัตถุกันฟองวัตถุกันการรวมตัวเป็นก้อน อิมัลซิไฟเออร์ เป็นต้น

2.4.4.2.3 วัตถุเจือปนอาหารประเภทที่ใช้เพื่อช่วยให้อาหารมีลักษณะน่าบริโภค

2.4.4.2.4 สีผสมอาหาร แบ่งได้เป็น 2 ชนิด สีที่ได้จากธรรมชาติ และสีที่ได้จากการสังเคราะห์

2.4.4.2.5 สารให้ความหวาน

1 สารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางอาหารเช่น Aspartame และ Sorbital เป็นต้นสารให้ความหวานทั้ง 2 ชนิดนี้จะมีคุณค่าทางอาหารเท่าน้ำตาล แต่ Aspartame จะมีความหวานประมาณ 200 เท่าของน้ำตาล

2 สารให้ความหวานที่ไม่คุณค่าทางอาหารเช่น Saccharins และ Cyclamate

2.4.4.2.6 วัตถุแต่งกลิ่นรสธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท วัตถุแต่งกลิ่นรสธรรมชาติ วัตถุแต่งกลิ่นรสเลียนธรรมชาติ วัตถุแต่งกลิ่นรสสังเคราะห์

2.4.5 ผงปรุงรส หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเนื้อสัตว์ เช่น ไก่ หมู นำมาให้ความร้อนจนแห้ง ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ เช่น น้ำตาล เกลือ กระเทียม พริกไทย โมโนโซเดียมกลูตาเมต

2.4.5.1 ประเภทของผงปรุงรส

2.4.5.1.1. วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่ให้กลิ่นรสอาหารคาว (Savory flavor) วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่จัดอยู่ในกลุ่มที่สำคัญนี้ ได้แก่ กลิ่นรสเนื้อ กลิ่นรสหมู กลิ่นรสกุ้ง กลิ่นรสปลาหมึก เป็นกลิ่นที่ได้จาก

การย่อยสลายโปรตีนจากพืช (Hydrolyzed vegetable -protein) กลิ่นรสซีอิ๊ว กลิ่นรสยีสต์ กลิ่นรสบาร์บีคิว กลิ่นรสเบคอน กลิ่นรสเนยแข็ง กลิ่นรสพิซซ่า เป็นกลิ่นรสที่ให้กลิ่นรสอาหารคาว อาจเตรียมจากวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ หรือสังเคราะห์จากสารเคมีชนิดต่างๆ ให้ได้กลิ่นรสที่คล้ายธรรมชาติ เตรียมในรูปผง เกล็ด หรือของเหลว หรืออยู่ในรูปที่ผสมกับเครื่องเทศชนิดต่างๆ โดยเคลือบที่ผิวของผลิตภัณฑ์หรือคลุกกับผลิตภัณฑ์

2.4.5.1.2 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่ให้กลิ่นรสหวาน(Sweet flavor) กลิ่นรสที่ใช้ในการแต่งกลิ่นรสหวาน เช่น คุกกี้ โดนัท ช็อกโกแลต และอาหารขบเคี้ยวที่ให้รสหวาน รวมถึงกลิ่นผลไม้ชนิดต่างๆ เช่น ส้ม สับปะรด สตรอเบอร์รี่ และกลิ่นรสจากผลิตภัณฑ์นมต่างๆ เช่น กลิ่นเนย หรือกลิ่นนม เป็นต้น โดยใช้เคลือบที่ผิวของผลิตภัณฑ์หรือคลุกกับผลิตภัณฑ์

2.4.5.1.3 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่ให้รสเค็ม เป็นสารเคมีที่จัดอยู่ในประเภทเกลือ มีอยู่หลายชนิด เช่น โซเดียมซัลเฟตโปแตส เซียมคลอไรด์ แต่ชนิดที่ให้รสเค็มเพียงอย่างเดียว คือ เกลือโซเดียมคลอไรด์

2.4.5.2 คุณลักษณะของผงปรุงรส เป็นผง แห้ง ไม่จับกันเป็นก้อน มีสีที่ดีตามธรรมชาติ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืน ไม่พบสิ่งปนเปื้อน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน(มผช. 494/2547)

2.4.5.2.1.การใช้ผงปรุงรสในกระบวนการผลิตอาหาร การโรยเคลือบn (Coating) อาหารประเภทต่าง ๆ เช่น ขนมขบเคี้ยว อาหารทอด อาหารอบแห้ง เป็นต้น เพื่อให้เกิดสี กลิ่น และรสชาติตามที่ต้องการ โดยทำการชั่งผงปรุงรสตามสัดส่วนที่กำหนด แล้วคลุกผสมกับอาหารที่ต้องการในถุงพลาสติก เพื่อทำให้เกิดการกระจายตัวของผงปรุงรส และผงปรุงรสสามารถเกาะติดได้อย่างทั่วถึงบนผิวหน้าของชิ้นอาหาร ซึ่งหากชิ้นอาหารถูกผ่านความร้อน เช่น อบ ทอด หรือคั่ว เป็นต้น มาก่อน แล้วนำไปคลุกกับผงปรุงรสก็จะทำให้ผงปรุงรสเกิดการเกาะติดกับผิวหน้าของชิ้นอาหารได้ดีกว่าการคลุกให้เข้ากันที่อุณหภูมิห้อง หรือสามารถใช้การสเปรย์น้ำมันพืชลงไปบนชิ้นอาหารก่อนการคลุกกับผงปรุงรส จะช่วยทำให้เกิดการเกาะติดที่ผิวหน้าได้ดีขึ้นโดยปริมาณในการใช้ผงปรุงรสสำหรับการโรยเคลือบอยู่ที่ 5.00-8.00% ของน้ำหนักอาหารที่ต้องการคลุกทั้งหมด(ศิวาพร, 2546)

2.4.6 การอบแห้ง คือ การให้ความร้อนระดับหนึ่งเพื่อไล่เอาน้ำออกจากอาหารให้เหลืออยู่ปริมาณน้อยที่สุด การอบแห้งทำได้หลายวิธี เช่น การตากแดด (Sun drying) การทำแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar drying) ตู้อบแห้งแบบใช้ลมร้อน (Hot air dryer) ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ (Vacuum shelf dryer) การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze drying หรือ Sublimation) ซึ่งจะลด Water activity ในอาหารให้น้อยลง ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น เมื่ออาหารมีน้ำลดลงจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และ Activity ของเอนไซม์ได้ นอกจากนี้การอบแห้งยังช่วยลดน้ำหนักทำให้ลดค่าใช้จ่ายระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง อาหารอบแห้งบางชนิดยังสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้องซึ่งวิธีการอบแห้งจึงเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา

2.4.6.1 การทำแห้งด้วยลมร้อน (hot air-drying) เป็นวิธีที่ถูกปรับปรุงขึ้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้แสงอาทิตย์ โดยการใช้อุปกรณ์ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งตามต้องการและมีความชื้นสม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์ที่ตากแห้งโดยวิธีนี้จะมีความสะอาดและลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์แบบเก่า การทำแห้งด้วยลมร้อนที่นิยมใช้กับเนื้อสัตว์ คือ การใช้ตู้อบลมร้อน (hot air oven) และตู้อบแบบอุโมงค์ (carbinet dryer) โดยการตากผลิตภัณฑ์ในตู้ขนาดใหญ่ซึ่งมีลมร้อนเป่าผ่าน จึงสามารถระเหยน้ำออกไปกับลมร้อน และปล่อยออกทางช่องระบายลมภายในตู้อบโดยใช้ อุณหภูมิในการ อบประมาณ 50-70 องศาเซลเซียส

2.4.6.2 การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง ของอาหารมากหรือน้อยขึ้นกับธรรมชาติของอาหารและสภาวะที่ใช้ในการอบแห้งดังนี้

2.4.6.2.1 การหดตัว การเสียน้ำทำให้เซลล์อาหารหดตัวจากผิวน้อย ส่วนที่แข็งจะคงสภาพได้ส่วนที่อ่อนแอกว่าจะเว้าลงไป อาหารที่มีน้ำมากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งอย่างช้า

2.4.6.2.2 การเปลี่ยนสี อาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มเนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมีการเกิดสีน้ำตาล อุณหภูมิและช่วงเวลาที่อาหารมีความชื้น 10-20% มีผลต่อความเข้มของสี จึงควรหลีกเลี่ยงอุณหภูมิสูงในช่วงความชื้นนี้

2.4.6.2.3 การเกิดเปลือกแข็ง เป็นลักษณะที่ผิวอาหารแข็งเป็นส่วนหุ้มส่วนในที่ยังไม่แห้งไว้ เกิดจากในช่วงแรกให้ น้ำระเหยเร็วเกินไป น้ำจากด้านในเคลื่อนที่มาที่ผิวไม่ทัน หรือมีสารละลายของน้ำตาล โปรตีนเคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิว สามารถหลีกเลี่ยงโดยไม่ใช้อุณหภูมิสูงและใช้อากาศที่มีความชื้นสูงเพื่อไม่ให้ผิวอาหารแห้งก่อนเวลาอันสมควร

2.4.6.2.4 การเสียความสามารถในการคืนสภาพ อาหารแห้งบางชนิดต้องนำมาคืนสภาพแต่การคืนสภาพโดยการเติมน้ำจะไม่ได้เหมือนเดิมเพราะเซลล์อาหารเสียความหยืดยุ่นของผนังเซลล์ สตาร์ช และโปรตีน เสียความสามารถในการดูดน้ำอาหารที่ทำแห้งโดยการแช่เยือกแข็งจะมีความสามารถในการคืนสภาพดีที่สุด เพราะไม่ได้ใช้ความร้อนที่จะทำลายผนังเซลล์หรือเปลี่ยนโครงสร้างของสตาร์ชและโปรตีน

2.4.6.2.5 การเสียคุณค่าอาหารและสารระเหย เกิดการเสื่อมสลายของวิตามินซีและแคอทีนจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นไรโบฟลาวินจากแสง ไทอะมีนจากความร้อน ยิ่งใช้เวลาทำแห้งนานการสูญเสียยิ่งมาก โปรตีนมีการสูญเสียบางส่วนด้วยความร้อนเช่นเดียวกัน การสูญเสียสารระเหยเนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นของอาหารแห้งลดน้อยลงหรือแตกต่างไปจากเดิม

2.4.7 การเก็บรักษาอาหารแห้ง อาหารที่ผ่านการทำแห้งมาแล้วควรเก็บไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต้องการขึ้นในอาหาร เช่น มีกลิ่นหืน เกิดสีน้ำตาล สูญเสียสารสี และสารอาหาร เกิดการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งส่งผลให้อาหารแห้งเสื่อมเสียคุณภาพและมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ออกซิเจน แสง สัตว์ แมลง จุลินทรีย์และสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ในสภาพที่ใช้เก็บรักษาอาหารแห้ง

2.4.7 1 ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ เนื่องจากอาหารแห้งจะมีความชื้นต่ำ ดังนั้นถ้าเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง เช่น ในสภาพบรรยากาศปกติซึ่งมีความชื้นในบรรยากาศสูงกว่าอาหารแห้งอยู่แล้วนั้น อาหารแห้งก็จะดูดความชื้นจากบรรยากาศ ทำให้อาหารแห้งเสื่อมเสียคุณภาพได้ เช่น อาหารมีเนื้อสัมผัสนิ่มไม่กรอบ อาหารผงจับกันเป็นก้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ทั้งนี้เพราะอาหารแห้งที่ได้จากวิธีนี้จะมีโครงสร้างเป็นรูพรุน จึงช่วยให้สามารถดูดความชื้นในบรรยากาศได้ดียิ่งขึ้น

2.4.7 2 อุณหภูมิ การเก็บอาหารแห้งไว้ที่อุณหภูมิสูงๆ จะทำให้อาหารแห้งเสื่อมเสียคุณภาพได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียคุณภาพนั้นเกิดได้เร็วขึ้น เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ และอีกทั้งยังช่วยเร่งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย

2.4.7 3.ออกซิเจน ออกซิเจนทำให้สารอาหารในอาหารแห้งเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น การออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งทำให้อาหารแห้งเกิดกลิ่นหืน และสูญเสียคุณค่าทางอาหาร

2.4.7 4 แสง แสงสามารถทำลายสารสีในผักและผลไม้ ทั้งคลอโรฟิลล์และแคโรทีน รวมทั้งวิตามินบางชนิด เช่น วิตามินซี วิตามินบีสอง และวิตามินเอ

2.4.7 5 สัตว์ แมลง จุลินทรีย์ และสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ในสภาพที่เก็บรักษาอาหารแห้งอาจจะทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพได้ เช่น การกัดแทะของสัตว์และแมลง ทำให้อาหารแห้งเกิดการเสียหาย การปนเปื้อนของฝุ่นละอองต่างๆ ทำให้อาหารแห้งมีคุณภาพต่ำลงและถ้ามีจุลินทรีย์ปนเปื้อนลงไปในอาหารด้วย เมื่อสภาวะเหมาะสมจุลินทรีย์ก็จะสามารถเจริญเติบโตทำให้อาหารเน่าเสียได้

2.4.8 การยืดอายุการเก็บรักษาอาหารแห้ง เนื่องจากอาหารแห้งสามารถเกิดการเสื่อมเสียและเน่าเสียได้ในระหว่างการเก็บรักษาซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นการทำให้อาหารแห้งมีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น จึงเป็นต้องควบคุมปัจจัยต่างๆ เหล่านั้นในขณะเก็บรักษา ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

2.4.8.1 ใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสม ภาชนะบรรจุอาหารแห้งควรสามารถป้องกันปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงและการเสื่อมเสียคุณภาพของอาหารในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งได้แก่ ความชื้น ออกซิเจน แสง สัตว์ แมลง จุลินทรีย์ และสิ่งปนเปื้อน ภาชนะบรรจุอาหารแห้งควรมีความคงทน ไม่เป็นพิษ และมีราคาพอเหมาะ วัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุ ได้แก่ กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะต่างๆ ตัวอย่างเช่น กล่องทำด้วยกระดาษเคลือบไข กระป๋องทำด้วยโลหะ ขวดทำด้วยโลหะ ขวดทำด้วยแก้ว ถุงทำด้วยพลาสติก ซึ่งต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของอาหารแห้ง

2.4.8.2 ใช้ก๊าซในการบรรจุ นิยมใช้ก๊าซบางชนิดเติมลงในภาชนะบรรจุอาหารแห้งที่ค่อนข้างไวต่อการเปลี่ยนแปลงจากผลของออกซิเจน เช่น อาหารแห้งที่มีไขมันไม่อิ่มตัวสูงอยู่มักมีการเติมก๊าซ เช่น ก๊าซไนโตรเจน ลงในภาชนะบรรจุ ทำให้ภายในภาชนะบรรจุมีปริมาณออกซิเจนต่ำ จึงช่วยให้อาหารแห้งเสื่อมเสียคุณภาพจากผลของปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ยาก ทำให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

2.4.8.3 ใช้ระบบสุญญากาศในการบรรจุ การบรรจุอาหารแห้งที่ค่อนข้างไว้ต่อการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากผลของออกซิเจน นอกจากเติมก๊าซแล้วอาจใช้วิธีการดูดอากาศออกโดยใช้เครื่องบรรจุระบบสุญญากาศ โดยภาชนะบรรจุที่ใช้ต้องสามารถทนต่อความดันที่แตกต่างกันระหว่างสภาวะภายในและภายนอกภาชนะบรรจุได้

2.4.8.4 ใช้สารกำจัดออกซิเจน โดยบรรจุสารกำจัดออกซิเจน (deoxidizer) ในภาชนะที่อากาศสามารถผ่านเข้าออกได้ แล้วใส่ลงในภาชนะบรรจุอาหารแห้งที่ปิดสนิทก๊าซไม่สามารถผ่านเข้าออกได้ สารนี้จะทำหน้าที่ดึงออกซิเจนในภาชนะบรรจุ จึงช่วยลดปริมาณออกซิเจนที่จะทำปฏิกิริยาต่างๆ กับอาหารแห้ง

2.4.8.5 ใช้สารดูดความชื้น สารดูดความชื้น เช่น แคลเซียมออกไซด์หรือซิลิกาเจล โดยใส่ลงในภาชนะบรรจุเล็กๆที่ทำด้วยวัสดุที่ความชื้นสามารถผ่านเข้าออกได้ จากนั้นจึงใส่ลงในภาชนะบรรจุอาหารแห้งอีกทีหนึ่ง สารนี้จะช่วยดูดความชื้นในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้อาจมีการเติมสารที่ช่วยป้องกันการจับตัวกันเป็นก้อนของอาหารผงเนื่องจากความชื้นด้วย เช่น แคลเซียม-สเตรียเรต (พรพล, 2545)

2.4.9 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) การเกิดสีน้ำตาลในอาหารพบว่าเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี 4 แบบ คือ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด ปฏิกิริยาการเกิดคาลาเมลไรเซชัน ปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดแอสคอร์บิก และปฏิกิริยาจากเอนไซม์ฟีนอลเลส

2.4.9.1 การเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ เป็นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยเอนไซม์ในเนื้อเยื่อส่วนที่สัมผัสกับอากาศ และมีสารประเภท o–dihydroxyphenol ซึ่งได้แก่ catechol, protocatechuic acid, caffic acid และ hydroxylgallic acid ส่วนเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุให้เกิดสีน้ำตาล ได้แก่ phenolase, polyphenolase และ polyphenol oxidase โดยมีอนุมูลของโลหะทองแดงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Saper, 1993)

ตัวอย่างของเอนไซม์ Tyrosinase เป็นเอนไซม์ชนิด monophenol oxidase สามารถเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโน คือ tyrosine ให้เป็น o – quinine – phenylanine โดยขั้นต้นนั้น tyrosine จะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยปฏิกิริยา hydroxylation ไปเป็นสาร 3,4–dihydroxy phenylalanine (DOPA) แล้วเกิดออกซิเดชันต่อไป O-quinone-phenyl alanine (Whitaker, 1994)

Catecholase เป็นเอนไซม์ชนิด polyphenol oxidase เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ catechol หรือสารประกอบอื่นที่มีสูตรโครงสร้างคล้ายคลึงกัน เป็น O-quinone แสดงดังสมการที่ 2

Laccase เป็นเอนไซม์ชนิด polyphenol oxidase ที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ laccol ซึ่งพบใน Japanese latex โดยจะเปลี่ยน laccol เป็นสีดำหลังเกิดปฏิกิริยา (Whitaker, 1994)

Ascorbinase เป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำผลไม้ตระกูลส้ม เนื่องจากผลไม้ตระกูลส้มเป็นผลไม้ที่มีปริมาณของกรดแอสคอร์บิกสูงกว่าผลไม้ชนิดอื่น ascorbinase เป็นเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการออกซิเดชันโดยมีอนุมูลของทองแดงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยเอนไซม์เร่งการเกิดออกซิเดชันของ L-ascorbic acid เป็น Dehydroascorbic acid (DHC) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

จากสมการ DHC นี้สามารถเปลี่ยนแปลงต่อไปจนเกิดเป็นสารสีน้ำตาลได้ในที่สุด วิธีการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์แอสคอร์บิเนส (ascorbinase) นั้นอาจแก้ไขได้โดยในระหว่างการเตรียมน้ำผลไม้ก่อนพาสเจอร์ไรซ์ เพื่อช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ (Fennema, 1996)

2.4.10 การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ที่มีสารตั้งต้นคือ กรดอะมิโนเพปไทด์หรือโปรตีน ทำปฏิกิริยากับหมู่ไกลโคซิดิก ไฮดรอกซิลของน้ำตาล โดยมีปัจจัยที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาเมลลาร์ด คือ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ปริมาณความชื้นอนุมูลโลหะ การเกิดสีน้ำตาลในน้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวมักมีสาเหตุมาจากความร้อน ทำให้น้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในน้ำผลไม้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นกรดฮิวมิก (humic acid), 5-hydroxymethylfurfural และ melanoildin ซึ่ง melanoildin นี้เป็นสารหลักที่ให้สีน้ำตาลในน้ำผลไม้ โดย melanoildin มักเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด มากกว่าการเปลี่ยนแปลงของกรดฮิวมิก ซึ่ง melanoildin ที่เกิดจะสังเกตได้จากการพบสีน้ำตาลที่ผิวหน้าของน้ำผลไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง melanoildin ซึ่งเกิดจากการออกซิเดชันของไทโรซีนนั้น พบว่าที่ระดับความเข้มข้นเพียง 10 ส่วนในล้านส่วน ก็สามารถทำให้เกิดสีน้ำตาลในน้ำมะขาม และเกรฟฟรุ๊ต

2.4.11 น้ำในอาหาร แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ น้ำที่ถูกยึดไว้กับองค์ประกอบของอาหารอย่างแน่นหนา (Bound water) น้ำประเภทนี้จุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ และน้ำอิสระ(Free water) ที่เกาะอยู่กับอาหารอย่างหลวมๆ เรียกอีกชื่อหนึ่งคือวอเตอร์แอกทิวิตี้ (Water activity ; a_w) น้ำประเภทนี้ เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แล ะการเกิด ปฏิกิริยาต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียและการเน่าเสียของอาหารการทำแห้งจึงเป็นการดึงน้ำอิสระในอาหาร ซึ่งน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ออกไป ส่วนน้ำที่เหลือจากการทำแห้งเป็นน้ำที่ถูกยึดไว้กับองค์ประกอบของอาหารซึ่งน้ำที่อยู่ในโครงสร้างหรือในเซลล์อาหารจุลินทรีย์ไม่สามารถดึงมาใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นการดึงน้ำออกจากอาหารหรือการทำให้อาหารแห้งก็ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และชะลอการทำงานของเอนไซม์จึงสามารถทำให้เก็บอาหารไว้ได้นานขึ้น

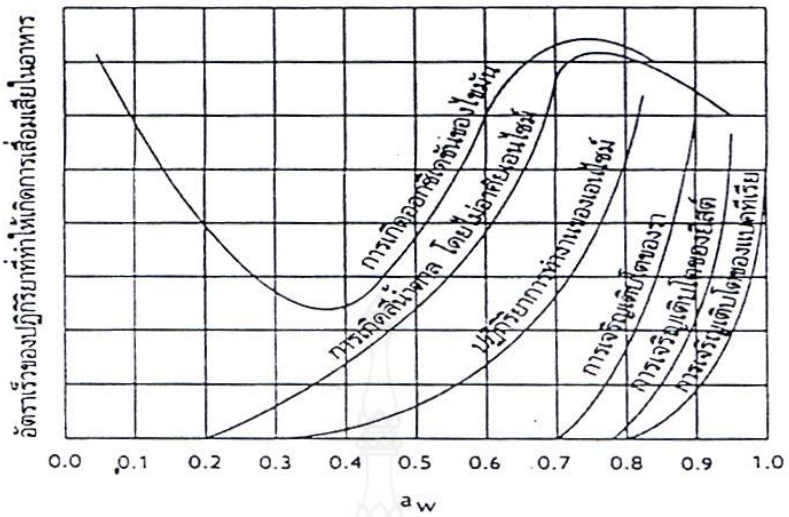
2.4.11.1 สามารถจัดกลุ่มอาหารตามค่า a_w เป็น 3 กลุ่ม คืออาหารที่มีความชื้นสูงอาหารที่มีความชื้นปานกลาง และอาหารที่มีความชื้นต่ำ(นิธิยา, 2545)

2.4.11.1.1 อาหารที่มีความชื้นสูง (High moisture foods : HMF) เป็นอาหารที่มีค่า a_wมากกว่าหรือเท่ากับ 0.95 หรือมีความชื้นมากกว่า ร้อยละ 50 เช่น เนื้อสัตว์ ผักและผลไม้สด

2.4.11.1.2.อาหารที่มีความชื้นปานกลาง (Intermediate moisture food ; IMF) เป็นอาหารที่มีค่า a_wระหว่าง 0.65 – 0.85 หรือมีความชื้น ร้อยละ15 – 50 เช่น ปลาหมึกแห้งปรุงรส ผลไม้แห้ง แยม เจลลี่ น้ำผึ้ง ขนมเค้ก นมข้นหวาน

2.4.11.1.3. อาหารที่มีความชื้นต่ำ (Low moisture food : LMF) เป็นอาหารที่มีค่าa_w น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.65 หรือมีความชื้นที่มากกว่า ร้อยละ 25 เช่น นมผง แป้งมัน ไข่ผง กาแฟผง

อาหารจะมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0 – 1.0 ความสัมพันธ์ของค่า a_w กับอัตราเร็วของปฏิกิริยาต่าง ๆ ในอาหารแสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวอเตอร์แอกทิวิตี้(a_w)และอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหาร

ที่มา : ปิยธิดา,2548

2.4.11.2 บทบาทของ a_w ต่อคุณภาพอาหาร กล่าวถึงบทบาทของ a_wที่มีต่อคุณภาพอาหาร สรุปได้ดังนี้

2.4.11.2.1 การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Microbiology growth) จุลินทรีย์เจริญเติบโตภายใต้ค่า a_w ที่จำกัด ถ้าค่า a_wของอาหารต่ำกว่าค่า a_w ที่จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ มันจะไม่เจริญเติบโต เช่น แบคทีเรียส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า a_w ต่ำกว่า 0.91 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า a_w ต่ำกว่า 0.80

2.4.11.2.2 ปฏิกิริยาของเอนไซม์ (Enzymatic reaction) น้ำมีอิทธิพลต่อการทำงานของเอนไซม์ มาก ไม่เพียงแต่ทำหน้าที่พาสารที่จะทำปฏิกิริยาไปยังด้านที่เกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ ยังมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่และการซึมผ่านของสารที่จะทำปฏิกิริยา สารเร่งปฏิกิริยา และสารยับยั้งเอนไซม์อีกด้วย ถ้าไม่มีเอนไซม์จะทำหน้าที่ไม่ได้ อย่างไรก็ตามที่ความชื้นต่ำมาก หรือภายใต้สภาวะแช่แข็ง เอนไซม์หลายชนิดยังคงทำหน้าที่ได้โดยทั่ว ๆ ไปปฏิกิริยาของเอนไซม์จะเพิ่มขึ้นตามความชื้น

2.4.11.2.3 ปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไม่อาศัยเอนไซม์ (Non– enzymatic browning) เป็นปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์และกรดอะมิโน เกิดสารเมลานอยดิน ซึ่งมีสีน้ำตาล ปฏิกิริยาสีน้ำตาลขึ้นอยู่กับ ปริมาณความชื้น และมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงสุดที่ความชื้นปานกลาง (a_w) จะอยู่ในช่วง 0.6 - 0.7 ดังนั้นอาหารแห้งส่วนใหญ่และอาหารที่มีความชื้นปานกลางจะเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล

2.4.11.2.4 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Lipid oxidation) เมื่อค่า a_w ของอาหารเพิ่มขึ้นจากศูนย์ อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะลดลงจนกระทั่งถึงความชื้นค่าหนึ่ง อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นตามความชื้น น้ำสามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ที่ปริมาณ

ความชื้นต่ำ ๆ เพราะจะเกิดชั้นของน้ำรอบ ๆ สารเร่งปฏิกิริยาและไฮโดรเพอร์ออกไซด์ แต่เมื่อปริมาณความชื้นสูงขึ้นน้ำจะทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายซึ่งทำให้โลหะที่เป็นสารเร่งปฏิกิริยาซึมผ่านได้ดีขึ้น นอกจากนี้น้ำยังทำให้อาหารแห้งพองตัว สามารถรับออกซิเจนจากบรรยากาศได้เร็วขึ้น จึงทำ ให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงขึ้นอีก (ปิยธิดา, 2548)

2.4.12 จุลชีววิทยาของอาหารแห้ง

2.4.12.1 จุลชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ในขั้นตอนการทำแห้งเริ่มต้นตั้งแต่ช่วงก่อนที่จะรับเข้าสู่ขั้นตอนการแปรรูประหว่างการทำแห้งและภายหลังการทำแห้งได้แบ่งไว้คือ

2.4.12.1.1 ช่วงก่อนที่จะรับเข้าขั้นตอนการแปรรูป ช่วงขั้นตอนนี้จุลินทรีย์จะปนเปื้อนมากับอาหารหรือวัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมอาหารแห้งช่วงก่อนที่จะถูกรับเข้าสู่ขั้นตอนกระบวนการแปรรูปด้วยการทำแห้ง อาจมีการเจริญต่อไปในช่วงระหว่างขั้นตอนการผลิตก่อนทำแห้ง นอกจากนี้อาจมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เพิ่มเติมจากเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตและคนงานที่เกี่ยวข้องก็อาจเป็นไปได้

2.4.12.1.2 ในช่วงระหว่างกระบวนการผลิต ความร้อนที่ใช้ในระหว่างการทำแห้งโดยใช้ความร้อน เป็นสาเหตุของการลดจำนวนจุลินทรีย์แต่ผลของความร้อนขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอีกทั้งกระบวนการที่ใช้ทำแห้ง ซึ่งตามปกติเชื้อยีสต์ทั้งหมดและแบคทีเรียส่วนใหญ่จะถูกทำลายด้วยความร้อนที่ใช้แต่สปอร์แบคทีเรียและเชื้อราวมทั้งเซลล์ปกติของแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติในการต้านทานต่อความร้อนสามารถมีชีวิตรอดจากความร้อนที่ใช้ นอกจากนี้แล้วความร้อนที่ไม่เหมาะสมในระหว่างการทำแห้งก็อาจทำให้เกื้อหนุนต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เหล่านั้น

2.4.12.1.3 ช่วงภายหลังการทำแห้ง ถ้าในกระบวนการทำแห้งและสภาพการเก็บรักษาภายหลังการทำแห้งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีพอมีผลทำให้จุลินทรีย์เจริญในอาหารแห้งที่ผ่านกระบวนการการทำแห้งมาปริมาณของจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาจะลดลงอย่างช้าๆและจุลินทรีย์ที่ต้านทานต่อการทำแห้งจะมีชีวิตรอด และมีเปอร์เซ็นต์ที่สามารถตรวจสอบพบสูง เช่น Micrococcus bacillus

2.4.12.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารที่ถูกทำแห้ง

2.4.12.2.1 ปริมาณน้ำหรือปริมาณความชื้นในอาหารเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อาหารเสียจากจุลินทรีย์

2.4.12.2.2 pH ผักผลไม้ จะพบว่าความเป็นกรดในผลไม้จะมากกว่าผัก ดังนั้นจะก่อให้เกิดปัญหาในผัก แต่ไม่เท่ากับความชื้นของอาหาร

2.4.12.2.3 การตอบสนองของจุลินทรีย์ต่อความชื้นในระดับต่างๆ ทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

2.4.13 อะลูมิเนียมฟอยล์สำหรับบรรจุอาหาร เช่นเดียวกับออกซิเจน และซิลิกอน อะลูมิเนียมส่วนใหญ่จะพบที่บริเวณผิวหน้าของโลกในรูปของออกไซด์ และซิลิเกท (Silicates) ในการผลิตอะลูมิเนียมผสมและ

อะลูมิเนียมบริสุทธิ์ จะใช้กระแสไฟฟ้าผ่านไปยังแร่บอกไซด์ (bauxite) ซึ่งมีลักษณะเหมือนดินเหนียว (clay) แร่ชนิดนี้จะพบในประเทศแถบร้อน

อะลูมิเนียมฟอยล์ เป็นวัสดุที่ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและความชื้นได้ดีมาก อะลูมิเนียมฟอยล์ที่มีความหนามากๆ ก๊าซจะซึมผ่านไม่ได้เลย ส่วนอะลูมิเนียมฟอยล์ที่มีความหนาต่ำกว่า 0.09 นิ้ว จะมีการซึมผ่านได้บ้าง นอกจากนี้อะลูมิเนียมฟอยล์ยังมีลักษณะปรากฏที่ดีคือมีผิวหน้าเป็นมันเงาสวยงาม ทนต่อตัวทำละลายและน้ำมัน (grease) ได้ดี แต่ไม่ทนกรดและด่าง ยกเว้นกรดอ่อน ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยการเคลือบด้วยไขหรือแลคเกอร์ สำหรับอะลูมิเนียมฟอยล์ที่บางมากๆ จะมีลามิเนตกับฟิล์มชนิดอื่นผสม เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรง เช่น ลามิเนตกับเซลโลเฟน (cellophane) พอลิเอธิ-ลีน และพอลิเมอร์ (มณฑิรา, 2534)

2.4.13.1 คุณสมบัติของอะลูมิเนียมฟอยล์

2.4.13 1 1 อะลูมิเนียมฟอยล์เป็นโลหะที่สะอาด ถูกสุขลักษณะเป็นประกายเมื่อมีแสงมากระทบ

2.4.13 1 2 อะลูมิเนียมมีความหนาไม่มาก สามารถใช้งานได้ทั้งด้านที่มีผิวมันและด้านที่ผิวไม่มัน

2.4.13 1 3.อะลูมิเนียมสามารถนำไปใช้งานได้กับงานขึ้นรูปต่างๆ ให้เป็นลายนูนได้

2.4.13 1.4 อะลูมิเนียมฟอยล์ใช้หมึกใสและหมึกพิมพ์ได้ โดยไม่มีผลกระทบการเทือนต่อการนำไปใช้กับวัสดุอื่นๆ

2.4.13 1 5 ฟิล์มเซลลูโลสที่ผนึกติดกับผิวหน้าของอะลูมิเนียมฟอยล์ จะทำให้อะลูมิเนียมฟอยล์ดูสดใสและสวยงามยิ่งขึ้น

2.4.13.2 คุณสมบัติของอะลูมิเนียมฟอยล์ในการนำไปใช้ในบรรจุภัณฑ์

2.4.13.2.1 อะลูมิเนียมฟอยล์เป็นวัสดุที่สะอาดหลังจากการให้ความร้อนแล้วและเชื้อโรคไม่สามารถที่จะเจริญเติบโตได้

2.4.13.2.2 อะลูมิเนียมฟอยล์ไม่มีสารพิษซึ่งปลอดภัยเมื่อนำไปใช้ในการบรรจุอาหาร ยาและเครื่องสำอาง

2.4.13.2.3 อะลูมิเนียมฟอยล์ไม่มีรสและกลิ่น

2.4.13.2.4 อะลูมิเนียมฟอยล์มีความหนาตั้งแต่ 0.001 นิ้ว ขึ้นไป มีคุณสมบัติในการป้องกันการไหลผ่านของตัวกลางต่างๆ (permeability)

2.4.13.2.5 อะลูมิเนียมฟอยล์ที่มีความหนาน้อยๆ เมื่อนำไปผนึกหรือเคลือบกับวัสดุอื่นๆ จะมีคุณสมบัติในการอุดรูเข็ม (pinholes) ที่เกิดขึ้นในแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ได้ดี

2.4.13.2.6 อะลูมิเนียมฟอยล์ไม่มีการระเหย กลายเป็นไอ แห้งและไม่มีการหดตัวลง มีคุณสมบัติในการรักษาขนาดให้คงที่จากอุณหภูมิ -100 องศาฟาเรนไฮน์ ถึง +700 องศาฟาเรนไฮน์

2.4.13.2.7 อะลูมิเนียมฟอยล์สามารถป้องกันการซึมผ่านของขี้ผึ้งและน้ำมันได้ ทั้งในอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ และมีคุณสมบัติในการป้องกันการไหลผ่านของแสงซึ่งอาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในภาชนะบรรจุเสียรส เน่า เหม็นหืนหรือเปลี่ยนสีได้

2.4.13.2.8 อะลูมิเนียมฟอยล์สามารถสะท้อนการแผ่ความร้อนได้ถึงร้อยละ 99 ซึ่งมีคุณสมบัติในการทำหน้าที่เป็นฉนวนที่ดี ในการนำไปห่อภาชนะบรรจุภัณฑ์ภายนอกและภายใน อย่างไรก็ดี อะลูมิเนียมฟอยล์ที่คุณสมบัติในการนำความร้อนที่ดี ซึ่งสามารถที่จะทำให้ร้อนหรือปล่อยให้เย็นลงได้อย่างรวดเร็ว

2.5 ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

2.5.1 ส่วนประกอบของข้าวเหนียว คือ เมล็ดข้าว (rice fruit, rice grain, rice seed) เป็นผลชนิด caryopsis เป็นส่วนเมล็ดเดี่ยว เมล็ดข้าวจัดเป็นอาหารประเภทแป้งเนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก จากการรวบรวมผลการวิเคราะห์องค์ประกอบด้านโภชนาการ พบว่า ในข้าวมีโปรตีน (Crude protein) ไขมัน (Crude fat) และเส้นใย (Crude fiber)โปรตีนในเมล็ดข้าวสามารถแยกตามคุณสมบัติการละลายออกเป็น 4 ชนิดคือ อัลบูมิน (Albumin) มีคุณสมบัติละลายในน้ำ โกลบูมิน (Globumin) มีคุณสมบัติละลายในน้ำเกลือ โพรลามิน (Prolamin) มีคุณสมบัติละลายในน้ำแอลกอฮอล์ กลูเตนิน (Glutanin) มีคุณสมบัติละลายในด่าง ข้าวเหนียวนิยมนำมาประกอบอาหารโดยการนึ่ง เปียก กวน ก่อนนำข้าวเหนียวไปนึ่งหรือเปียกควรนำข้าวเหนียวไปแช่น้ำอย่างน้อย 3 ชั่วโมง หรือทิ้งไว้ 1 คืนก่อนการนึ่ง ถ้าต้องการใช้เร็วอาจแช่ด้วยน้ำร้อนจัดประมาณ 1-2 ชั่วโมง จึงนึ่งเพื่อให้เมล็ดดูดความชื้นเมื่อนึ่งสุกแล้วเมล็ดจะนุ่มนวล ข้าวเหนียวนึ่งใช้เป็นอาหารทั้งอาหารคาว และหวาน

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณค่าทางโภชนาการในส่วนที่กินได้ของข้าวเหนียวขาว 100 กรัม

พลังงานและสารอาหาร	ปริมาณ
พลังงาน	231.0 กิโลแคลอรี่
โปรตีน	V4.1 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	52.3 กรัม
ไขมัน	0.6 กรัม
แคลเซียม	18.0 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	12.0 มิลลิกรัม
เหล็ก	-
วิตามินเอ	-
วิตามินซี	-
ใยอาหาร	0.5 กรัม

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2544

2.5.2 ชนิดของน้ำตาล

น้ำตาลทรายเป็นน้ำตาลที่ตกผลึกเป็นเกล็ดเล็กหรือใหญ่สีขาว คือน้ำตาลที่ฟอกจนมีสีขาว จะมีความแข็งแกร่งละลายยาก และอีกแบบเป็นน้ำตาลที่ออกสีแดงๆ คือน้ำตาลที่ไม่ได้มีการฟอกให้ขาว จึงจะมีกลิ่นหอมกว่า จะมีเกลือแร่และวิตามินเหลืออยู่ เรียกว่า น้ำตาลทรายแดง นอกจากนี้ ในอาหารไทยใช้น้ำตาลในรูปแบบของน้ำเชื่อม เช่น ขนมน้ำเชื่อมต่างๆ น้ำเชื่อมในลอยแก้ว น้ำตาลที่ใช้ทำน้ำเชื่อเป็นน้ำตาลขาวและการใช้ต้องมีการฟอกน้ำตาลให้สะอาดโดยใส่ไข่ขาวหรือเปลือกไข่ลงไปขณะทีเคี่ยวน้ำเชื่อม ความเหนียวของน้ำเชื่อมที่ใช้จะเหนียวที่เรียกว่า ยางมะตูม คือ เหนียวพอที่จะเคลือบติดไม้พายไม้

2.5.2.1 การใช้น้ำตาลในอาหาร อาหารไทยขาดน้ำตาลเกือบไม่ได้ หลายคนเข้าใจว่าอาหารไทยต้องรสหวาน แต่การใช้น้ำตาลในอาหารไทยมีข้อจำกัดในการใช้และการเลือกน้ำตาลที่ใช้ คือ

2.5.2.1.1 น้ำตาลที่ใช้ในการทำขนมน้ำเชื่อม จะต้องใช้น้ำตาลสีขาว ขนมน้ำเชื่อม เช่น ลอยแก้วผลไม้ กระท้อน ส้ม ลูกตาล วุ้นน้ำเชื่อม ข้าวต้ม สามแซ่ เป็นต้น และน้ำตาลที่ใช้น้ำเชื่อมประเภทไข่ที่ต้มให้สุกด้วยน้ำเชื่อม เช่น ทองหยิบ ทองหยอด

2.5.2.1.2 น้ำตาลที่ใช้ในการทำขนมน้ำกะทิ นิยมใช้น้ำตาลโตนด (น้ำตาลปี๊บ, น้ำตาลหม้อ) แต่ถ้าไม่มี อนุโลมใช้น้ำตาลได้ หลายคนไม่ใช้น้ำตาลโตนด (น้ำตาลปี๊บ) เนื่องจากว่าขม เพราะกระบวนการผลิตต้องใส่สารกันบูดประเภทเปลือกไม้ลงไป ซึ่งอัตราส่วนการใช้ไม่แน่นอน จึงเกิดความขมในบางครั้งเมื่อมารวมกับกะทิ

2.5.2.1.3 น้ำตาลที่ใช้ในการกวน เช่น ถั่วกวน กล้วยกวน เผือกกวน มักใช้น้ำตาลทราย

2.5.2.1.4 น้ำตาลที่ใช้เชื่อม เช่น กล้วยเชื่อม มันเชื่อม เผือกเชื่อม ใช้น้ำตาลทราย

2.5.2.1.5 น้ำตาลที่ใช้แช่อิ่ม เช่น แช่อิ่มผัก แช่อิ่มมะม่วง แช่อิ่มเปลือกส้มโอ ต้องใช้น้ำตาลทรายสีขาว

2.5.2.2 น้ำตาลในอาหารคาว ของไทยเกือบทุกชนิดต้องใช้น้ำตาล แต่ในการใช้มีขีดจำกัดจึงจะทำให้อาหารนั้นรสชาติดี อาหารบางอย่างต้องมีความหวานนำ อาหารบางชนิดต้องตามด้วยหวาน และอาหารบางชนิดต้องใส่น้ำตาล เพื่อให้รสของอาหารนุ่มลิ้นไม่กระด้าง

2.5.2.3 น้ำตาลในอาหารหวาน

2.5.2.3.1 ขนมหวานไทยทุกชนิดใช้น้ำตาลเป็นเครื่องปรุงหลัก เพื่อชูรสชาติทำให้เกิดความอร่อย ทำให้มีกลิ่นหอม และน้ำตาลทำให้เกิดความเงางาม เช่น ทองหยิบ ทองหยอด มันเชื่อม กล้วยเชื่อม ทำให้มีสีสวย

2.5.2.3.2 ขนมประเภทเชื่อมและกวน เช่น กล้วยเชื่อม เผือกเชื่อม มันเชื่อม กล้วยกวน เผือกกวน ถั่วกวน เป็นอาหารทาใช้น้ำตาลเป็นจำนวนมาก

2.5.2.3.3 อาหารประเภทฉาบหรือใช้น้ำตาลเคลือบ น้ำตาลมีบทบาทสำคัญที่จะเคลือบหรือฉาบเพื่อความอร่อย เพื่อความสวยงาม และเพื่อความคงทนเก็บไว้ได้นาน เช่น กล้วยฉาบ เผือกฉาบ ครองแครง กรอบเค็ม ขนมเกรียว ไข่หงส์ เป็นต้น และใช้ในรูปของน้ำตาล เช่น ใช้ผสมกับมะพร้าวกินกับกล้วยต้ม ฟักทองต้ม ขนมถั่วแปบ

2.5.3 การเกิดเจลลาติไนส์ของเม็ดแป้ง คาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบในเมล็ดข้าวจะอยู่ในรูปของเมล็ดข้าวจะอยู่ในรูปของเม็ดแป้งซึ่ง ประกอบด้วยโพลีเมอร์ 2 ชนิด คือ อะไมโลส และอะไมโลเปกติน โดยอะไมเลส จะเป็นโพลีเมอร์ชนิดที่มีโครงสร้างเป็นโซ่ตรง ประกอบด้วยกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1,4 ไกลโคซิดิด ส่วนอะไมโลเปกตินจะมีโครงสร้างเป็นแบบกิ่งหรือสาขา ประกอบด้วยกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1,4 ไกลโคซิดิด ในช่วงที่เป็นสายตรง และแอลฟา 1,6 ไกลโคซิดิดในช่วงที่เป็นกิ่งหรือสาขา

2.5.4 คุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าวเหนียว หมายถึง สัดส่วนและองค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุก โดยมีผลทำให้ข้าวสุกนั้น นุ่ม เหนียว หรือร่วนขึ้นหม้อ ซึ่งคุณภาพข้าวสุกนี้จะขึ้นอยู่กับคุณภาพเมล็ดทางเคมี คือสัดส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน ความคงตัวของแป้งสุก อุณหภูมิแป้งสุก การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก โปรตีน กลิ่นหอม ความชื้น และการเก็บรักษา (งามชื่น, 2536)

เมล็ดข้าวสารโดยทั่วไปมีองค์ประกอบส่วนใหญ่คือ เม็ดสตาร์ช (Stach granule) ซึ่งภายในโครงสร้างจะประกอบด้วยอะไมโลเพคตินเป็นองค์ประกอบหลัก และมีอะไมโลสเป็นองค์ประกอบรอง อัตราส่วนอะไมโลสและอะไมโลเพคตินเป็นปัจจุยสำคัญทีทำให้ข้าวสุดมีคุณสมบัติแตกต่างกันข้าวที่มีอะไมโลสสูงจะดูดน้ำ และขยายปริมาตรในระหว่างการหุงต้มได้มากกว่าข้าวอะไมโลสต่ำ ทำให้ข้าวสุกมีลักษณะทึบแสงไม่ร่วน และข้าวสุกขยายตัวตามปริมาตรได้มากกว่าหรือที่เรียกว่าหุงขึ้นหม้อ ส่วนความนุ่มและความเหนียวของข้าวสุก จะขึ้นกับสัดส่วนอะไมโลเพคตินในสตาร์ช ข้าวเหนียวมักมีอะไมโลเพคตินเกือบทั้งหมด ทำให้ดูดน้ำและขยายตัวน้อยกว่าข้าวจ้าว ข้าวสุกที่ได้จะเหนียวและนุ่มกว่า สำหรับข้าวจ้าวในประเทศไทย มีส่วนประกอบของสตาร์ชที่มีอะไมโลสอยู่ระหว่างร้อยละ 12 – 31 โดยข้าวที่มีความนุ่ม เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีอะไมโลส ร้อยละ 12 - 16 จัดเป็นข้าวอะไมโลสต่ำ (งามชื่น, 2536) ได้แบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะไมโลส ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงการจำแนกประเภทของข้าวตามปริมาณอะไมโลส

ประเภทข้าว	ปริมาณอะไมโลส(ร้อยละ)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	1 – 2	เหนียวมาก
ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำมาก	2 – 9	เหนียว นุ่ม
ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำ	9 – 20	เหนียวนุ่ม
ข้าวเจ้าอะไมโลสปานกลาง	20 – 25	นุ่ม ค่อนข้างเหนียว
ข้าวเจ้าอะไมโลสสูง	25 – 33	ร่วน แข็ง

ที่มา : งามชื่น, 2536

2.5.5 กะทิ จะได้จากการคัดเนื้อมะพร้าวที่ขูดออกมา และอาจเติมน้ำหรือไม่เติมน้ำก็ได้เพราะมีลักษณะอิมัลชั่น ชนิดน้ำมันในน้ำ หมายถึงลักษณะขอน้ำมันละลายอยู่ของสารละลาย และถูกล้อมรอบหรือห่อหุ้มด้วยโปรตีนสภาพดังกล่าวเกิดจากระบบที่มีแรงตึงผิว (interfacial tension) ระหว่างโมเลกุลของน้ำและไขมันที่ต่ำเพราะมีโปรตีนเป็นตัวลดแรงตึงระหว่างผิว กะทิมีอิมัลซิไฟเออร์โดยธรรมชาติได้แก่ ฟอสโฟลิปิด (Phospholipid) ได้แก่ เลซิติน (Lecitin) และเซพาลิน (Cephalin) อยู่ในกะทิ เลซิตินเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์

ชนิดหนึ่ง สามารถทำให้อิมิลชั่นมีความคงตัวเพิ่มขึ้นได้ในขณะที่ลดขนาดของเม็ดไขมันลง สารเหล่านี้สามารถทำให้ไขมันในกะทิมีสมบัติเปียกน้ำ กระจายไหลได้ และละลายได้แต่ถึงแม้ว่าจะมีเลซิติน ในกะทิยังไม่สามารถทำให้กะทิอยู่ตัวได้เนื่องจากกะทิ มีปริมาณไขมันอยู่มากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีน ความเข้มข้นของโปรตีนที่ระหว่างของเม็ดผิวไม่มากพอที่จะป้องกันการรวมตัว โดยที่การเริ่มแยกตัวของชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ 5 -10 ชั่วโมง จนกระทั่งแยกชั้นสมบูรณ์ในเวลา 24 ชั่วโมงถ้าเราลดอุณหภูมิของกะทิลงมาถึง 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที จะสามารถปั่นหัวกะทิออกมาได้และถ้าล้างหัวกะทิด้วยน้ำเปล่า สารละลายเกลือกับน้ำกลั่น เพื่อกำจัดโปรตีน น้ำตาล เกลือแร่ ที่ละลายอยู่ออกไประบบอิมัลชั่น จะเปลี่ยนจากชนิดน้ำมันในน้ำเป็นน้ำในน้ำมัน (วรรณา, 2541)

2.5.5.1 คุณค่าทางโภชนาการ มะพร้าวจัดว่าเป็นอาหารที่ให้ไขมันสูงจึงนิยมนำไปทำน้ำมันมะพร้าว และผลิตได้มากเป็นอันดับ 6 ของโลก น้ำมันที่มีกรดไขมันอิ่มตัวมากที่สุด และยังทำเป็นกะทิซึ่งให้ไขมันมาก ซึ่งสามารถเพิ่มระดับโคเลสเตอรอลในเลือดและก่อให้เกิดความดันโลหิตสูง เส้นเลือดอุดตันและโรคหัวใจเป็นต้น กะทิให้คุณค่าทางโภชนาการและสารอาหารเกือบทุกชนิดยกเว้นวิตามินเอ กะทิเป็นของเหลวที่ได้จากมะพร้าว (ไม่ใช่น้ำกะทิ) เป็นหนึ่งในวัตถุดิบที่สำคัญที่สุดในการประกอบอาหาร กะทิมักจะใช้ในการประกอบอาหารประเภทต่างๆ นอกจากนั้นก็ยังนิยมนำกะทิไปทำขนมหลายๆ ประเภทอีกด้วย ความหวานของกะทิเป็นการผสมผสานของกลิ่นที่หอมหวานและรสหวานไม่เหมือนน้ำตาลปกติในท้องตลาดทั่วไป กะทิหาซื้อได้ทั้งในรูปแบบน้ำและแบบผง สำหรับกะทิสดนั้นได้มาจากเนื้อมะพร้าว โดยนำเนื้อมะพร้าวไปบดให้ละเอียดโดยเครื่องปั่นอเนกประสงค์ไฟฟ้า และนำมาคั้นเอาน้ำออกจากเนื้อมะพร้าว ซึ่งจะได้ 2 ส่วน คือ หัวกะทิและหางกะทิ ซึ่งหัวกะทินั้นมีความมันและข้นกว่าหางกะทิสำหรับกะทิสำเร็จรูปบรรจุอยู่ในกระป๋องนั้น ต้องเขย่ากระป๋องซักพักก่อนที่จะเปิดใช้งาน สำหรับวิธีแยกหัว และหางกะทิที่ง่ายไม่ลำบากอีกวิธีหนึ่งก็คือ นำน้ำกะทิไปแช่ในช่องแข็งประมาณ 10 นาที ก็จะได้ชั้นของหัวและหางกะทิที่แยกออกจากกันชัดเจน สำหรับกะทิสำเร็จรูปในท้องตลาดนั้น ปัจจุบันสามารถหาซื้อกะทิชนิดผง โดยนำมาผสมน้ำในอัตราส่วนที่กำหนด ก็สามารถทดแทนกะทิสดได้อย่างดี (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

2.5.5.2 องค์ประกอบเคมีของกะทิ เช่น สายพันธุ์ สภาพภูมิศาสตร์ในการเพาะปลูก สภาวะแวดล้อม การดูแลรักษา ความแก่อ่อนของผลมะพร้าว วิธีการที่ใช้ในการสกัดน้ำกะทิ และระดับความเจือจางเนื่องจากการเติมน้ำหรือน้ำมะพร้าว องค์ประกอบของน้ำกะทิที่ได้จากการบีบเนื้อมะพร้าวโดยไม่เติมน้ำ น้ำกะทิที่ได้จากการบีบโดยไม่เติมน้ำมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 5 – 10 % (โดยน้ำหนักแห้ง) จะมีโปรตีนละลายน้ำอยู่ในส่วนน้ำ (Aqueous Phase) เพียง 30%เท่านั้น ที่เหลือเป็นโปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นตัวอิมัลซิไฟเออร์(Emulsifier) โดยดูดซึมอยู่บริเวณพื้นผิวระหว่างน้ำมัน และน้ำเป็นการช่วยลดแรงตึงผิว (Interfacial Tension) ทำให้อนุภาคขนาดเล็กกระจายตัวเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากฟอสฟอลิปิดนี้สามารถละลายได้ทั้งในน้ำมันและน้ำ เมื่อรวมตัวกับเกลือโซเดียมคลอไรด์จะได้เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ ช่วยให้อิมัลซิไฟเออร์ ช่วยให้อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำเกิดความคงตัวได้ แต่อย่างไรก็ตามอิมัลชันของน้ำกะทิจะคงตัวอยู่ได้ไม่นาน เนื่องจากน้ำกะทิมีสัดส่วนของโปรตีนต่อไขมันประมาณ 1 ต่อ 10 เพื่อแสดงให้เห็นว่าโปรตีนที่มีองค์ประกอบนั้นมีปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับไขมันจึงไม่เพียงพอที่จะทำให้ไขมันกระจายตัวอย่างอิสระในน้ำได้ เม็ดไขมันซึ่งมีความ

หนาแน่นน้อยกว่าน้ำจะลอยตัวสูงขึ้น และเกิดการรวมตัวกัน(Coalescence) เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างเม็ดไขมันกับน้ำกะทิจึงเกิดการแยกชั้นกัน โดยชั้นบนเป็นหัวกะทิ (Coconut cream) และชั้นล่างเป็นหางกะทิ

2.5.5.3 ชนิดของกะทิ

2.5.5.3.1 กะทิสด ได้จากการขูดมะพร้าวแล้วนำมาคั้น จะได้ 2ส่วน คือส่วนที่เข้มข้นเรียกว่าหัวกะทิ ส่วนเจือจางเรียกว่าหางกะทิ การทำขนมไทยนิยมใช้กะทิจากมะพร้าวขูดขาว คือ มะพร้าวที่กะเทาะเนื้อออกจากกะลาแล้วเอาส่วนที่เป็นเปลือกสีน้ำตาลเข้มบนเนื้อมะพร้าวออก เมื่อนำไปขูดจะได้กะทิที่ขาวสะอาด เหมาะที่จะใช้ทำขนมที่ต้องการให้เห็นเนื้อขนมชัดเจน เช่น ขนมสอดไส้ ขนมที่ใช้น้ำกะทิเกือบทุกชนิด เช่น ครองแครงกะทิ บัวลอย ทับทิมกรอบ ตะโก้ วุ้นกะทิ

2.5.5.3.2 กะทิสำเร็จรูป ในปัจจุบันมีกะทิสำเร็จรูปออกจำหน่ายโดยการบรรจุถุงพลาสติก กล่องกระดาษ หรือกระป๋องอลูมิเนียม ซึ่งสามารถเลือกใช้แทนกะทิสดได้ คุณสมบัติที่ดีของกะทิสำเร็จรูป คือ สามารถเก็บไว้ได้นาน และเมื่อนำมาใช้ทำขนมไทยแล้วจะมีอายุการเก็บรักษามากกว่ากะทิสด เช่น การทำวุ้นกะทิ น้ำกะทิต่างๆ ของขนม เช่น ลอดช่อง ทับทิมกรอบ แต่บางครั้งคนไทยจะไม่นิยมใช้ เพราะมีความคิดว่ากะทิสดมีความหอมกว่ากะทิสำเร็จรูป และมีราคาสูงกว่า

น้ำกะทิอุตสาหกรรมแบ่งได้เป็น 5 แบบ คือ

1. น้ำกะทิสด ได้จากการทำน้ำกะทิด้วยเครื่อง แล้วเก็บรักษาด้วยความเย็นทันที ความเย็นสามารถเก็บรักษาน้ำกะทิจากการเน่าเสียได้ 1 - 2 วัน แต่รสชาติจะเปลี่ยนไปเล็กน้อยจึงนิยมจำหน่ายวันต่อวัน

2. กะทิพาสเจอร์ไรส์ เป็นกะทิสดที่นำมาให้ความร้อนเพื่อเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แต่เชื้อที่เหลือยังสามารถเจริญเติบโตได้ต้องเก็บในห้องเย็นเหมือนกะทิสด แต่ความเสี่ยงในการเน่าเสียน้อยกว่า จึงสามารถเก็บได้นาน 4 – 6 วัน น้ำกะทิพาสเจอร์ไรส์มีบรรจุถุงพลาสติกขนาดต่างๆ คือ 250 กรัมและ 1000 กรัมเพื่อใช้ในครอบครัว

3. กะทิบรรจุกระป๋อง เป็นกะทิที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องปิดฝา แล้วฆ่าเชื้ออย่างสมบูรณ์ในระดับอุตสาหกรรม เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิการเก็บตามปกติทำให้สามารถเก็บได้นานโดยไม่ต้องแช่เย็น

4. น้ำกะทิบรรจุกล่องยู เอช ที เป็นน้ำกะทิที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยระบบความร้อนสูงเวลาสั้น (140 - 145 องศาเซลเซียสนาน 10 -15 วินาที) แล้วบรรจุในกล่องที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้วเวลาให้ความร้อนสั้นทำให้คงสภาพคล้ายคลึงกับกะทิสดมาก แต่อายุการเก็บจะสั้นกว่าแบบบรรจุกระป๋อง

5. กะทิผง เป็นน้ำกะทิที่นำมาทำให้แห้งเป็นน้ำละเอียด โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบฝอย (Spray dryer) น้ำกะทิโดยธรรมชาติมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบอยู่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำนมโค ซึ่งไม่สามารถทำให้แห้ได้เหมือนนมผง ดังนั้นต้องเติมสารเพิ่มปริมาณของแข็งคือ สารมอลโทสเดกซ์ทริน (Maltosetextrin) เครื่องทำแห้งมีอุปกรณ์ฉีดน้ำกะทิให้เป็นละอองฝอยเข้ามาในห้องอบ สัมผัสลมร้อนอุณหภูมิ

160 - 180 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำระเหยออกจากละอองของเหลวอย่างรวดเร็วได้เป็นอนุภาคผงที่มีขนาดเล็ก กะทิผงมีความชื้นต่ำรักษาได้นานไม่เน่าเสีย (เครือวัลย์, 2554)

2.5.5.4 คุณลักษณะของกะทิ

2.5.5.4.1 กะทิที่ได้จากเนื้อมะพร้าวที่ไม่ได้เอาผิวออก (Coconut Milk from Unskinned Grated Coconut) : กะทิชนิดนี้เหมาะสำหรับการประกอบอาหารประเภทแกง สีของน้ำกะทิที่ได้จากเนื้อมะพร้าวที่ไม่ได้เอาผิวสีน้ำตาลออกจะส่งผลให้มีสีออกครีม (ไม่ขาวเหมือนน้ำนม) กะทิชนิดนี้จึงไม่เหมาะสำหรับอาหารที่ควบคุมสี ในส่วนของรูปลักษณ์ภายนอกของอาหารจานนั้นๆ(เพราะสีไม่สวย ไม่ขาวสะอาด พอใส่ลงไปในอาหารจะทำให้สีหม่นลง) ด้วยเหตุนี้กะทิที่ได้นี้จึงเหมาะแก่การนำไปใส่ในพวกแกงต่างๆ มากกว่า

2.5.5.4.2 กะทิที่ได้จากเนื้อมะพร้าวที่ผ่านการเอาผิวออกก่อนบดให้ละเอียด (Coconut Milk from White Grated Coconut) : น้ำกะทิที่ได้จะเป็นสีขาวสะอาด ซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปทำขนมหวานประเภทต่างๆ ส่งผลให้รูปลักษณ์ สีสันของขนมดูสวย เนียน สะอาด น่ารับประทาน อย่างไรก็ดี สำหรับน้ำกะทิที่ได้จากเนื้อมะพร้าวผ่านการเอาผิวออก และน้ำกะทิที่ได้จากการไม่เอาเนื้อมะพร้าวออก ในเรื่องของรสชาติ ความเข้มข้น และความหอมแล้ว น้ำกะทิทั้งสองชนิดก็มิได้ต่างกันแต่อย่างใดจะต่างกันเฉพาะสีของน้ำกะทิเท่านั้น (ยุวดี, มปป)

ตารางที่ 2.6 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำกะทิ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ
น้ำ	7.59 กรัม
โปรตีน	1.9 กรัม
ไขมัน	19 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	1.5 กรัม
ไฟเบอร์	0.1 มิลลิกรัม
เถ้า	0.7 มิลลิกรัม
แคลเซียม	5 มิลลิกรัม
เหล็ก	0.6 มิลลิกรัม
เรตินอล	19 มิลลิกรัม

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2544

2.5.6. เกลือ เป็นเครื่องปรุงรสเค็มสิ่งหนึ่งที่รู้จักกันมานาน เราใช้เกลือในการปรุงอาหารและถนอมอาหาร เกลือที่ใช้ปรุงอาหารมีสูตรทางเคมี คือ NaCl ประกอบด้วยโซเดียมร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์และซัลเฟตอื่นๆ (จิตธนา และอรอนงค์, ม.ป.ป.) เกลือมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น เกลือที่ใช้บริโภคนั้นมาจาก 2 แหล่ง เกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ เกลือสมุทร (Solar salt) ได้จากการทำนาเกลือโดยปล่อยน้ำทะเล องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นเกลือไหลเข้ามาในนาเกลือแล้วกักไว้ ปล่อยแสงแดดเป็นตัวระเหยน้ำออกไป

จนความเข้มข้นได้ระดับเกลือก็จะตกผลึกลงมา เกลือที่ได้เรียกว่า เกลือสมุทร เกลือสินเธาว์ (Rock salt) เป็นเกลือที่ผลิตจากน้ำเกลือใต้ดินจากบ่อบาดาล หรือจากเกลือหินซึ่งเป็นเกลือที่อยู่ใต้ดินเกิดเป็นชั้นแทรกในหินดินดาน น้ำเกลือที่ได้จากบ่อบาดานสูบขึ้นมาต้มด้วยเชื้อเพลิงหรือตากด้วยแสงแดด ทำในรูปนาเกลือ ส่วนเกลือหินนั้น ใช้น้ำฉีดลงไปละลายเกลือใต้ดิน แล้วสูบขึ้นมาตากแห้งในนาเกลือ หรืออาจใช้วิธีเจาะไปถึงชั้นเกลือแล้วทำอุโมงค์ตักเกลือขึ้นมา เกลือที่ได้ข้างต้นยังเป็นเกลือดิบ ผลึกของเกลือยังมีสิ่งเจือปนสารอินทรีย์ อนินทรีย์ในทะเล ก๊าซ และจุลินทรีย์ต่างๆ ก่อนจะนำเกลือมาบริโภคควรทำให้บริสุทธิ์เสียก่อน โดยนำเกลือที่ได้มาละลายกับน้ำสะอาดใหม่ แล้วใช้สารเคมีเพื่อตกตะกอน หรือแยกอนุมูลของสิ่งเจือปนก่อนหลังจากนั้นจึงตกผลึกเกลือใหม่อีกครั้ง โดยใช้ความร้อน

2.5.6.1 ชนิดของเกลือที่ใช้บริโภค แบ่งเป็น 4 ชนิด

2.5.6.1.1 เกลือธรรมดา (Normal salt) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอนเนต และแคลเซียมซัลเฟต

2.5.6.1.2 เกลือกรด (Acid salt) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนตหรือเบคกิ้งโซดาแคลเซียมแอซิก ไพโรฟอสเฟต ซึ่งใช้ในการผสมทำให้ผงฟู และ ครีมออฟทาร์ทาร์

2.5.6.1.3 เกลือเบส (Basic salt) เกลือชนิดนี้ไม่สำคัญสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

2.5.6.1.4 เกลือผสม (Double salt) ได้แก่ อะลัม (Alum) เกลือที่นำมาใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้แก่ เกลือธรรมดาและเกลือกรด

2.5.6.2 หน้าที่ของเกลือต่อผลิตภัณฑ์

2.5.6.2.1 เพื่อเพิ่มรสชาติให้อาหาร ทำให้อาหารมีรสดี

2.5.6.2.2 ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมักให้ขึ้นฟูด้วยยีสต์ และควบคุมอัตราการหมัก

2.5.6.2.3 ช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยืดและแข็งตัว

2.5.6.2.4 เน้นรสกลิ่นของส่วนผสมอื่นๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ

2.5.6.3 ลักษณะที่ดีของเกลือ

2.5.6.3.1 ละลายได้ดีในน้ำ ไม่มีรสขมหรือรสเฝื่อน

2.5.6.3.2 น้ำเกลือควรใสสะอาด ถ้าขุ่นแสดงว่ามีสิ่งไม่บริสุทธิ์เจือปนอยู่

2.5.6.3.3 ควรเป็นเกลือที่บริสุทธิ์ (จิตธนา และอรอนงค์, ม.ป.ป.)

2.5.7. การแช่เยือกแข็ง

2.5.7.1 จุดประสงค์ของการแช่แข็ง

2.5.7.1.1 เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร และเก็บรักษาวัตถุดิบสำหรับโรงงาน เช่น ปลาทูน่าแช่เยือกแข็ง

2.5.7.1.2 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง ให้สอดคล้องกับชีวิตความเป็นอยู่ในสังคมโดยเน้นผลิตอาหารสำเร็จรูปแช่เยือกแข็งต่างๆ (นิธิยา, 2544)

2.5.7.2 กระบวนการแช่เยือกแข็ง

2.5.7.2.1 การแช่เยือกแข็งอย่างช้า (slow freezing) คือ การทำให้อาหารแข็งตัวที่อุณหภูมิจุดเยือกแข็งอย่างอยากช้าๆ โดยใช้เวลาประมาณ 3 – 72 ชั่วโมง วิธีนี้ได้แก่ การแช่อาหารในช่องแช่เยือกแข็งของตู้เย็นที่ใช้ตามบ้าน ซึ่งจะมีอุณหภูมิระหว่าง -1 ถึง ไม่มี -15 องศาเซลเซียส แล้วแต่ประสิทธิภาพของตู้เย็นการแช่เยือกแข็งแบบช้านี้ เป็นการลดอุณหภูมิลง 1 องศาเซลเซียส ต่อนาทีใช้เวลานาน 1 ชั่วโมง ในช่วงที่ผลิตภัณฑ์เกิดการแข็งตัว จะมีผลึกน้ำแข็งเกิดขึ้นเป็นแผ่นจนแยกส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลวได้ เกิดขึ้นบริเวณผิวหน้าน้ำแข็ง 0.1 - 0.3 เซนติเมตร/ชั่วโมง โดยผลึกน้ำแข็งจะเกิดนอกเซลล์ ถ้าผลึกน้ำแข็งเกิดขึ้นในเนื้ออาหารจะมีขนาดใหญ่ ทำให้ไปดันผนังเซลล์ของเนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้ เกิดการบอบช้ำ และฉีกขาดขึ้นได้ ซึ่งมีผลกระทบต่อคุณภาพของอาหาร หลังจากที่ผลึกน้ำแข็งละลายจนอาหารกลับสู่สภาพเดิม อาหารจะมีลักษณะเละ ชุ่มน้ำ มีส่วนของเหลวภายในเซลล์ไหลออกมามาก ซึ่งประกอบด้วย สารอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ

2.5.7.2.2 การแช่แข็งอย่างรวดเร็ว (Quick Freezing) คือ การทำให้น้ำในอาหารกลายเป็นน้ำแข็งอย่างรวดเร็ว โดยใช้อุณหภูมิต่ำ -17.8 ถึง -45.6 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาสั้นไม่ควรเกินกว่า 30 นาที วิธีนี้พบว่าผลึกน้ำแข็งจะมีขนาดเล็กละเอียด ไม่มีชั้นแยกแสดงให้เห็นชัดเจนจนเกิดบริเวณผิวหน้าน้ำแข็ง 1 – 10 เซนติเมตร/ชั่วโมง โดยผลึกน้ำแข็งจากเกิดขึ้นในเซลล์ด้วย ซึ่ง จะไม่ทำให้เซลล์ของอาหารบอบช้ำมากนักเหมือนการแช่แข็งแบบช้า ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน (ชมพู่, 2550)

ตารางที่ 2.7 แสดงข้อเปรียบเทียบระหว่างการแช่แข็งแบบช้ากับการแช่แข็งแบบรวดเร็ว

การแช่แข็งแบบช้า	การแช่แข็งแบบรวดเร็ว
1. ผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่กว่า	1. ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็กกว่า
2. กระบวนการเมทาบอลิซึมเกิดอย่างช้าๆ	2. หยุดกระบวนการเมทาบอลิซึม
3. ใช้เวลานานกว่า	3. ใช้เวลาน้อยกว่า
4. เมื่อนำอาหารไปละลายน้ำแข็ง อาหารจะเสียคุณค่าทางโภชนาการมากกว่า	4. เมื่อนำอาหารไปละลายน้ำแข็งอาหารจะเสียคุณค่าทางโภชนาการน้อยกว่า
5. เซลล์ต่างๆ จะถูกทำลายมากกว่า	5. เซลล์ต่างๆ จะถูกทำลายน้อยกว่า

ที่มา : ชมพู่, 2550

ตารางที่ 2.8 แสดงข้อดีและข้อเสียของการแช่เยือกแข็ง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ไม่สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ 2. ไม่ทำให้อาหารเปลี่ยนแปลงรสชาติไปจากเดิม อาหารยังคงความสด	1. จุลินทรีย์ไม่ตายเพียงแต่ลดจำนวนลง 2. สปอร์ยังคงทนความเย็นได้ และไม่สามารถทำลายสารพิษที่มีในอาหารได้ 3. อาหารแช่แข็งที่ห่อไม่ดีจะสูญเสียน้ำอย่างมาก ทำให้รูป รสของอาหารเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

ที่มา : ชมพู่, 2550

2.5.7.3 บรรจุภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง มีหน้าที่สำคัญคือปกป้องผลิตภัณฑ์จากการปนเปื้อน จุลินทรีย์ และป้องกันการสูญเสียน้ำ กลิ่น รสชาติ ออกจากอาหารแช่เยือกแข็ง และปกป้องการดูดซับกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์กลับเข้าไปภายในอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของอาหารแช่เยือกแข็ง สมบัติของบรรจุภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง วัสดุที่ใช้สำหรับบรรจุภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งจะต้องทนทานต่ออุณหภูมิต่ำภายใต้สภาวะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ทนการฉีดขาด ทนต่อความชื้น ปกป้องการซึมผ่านของออกซิเจนละความชื้น ปกป้องอาหารจากแดด โดยเฉพาะแสง UV บรรจุภัณฑ์ชั้นใน (primary packaging) สำหรับผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง จะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์ในสภาวะการเก็บรักษา ไม่ปนเปื้อน สำหรับบรรจุภัณฑ์ที่ใช้กับอาหารแช่เยือกแข็งประเภทพร้อมรับประทาน อาจจะต้องสามารถอุ่นร้อนในไมโครเวฟได้ เช่น พลาสติกชนิด CPET สำหรับผลิตภัณฑ์เพื่อการจำหน่ายปลีก(retail packaging) ที่ใช้วางแสดงบนชั้นจัดจำหน่ายจะต้องสามารถพิมพ์สี ฉลากได้ สวยงามดึงดูดความสนใจจากผู้ซื้อได้

วัสดุบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารแช่เยือกแข็ง วัสดุที่นิยมใช้สำหรับผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง ได้แก่ ฟิล์มพลาสติก และกระดาษเคลือบด้วยฟิล์มพลาสติก (นิธิยา, 2553)

2.5.7.3 1 Polyamide (PA)

2.5.7.3 2 Polyethylene (PE)

2.5.7.3 3 CPET

2.5.7.3 4 Polyester (Polyterephthalic acid ester) (PET/PETP)

2.5.7.3 5 Polyvinylchloride (PVC)

2.5.7.2 6 Polyvinylidene chloride (PVDC)

2.5.7.4 การเก็บรักษาอาหารแช่แข็ง ที่ดีและเหมาะสมเพียงอย่างเดียวไม่ช่วยให้คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งที่ดีที่สุดเพราะผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องนำมาเก็บไว้ก่อนจะส่งจำหน่ายถึงผู้บริโภค ถ้าเก็บไว้ในสภาพที่ไม่เหมาะสม คุณภาพจะลดลงมากในช่วงของการเก็บรักษานี้จึงทำให้ช่วงการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งดูจะเป็นข้อเสียเปรียบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการถนอมอาหารโดยวิธีการอื่นทางการค้า เพราะ

เป็นช่วงที่ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นถ้าจะเก็บรักษาให้อยู่ในสภาพที่ดี โดยทั่วไปการเก็บรักษาอาหารแช่เยือกแข็งจำเป็นต้องเก็บในห้องที่มีระดับความเย็นเหมาะสมมีฉนวนป้องกันเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิในห้องให้คงที่อยู่ตลอดเวลา และควรจะอยู่ในระดับต่ำที่แน่ใจได้ว่าจุลินทรีย์ที่ปะปนมาจะหยุดการทำงานโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้นกับอาหารซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวนั้นควรจะเก็บรักษาให้อยู่ในระดับ –18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า สำหรับอาหารและผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมเสียง่ายทุกชนิดที่จะเข้าสู่ห้องเก็บจะต้องแน่ใจที่ใจกลางของอาหารชิ้นนั้นต้องมีอุณหภูมิ –18 องศาเซลเซียส หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ อาหารนั้นๆ ต้องผ่านการแช่เยือกแข็งมาอย่างสมบูรณ์แล้วเท่านั้นจะต้องไม่นำห้องเก็บอาหารแช่เยือกแข็งมาใช้เพื่อทำการแช่เยือกแข็งอาหารโดยเด็ดขาด

2.5.7.5 การคืนสภาพของอาหารแช่เยือกแข็ง ความหมายการคืนสภาพของอาหารแช่เยือกแข็งอาจกระทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์และคุณภาพที่จะได้หลังจากการคืนตัวโดยวิธีนั้นด้วย การคืนตัวเป็นกระบวนการให้ความร้อนผ่านแก่ผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผลึกน้ำแข็งละลายกลับสู่สภาพเดิม ซึ่งจัดเป็นงานสุดท้ายของการแช่เยือกแข็ง ก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์ไปบริโภคหรือแปรรูปต่อไป (Stoll, 1977)

2.5.7.6 การคืนสภาพโดยใช้เตาไมโครเวฟ การคืนสภาพโดยใช้ไมโครเวฟ เป็นวิธีที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับวิธีนี้ ได้แก่ ผัก ผลไม้ เนื้อชิ้นเล็กๆ อาหารที่ต้องการเสิร์ฟอย่างรวดเร็ว ข้าว ซุป มักกะโรนี เป็นต้น ข้อดีที่สำคัญนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และน้ำหนักที่ใช้หรือลักษณะของผลิตภัณฑ์ (ศิริพรรณ และคณะ, 2555)

2.5.7.7 หลักการให้พลังงานความร้อนด้วยไมโครเวฟ หลอดแมกนิตรอนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟที่มีความถี่สูงแมกนิตรอนที่อยู่ภายใต้เตาอบจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้อยู่ในรูปไมโครเวฟที่มีกำลัง 600 – 700 วัตต์ ซึ่งในการทำให้ชิ้นอาหารเกิดความร้อนได้นั้นจะต้องมีสสารที่สามารถดูดกลืนคลื่นได้ เช่น น้ำหรือโมเลกุลที่มีขั้ว โดยโครงสร้างของน้ำจะประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจนที่มีประจุลบ ซึ่งแยกออกจากอะตอมของไฮโดรเจนที่มีประจุบวก ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า ไดโพลทางไฟฟ้า (electricdipole) ประจุไฟฟ้าบวกและลบของโมเลกุลน้ำจะวางตัวอยู่ในตำแหน่งที่ไม่สมมาตรกัน ดังนั้นเมื่อให้รังสีไมโครเวฟหรือสนามแม่เหล็กสลับอย่างรวดเร็วแก่อาหาร ไดโพลในน้ำจะพยายามจัดเรียงตัวตามการเปลี่ยนแปลงทิศทางของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในแต่ละครั้ง สนามแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะเปลี่ยนแปลงหลายล้านครั้งต่อวินาที ทำให้น้ำหรือโมเลกุลที่มีขั้วต่างๆ หมุน เพื่อรักษาการจัดเรียงตัวด้วยการเปลี่ยนขั้วอย่างรวดเร็ว ซึ่งการหมุนของโมเลกุลต่างๆ เหล่านี้ทำให้เกิดแรงเสียดทานกับตัวกลางที่อยู่รอบๆ และเกิดความร้อนขึ้น (Copson, 1975)

2.5.7.7.1 การเลือกใช้ระดับความร้อนในการประกอบอาหาร ส่วนมากจะมี 5 ระดับของการทำงาน คือ High, Medium high, Medium, Medium low, Low

1 High (full power) หมายถึง กำลังแรงสุด ถ้าใช้ระบบนี้ในการปรุงอาหารจะช่วยให้อาหารสุกอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปใช้ปรุงอาหารประเภทปลา เบคอน ผักต่างๆ อุ่นอาหารให้ร้อน เครื่องดื่ม ละลายเนย และเนื้อ (ประเภทไม่เหนียว)

2. Medium high ระบบนี้เหมาะสำหรับ อบอาหาร ปิ้งอาหาร และอาหารที่สุกแล้ว โดยทั่วไปจะใช้ระบบนี้กับอาหารประเภทดังนี้ อุ่นอาหารที่ต้องการให้ร้อน อุ่นขนมปัง ไก่ย่าง หมูย่าง และปรุงอาหารประเภทที่มีส่วนผสมของเนยแข็ง

3 Medium ระบบนี้เหมาะสำหรับทำอาหารประเภทซุป สเต็ก ข้าว อบ หมูสับ อาหารที่แช่แข็ง ทำแฮมเบอร์เกอร์ ละลายน้ำแข็ง และต้มไข่

4 Medium low ระบบนี้ใช้ละลายอาหารที่แช่แข็ง เคี่ยวหรืออุ่นอาหารบางประเภทเท่านั้น อาหารส่วนใหญ่จะต้องเก็บรักษาไว้ในห้องเย็น เมื่อต้องการใช้จะต้องเสียเวลาในการรอน้ำแข็งละลายหรือคลายความเย็น แต่ระบบนี้ช่วยประหยัดเวลาในการละลายอาหารแช่แข็ง โดยอาหารยังคงสภาพความสดไว้เช่นเดิม และไม่เสียคุณค่าทางอาหาร

5.Low ระบบนี้ใช้สำหรับอุ่นอาหารที่ไม่ต้องการให้อาหารร้อนจัดจนเกินไป จะทำให้เสียรสชาติ และสีสันของอาหารสดกว่าอุ่นอาหารจากเตาทั่วๆ ไป เพราะสามารถปรับระดับความร้อนที่เหมาะสมกับชนิดของอาหารได้ตามที่ต้องการ การเลือกกำลังของคลื่นไมโครเวฟหรือระดับความร้อนของไมโครเวฟและเวลานั้น ขึ้นอยู่กับประเภทของอาหาร และปริมาณของอาหาร ซึ่งจะทำให้เวลานั้นการประกอบอาหารนั้นสั้นกว่าการประกอบอาหารทั่วไปและสามารถคงคุณค่าของอาหารได้ครบถ้วนเพราะการประกอบอาหารด้วยเตาไมโครเวฟ ใช้เวลาเพียงเล็กน้อยจึงทำให้คุณค่าของอาหารไว้ทั้งรส และลักษณะปรากฏ เช่น สีของอาหาร (ศิริพรรณ และคณะ, 2555)

ตารางที่ 2.9 แสดงกำลังคลื่นไมโครเวฟ (ร้อยละ) ตามระดับความร้อน

ระดับความร้อน	กำลังคลื่นไฟฟ้า(ร้อยละ)
High	100
Medium high	70
Medium	50
Medium low	30
Low	20

ที่มา : ศิริพรรณ และคณะ, 2555

2.5.7.8 การคืนสภาพอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง ปัจจุบันมีมากมายทั้งชนิดอาหารคาวหวานซึ่งส่วนใหญ่จะมีคำแนะนำการคืนสภาพไว้บนฉลาก โดยมักจะระบุให้คืนสภาพด้วยไมโครเวฟ 3 – 5นาที เช่น แกงเขียวหวานไก่ให้คืนสภาพด้วยไมโครเวฟ 5 – 6นาที และซาลาเปาแช่แข็ง ซึ่งแนะนำให้นึ่งในน้ำเดือดนาน 8 นาที) (ศิริพรรณ และคณะ, 2555) ตามลักษณะทางกายภาพ การคืนสภาพผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง หมายถึง กระบวนการที่ตรงข้ามกับการแช่เยือกแข็งจัดเป็นกระบวนการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง เพื่อทำให้ผลึกน้ำแข็งละลายกลับคืนสู่สภาพเดิม ซึ่งจัดเป็นงานขั้นสุดท้ายของการแช่เยือกแข็งก่อนที่จะนำไปบริโภคหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป ตามปกติอัตราการคืนตัวที่อุณหภูมิห้องจะใช้เวลานานมากโดยเฉพาะ

อาหารที่มีขนาดใหญ่ ชิ้นหนาทำให้เสียเวลาและเปลืองพื้นที่ที่ต้องใช้เพื่อการคืนรูปด้วย เพราะเมื่อใช้เวลานานจะเปิดโอกาสให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ที่ผิวนอกของอาหารซึ่งจะคืนตัวก่อนเป็นผลให้มีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นสูงขึ้น ซึ่งจะกระทบการแปรรูปในขั้นตอนต่อไปและยังอาจทำให้คุณภาพด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัสและสีเปลี่ยนไปได้ด้วย โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์พวกเนื้อสัตว์และเนื้อปลา เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว คือวิธีการเร่งอัตราการคืนตัวให้เร็วขึ้น ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

2.5.7.8.1 การหมุนเวียนของน้ำเย็น กระทำได้โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง มาแช่ลงในภาชนะที่มีน้ำเย็นอุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส โดยให้น้ำนั้นมีการหมุนเวียนตลอดเวลา เพื่อช่วยให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไปได้ดีขึ้นและช่วยรักษาอุณหภูมิของผิวหน้าอาหารไม่ให้สูงเกินไป แต่วิธีนี้จะทำให้เกิดการสูญเสียสารอาหารบางชนิดที่ละลายน้ำได้ อย่างไรก็ตามวิธีนี้เป็นวิธีประหยัดค่าใช้จ่ายและยังเป็นที่นิยมใช้กันในโรงงานอุตสาหกรรม

2.5.7.8.2 การใช้เตาอบ วิธีนี้ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องผ่านการหุงต้มโดยการอบให้สุกไปพร้อมกับการคืนตัวแล้วพร้อมที่จะนำไปรับประทาน

2.5.7.8.3 การใช้กระแสไฟผ่านแผ่นขั้วไฟฟ้า ทำได้โดยการนำอาหารที่ผ่านการแช่เยือกแข็งไปแช่ลงในของเหลวที่เป็นตัวกลางซึ่งมักจะเป็นน้ำ โดยมีแผ่นขั้นไฟฟ้า 2 แผ่น ขั้วไฟฟ้า 2 แผ่น จุ่มอยู่ ต่ออยู่กับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความต่างศักย์ 300 โวลต์ มีสวิตช์ปิดเปิดได้อัตโนมัติเพื่อควบคุมไม่ให้เกิดความร้อนสูงเกินไปนับว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่งเพราะอัตราการคืนตัวโดยวิธีนี้จะเร็วกว่าวิธีแรกถึง 3 เท่า

2.5.7.8.4 การใช้ไมโครเวฟ เป็นการอาศัยความร้อนที่เกิดขึ้นจากช่วงความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในระดับไมโครเวฟ วิธีนี้จะประหยัดเวลาและเนื้อที่ได้มากและสามารถจัดทำเป็นกระบวนการแบบต่อเนื่องได้ดี การสูญเสียในรูปของน้ำที่ไหลเยิ้มออกมาน้อยที่สุด ผลิตภัณฑ์ไม่ต้องสัมผัสกับของเหลวอื่นที่ทำให้เสียคุณค่า (สายสนม, 2540)

2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภีมพัฒน์ และนงลักษณ์ (2556) การศึกษาผลิตภัณฑ์ข้าวปั้นก้อนแช่แข็งจากปลายข้าว การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาสูตรพื้นฐาน และกรรมวิธีในการผลิตข้าวปั้นก้อนแช่แข็งทั้ง 3 สูตร โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.4$\pm$0.2 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 25.5$\pm$0.5 กรัม เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปศึกษาอัตราส่วนระหว่างปลายข้าวสุกต่อแป้งสาลีที่เหมาะสมในการผลิตข้าวปั้นก้อนแช่แข็ง 3ระดับ คือ 5:15 10:10 และ 15:5 ผลทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า อัตราส่วนปลายข้าวสุกต่อแป้งสาลี 10:10 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในทุกๆด้านสูงสุดและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) จากนั้นทำการศึกษาระยะเวลาในการอุ่นด้วยเตาไมโครเวฟ 3 ระยะเวลา คือ 60 90 และ120 วินาที และตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ระยะเวลาอุ่น 90 วินาที ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกๆด้านสูงสุด และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ซึ่งทำการตรวจสอบคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า ระยะเวลาการอุ่นที่ 90 วินาที มีค่าความยืดหยุ่นและค่าความเกาะติดกันสูงสุด จากนั้นนำมาวิเคราะห์ผลทางกายภาพ พบว่า มีค่า (L*) เท่ากับ 44.796 ค่า (a*) เท่ากับ

18.414 และค่า (b*) เท่ากับ 24.548 และผลการวิเคราะห์ทางเคมี พบว่า มีความชื้นร้อยละ 66.83 ไขมันร้อยละ 4.22 เส้นใยหยาบร้อยละ 1.41 โปรตีนร้อยละ 4.81 เถ้าร้อยละ 2.09 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 20.66 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจมาก และมีความชอบในระดับปานกลาง ซึ่งผลการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวปั้นก้อนแช่แข็งจากปลายข้าว คิดเป็นร้อยละ 96

ศิริพรรณ และคณะ (2555) การศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหลือทิ้งเพื่อพัฒนาแป้งขนมเบื้องไทยโบราณสำเร็จรูปแช่แข็ง จากการศึกษาโดยการนำกากถั่วเหลืองสดอบด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสนาน 10 ชั่วโมง (ความชื้นไม่เกิน 14%) แล้วนำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมซ จนได้แป้งกากถั่วเหลืองแล้วนำอัตราส่วนแป้งกากถั่วเหลือง : แป้งถั่วเขียว ที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 100, 80 และ 50 นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความชอบ แผ่นแป้งขนมเบื้องที่ใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งถั่วเขียว ในอัตราส่วนแป้งกากถั่วเหลือง : แป้งถั่วเขียว ร้อยละ 100 : 0 จากนั้นนำน้ำแป้งมาบรรจุในกล่องพลาสติกโพลีโพรพิลีน (PP) และนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ –20องศาเซลเซียส พบว่า ระยะการคืนตัวของแป้งขนมเบื้องไทยโบราณสำเร็จรูปแช่แข็งที่เหมาะสมที่สุดคือ 2 นาที น้ำแป้งมีปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) 13.78$\pm$0.59, เส้นใยหยาบ (ร้อยละ) 3.91$\pm$0.22 และแผ่นแป้งเปล่ามีปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) 13.78$\pm$0.59, เส้นใยหยาบ (ร้อยละ) 1.55$\pm$0.02 และจากการวิเคราะห์จุลินทรีย์ พบว่า ไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์รา ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด และสามารถเก็บรักษาน้ำแป้งแช่แข็งได้ในระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ –20องศาเซลเซียส ซึ่งผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยผู้บริโภคมีความยอมรับปานกลาง และสนใจซื้อร้อยละ 70

งานวิจัยแปรรูปข้าวเพื่อประโยชน์ต่างๆ ในปัจจุบันเริ่มมีมากขึ้น และที่น่าสนใจคือมีหลายผลิตภัณฑ์ที่กำลังพัฒนาขึ้นมานั้นมีโอกาสสร้างมูลค่าได้อย่างมากมายเหนือกว่าตัวข้าวสารเองหลายเท่าตัว และหากทำได้สำเร็จก็จะเป็นทางออกหนึ่งในการลดปริมาณข้าวสารจากตลาด แต่หันไปแปรรูปแทน ดังนั้นปัญหาเรื่องของราคาตกต่ำก็น่าจะหมดไป (พีระเดช,2556)

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปข้าว โดยสามารถนำข้าวที่ผลิตในประเทศไทยไปทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิด อาทิเช่น เครื่องดื่มจากข้าว ผลิตภัณฑ์ขนมกรอบจากข้าวกล้อง การใช้แป้งข้าวทดแทนไขมันในน้ำสลัด พัฒนาผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูประดับอุตสาหกรรม เป็นต้น (สุนันทา และคณะ,2547)

ในแต่ละปี อุตสาหกรรมอาหารว่างในบางประเภทเช่นสหรัฐอเมริกาทำรายได้หนึ่งร้อยล้านดอลลาร์ ตลาดของอาหารจำพวกนี้กว้าง หลายบริษัทต้องการเป็นหุ้นส่วนของตลาดอาหารทานเล่นนี้ ผลที่ตามมาก็คือการจัดรายการที่กระตุ้นให้ผู้บริโภคซื้อสินค้าจำพวกนี้ โฆษณาของอาหารกินเล่นมีมากกว่าโฆษณาของอาหารปกติ (เช่นผลไม้ ผัก เนื้อหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากนม) และโฆษณาในโทรทัศน์ส่วนใหญ่จะมุ่งขายอาหารประเภทนี้หลังจากที่ความตระหนักถึงคุณค่าทางอาหาร อาหารที่รับประทานเข้าไป การลดหรือคุมน้ำหนัก และสุขภาพเริ่มมีมากขึ้น หลายคนจึงเริ่มหันมาบริโภคเพื่อสุขภาพ และเลือกอาหารทานเล่นที่มีเป็นของธรรมชาติเช่นผลไม้ (สดหรืออบแห้ง) ผัก (แท่งแครอต) ถั่วและธัญพืช

แนวความคิดด้านการตลาดเพื่อสังคม (social marketing concept) เป็นการศึกษาเรื่องความต้องการและการสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภค โดยคำนึงถึงสวัสดิภาพของสังคมส่วนรวม โดยหวังผลการ

ตอบสนองเป็นเป้าหมายขององค์การที่ต้องการในระยะยาวเพื่อให้องค์การบรรลุเป้าหมาย กิจการต้องคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อปัญหาต่าง ๆ ของสังคมที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการดำเนินงานทางธุรกิจ ได้แก่ ความเสื่อมโทรมของสภาพสิ่งแวดล้อม การเกิดภาวะเงินเฟ้ออันเนื่องมาจากราคาสินค้าเพิ่มขึ้น การขาดแคลนทรัพยากรบางประเภท ปัญหาที่เกิดขึ้นองค์การควรจะมีความรับผิดชอบต่อสังคม และผู้บริโภคทางด้านต่าง ๆ ได้แก่ ไม่ผลิตสินค้าที่ด้อยคุณภาพไม่ผลิตสินค้าที่เป็นพิษเป็นภัยต่อประชาชน ไม่ค้ากำไรเกินควร ไม่โฆษณาชวนเชื่อมากเกินไป (จิตรกร,2557)

อัมพวัลย์ วิศวธีรานนท์ (2541) ศึกษาเรื่องวิถีชีวิตของคนไทยรุ่นใหม่: ศึกษากรณีพฤติกรรมบริโภคอาหารของนักเรียนไทยในเขตกรุงเทพมหานคร และการศึกษาพบว่า

1. วัยรุ่นมีหลักบริโภคอาหาร (ร้อยละ 90) และคำนึงถึงหลักโภชนาการร้อยละ 30.9 เท่านั้น

2. วัยรุ่นมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่เหมาะสมถูกหลักโภชนาการอยู่ในระดับต่าง ๆ กัน ส่วนใหญ่มีพฤติกรรมทางบริโภคอาหาร (โดยรวม) อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนที่อยู่ในระดับสูงและระดับต่ำมีจำนวนน้อยกว่าและมีสัดส่วนพอ ๆ กัน เมื่อแยกพิจารณาเป็นรายมิติพบว่า

2.1 มิติจำนวนมื้ออาหารและลักษณะอาหารที่บริโภค พบว่า วัยรุ่นส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

2.2 มิติปริมาณอาหารที่บริโภค พบว่า วัยรุ่นส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารเหมาะสมอยู่ในระดับสูงและปานกลาง

2.3 มิติสถานที่บริโภคอาหาร พบว่า วัยรุ่นส่วนใหญ่จะบริโภคอาหารที่บ้านแทบทุกมื้อ และหากจะบริโภคอาหารนอกบ้านจะเลือกร้านอาหารทั่ว ๆ ไป

3. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคอาหารของนักเรียนวัยรุ่น ได้แก่ อายุ รายได้ ระดับการศึกษา ความถี่ของการบริโภคอาหารร่วมกันของครอบครัว การเลือกรับข่าวสารจากโฆษณา ซึ่งโทรทัศน์เป็นสื่อโฆษณาที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคอาหารของนักเรียนวัยรุ่นมากที่สุด และบุคคลที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคอาหาร ได้แก่ เพื่อน หรือตนเอง

นิตยา ภัทรกรรม (2542) ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารจานด่วนของประชากรวัยทำงานในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ประชากรวัยทำงานที่มีความรู้เกี่ยวกับโภชนาการและอาหารจานด่วนดีและไม่ดี ไม่มีผลต่อพฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหารจานด่วน และปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารจานด่วนของประชากรวัยทำงาน คือทัศนคติเกี่ยวกับอาหารจานด่วน และการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับอาหารจานด่วนจากโทรทัศน์ ส่วนพฤติกรรมบริโภคอาหารจานด่วน ด้านชนิดอาหาร ส่วนใหญ่นิยมรับประทานไก่ทอด รองลงมาคือ เสียค่าใช้จ่ายในการบริโภคครั้งละ 51-100 บาทต่อคนต่อครั้ง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย
ข้าวตังปรุงรส
ข้าวอบกรอบ
ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ปลายข้าวหรือข้าวหักและข้าวก้นหม้อ

3.1.2 น้ำมันปาล์ม (สำหรับทอด)

3.1.3 เกลือ ตราปรุงทิพย์

3.1.4 น้ำตาล ตรามิตรผล

3.1.5 เมล็ดฟักทอง

3.1.6 เมล็ดทานตะวัน

3.1.7 เมล็ดมะม่วงหิมพานต์

3.1.8 ผงปรุงรส

3.1.9 กะทิกล่อง ตราชาวเกาะ

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 เครื่องชั่งดิจิตอลรุ่น ARC 120 ยี่ห้อ OHAUS

3.2.2 ถาดอบแห้ง

3.2.3 เครื่องอบแห้ง

3.2.4 ช้อน

3.2.5 ไม้พาย

3.2.6. มีด

3.2.7 เตาแก๊ส

3.2.8 หม้อสแตนเลส

3.2.9 เทอร์โมมิเตอร์ 0-300 องศาเซลเซียส

3.2.10 ขวดแก้วและซองฟอยด์

3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.1 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.3.1.1. เครื่องวัดค่าสี Spectrophoto meter CM-3500d

3.3.1.2. เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aw) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.3.1.3 เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) รุ่น TA-XT2i หัว (HDP/BS)

3.3.2 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.3.2.1 เครื่องวัดความชื้น Moisture Determination Balance FD-620

3.3.2.2 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน Foss Soxtec205

3.3.2.3 เครื่องวัดปริมาณเส้นใยอาหาร Foss Fibertec 1020 และ Foss Cold Extraction Unit1021

3.3.2.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ชุดย่อย BUCHI Digestion Unit K-435

ชุดดูดจับไอกรด BUCHI Scrubber B-414

กลั่น BUCHI Distillation B-324

3.3.2.5 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า muffle furnace

3.3.2.6 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = 100 – (%โปรตีน+%ไขมัน+%เถ้า+%เยื่อใย+% ความชื้น)

3.3.2.7 เครื่องหาปริมาณความชื้น ยี่ห้อ Moisture Determination Balance FD-620

3.3.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางประสาทสัมผัส

โดยทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 60 คน นำมา นำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance- Anova) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test (DMRT)

3.3.4 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.3.4.1 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air Oven) Binder รุ่น FD 115

3.3.4.2 หม้ออัดความดัน (Autoclave) sanyo รุ่น lado Autoclave

3.3.4.3 ตู้ปลอดเชื้อ Heal Forec รุ่น A2

3.3.4.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ (PCA) สำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด

3.3.4.5 จานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ

3.3.4.6 ปิเปตขนาด 1 มล.ที่ปลอดเชื้อ

3.3.4.7 บีกเกอร์ขนาด 50 ml

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผล

3.4.1 แบบสอบถาม

3.4.2 เครื่องคอมพิวเตอร์: โปรแกรมสำเร็จรูป

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ห้อง 521 ,621และ 622 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.6 ระยะเวลาทำการวิจัย

1 ตุลาคม 2559 – 30 กันยายน 2560

3.7 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.7.1 สำรวจผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่น) ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่นเป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น ในท้องตลาดแหล่งตลาด OTOP หรือตามห้างสรรพสินค้าที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ได้แก่ ห้างโลตัส ห้างเดอะมอลล์ ห้างท็อปซุปเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว โดยทางผู้วิจัยต้องการพัฒนาปลายข้าวหรือข้าวหักและข้าวก้นหม้อ ให้ผู้บริโภคที่ชอบรับประทานขนมขบเคี้ยวจากข้าว ให้หันมาสนใจผลิตภัณฑ์ที่นำของเหลือทิ้งหรือตกเกรดมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักแทน ซึ่งมีราคาถูกกว่าในท้องตลาด โดยให้มีคุณลักษณะด้านกายภาพและทางเคมีที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวในท้องตลาดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

3.7.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

3.7.1.1.1 วัดขนาด กว้างXยาว (เซนติเมตร) ด้วยเครื่องมือวัดค่า Vernier caliper และ น้ำหนัก (กรัม)

3.7.1.1.2 ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) โดยนำผลิตภัณฑ์ บดให้ละเอียดมาใส่ในภาชนะใส่ตัวอย่างเพื่อวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น CX3TE

3.7.1.1.3 ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่นCM-3500d โดยนำเอาผลิตภัณฑ์มาวัดค่าสี และแสดงผลในรูป ของค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)

3.7.1.1.4 วัดค่าเนื้อสัมผัส โดยนำสูตรที่ดีที่สุดมาวัดค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i หัว HDP/CFS, Pre-Test Speed 1.0 mm/s, Test Speed 1.0 mm/s, Post-Test Speed 10.0 mm/s, Distance 3 mm

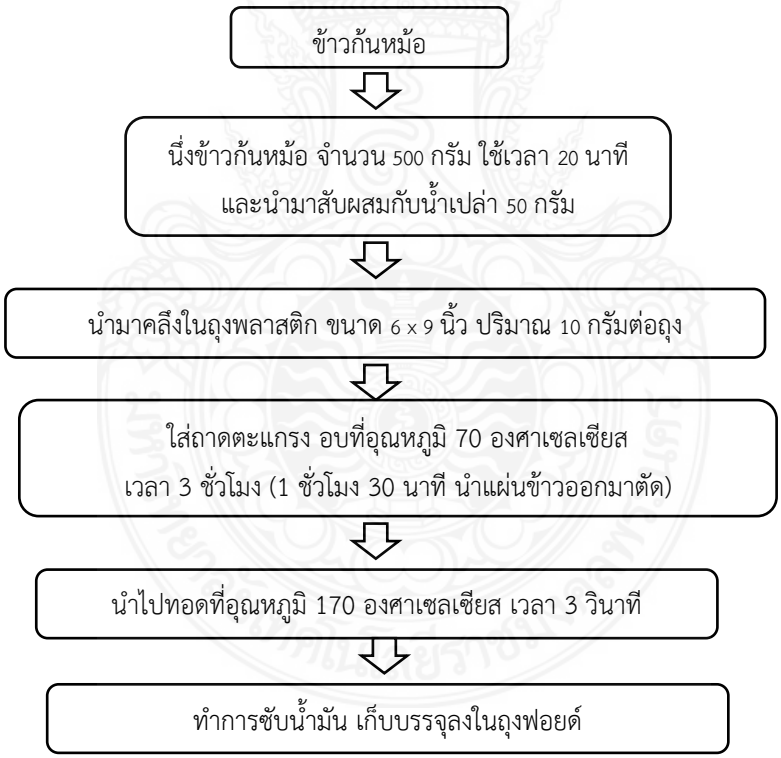
3.7.1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

3.7.1.2.1 ตรวจวัดค่าปริมาณความชื้น โดยนำตัวอย่างมาปั่นให้ละเอียดใส่ภาชนะใส่ตัวอย่าง 3 กรัม โดยใช้เครื่องวิเคราะห์หาความชื้นแบบอินฟาเรด (Moisture Determination Balance) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น FD-620

3.7.2 ศึกษาสูตรและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

<u>การเตรียมข้าวก้นหม้อที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นข้าวตังปรุงรส</u>

นำข้าวก้นหม้อที่เหลือจากการหุงข้าวเจ้าจากร้านอาหารบริเวณเทเวศร์ เพื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมหลักในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส โดยนำสูตรพื้นฐานมาจาก แผนงานพิเศษ เรื่อง ข้าวตังสมุนไพรปรุงรสชนิดแท่ง (มุกรินทร์ และทศนัย,2550) มาทำการดัดแปลงสูตร เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่สนใจของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น โดยวิธีการเตรียมข้าวก้นหม้อในการผลิตข้าวตังปรุงรส แสดงกรรมวิธีกระบวนการผลิต แสดงดังแผนภาพที่ 3.1



แผนภาพที่ 3.1. แสดงกรรมวิธีเตรียมข้าวก้นหม้อในการข้าวตังสมุนไพรปรุงรสชนิดแท่ง

ที่มา : มุกรินทร์ และทศนัย,2550

3.7.2.1 ศึกษาปริมาณข้าวก้นหม้อที่เหมาะสมในการผลิตข้าวตังปรุงรส

นำข้าวก้นหม้อที่ผ่านกระบวนการเตรียมข้าวก้นหม้อในการผลิตข้าวตังปรุงรส จากแผนภาพที่ 3.1 โดยนำสูตรพื้นฐานมาจาก แผนงานพิเศษ เรื่องข้าวตังสมุนไพรปรุงรสชนิดแท่ง (มุกรินทร์ และทศนัย,2550) มาทำการดัดแปลงสูตร และแผนงานพิเศษ เรื่อง การวิจัยและพัฒนาธัญพืชทอดกรอบ (นริสรา และเบญจวรรณ,2553) ซึ่งทำการเติมธัญพืชจากงานวิจัยลงไปสูตร เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่สนใจของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น มาทำการศึกษาปริมาณข้าวก้นหม้อที่จำนวน 3 ระดับ คือ 100 ,110 และ 120 กรัม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) จากนั้นนำไปใส่ในถุงพลาสติกขนาด กว้าง X ยาว (6x9 นิ้ว) แล้วทำการรีดให้เต็มแผ่น จากนั้นนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทอดที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วินาที และนำไปอบแห้งไล่น้ำมันที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วินาที แสดงดังแผนภาพที่ 3.2 เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปพัฒนาต่อไป

แผนภาพที่ 3.2. แสดงกรรมวิธีในการผลิตข้าวตังปรุงรส

ที่มา : ดัดแปลงกรรมวิธีการผลิตข้าวตัง (มุกรินทร์ และทศนัย,2550)
ดัดแปลงกรรมวิธีการผลิตการวิจัยและพัฒนาธัญพืชทอดกรอบ (นริสรา และเบญจวรรณ,2553)

3.7.2.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1.วัดขนาด หนาXยาว (เซนติเมตร) ด้วยเครื่องมือวัดค่า Vernier caliper และ น้ำหนัก (กรัม) (หลังอบแห้งและหลังทอด)

2. ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) โดยนำผลิตภัณฑ์ บดให้ละเอียดมาใส่ในภาชนะใส่ตัวอย่างเพื่อวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น CX3TE (หลังอบแห้งและหลังทอด)

3. ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่นCM-3500d โดยนำเอาผลิตภัณฑ์มาวัดค่าสี และแสดงผลในรูป ของค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) (หลังทอด)

4. วัดค่าเนื้อสัมผัส โดยนำสูตรที่ดีที่สุดมาวัดค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i หัว HDP/CFS, Pre-Test Speed 1.0 mm/s, Test Speed 1.0 mm/s, Post-Test Speed 10.0 mm/s, Distance 3 mm (หลังทอด)

3.7.2.1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1.เครื่องวิเคราะห์หาค่าความชื้น (Moisture Determination Balance) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น FD-620 (หลังอบแห้งและหลังทอด)

3.7.2.1.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 60 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครประเมินผลในด้าน สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนน 9 ระดับโดยใช้วิธี 9-Point Hedonic Scale Test (1=ไม่ชอบมากที่สุด, 9=ชอบมากที่สุด) และนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance–ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ในแต่ละ Treatment โดยวิธี Duncan’s New Multiple’s Range test (DMRT)

3.7.2.2 ศึกษาปริมาณผงปรุงรสที่เหมาะสมในการผลิตข้าวตังปรุงรส

นำสูตรที่ดีที่สุดจากข้อ 3.7.2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่สนใจของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น มาทำการศึกษาปริมาณผงปรุงรสที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับ คือ (ร้อยละ) 5 , 10 และ 15 กรัม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) จากนั้นนำสูตรที่ได้คะแนนความชอบมากที่สุด มาทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปพัฒนาต่อไป

3.7.2.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตามวิธีข้อ 3.7.2.1.3)

3.7.2.2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (หลังทอด)

1.นำสูตรที่ดีที่สุดมาทำการวิเคราะห์

ปริมาณไขมัน,ปริมาณเส้นใย,ปริมาณโปรตีน,ปริมาณเถ้าและปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC,2000)

3.7.2.2.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสบรรจุถุงละ 30 กรัม ในถุงฟอยด์ปิดผนึกด้วยการซิลปากถุง เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นำผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา โดยสุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน รวมเป็นระยะเวลา 2 เดือน

3.7.2.3 เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง

นำผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการทดสอบคุณสมบัติและนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

3.7.2.3.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ตามวิธีข้อ 3.7.2.1.1)

3.7.2.3.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1.เครื่องวิเคราะห์หาค่าความชื้น (Moisture Determination Balance) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น FD-620

3.7.3 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ไปทดลองตลาด (Consumer test) บรรจุในถุงฟอยด์ปิดผนึกด้วยการซิลปากถุง ทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน แบบ Central Location test (CLT) เป็นการทดสอบในห้างสรรพสินค้า , มหาวิทยาลัย โดยให้ผู้บริโภค

ทดสอบผลิตภัณฑ์แล้วตอบคำถามในแบบสอบถาม เพื่อศึกษาแนวโน้มการตลาด การกำหนดราคาเพื่อทราบถึงแนวโน้มในการยอมรับผลิตภัณฑ์

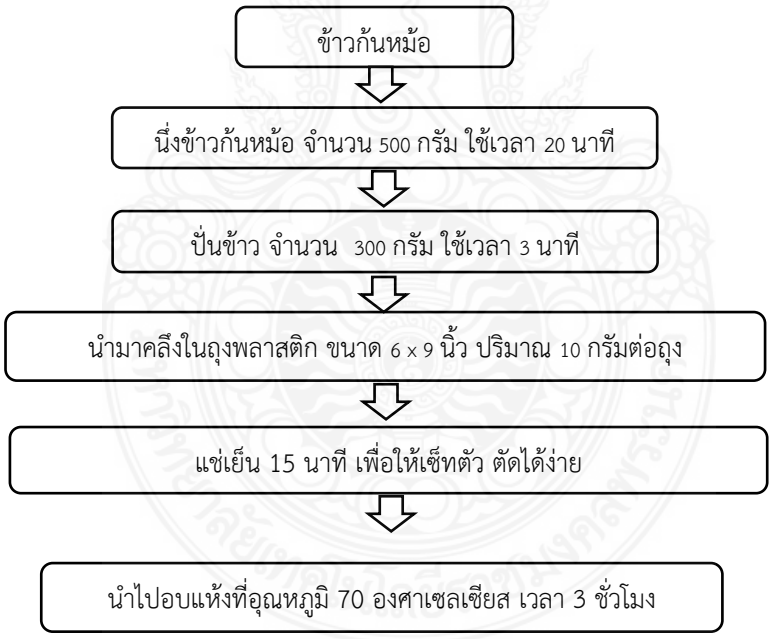
3.8 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.8.1 สำรวจผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่น) ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว (ตามวิธีข้อ 3.7.1)

3.8.2 ศึกษาสูตรและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

<u>การเตรียมข้าวก้นหม้อที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นข้าวอบกรอบ</u>

นำข้าวก้นหม้อที่เหลือจากการหุงข้าวเจ้าจากร้านอาหารบริเวณเทเวศร์ เพื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมหลักในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบ โดยนำสูตรพื้นฐานมาจาก แผนงานพิเศษ เรื่อง ข้าวตังสมุนไพรปรุงรสชนิดแท่ง (มุกรินทร์ และทศนัย,2550) มาทำการดัดแปลงสูตร เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่สนใจของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น โดยวิธีการเตรียมข้าวก้นหม้อในการผลิตข้าวอบกรอบ แสดงกรรมวิธีกระบวนการผลิต แสดงดังแผนภาพที่ 3.3



แผนภาพที่ 3.3 แสดงกรรมวิธีเตรียมข้าวก้นหม้อในการผลิตข้าวอบกรอบ

ที่มา : ดัดแปลงกรรมวิธีการผลิตข้าวตังสมุนไพรปรุงรสชนิดแท่ง (มุกรินทร์ และทศนัย,2550)

ดัดแปลงกรรมวิธีการผลิตการวิจัยและพัฒนาธัญพืชทอดกรอบ (นริสรา และเบญจวรรณ,2553)

3.8.2.1 ศึกษาปริมาณข้าวก้นหม้อที่เหมาะสมในการผลิตข้าวอบกรอบ

นำข้าวก้นหม้อที่ผ่านกระบวนการเตรียมข้าวก้นหม้อ มาทำการศึกษาปริมาณข้าวก้นหม้อที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับ คือ 120 ,130 และ 140 กรัม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) จากนั้นนำไปใส่ในถุงพลาสติกขนาด กว้าง X ยาว (6x9 นิ้ว) แล้วทำการรีดให้เต็มแผ่น จากนั้นนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นทำนำเข้าอบด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 15 วินาที เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปพัฒนาต่อไป

3.8.2.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ตามวิธีข้อ 3.7.2.1.1)

3.8.2.1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (ตามวิธีข้อ 3.7.2.1.2)

3.8.2.1.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตามวิธีข้อ 3.7.2.1.3)

3.8.2.2 ศึกษาระยะเวลาการบ่มข้าวอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตข้าวอบกรอบ (หลังการอบแห้ง)

นำสูตรที่ดีที่สุดจากข้อ 3.8.2.1 หลังการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มาทำการศึกษาระยะเวลาการบ่มข้าวอบแห้งที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับ คือ 12 , 24 และ 36 ชั่วโมง ซึ่งจะส่งผลต่อการพองการขยายตัวของข้าวอบกรอบ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปพัฒนาต่อไป

3.8.2.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตามวิธีข้อ 3.7.2.1.3)

3.8.2.3 ศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟของข้าวอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตข้าวอบกรอบ

นำสูตรที่ดีที่สุดจากข้อ 3.8.2.2 ที่ผ่านการบ่มข้าวอบแห้งแล้ว มาทำการศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟที่ระดับความร้อนสูงสุดของเครื่อง เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น ทำการศึกษาระเวลาที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับ 15 , 20 และ 25 วินาที โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) และนำมาปรุงรสต้มยำสำเร็จรูปตามวิธีการใช้ของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

3.8.2.3.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ตามวิธีข้อ 3.7.2.2.1)

3.8.2.3.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (ตามวิธีข้อ 3.7.2.2.2)

3.8.2.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตามวิธีข้อ 3.7.2.2.3)

3.8.2.3.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบบรรจุถุงละ 30 กรัม ในถุงฟอยด์ปิดผนึกด้วยการซิลปากถุง เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นำผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา โดยสุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน รวมเป็นระยะเวลา 2 เดือน

3.8.2.4 เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง

นำผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการทดสอบคุณสมบัติและนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

3.8.2.4.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ตามวิธีข้อ 3.7.2.2.1)

3.8.2.4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (ตามวิธีข้อ 3.7.2.3.2)

3.8.3 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบและนำมาปรุงรสต้มยำสำเร็จรูปตามวิธีการใช้ของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ไปทดลองตลาด (Consumer test) บรรจุในถุงฟอยด์ปิดผนึกด้วยการซิลปากถุง ทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน แบบ Central Location test (CLT) เป็นการทดสอบในห้างสรรพสินค้า , มหาวิทยาลัย โดยให้ผู้บริโภค ทดสอบผลิตภัณฑ์แล้วตอบคำถามในแบบสอบถาม เพื่อศึกษาแนวโน้มการตลาด การกำหนดราคาเพื่อทราบถึงแนวโน้มในการยอมรับผลิตภัณฑ์

3.9 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.9.1 สำรวจผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่น) ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว (ตามวิธีข้อ 3.7.1)

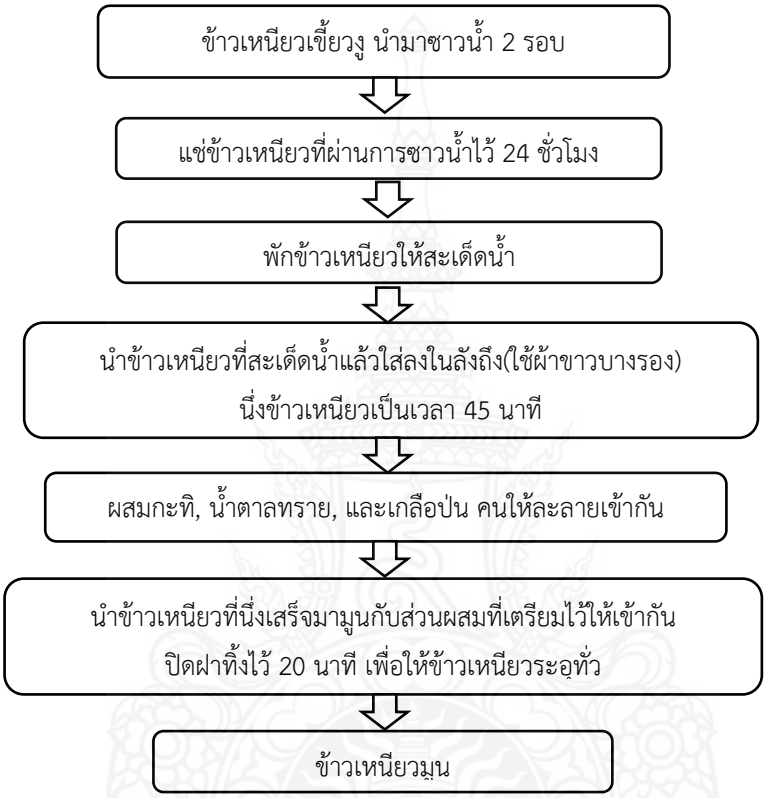
3.9.2 ศึกษาสูตรและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

3.9.2.1 ศึกษาปริมาณน้ำกะทิที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

นำสูตรพื้นฐานสูตร ขนมไทยสูตรต้นตำรับ (สุกัญญา, 2556) มาเป็นสูตรตั้งต้นในการผลิตข้าวเหนียวมูน ซึ่งเป็นสูตรพื้นฐานที่ดีที่สุดจากโครงงานพิเศษ เรื่องการใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนกะทิในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง (กฤษดา และยุทธนา,2559) โดยนำมาศึกษาปริมาณ

น้ำกะทิที่เหมาะสม โดยทำการดัดแปลงสูตรจากสูตรน้ำกะทิสดเป็นน้ำกะทิกล่องสำเร็จรูป จำนวน 3 ระดับ 165 , 170 และ 175 กรัม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปพัฒนาต่อไป แสดงกรรมวิธีกระบวนการผลิต แสดงดังแผนภาพที่ 3.4

<u>การเตรียมข้าวเหนียวหักที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเหนียวมูน</u>



แผนภาพที่ 3.4 แสดงกรรมวิธีเตรียมข้าวเหนียวหักในการผลิตข้าวเหนียวมูน

ที่มา : ดัดแปลงกรรมวิธีการผลิต (สุกัญญา, 2556)

ตารางที่ 3.1 แสดงการศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูน

ส่วนผสม	**ปริมาณส่วนผสม(กรัม)**
	สูตร
กะทิ(น้ำกะทิสด)	165
ข้าวเหนียวเขี้ยวงู	250
น้ำตาลทราย	70
เกลือป่น	2.5

ที่มา : ดัดแปลงจาก สูตร สุกัญญา, 2556

3.9.2.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ข้าวเหนียวหัก)

1.ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่นCM-3500d โดยนำเอาผลิตภัณฑ์มาวัดค่าสี และแสดงผลในรูปของค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)

3.9.2.1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1.ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่นCM-3500d โดยนำเอาผลิตภัณฑ์มาวัดค่าสี และแสดงผลในรูปของค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)

2. วัดค่าเนื้อสัมผัส โดยนำสูตรที่ดีที่สุดมาวัดค่า TPA (Texture Profile Analysis) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i หัว HDP/CFS, Pre-Test Speed 1.0 mm/s, Test Speed 1.0 mm/s, Post-Test Speed 10.0 mm/s, Distance 3 mm

3.9.2.1.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (ตามวิธีข้อ 3.7.2.3.2)

3.9.2.1.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตามวิธีข้อ 3.7.2.1.3)

3.9.2.2 ศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟหลังการแช่แข็งที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

นำสูตรที่ดีที่สุดจากข้อ 3.9.2.1 ที่ผ่านการแช่แข็งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งทำการชั่งข้าวเหนียวมูนน้ำหนัก 30 กรัม บรรจุลงกล่องพลาสติก จำนวน 4 ช่อง ขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส 4 × 4 เซนติเมตร ความหนา 1.3 ± 2 เซนติเมตร ทำการศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับ 20 , 30 และ 40 วินาที โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) เพื่อให้ได้สูตรที่ดีที่สุด

3.9.2.2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1.ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่นCM-3500d โดยนำเอาผลิตภัณฑ์มาวัดค่าสี และแสดงผลในรูปของค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)

2. วัดค่าเนื้อสัมผัส โดยนำสูตรที่ดีที่สุดมาวัดค่า TPA (Texture Profile Analysis) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i หัว HDP/CFS, Pre-Test Speed 1.0 mm/s, Test Speed 1.0 mm/s, Post-Test Speed 10.0 mm/s, Distance 3 mm

3.9.2.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตามวิธีข้อ 3.7.2.1.3)

3.9.2.2.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (ตามวิธีข้อ 3.7.2.2.1)

3.9.2.2.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง บรรจุกล่องละ 30 กรัม ในกล่องพลาสติกปิดฝามิดชิด เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา โดยสุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน รวมเป็นระยะเวลา 2 เดือน

3.9.2.3 เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง

นำผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการทดสอบคุณสมบัติและนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

3.9.2.3.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1.ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่นCM-3500d โดยนำเอาผลิตภัณฑ์มาวัดค่าสี และแสดงผลในรูปของค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)

2. วัดค่าเนื้อสัมผัส โดยนำสูตรที่ดีที่สุดมาวัดค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i หัว HDP/CFS, Pre-Test Speed 1.0 mm/s, Test Speed 1.0 mm/s, Post-Test Speed 10.0 mm/s, Distance 3 mm

3.9.3 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ไปทดลองตลาด (Consumer test) นำมาให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ เสิร์ฟคู่กับผลไม้สดตามฤดูกาล ทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน แบบ Central Location test (CLT) เป็นการทดสอบในห้างสรรพสินค้า , มหาวิทยาลัย โดยให้ผู้บริโภค ทดสอบผลิตภัณฑ์แล้วตอบคำถามในแบบสอบถาม เพื่อศึกษาแนวโน้มการตลาด การกำหนดราคาเพื่อทราบถึงแนวโน้มในการยอมรับผลิตภัณฑ์

บทที่ 4
ผลการวิจัย
ข้าวตังปรุงรส
ข้าวอบกรอบ
ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1.1 ผลสำรวจผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่น) ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่นเป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น ในท้องตลาดแหล่งตลาด OTOP หรือตามห้างสรรพสินค้าที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ได้แก่ ห้างโลตัส ห้างเดอะมอลล์ ห้างท็อปซุปเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว โดยทางผู้วิจัยต้องการพัฒนาปลายข้าวหรือข้าวหักและข้าวก้นหม้อ ให้ผู้บริโภคที่ชอบรับประทานขนมขบเคี้ยวจากข้าว ให้หันมาสนใจผลิตภัณฑ์ที่นำของเหลือทิ้งหรือตกเกรดมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักแทน ซึ่งมีราคาถูกกว่าในท้องตลาด โดยให้มีคุณลักษณะด้านกายภาพและทางเคมีที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวในท้องตลาดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 4.1.1

ตารางที่ 4.1.1 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสในท้องตลาดจำนวน 2 ยี่ห้อ

ชื่อผลิตภัณฑ์	ลักษณะผลิตภัณฑ์	ลักษณะที่ปรากฏ	
		สี	เนื้อสัมผัส
ยี่ห้อ A		น้ำตาลอมเข้ม	มีลักษณะเนื้อแข็ง กรอบ มีเนื้อหมูหยองกระจายทั่วแผ่น
ยี่ห้อ B		น้ำตาลอ่อน	มีลักษณะเนื้อแข็ง มีธัญพืชโรยที่ผิวหน้าทั่วแผ่น

ตารางที่ 4.1.2 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสในท้องตลาด จำนวน 2 ยี่ห้อ

คุณลักษณะ	ข้าวตังปรุงรสในท้องตลาด	
	ยี่ห้อ A	ยี่ห้อ B
ทางกายภาพ		
-ขนาด		
หนา Xยาว (เซนติเมตร)	0.66 ± 0.66 11.15 ± 0.34	0.55 ± 0.55 5.78 ± 0.01
น้ำหนัก (กรัม)	16.93 ± 0.79	5.88 ± 0.02
- ค่าสี		
- ค่าความสว่าง (L*)	56.62 ± 0.13 ^{a}	55.28 ± 1.04 ^{b}
- ค่าสีแดง (a*)	13.37 ± 0.26 ^{a}	5.60 ± 0.51 ^{b}
- ค่าสีเหลือง (b*)	33.70 ± 0.58 ^{a}	26.03 ± 0.73 ^{b}
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.198 ± 0.02 ^{b}	0.330 ± 0.05 ^{a}
- ค่าความแข็ง (นิวตัน)	13.34 ± 3.04 ^{b}	18.47 ± 1.94 ^{a}
-ค่าความกรอบ (นิวตัน)	27.80 ± 6.72 ^{a}	25.20 ± 9.83 ^{b}
ทางเคมี (ร้อยละ)		
- ค่าปริมาณความชื้น	1.92 ± 0.14 ^{b}	2.45 ± 0.13 ^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.1.2 ผลศึกษาสูตรและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

4.1.2.1 ผลการศึกษาปริมาณข้าวก้นหม้อที่เหมาะสมในการผลิตข้าวตังปรุงรส

เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่สนใจของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น มาทำการศึกษาปริมาณข้าวก้นหม้อที่จำนวน 3 ระดับ คือ 100 ,110 และ 120 กรัม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) นำผลการทดสอบที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเพื่อควบคุมวัตถุดิบเริ่มต้นให้มีค่าใกล้เคียงกันทุกครั้ง

ตารางที่ 4.1.3 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส (หลังอบแห้ง) จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะ	ปริมาณข้าวก้นหม้อ (กรัม)		
	100	110	120
ทางกายภาพ			
-ขนาด			
หนา X ยาว (เซนติเมตร)	0.12 ± 0.01 6.36 ± 0.01	0.17 ± 0.02 6.50 ± 0.07	0.20 ± 0.02 6.43 ± 0.04
น้ำหนัก (กรัม)	1.16 ± 0.19	1.38 ± 0.15	1.57± 0.12
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.573 ± 0.20 ^{c}	0.638 ± 0.03 ^{b}	0.767 ± 0.00 ^{a}
ทางเคมี (ร้อยละ)			
- ค่าปริมาณความชื้น	3.32 ± 0.24 ^{c}	7.14 ± 0.17 ^{b}	7.43 ± 0.11 ^{a}

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

ตารางที่ 4.1.4 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส (หลังทอด) จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะ	ปริมาณข้าวก้นหม้อ (กรัม)		
	100	110	120
ทางกายภาพ			
-ขนาด			
หนา Xยาว (เซนติเมตร)	0.46 ± 0.02 6.36 ± 0.11	0.34 ± 0.02 6.49 ± 0.09	0.31 ± 0.01 6.73 ± 0.10
น้ำหนัก (กรัม)	1.15 ± 0.15	1.44 ± 0.08	1.61± 0.24
- ค่าสี			
- ค่าความสว่าง (L*)	54.92 ± 0.48 ^{c}	55.35 ± 0.28 ^{b}	56.87± 0.62 ^{a}
- ค่าสีแดง (a*) ^{ns}	17.68 ± 0.64	17.56 ± 0.83	17.26 ± 0.59
- ค่าสีเหลือง (b*)	37.48 ± 0.49 ^{a}	36.84 ± 0.95 ^{b}	36.64 ± 0.50 ^{b}
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.314 ± 0.007 ^{c}	0.336 ± 0.14 ^{b}	0.475 ± 0.02 ^{a}
- ค่าความแข็ง (นิวตัน)	6.99 ± 0.99 ^{a}	5.49 ± 0.92 ^{b}	5.09 ± 0.89 ^{c}
-ค่าความกรอบ (นิวตัน)	4.60 ± 2.70 ^{a}	3.00 ± 2.12 ^{b}	2.40 ± 0.89 ^{c}
ทางเคมี (ร้อยละ)			
- ค่าปริมาณความชื้น	3.21 ±0.08 ^{c}	3.54 ± 0.05 ^{b}	4.27 ± 0.08 ^{a}

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

ตารางที่ 4.1.5 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบปริมาณข้าวก้นหม้อ จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ปริมาณข้าวก้นหม้อ (กรัม)		
	100	110	120
ลักษณะปรากฏ	7.10 ± 0.80 [a]	6.33 ± 0.89 [b]	6.10 ± 0.75 [c]
สี	6.67 ± 0.88 [a]	6.27 ± 1.06 [b]	6.04 ± 0.54 [c]
กลิ่น	6.23 ± 0.90 [a]	5.87 ± 0.77 [b]	5.70 ± 0.92 [b]
กลิ่นรส	6.65 ± 0.82 [a]	6.50 ± 0.82 [b]	6.45 ± 0.71 [c]
รสชาติ	6.50 ± 0.76 [a]	5.97 ± 0.73 [b]	5.40 ± 0.75 [c]
เนื้อสัมผัส (ความแข็ง)	6.57 ± 1.14 [a]	6.37 ± 0.95 [b]	5.72 ± 0.93 [c]
ความชอบโดยรวม	6.67 ± 0.94 [a]	5.98 ± 0.75 [b]	5.10 ± 0.71 [c]

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.1.2.2 ผลการศึกษาปริมาณผงปรุงรสที่เหมาะสมในการผลิตข้าวตังปรุงรส

นำสูตรที่ดีที่สุดจากข้อ 3.7.2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่สนใจของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น มาทำการศึกษาปริมาณผงปรุงรสที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับ คือ (ร้อยละ) 5 , 10 และ 15 กรัม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD)

ตารางที่ 4.1.6 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส สูตรผงปรุงรส จำนวน 3 สูตร

สูตรผงปรุงรส		สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
หลังอบแห้ง	หลังทอด			
100 กรัม	**100 กรัม**	มีสีออกน้ำตาลส้ม	มีกลิ่นผงปรุงรสรสบาร์บีคิวเล็กน้อย	มีความกรอบไม่แตกเปราะง่าย
110 กรัม	**110 กรัม**	มีสีออกน้ำตาลส้ม	มีกลิ่นผงปรุงรสรสบาร์บีคิวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย	มีความกรอบแข็งเล็กน้อย

120 กรัม	120 กรัม	มีสีออกน้ำตาลส้ม	มีกลิ่นผงปรุงรสรสบาร์บีคิวเพิ่มขึ้น	มีความแข็งและเหนียว ไม่กรอบ

ตารางที่ 4.1.7 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของข้าวตังปรุงรสจำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ปริมาณผงปรุงรส (ร้อยละ)		
	5	10	15
ลักษณะปรากฏ	6.33 ± 0.94 ^{c}	7.20 ± 0.81 ^{a}	7.10 ± 0.56 ^{b}
สี	6.17 ± 1.05 ^{c}	7.67 ± 0.82 ^{a}	7.20 ± 0.64 ^{b}
กลิ่น	5.87 ± 0.78 ^{c}	6.43 ± 0.90 ^{a}	6.20 ± 0.47 ^{b}
กลิ่นรส	6.15 ± 0.86 ^{c}	6.60 ± 0.72 ^{a}	6.24 ± 0.60 ^{b}
รสชาติ	5.87 ± 0.73 ^{c}	7.10 ± 0.84 ^{a}	6.84 ± 0.74 ^{b}
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	6.97 ± 0.92 ^{bc}	7.57 ± 1.04 ^{a}	7.00 ± 0.43 ^{bc}
ความชอบโดยรวม	5.97 ± 0.85 ^{c}	7.17 ± 0.87 ^{a}	6.68 ± 0.81 ^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.1.8 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสสูตรที่ดีที่สุด

คุณลักษณะทางเคมี (ร้อยละ)	ผงปรุงรส (ร้อยละ10)
- ค่าปริมาณความชื้น	4.02 ± 0.06
- ค่าปริมาณไขมัน	20.12 ± 0.05
- ค่าปริมาณโปรตีน	9.36 ± 0.04
- ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ	2.58 ± 0.12
- ค่าปริมาณเถ้า	4.30 ± 0.11
- ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต	59.62 ± 0.09

ตารางที่ 4.1.9 แสดงคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ข้าวตังปรุงรส

คุณภาพ	ข้าวตังปรุงรส (ร้อยละ 10)
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	
สัปดาห์ที่ 0	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 1	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 2	< 10 (โดยประมาณ)
ยีสต์และรา (CFU/g)	
สัปดาห์ที่ 0	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 1	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 2	< 10 (โดยประมาณ)

4.1.2.3 ผลการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง

นำผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการทดสอบคุณสมบัติและนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.1.10 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

คุณลักษณะ	ผลิตภัณฑ์	
	ยี่ห้อ A	ข้าวตังปรุงรส (ร้อยละ 10)
ทางกายภาพ		
-ขนาด		
กว้าง Xยาว (เซนติเมตร)	0.66 ± 0.66 11.15 ± 0.34	0.46 ± 0.02 6.36 ± 0.11
น้ำหนัก (กรัม)	16.93 ± 0.79	1.15 ± 0.15
- ค่าสี		
- ค่าความสว่าง (L*)	56.62 ± 0.13 ^{a}	54.92 ± 0.48 ^{b}
- ค่าสีแดง (a*)	13.37 ± 0.26 ^{b}	17.68 ± 0.64 ^{a}
- ค่าสีเหลือง (b*)	33.70 ± 0.58 ^{b}	37.48 ± 0.49 ^{a}

- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.198 ± 0.02 [b]	0.314 ± 0.007 [a]
- ค่าความแข็ง (นิวตัน)	13.34 ± 3.04 [a]	6.99 ± 0.99 [b]
-ค่าความกรอบ (นิวตัน)	27.80 ± 6.72 [a]	4.60 ± 2.70 [b]
ทางเคมี (ร้อยละ)		
- ค่าปริมาณความชื้น	1.92 ± 0.14 [b]	4.02 ± 0.06 [a]

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

4.1.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส

โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ไปทดลองตลาด (Consumer test) ทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนนี้จะบอกถึง เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ตารางที่ 4.1.11 แสดงข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส

ข้อมูล	ร้อยละ
1. เพศ	
- ชาย	30
- หญิง	70
2. อายุ	
- 16 - 19 ปี	10
- 20 - 25 ปี	56
- มากกว่า 25 ปี	34
3. สถานภาพ	
- โสด	80
- แต่งงาน	20
4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด	
- มัธยมศึกษา / เทียบเท่า	5
- ปริญญาตรี	85
- สูงกว่าปริญญาตรี	10
5. อาชีพ	
- นักเรียน / นักศึกษา	80
- ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	7
- พนักงานบริษัทเอกชน	8
- แม่บ้าน/พ่อบ้าน	5
6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
- น้อยกว่า 5,000 บาท	6
- 5,000 - 7,500 บาท	45

- 7,500 - 10,000 บาท	24
- 10,000 - 15,000 บาท	14
- 15,000 - 20,000 บาท	5
- มากกว่า 20,000 บาท	6

หมายเหตุ : การแบ่งช่วงอายุบริโภค ได้ใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงอายุตาม Standard International Age Classification ของสำนักงานสถิติแห่งชาติและองค์กรสหประชาชาติ

จากตารางที่ 4.1.11 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 70 มีอายุระหว่าง 20 - 25 ปี ร้อยละ 56 มีสถานภาพโสดร้อยละ 80 มีระดับการศึกษาขั้นสูงสุดระดับปริญญาตรี ร้อยละ 85 มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 80 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,000 - 7,500 บาท ร้อยละ 45

ส่วนที่ 2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภค

ตารางที่ 4.1.12 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวตังปรุงรส

ข้อมูล	ร้อยละ
6. ปกติท่านนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวตังหรือไม่	
- ใช่	90
- ไม่ใช่	10
7. ท่านเคยรับประทานข้าวตังหรือไม่	
- เคย	80
- ไม่เคย	20
8. หากมีการพัฒนาเป็นข้าวตังปรุงรสท่านจะสนใจซื้อหรือไม่	
- สนใจซื้อ	100
- ไม่สนใจซื้อ	-
9. ปกติท่านซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสที่ไหนบ้าง	
- ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า	55
- ร้านค้าตามตึกแถว	10
- ซุปเปอร์มาเก็ต	13
- ห้องอาหาร/ร้านอาหาร	2
- ตลาดทั่วไป	20
10. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อข้าวตังปรุงรสมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
- รสชาติอร่อย	50
- มีราคาถูก	21
- หาซื้อได้ง่าย	14
- น่าตาน่ารับประทาน	15

จากตารางที่ 4.1.12 ผู้บริโภคนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสร้อยละ 90 ผู้บริโภคเคยรับประทานข้าวตังปรุงรส ร้อยละ 80 ผู้บริโภคมีความสนใจหากมีการใช้ข้าวตังปรุงรสมาพัฒนาเป็นข้าวตังปรุงรสท่านจะสนใจซื้อร้อยละ 100 ผู้บริโภคซื้อข้าวตังปรุงรสจากร้านค้าในห้างสรรพสินค้าร้อยละ 55 และเหตุผลที่เลือกซื้อข้าวตังปรุงรสมาบริโภคเพราะรสชาติอร่อยร้อยละ 50

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวตังปรุงรส

ตารางที่ 4.1.13 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส

ผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส	ร้อยละ
1. ความพอใจ	
- ชอบมาก	14
- ชอบปานกลาง	45
- ชอบเล็กน้อย	20
- เฉยๆ	9
- ไม่ชอบเล็กน้อย	6
- ไม่ชอบปานกลาง	6
2. ความพอใจต่อลักษณะต่างๆ	
2.1 ลักษณะปรากฏ ข้าวตังปรุงรส	
- สีซีดมาก	2
- สีซีดปานกลาง	3
- สีซีดเล็กน้อย	8
- สีเข้มเล็กน้อย	25
- สีเข้มปานกลาง	49
- สีเข้มมาก	13
2.2 รสชาติ ข้าวตังปรุงรส	
- เข้มข้นมาก	10
- เข้มข้นปานกลาง	65
- เข้มข้นเล็กน้อย	24
2.3 กลิ่นเครื่องเทศของ ข้าวตังปรุงรส	
- อ่อนมาก	0
- อ่อนปานกลาง	3
- อ่อนเล็กน้อย	4
- หอมเล็กน้อย	20
- หอมปานกลาง	48
- หอมมาก	25
2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัสความกรอบข้าวตังปรุงรส	

- กรอบมาก	25
- กรอบปานกลาง	60
- กรอบเล็กน้อย	15

จากตารางที่ 4.1.13 จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสพบว่ามีความพอใจชอบปานกลาง ร้อยละ 45 ,ลักษณะปรากฏ ข้าวตังปรุงรสสีเข้มปานกลาง ร้อยละ 49, รสชาติข้าวตังปรุงรสเข้มข้นปานกลาง ร้อยละ 65 , กลิ่นเครื่องเทศของข้าวตังปรุงรส หอมปานกลาง ร้อยละ 48 และลักษณะเนื้อสัมผัสความกรอบข้าวตังปรุงรส กรอบปานกลาง ร้อยละ 60

4.2.1 ผลสำรวจผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่น) ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่นเป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น ในท้องตลาดแหล่งตลาด OTOP หรือตามห้างสรรพสินค้าที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ได้แก่ ห้างโลตัส ห้างเดอะมอลล์ ห้างท็อปซุปเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว โดยทางผู้วิจัยต้องการพัฒนาปลายข้าวหรือข้าวหักและข้าวก้นหม้อ ให้ผู้บริโภคที่ชอบรับประทานขนมขบเคี้ยวจากข้าว ให้หันมาสนใจผลิตภัณฑ์ที่นำของเหลือทิ้งหรือตกเกรดมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักแทน ซึ่งมีราคาถูกกว่าในท้องตลาด โดยให้มีคุณลักษณะด้านกายภาพและทางเคมีที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวในท้องตลาดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 4.2.1

ตารางที่ 4.2.1 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรสในท้องตลาดจำนวน 2 ยี่ห้อ

ชื่อผลิตภัณฑ์	ลักษณะผลิตภัณฑ์	ลักษณะที่ปรากฏ	
		สี	เนื้อสัมผัส
ยี่ห้อ A		สีขาวเหลืองส้มอ่อน	มีลักษณะเนื้อแข็งกรอบพองแข็งทั่วแผ่น
ยี่ห้อ B		สีขาวเหลืองส้มอ่อน	มีลักษณะเนื้อแข็งกรอบพองทั่วแผ่น

ตารางที่ 4.2.2 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบในท้องตลาด จำนวน 2 ยี่ห้อ

คุณลักษณะ	ข้าวอบกรอบในท้องตลาด	
	ยี่ห้อ A	ยี่ห้อ B
ทางกายภาพ		
-ขนาด		
หนา Xยาว (เซนติเมตร)	0.66 ± 0.03 5.38 ± 0.03	0.57 ± 0.01 7.57 ± 0.01
น้ำหนัก (กรัม)	1.34 ± 0.11	2.58 ± 0.09
- ค่าสี		
- ค่าความสว่าง (L*)	79.45 ± 0.58 ^{a}	76.90 ± 0.22 ^{b}
- ค่าสีแดง (a*)	6.79 ± 0.61 ^{b}	7.61 ± 0.10 ^{a}
- ค่าสีเหลือง (b*)	29.10 ± 1.20 ^{a}	28.08 ± 0.29 ^{b}
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ^{ns}	0.190 ± 0.04	0.197 ± 0.01
- ค่าความแข็ง (นิวตัน)	8.31 ± 1.53 ^{a}	3.80 ± 1.30 ^{b}
-ค่าความกรอบ (นิวตัน)	8.54 ± 1.16 ^{a}	2.20 ± 1.30 ^{b}
ทางเคมี (ร้อยละ)		
- ค่าปริมาณความชื้น	3.60 ± 1.00 ^{a}	3.32 ± 0.09 ^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.2.2 ผลการศึกษาสูตรและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

4.2.2.1 ผลการศึกษาปริมาณข้าวก้นหม้อที่เหมาะสมในการผลิตข้าวอบกรอบ

เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่สนใจของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น มาทำการศึกษาปริมาณข้าวก้นหม้อที่จำนวน 3 ระดับ คือ 120 , 130 และ 140 กรัม โดยนำข้าวก้นหม้อมาใส่ในถุงร้อนขนาด 6 X 9 นิ้ว ซึ่งปริมาณน้ำหนักอยู่ในช่วง 3 - 6 กรัม และความหนา 0.2 - 0.4 เซนติเมตร แล้วทำการรีดเป็นแผ่น โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) นำผลการทดสอบที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเพื่อควบคุมวัตถุดิบเริ่มต้นให้มีค่าใกล้เคียงกันทุกครั้ง

ตารางที่ 4.2.3 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบ (หลังเข้าอบไมโครเวฟ) จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะ	ปริมาณข้าวก้นหม้อ (กรัม)		
	120	130	140
ทางกายภาพ			
-ขนาด			
หนา (เซนติเมตร)	0.14 ± 0.02	0.24 ± 0.02	0.34 ± 0.02
น้ำหนัก (กรัม)	1.27 ± 0.42	1.29 ± 0.08	1.48 ± 0.13
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.410 ± 0.02 ^{c}	0.443 ± 0.01 ^{b}	0.452 ± 0.04 ^{a}
ทางเคมี (ร้อยละ)			
- ค่าปริมาณความชื้น	4.73 ± 0.50 ^{c}	4.86 ± 0.11 ^{b}	4.97 ± 0.26 ^{a}

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

ตารางที่ 4.2.4 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของข้าวอบกรอบ จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ปริมาณข้าวก้นหม้อ (กรัม)		
	120	130	140
ลักษณะปรากฏ	6.23 ± 0.44 ^{c}	7.30 ± 0.71 ^{a}	7.10 ± 0.58 ^{b}
สี	6.27 ± 0.05 ^{c}	7.57 ± 0.52 ^{a}	7.20 ± 0.63 ^{b}
กลิ่น	5.65 ± 0.78 ^{c}	6.65 ± 0.80 ^{a}	6.10 ± 0.45 ^{b}
กลิ่นรส	6.05 ± 0.86 ^{c}	6.70 ± 0.75 ^{a}	6.34 ± 0.50 ^{b}
รสชาติ	5.57 ± 0.75 ^{c}	7.30 ± 0.54 ^{a}	6.90 ± 0.54 ^{b}
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	6.77 ± 0.82 ^{c}	7.67 ± 1.02 ^{a}	7.00 ± 0.23 ^{b}
ความชอบโดยรวม	5.65 ± 0.75 ^{c}	7.37 ± 0.65 ^{a}	6.78 ± 0.41 ^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.2.2.2 ผลการศึกษาระยะเวลาการบ่มข้าวอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตข้าวอบกรอบ

ศึกษาระยะเวลาการบ่มข้าวอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตข้าวอบกรอบ (หลังการอบแห้ง) นำสูตรที่ดีที่สุด มาทำการศึกษาระยะเวลาการบ่มข้าวอบแห้งที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับ คือ 12 , 24 และ 36 ชั่วโมง ซึ่งจะส่งผลต่อการพองการขยายตัวของข้าวอบกรอบ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) นำผลการทดสอบที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติต่อไป

ตารางที่ 4.2.5 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของข้าวอบกรอบ จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาการบ่มข้าวอบแห้ง (ชั่วโมง)		
	12	24	36
ลักษณะปรากฏ	6.33 ± 0.34 ^{c}	7.20 ± 0.41 ^{a}	7.02 ± 0.54 ^{b}
สี	6.34 ± 0.05 ^{c}	7.67 ± 0.53 ^{a}	7.10 ± 0.53 ^{b}
กลิ่น	5.45 ± 0.68 ^{c}	6.74 ± 0.50 ^{a}	6.20 ± 0.35 ^{b}
กลิ่นรส	6.04 ± 0.46 ^{c}	7.10 ± 0.35 ^{a}	6.44 ± 0.50 ^{b}
รสชาติ	5.47 ± 0.75 ^{c}	7.30 ± 0.44 ^{a}	6.93 ± 0.34 ^{b}
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	6.73 ± 0.32 ^{c}	7.63 ± 1.01 ^{a}	7.10 ± 0.33 ^{b}
ความชอบโดยรวม	5.65 ± 0.65 ^{c}	7.34 ± 0.63 ^{a}	6.88 ± 0.38 ^{b}

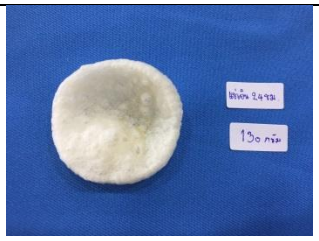
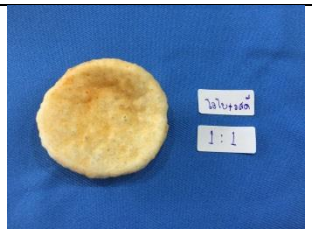
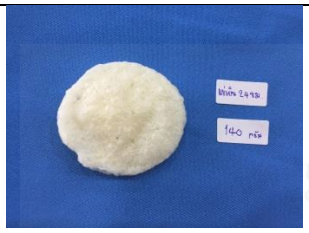
หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.2.2.3 ผลการศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟของข้าวอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตข้าวอบกรอบ

นำสูตรที่ดีที่สุดที่ผ่านการบ่มข้าวอบแห้งแล้ว มาทำการศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟที่ระดับความร้อนสูงสุดของเครื่อง เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น ทำการศึกษาระเวลาที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับ 15 , 20 และ 25 วินาที โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) และนำมาปรุงรสต้มยำสำเร็จรูปตามวิธีการใช้ของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

ตารางที่ 4.2.6 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส สูตรผงปรุงรส จำนวน 3 สูตร

สูตร			สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
หลังอบแห้ง	หลังเข้าไมโครเวฟ	ปรุงรสต้มยำสำเร็จรูป			
			มีสีออกน้ำตาลส้ม	มีกลิ่นผงปรุงรสรสต้มยำเล็กน้อย	มีความกรอบแข็งเล็กน้อย
120 กรัม	120 กรัม	120 กรัม			

130 กรัม	 130 กรัม	 130 กรัม	มีสีออกน้ำตาลส้ม	มีกลิ่นผงปรุงรสรสต้มยำเล็กน้อย	มีความกรอบไม่แตกเปราะ
140 กรัม	 140 กรัม	140 กรัม	มีสีออกน้ำตาลส้ม	มีกลิ่นผงปรุงรสรสต้มยำเล็กน้อย	มีความแข็งมากและกรอบ

ตารางที่ 4.2.7 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบ (หลังเข้าอบไมโครเวฟ) จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะ	**ระยะเวลาการการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ (วินาที)**		
	15	**20**	**25**
ทางกายภาพ			
-ขนาด			
หนา Xยาว (เซนติเมตร)	0.41 ± 0.01 6.36 ± 0.11	0.54 ± 0.02 6.49 ± 0.09	0.59 ± 0.01 6.73 ± 0.10
น้ำหนัก (กรัม)	1.14 ± 0.14	1.26 ± 0.14	1.40± 0.06
- ค่าสี			
- ค่าความสว่าง (L*)	85.78 ± 1.25 ^{b}	87.24 ± 0.51 ^{a}	85.84± 0.47 ^{b}
- ค่าสีแดง (a*) ^{ns}	0.49 ± 0.37	0.41 ± 0.21	0.44 ± 0.16
- ค่าสีเหลือง (b*)	15.03 ± 0.87 ^{c}	16.16 ± 0.76 ^{b}	16.48 ± 0.22 ^{a}
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.244 ± 0.006 ^{a}	0.243 ± 0.017 ^{a}	0.167 ± 0.004 ^{b}
- ค่าความแข็ง (นิวตัน)	40.07 ± 3.82 ^{c}	46.63 ± 10.27 ^{b}	49.45 ± 11.43 ^{a}
-ค่าความกรอบ (นิวตัน)	27.20 ± 10.54 ^{a}	23.40 ± 10.54 ^{b}	17.20 ± 7.59 ^{c}
ทางเคมี (ร้อยละ)			
- ค่าปริมาณความชื้น	5.19 ±0.07 ^{a}	3.87 ± 0.20 ^{b}	4.12 ± 0.12 ^{c}

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

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.2.8 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของข้าวอบกรอบ จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาการการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ (วินาที)		
	15	20	25
ลักษณะปรากฏ	6.23 ± 0.24 [c]	7.30 ± 0.32 [a]	7.10 ± 0.44 [b]
สี	6.24 ± 0.05 [c]	7.54 ± 023 [a]	7.20 ± 0.53 [b]
กลิ่น	5.35 ± 0.63 [c]	7.24 ± 0.40 [a]	6.23 ± 0.34 [b]
กลิ่นรส	6.14 ± 0.36 [c]	7.20 ± 0.34 [a]	6.43 ± 0.40 [b]
รสชาติ	5.45 ± 0.45 [c]	7.32 ± 0.24 [a]	6.85 ± 0.74 [b]
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	6.73 ± 0.32 [c]	7.83 ± 1.21 [a]	7.20 ± 0.35 [b]
ความชอบโดยรวม	5.67 ± 0.45 [c]	7.54 ± 0.53 [a]	6.78 ± 0.48 [b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.2.9 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรสสูตรที่ดีที่สุด

คุณลักษณะ ทางเคมี (ร้อยละ)	ข้าวอบกรอบปรุงรส
- ค่าปริมาณความชื้น	6.69 ± 0.03
- ค่าปริมาณไขมัน	1.65 ± 0.06
- ค่าปริมาณโปรตีน	5.23 ± 0.07
- ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ	0.93 ± 0.13
- ค่าปริมาณเถ้า	1.37 ± 0.08
- ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต	84.12 ± 0.05

ตารางที่ 4.2.10 แสดงคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ข้าวอบกรอบปรุงรส

คุณภาพ	ข้าวอบกรอบปรุงรส
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	
สัปดาห์ที่ 0	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 1	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 2	< 10 (โดยประมาณ)
ยีสต์และรา (CFU/g)	

สัปดาห์ที่ 0	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 1	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 2	< 10 (โดยประมาณ)

4.2.2.4 ผลการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง

นำผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบรสในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการทดสอบคุณสมบัติและนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.2.11 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

คุณลักษณะ	**ผลิตภัณฑ์**	
	ยี่ห้อ A	**ข้าวอบกรอบปรุงรส**
ทางกายภาพ		
-ขนาด		
หนา Xยาว (เซนติเมตร)	0.66 ± 0.03 5.38 ± 0.03	0.34 ± 0.02 6.49 ± 0.09
น้ำหนัก (กรัม)	1.34 ± 0.11	1.26 ± 0.19
- ค่าสี		
- ค่าความสว่าง (L*)	79.45 ± 0.58 ^{b}	81.73 ± 0.50 ^{a}
- ค่าสีแดง (a*)	6.79 ± 0.61 ^{b}	6.82 ± 0.32 ^{a}
- ค่าสีเหลือง (b*)	29.10 ± 1.20 ^{a}	25.71 ± 0.36 ^{b}
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.190 ± 0.04 ^{a}	0.179 ± 0.023 ^{b}
- ค่าความแข็ง (นิวตัน)	8.31 ± 1.53 ^{b}	24.48 ± 7.89 ^{a}
-ค่าความกรอบ (นิวตัน)	8.54 ± 1.16 ^{b}	22.6 ± 16.72 ^{a}
ทางเคมี (ร้อยละ)		
- ค่าปริมาณความชื้น	3.60 ± 1.00 ^{a}	2.96 ± 0.14 ^{b}

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

4.2.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรส

โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ไปทดลองตลาด (Consumer test) ทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนนี้จะบอกถึง เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ตารางที่ 4.2.12 แสดงข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรส

ข้อมูล	ร้อยละ
1. เพศ	
- ชาย	30
- หญิง	70
2. อายุ	
- 16 - 19 ปี	10
- 20 - 25 ปี	56
- มากกว่า 25 ปี	34
3. สถานภาพ	
- โสด	80
- แต่งงาน	20
4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด	
- มัธยมศึกษา / เทียบเท่า	5
- ปริญญาตรี	85
- สูงกว่าปริญญาตรี	10
5. อาชีพ	
- นักเรียน / นักศึกษา	80
- ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	7
- พนักงานบริษัทเอกชน	8
- แม่บ้าน/พ่อบ้าน	5
6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
- น้อยกว่า 5,000 บาท	6
- 5,000 - 7,500 บาท	45
- 7,500 - 10,000 บาท	24
- 10,000 - 15,000 บาท	14
- 15,000 - 20,000 บาท	5
- มากกว่า 20,000 บาท	6

หมายเหตุ : การแบ่งช่วงอายุบริโภค ได้ใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงอายุตาม Standard International Age Classification ของสำนักงานสถิติแห่งชาติและองค์กรสหประชาชาติ

จากตารางที่ 4.2.12 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 70 มีอายุระหว่าง 20 - 25 ปี ร้อยละ 56 มีสถานภาพโสดร้อยละ 80 มีระดับการศึกษาขั้นสูงสุดระดับปริญญาตรี ร้อยละ 85 มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 80 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,000 - 7,500 บาท ร้อยละ 45

ส่วนที่ 2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภค

ตารางที่ 4.2.13 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวอบกรอบปรุงรส

ข้อมูล	ร้อยละ
6. ปกติท่านนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบหรือไม่	
- ใช่	80
- ไม่ใช่	20
7. ท่านเคยรับประทานข้าวอบกรอบหรือไม่	
- เคย	80
- ไม่เคย	20
8. หากมีการพัฒนาเป็นข้าวอบกรอบปรุงรสท่านจะสนใจซื้อหรือไม่	
- สนใจซื้อ	100
- ไม่สนใจซื้อ	-
9. ปกติท่านซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรสที่ไหนบ้าง	
- ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า	50
- ร้านค้าตามตึกแถว	10
- ซุปเปอร์มาเก็ต	18
- ห้องอาหาร/ร้านอาหาร	2
- ตลาดทั่วไป	20
10. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อข้าวอบกรอบปรุงรสมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
- รสชาติอร่อย	50
- มีราคาถูก	20
- หาซื้อได้ง่าย	15
- น่าตาน่ารับประทาน	15

จากตารางที่ 4.2.13 ผู้บริโภคนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรส ร้อยละ 80 ผู้บริโภคเคยรับประทานข้าวอบกรอบปรุงรส ร้อยละ 80 ผู้บริโภคมีความสนใจหากมีการใช้ข้าวอบกรอบปรุงรสมาพัฒนาเป็นข้าวตังปรุงรสท่านจะสนใจซื้อ ร้อยละ 100 ผู้บริโภคซื้อข้าวอบกรอบปรุงรสจากร้านค้าในห้างสรรพสินค้า ร้อยละ 50 และเหตุผลที่เลือกซื้อข้าวอบกรอบปรุงรสมาบริโภคเพราะรสชาติอร่อย ร้อยละ 50

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวอบกรอบปรุงรส

ตารางที่ 4.2.14 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรส

ผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรส	ร้อยละ
1. ความพอใจ	
- ชอบมาก	14
- ชอบปานกลาง	43
- ชอบเล็กน้อย	22
- เฉยๆ	8
- ไม่ชอบเล็กน้อย	7
- ไม่ชอบปานกลาง	6
2. ความพอใจต่อลักษณะต่างๆ	
2.1 ลักษณะปรากฏ ข้าวอบกรอบปรุงรส	
- สีซีดมาก	0
- สีซีดปานกลาง	5
- สีซีดเล็กน้อย	8
- สีเข้มเล็กน้อย	29
- สีเข้มปานกลาง	45
- สีเข้มมาก	13
2.2 รสชาติ ข้าวอบกรอบปรุงรส	
- เข้มข้นมาก	10
- เข้มข้นปานกลาง	63
- เข้มข้นเล็กน้อย	26
2.3 กลิ่นเครื่องเทศของ ข้าวอบกรอบปรุงรส	
- อ่อนมาก	0
- อ่อนปานกลาง	0
- อ่อนเล็กน้อย	7
- หอมเล็กน้อย	19
- หอมปานกลาง	49
- หอมมาก	25
2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัสความกรอบข้าวอบกรอบปรุงรส	
- กรอบมาก	20
- กรอบปานกลาง	65
- กรอบเล็กน้อย	15

จากตารางที่ 4.2.14 จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรส พบว่า มีความพอใจชอบปานกลาง ร้อยละ 43 , ลักษณะปรากฏ ข้าวอบกรอบปรุงรสสีเข้มปานกลาง ร้อยละ 45, รสชาติข้าวอบกรอบปรุงรสเข้มข้นปานกลาง ร้อยละ 63 , กลิ่นเครื่องเทศของข้าวอบกรอบปรุงรสหอมปานกลาง ร้อยละ 49 และ ลักษณะเนื้อสัมผัสความกรอบข้าวอบกรอบปรุงรสกรอบปานกลาง ร้อยละ 65

4.3.1 ผลสำรวจผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่น) ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่นเป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น ในท้องตลาดแหล่งตลาด OTOP หรือตามห้างสรรพสินค้าที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ได้แก่ ห้างโลตัส ห้างเดอะมอลล์ ห้างท็อปซุปเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว โดยทางผู้วิจัยต้องการพัฒนาปลายข้าวหรือข้าวหักและข้าวก้นหม้อ ให้ผู้บริโภคที่ชอบรับประทานขนมขบเคี้ยวจากข้าว ให้หันมาสนใจผลิตภัณฑ์ที่นำของเหลือทิ้งหรือตกเกรดมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักแทน ซึ่งมีราคาถูกกว่าในท้องตลาด โดยให้มีคุณลักษณะด้านกายภาพและทางเคมีที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวในท้องตลาดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 4.3.1

ตารางที่ 4.3.1 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนในท้องตลาดจำนวน 1 ยี่ห้อ

ชื่อผลิตภัณฑ์	ลักษณะที่ปรากฏ		
	สี	กลิ่นและรสชาติ	เนื้อสัมผัส
	มีสีขาวขุ่น	มีกลิ่นหอมกะทิ มีรสเค็ม และหวานจัด	มีความนุ่ม เม็ดข้าวไม่เกาะตัวกัน

ตารางที่ 4.3.2 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวเหนียวหัก

คุณลักษณะ	ข้าวเหนียวหัก	ข้าวเหนียวมูนในท้องตลาด
ทางกายภาพ		
- ค่าสี		
- ค่าความสว่าง (L*)	88.48± 0.31	71.21 ± 0.28
- ค่าสีเขียว (-a*)	-0.52 ± 1.10	-1.91 ± 1.20
- ค่าสีเหลือง (b*)	12.90 ± 0.06	10.20 ± 0.16
ทางเคมี (ร้อยละ)		
- ค่าปริมาณความชื้น	9.97 ± 1.10	44.20 ± 0.16

4.3.2 ผลการศึกษาสูตรและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

4.3.2.1 ศึกษาปริมาณน้ำกะทิที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

นำสูตรพื้นฐานสูตร ขนมไทยสูตรต้นตำรับ (สุกัญญา, 2556) มาเป็นสูตรตั้งต้นในการผลิตข้าวเหนียวมูน ซึ่งเป็นสูตรพื้นฐานที่ดีที่สุดจากโครงงานพิเศษ เรื่องการใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนกะทิในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง (กฤษดา และยุทธนา,2559) โดยนำมาศึกษาปริมาณน้ำกะทิที่เหมาะสม โดยทำการดัดแปลงสูตรจากสูตรน้ำกะทิสดเป็นน้ำกะทิกล่องสำเร็จรูป จำนวน 3 ระดับ 165 , 170 และ 175 กรัม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) นำผลการทดสอบที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติต่อไป

ตารางที่ 4.3.3 แสดงลักษณะที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนเพิ่มปริมาณกะทิจำนวน 3 สูตร

สูตร	ลักษณะที่ปรากฏ			
	สี	**กลิ่น**	**รส**	**เนื้อสัมผัส**
สูตรพื้นฐาน	มีสีขาวขุ่นเล็กน้อย	มีกลิ่นหอมของกะทิ	มีรสหวานมันของกะทิเล็กน้อย	มีความเหนียวนุ่มและมีความมันจากกะทิ

165 กรัม	มีสีขาวขุ่นเล็กน้อย	มีกลิ่นที่หอมของกะทิ	มีรสหวาน มันของกะทิเล็กน้อย	เหนียวนุ่มและมีความมันจากกะทิ
170 กรัม	มีสีขาวขุ่น	มีกลิ่นหอมมันของกะทิ	มีรสหวานมันของกะทิ	มีความเหนียวนุ่ม มีความมันเงาจากกะทิ และเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน
175 กรัม	มีสีขาวขุ่น	มีกลิ่นหอมของกะทิ	มีรสหวานมันของกะทิมาก	มีความมันเงาจากกะทิ และเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

ตารางที่ 4.3.4 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง (ก่อนอบไมโครเวฟ) จำนวน 3 สูตร

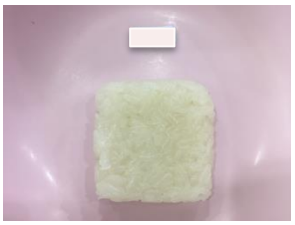
คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	**ปริมาณน้ำกะทิกล่องสำเร็จรูป (กรัม)**		
	165	**170**	**175**
ลักษณะปรากฏ	6.24 ± 0.43 ^{c}	7.04 ± 0.55 ^{b}	7.40 ± 0.51 ^{a}
สี	6.34 ± 0.15 ^{c}	7.30 ± 0.43 ^{b}	7.43 ± 0.42 ^{a}
กลิ่น	5.75 ± 0.48 ^{c}	6.40 ± 0.35 ^{b}	6.75 ± 0.40 ^{a}
กลิ่นรส	5.95 ± 0.56 ^{c}	6.42 ± 0.32 ^{b}	6.80 ± 0.85 ^{a}
รสชาติ	5.65 ± 0.59 ^{c}	6.80 ± 0.34 ^{b}	7.40 ± 0.34 ^{a}
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	6.53 ± 0.42 ^{c}	6.90 ± 0.43 ^{b}	7.35 ± 0.62 ^{a}
ความชอบโดยรวม	5.73 ± 0.65 ^{c}	6.58 ± 0.61 ^{b}	7.33 ± 0.45 ^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.3.2.2 ผลการศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟหลังการแช่แข็งที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

นำสูตรที่ดีที่สุดที่ผ่านการแช่แข็งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งทำการชั่งข้าวเหนียวมูนน้ำหนัก 30 กรัม บรรจุลงกล่องพลาสติก จำนวน 4 ช่อง ขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส 4 × 4 เซนติเมตร ความหนา 1.3 ± 2 เซนติเมตร ทำการศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับ 20 , 30 และ 40 วินาที โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design,CRD) เพื่อให้ได้สูตรที่ดีที่สุด

ตารางที่ 4.3.5 แสดงลักษณะปรากฏของระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟหลังการแช่แข็งของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งที่ 3 ระดับ ที่ระดับไฟร้อยละ 50 (ไฟปานกลาง)

ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ(วินาที)	**ลักษณะที่ปรากฏ**			
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
20	มีสีขาวขุ่นของน้ำกะทิ	มีกลิ่นของกะทิ	มีรสชาติหวานมันของน้ำกะทิ	ข้าวเหนียวมูนมีความนุ่มพอดี เม็ดข้าวเกาะตัวกันพอดี
30	มีสีขาวขุ่นออกเหลืองเล็กน้อย	มีกลิ่นของกะทิ	มีรสชาติหวาน เค็มเล็กน้อย	ข้าวเหนียวมูนมีความเหนียวนุ่มพอดี มีความเกาะตัวกันเป็นก้อน
 40	มีสีขาวขุ่นออกเหลือง	มีกลิ่นของกะทิเล็กน้อย	มีรสหวาน เค็ม	ข้าวเหนียวมูนที่ได้มีความแข็งกระด้าง มีความเหนียวเป็นก้อนเดียวกัน

ตารางที่ 4.3.6 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะ	ระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ (วินาที)		
	20	30	40
ทางกายภาพ			
- ค่าสี			
- ค่าความสว่าง (L*) ns	73.25 ± 1.02	73.26 ± 0.45	73.77± 0.23
- ค่าสีเขียว (a*) ns	-1.03 ± 0.24	-1.03 ± 0.14	-1.02 ± 0.41
- ค่าสีเหลือง (b*) ns	12.31 ± 0.35	12.74± 0.47	12.73 ± 0.08
- ค่าความแข็ง (นิวตัน)	17.46 ± 2.46 b	17.21 ± 5.34 b	19.37 ± 4.89 a
-ค่าความยืดหยุ่น (นิวตัน)	0.42 ± 3.21 b	0.43 ± 4.58 b	0.47 ± 3.62 a
-ค่าความเกาะติด (นิวตัน)	0.27 ± 3.94 b	0.28 ± 3.79 b	0.31 ± 4.52 a
-ค่าความเหนียว (นิวตัน)	5.02 ± 2.92 c	5.14 ± 2.85 b	6.02 ± 3.57 a
-ค่าการเคี้ยว (นิวตัน)	2.14 ± 4.62 c	2.18 ± 4.52 b	2.84 ± 4.21 a

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

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.3.7 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ (วินาที)		
	20	30	40
ลักษณะปรากฏ	7.02 ± 0.35 b	7.50 ± 0.32 a	6.14 ± 0.23 c
สี	7.10 ± 0.23 b	7.43 ± 0.41 a	6.25 ± 0.25 c
กลิ่น	6.50 ± 0.26 b	7.25 ± 0.23 a	5.55 ± 0.48 c
กลิ่นรส	6.32 ± 0.22 b	7.40 ± 0.45 a	5.75 ± 0.36 c
รสชาติ	6.60 ± 0.38 b	7.50 ± 0.23 a	5.53 ± 0.49 c
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	6.40 ± 0.23 b	7.52 ± 0.43 a	5.79 ± 0.32 c
ความชอบโดยรวม	6.48 ± 0.31 b	7.43 ± 0.35 a	5.42 ± 0.42 c

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.8 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง สูตรที่ดีที่สุด

คุณลักษณะ ทางเคมี (ร้อยละ)	ข้าวเหนียวมูน (30 วินาที)
- ค่าปริมาณความชื้น	43.55 ± 0.03
- ค่าปริมาณไขมัน	6.29 ± 0.02

- ค่าปริมาณโปรตีน	3.21 ± 0.03
- ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ	1.20 ± 0.06
- ค่าปริมาณเถ้า	0.50 ± 0.09
- ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต	45.24 ± 0.05

ตารางที่ 4.3.9 แสดงคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

คุณภาพ	**ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง**
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	
สัปดาห์ที่ 0	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 1	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 2	< 10 (โดยประมาณ)
ยีสต์และรา (CFU/g)	
สัปดาห์ที่ 0	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 1	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 2	< 10 (โดยประมาณ)

4.3.2.3 ผลการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง

นำผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการทดสอบคุณสมบัติและนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.3.10 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

คุณลักษณะ	**ผลิตภัณฑ์**	
	ยี่ห้อ A	**ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง**
ทางกายภาพ		
- ค่าสี		
- ค่าความสว่าง (L*)	71.21 ± 0.28 [b]	73.26 ± 0.45 [a]
- ค่าสีเขียว(a*)	-1.91 ± 1.20 [a]	-1.03 ± 0.14 [b]
- ค่าสีเหลือง (b*)	10.20 ± 0.16 [b]	12.74± 0.47 [a]

- ค่าความแข็ง (นิวตัน)	16.25 ± 3.23 [b]	17.21 ± 5.34 [a]
-ค่าความยืดหยุ่น (นิวตัน)	0.37 ± 3.29 [b]	0.43 ± 4.58 [a]
-ค่าความเกาะติด (นิวตัน)[ns]	0.28 ± 4.26	0.28 ± 3.79
-ค่าความเหนียว (นิวตัน)	4.50 ± 2.86 [b]	5.14 ± 2.85 [a]
-ค่าการเคี้ยว (นิวตัน)	1.65 ± 3.96 [b]	2.18 ± 4.52 [a]

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

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.3.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ไปทดลองตลาด (Consumer test) ทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนนี้จะบอกถึง เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ตารางที่ 4.3.11 แสดงข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

ข้อมูล	ร้อยละ
1. เพศ	
- ชาย	30
- หญิง	70
2. อายุ	
- 16 - 19 ปี	10
- 20 - 25 ปี	56
- มากกว่า 25 ปี	34
3. สถานภาพ	
- โสด	80
- แต่งงาน	20
4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด	
- มัธยมศึกษา / เทียบเท่า	5
- ปริญญาตรี	85
- สูงกว่าปริญญาตรี	10
5. อาชีพ	
- นักเรียน / นักศึกษา	80
- ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	7
- พนักงานบริษัทเอกชน	8
- แม่บ้าน/พ่อบ้าน	5
6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
- น้อยกว่า 5,000 บาท	6

- 5,000 - 7,500 บาท	45
- 7,500 - 10,000 บาท	24
- 10,000 - 15,000 บาท	14
- 15,000 - 20,000 บาท	5
- มากกว่า 20,000 บาท	6

หมายเหตุ : การแบ่งช่วงอายุบริโภค ได้ใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงอายุตาม Standard International Age Classification ของสำนักงานสถิติแห่งชาติและองค์กรสหประชาชาติ

จากตารางที่ 4.3.11 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 70 มีอายุระหว่าง 20 - 25 ปี ร้อยละ 56 มีสถานภาพโสด ร้อยละ 80 มีระดับการศึกษาขั้นสูงสุดระดับปริญญาตรี ร้อยละ 85 มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 80 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,000 - 7,500 บาท ร้อยละ 45

ส่วนที่ 2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภค

ตารางที่ 4.3.12 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

ข้อมูล	**ร้อยละ**
6. ปกติท่านนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนหรือไม่	
- ใช่	90
- ไม่ใช่	10
7. ท่านเคยรับประทานข้าวเหนียวมูนหรือไม่	
- เคย	90
- ไม่เคย	10
8. หากมีการพัฒนาเป็นข้าวเหนียวมูนแช่แข็งท่านจะสนใจซื้อหรือไม่	
- สนใจซื้อ	100
- ไม่สนใจซื้อ	-
9. ปกติท่านซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งที่ไหนบ้าง	
- ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า	40
- ร้านค้าตามตึกแถว	12
- ซุปเปอร์มาเก็ต	16
- ห้องอาหาร/ร้านอาหาร	2
- ตลาดทั่วไป	30
10. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อข้าวเหนียวมูนแช่แข็งมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	

- รสชาติอร่อย	55
- มีราคาถูก	20
- หาซื้อได้ง่าย	10
- น่าตาน่ารับประทาน	15

จากตารางที่ 4.3.12 ผู้บริโภคนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูน ร้อยละ 90 ผู้บริโภคเคยรับประทานข้าวเหนียวมูน ร้อยละ 90 ผู้บริโภคมีความสนใจหากมีการใช้ข้าวเหนียวมูนมาพัฒนาเป็นข้าวเหนียวมูนแช่แข็งท่านจะสนใจซื้อ ร้อยละ 100 ผู้บริโภคซื้อข้าวเหนียวมูนแช่แข็งจากร้านค้าในห้างสรรพสินค้า ร้อยละ 40 และเหตุผลที่เลือกซื้อข้าวเหนียวมูนแช่แข็งมาบริโภคเพราะรสชาติอร่อย ร้อยละ 55

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

ตารางที่ 4.3.13 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

ผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง	ร้อยละ
1. ความพอใจ	
- ชอบมาก	15
- ชอบปานกลาง	42
- ชอบเล็กน้อย	23
- เฉยๆ	7
- ไม่ชอบเล็กน้อย	7
- ไม่ชอบปานกลาง	6
2. ความพอใจต่อลักษณะต่างๆ	
2.1 ลักษณะปรากฏ ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง	
- สีซีดมาก	0
- สีซีดปานกลาง	29
- สีซีดเล็กน้อย	45
- สีเข้มเล็กน้อย	13
- สีเข้มปานกลาง	8
- สีเข้มมาก	5
2.2 รสชาติ ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง	
- เข้มข้นมาก	20
- เข้มข้นปานกลาง	54
- เข้มข้นเล็กน้อย	26
2.3 กลิ่นกะทิของ ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง	

- อ่อนมาก	0
- อ่อนปานกลาง	0
- อ่อนเล็กน้อย	3
- หอมเล็กน้อย	19
- หอมปานกลาง	43
- หอมมาก	35
2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัสความนุ่มข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง	
- นุ่มมาก	40
- นุ่มปานกลาง	45
- นุ่มเล็กน้อย	15

จากตารางที่ 4.3.13 จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง พบว่า มีความพอใจชอบปานกลาง ร้อยละ 42 ,ลักษณะปรากฏ ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งสีซีดเล็กน้อย ร้อยละ 45, รสชาติข้าวเหนียวมูนแช่แข็งเข้มข้นปานกลาง ร้อยละ 54 , กลิ่นกะทิของข้าวเหนียวมูนแช่แข็งหอมปานกลาง ร้อยละ 43 และ ลักษณะเนื้อสัมผัสความกรอบข้าวเหนียวมูนแช่แข็งปานกลาง ร้อยละ 45

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ
ข้าวตังปรุงรส
ข้าวอบกรอบ
ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป อภิปรายผล

5.1.1 จากการศึกษาผลสำรวจผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่น) ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่นเป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น ในท้องตลาดแหล่งตลาด OTOP หรือตามห้างสรรพสินค้าที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ได้แก่ ห้างโลตัส ห้างเดอะมอลล์ ห้างท็อปซุปเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวตังในท้องตลาดที่นำมาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบจำนวน 2 ยี่ห้อ ซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ยี่ห้อ มีลักษณะปรากฏ เนื้อข้าวเป็นลักษณะบดละเอียด มีลักษณะเนื้อแข็งกรอบ มีเนื้อหมูหยองกระจายทั่วแผ่น และมีธัญพืชโรยที่ผิวหน้าทั่วแผ่น ด้านคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ยี่ห้อ A มีขนาด น้ำหนัก มีสีออกเหลืองสว่าง และมีค่าความกรอบมากกว่า แต่มีปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณค่าความชื้น และค่าความแข็งน้อยกว่า ยี่ห้อ B

5.1.2 จากการศึกษาสูตรและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

5.1.2.1 ผลการศึกษาปริมาณข้าวก้นหม้อที่เหมาะสมในการผลิตข้าวตังปรุงรส มาทำการศึกษาปริมาณข้าวก้นหม้อที่จำนวน 3 ระดับ คือ 100 ,110 และ 120 กรัม

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีข้าวตังปรุงรส (หลังอบแห้ง) พบว่า ทั้ง 3 สูตร มีขนาดความหนาและความยาวใกล้เคียงกัน ส่วนสูตรที่ใส่ข้าวก้นหม้อมากที่สุด จะมีปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นมากที่สุดซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีข้าวตังปรุงรส (หลังทอด) พบว่า ทั้ง 3 สูตร จะมีขนาดความหนาเพิ่มขึ้นมากกว่าหลังอบแห้ง เนื่องจากในการทอดเป็นการทอดแบบ Deep-fat-frying การถ่ายเทความร้อนด้วยน้ำมันที่ร้อนไปยังภายในของอาหาร ใช้ปริมาณน้ำมันที่มาก โดยที่ทุกๆ ผิวหน้าของอาหารได้รับความร้อนที่เท่ากัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีและลักษณะปรากฏเหมือนกัน วิธีนี้เหมาะกับอาหารที่มีรูปร่างต่างๆ แต่ว่าในอาหารที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอจะมีแนวโน้มมีปริมาณของน้ำมันมากขึ้นเมื่อนำขึ้นจากการทอด อาหารที่มีพื้นที่ผิวขรุขระทำให้มีพื้นที่ผิวหน้าที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ปริมาณของน้ำมันเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Baumann and Escher, 1995) สูตรที่มีปริมาณข้าวก้นหม้อน้อยกว่า มีสีออกขาวเหลืองน้อยกว่าสูตรที่ใช้ปริมาณข้าวก้นหม้อมากที่สุด และมีปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.6 ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ปลอดภัยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ อันก่อให้เกิดการเน่าเสียและไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่จะมีความแข็งและค่าความกรอบมากที่สุด เนื่องจากการดูดซึมของน้ำมันในอาหาร เกิดขึ้นขณะที่ความชื้นเคลื่อนที่ออกจากอาหาร อาหารที่มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นสูง มีผลทำให้ปริมาณน้ำมันสูงด้วย

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ใช้ปริมาณข้าวก้นหม้อ จำนวน 110 กรัม มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)และความชอบโดยรวม เนื่องจากมีคุณลักษณะหลังทอดพองกรอบที่เหมาะสม ไม่อมน้ำมัน ไม่แข็งกระด้างเกินไป ซึ่งสูตรที่เพิ่มปริมาณข้าวก้นหม้อจะมีลักษณะกรอบแข็ง เหนียวกระด้าง เคี้ยวยากและติดฟัน เม็ดข้าวจับกันแน่นไม่ค่อยฟูในการทอด

5.1.2.2 ผลการศึกษาปริมาณผงปรุงรสที่เหมาะสมในการผลิตข้าวตังปรุงรส มาทำการศึกษาปริมาณผงปรุงรสที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับ คือ (ร้อยละ) 5 , 10 และ 15 พบว่า

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ใช้ผงปรุงรส ร้อยละ 10 มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)และความชอบโดยรวม เนื่องจากมีคุณลักษณะหลังทอดพองกรอบที่เหมาะสม ไม่อมน้ำมัน ไม่แข็งกระด้างเกินไป มีสีของผงปรุงรสกำลังดีเมื่อผ่านการทอด ส่วนสูตรที่ใช้ผงปรุงรสน้อยกว่าเมื่อผ่านการทอดไม่ค่อยมีกลิ่นและรสชาติของผงปรุงรส ส่วนสูตรที่ใช้ปริมาณผงปรุงรสมากที่สุด เมื่อผ่านการทอดจะมีลักษณะเกรียมไหม้ออกสีส้มคล้ำ เนื่องจากผงปรุงรสมีรสชาติออกเค็มผสมออกหวานเล็กน้อยเมื่อใส่ปริมาณมากในการทอดจะทำให้เกิดการไหม้ง่ายและทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนสีอย่างรวดเร็ว

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสสูตรที่ดีที่สุด ผงปรุงรส (ร้อยละ10) พบว่า มีค่าปริมาณความชื้น (ร้อยละ) 4.02 ± 0.06 , ค่าปริมาณไขมัน (ร้อยละ) 20.12 ± 0.05 , ค่าปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) 9.36 ± 0.04 ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ (ร้อยละ) 2.58 ± 0.12 , ค่าปริมาณเถ้า (ร้อยละ) 4.30 ± 0.11 และค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) 59.62 ± 0.09

ผลการวิเคราะห์สมบัติจุลินทรีย์ของข้าวตังปรุงรส โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา โดยสุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน รวมเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนลูกเดือยกรอบ คือ จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^4$ cfu/g และ ยีสต์ราต้องไม่เกิน 100 cfu/g (มผช.900/2548) สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 2 เดือน ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการบริโภค เนื่องจากอยู่ในกลุ่มค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าปริมาณความชื้นค่อนข้างต่ำให้สามารถเก็บรักษาได้นานเกิดการเสื่อมเสียได้ยาก

5.1.2.3 จากการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง พบว่า มีขนาด น้ำหนัก ค่าความแข็ง ค่าความกรอบ น้อยกว่าสูตรจากท้องตลาดยี่ห้อ A ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)และมีค่าความสว่างน้อยกว่าจึงทำให้มีสีออกส้มเข้มกว่า มีค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าปริมาณความชื้นมากกว่า ซึ่งผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรสยังจัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่มีปริมาณน้ำอิสระต่ำ ลดการเกิดกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้นได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีค่าปริมาณไขมันค่อนข้างต่ำ ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นาน ลดการเกิดปฏิกิริยา oxidation เนื่องจากอยู่ในกลุ่มค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าความชื้นค่อนข้างต่ำ ซึ่งจัดเป็นอาหารที่มีความชื้นต่ำ (Low moisture food : LMF) เป็นอาหารที่มีค่า a_w

น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.65 หรือมีความชื้นที่มากกว่า ร้อยละ 25 (ปิยธิดา,2548) ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานเกิดการเสื่อมเสียได้ยาก

5.1.3 จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส

โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน ผู้บริโภคมีความพอใจต่อผลิตภัณฑ์มีความชอบปานกลาง และสนใจซื้อร้อยละ 100

5.2.1 จากการสำรวจผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่น) ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่นเป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น ในท้องตลาดแหล่งตลาด OTOP หรือตามห้างสรรพสินค้าที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ได้แก่ ห้างโลตัส ห้างเดอะมอลล์ ห้างท็อปซุปเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบในท้องตลาดที่นำมาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบจำนวน 2 ยี่ห้อ ซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ยี่ห้อ มีลักษณะปรากฏ เนื้อข้าวบดละเอียดเนียนมาก มีลักษณะเนื้อแข็งพองกรอบ มีสีออกขาวเหลืองส้มอ่อน และมีผงปรุงรสโรยทั่วผิวหน้า ด้านคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ยี่ห้อ A มีขนาด น้ำหนัก น้อยกว่ายี่ห้อ B มีสีออกเหลืองสว่าง และมีค่าความกรอบ ค่าความแข็ง และค่าปริมาณค่าความชื้นมากกว่า แต่มีปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างกัน

5.2.2 จากการศึกษาสูตรและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

5.2.2.1 ผลการศึกษาปริมาณข้าวก้นหม้อที่เหมาะสมในการผลิตข้าวอบกรอบ เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่สนใจของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น มาทำการศึกษาปริมาณข้าวก้นหม้อที่จำนวน 3 ระดับ คือ 120 ,130 และ 140 กรัม

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบ (หลังเข้าอบไมโครเวฟ) พบว่า ทั้ง 3 สูตร มีขนาดความหนาและความยาวใกล้เคียงกัน ส่วนสูตรที่ใส่ข้าวก้นหม้อมากที่สุดจะมีปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นมากกว่าสูตรที่ใช้ข้าวก้นหม้อน้อยลง ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ใช้ปริมาณข้าวก้นหม้อ จำนวน 130 กรัม มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)และความชอบโดยรวม เนื่องจากมีคุณลักษณะหลังเข้าอบไมโครเวฟ มีเนื้อสัมผัสที่พองกรอบเหมาะสม มีรูพรุน ไม่แข็งกระด้างเกินไป ซึ่งสูตรที่เพิ่มปริมาณข้าวก้นหม้อจะมีลักษณะแข็ง เนื้อสัมผัสแน่น เคี้ยวยากและติดฟัน เม็ดข้าวจับกันแน่นไม่ค่อยฟูหลังเข้าไมโครเวฟ เนื่องจากซึ่งในการทำให้ชิ้นอาหารเกิดความร้อนได้นั้นจะต้องมีสสารที่สามารถดูดกลื่นคลื่นได้ เช่น น้ำ หรือโมเลกุลที่มีขั้ว โดยโครงสร้างของน้ำจะประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจนที่มีประจุลบ ซึ่งแยกออกจากอะตอมของไฮโดรเจนที่มีประจุบวก ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า ไดโพลทางไฟฟ้า (electricdipole) ประจุไฟฟ้าบวกและลบของโมเลกุลน้ำจะวางตัวอยู่ในตำแหน่งที่ไม่สมมาตรกัน ดังนั้นเมื่อให้รังสีไมโครเวฟหรือ

สนามแม่เหล็กสลับอย่างรวดเร็วแก่อาหาร ไดโพลในน้ำจะพยายามจัดเรียงตัวตามการเปลี่ยนแปลงทิศทางของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในแต่ละครั้ง สนามแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะเปลี่ยนแปลงหลายล้านครั้งต่อวินาที ทำให้น้ำหรือโมเลกุลที่มีขั้วต่างๆ หมุน เพื่อรักษาการจัดเรียงตัวด้วยการเปลี่ยนขั้วอย่างรวดเร็ว ซึ่งการหมุนของโมเลกุลต่างๆ เหล่านี้ทำให้เกิดแรงเสียดทานกับตัวกลางที่อยู่รอบๆ และเกิดความร้อนขึ้น (Copson, 1975)

5.2.2.2 ผลการศึกษาระยะเวลาการบ่มข้าวอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตข้าวอบกรอบ ศึกษาระยะเวลาการบ่มข้าวอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตข้าวอบกรอบ (หลังการอบแห้ง) นำสูตรที่ดีที่สุด มาทำการศึกษาระยะเวลาการบ่มข้าวอบแห้งที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับ คือ 12 , 24 และ 36 ชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ใช้ระยะเวลาการบ่มข้าวอบแห้ง 24 ชั่วโมง มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)และความชอบโดยรวม เนื่องจากมีคุณลักษณะหลังเข้าอบไมโครเวฟ มีเนื้อสัมผัสที่พองกรอบเหมาะสม มีรูพรุน ไม่แข็งกระด้างเกินไป ซึ่งถ้าบ่มข้าวอบแห้งโดยใช้เวลาน้อยไปและมากเกินไปจะได้เนื้อสัมผัสจะแน่นและไม่ค่อยขึ้นฟู การขึ้นฟูของอาหารจะมีปริมาณความชื้นเป็นส่วนเกี่ยวข้องในการนำพาเนื้อสัมผัสให้เกิดการขยายเมื่อได้รับพลังงานความร้อนจากรังสีไมโครเวฟ

5.2.2.3 ผลการศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟของข้าวอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตข้าวอบกรอบ ทำการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับ 15 , 20 และ 25 วินาที

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบ พบว่า สูตรที่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนานที่สุดจะมีค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าประมาณความชื้นเหลือน้อยที่สุด จะมีค่าความแข็งมากที่สุดแต่จะมีความความกรอบน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ใช้ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งที่ 20 วินาที เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)และความชอบโดยรวม เนื่องจากมีคุณลักษณะหลังเข้าอบไมโครเวฟ มีเนื้อสัมผัสที่พองกรอบเหมาะสม มีรูพรุน ไม่แข็งกระด้างเกินไป เมื่อผสมกับรสชาติต้มยำทำให้การรับประทานง่ายยิ่งขึ้น เพราะเป็นรสชาติที่ถูกปากของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์จะมีสีออกส้มสว่างเป็นสีของผงปรุงรสรสต้มยำ

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรสสูตรที่ดีที่สุด ที่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งที่ 20 วินาที พบว่า มีค่าปริมาณความชื้น (ร้อยละ) 6.69 ± 0.03 , ค่าปริมาณไขมัน (ร้อยละ) 1.65 ± 0.06 , ค่าปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) 5.23 ± 0.07 , ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ (ร้อยละ) 0.93 ± 0.13 , ค่าปริมาณเถ้า (ร้อยละ) 1.37 ± 0.08 และค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) 84.12 ± 0.05

ผลการวิเคราะห์สมบัติจุลินทรีย์ของข้าวอบกรอบปรุง โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา โดยสุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน รวมเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนลูกเดือยกรอบ คือ จุลินทรีย์ทั้งหมด

ต้องไม่เกิน $1x10^4$ cfu/g และ ยีสต์ราต้องไม่เกิน 100 cfu/g (มผช.900/2548) สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 2 เดือน ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการบริโภค เนื่องจากอยู่ในกลุ่มค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าปริมาณความชื้นค่อนข้างต่ำให้สามารถเก็บรักษาได้นานเกิดการเสื่อมเสียได้ยาก

5.2.2.4 ผลการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง พบว่า มีขนาด น้ำหนัก ใกล้เคียงกัน มีค่าออกสีส้มแดง ค่าความแข็ง ค่าความกรอบมากกว่าสูตรจากท้องตลาดยี่ห้อ A ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าปริมาณความชื้นน้อยกว่า ซึ่งผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรสยังจัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่มีปริมาณน้ำอิสระต่ำ ลดการเกิดกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้นได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีค่าปริมาณไขมันค่อนข้างต่ำ ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นาน ลดการเกิดปฏิกิริยา oxidation เนื่องจากอยู่ในกลุ่มค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าความชื้นค่อนข้างต่ำ ซึ่งจัดเป็นอาหารที่มีความชื้นต่ำ (Low moisture food : LMF) เป็นอาหารที่มีค่าaw น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.65 หรือมีความชื้นที่มากกว่า ร้อยละ 25 (ปิยธิดา,2548) ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานเกิดการเสื่อมเสียได้ยาก

5.2.3 จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบปรุงรส

โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน ผู้บริโภคมีความพอใจต่อผลิตภัณฑ์มีความชอบปานกลาง และสนใจซื้อร้อยละ 100

5.3.1 จากการสำรวจผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่น) ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อาหารไทย(อาหารว่าง/อาหารทานเล่นเป็นที่นิยมของผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น ในท้องตลาดแหล่งตลาด OTOP หรือตามห้างสรรพสินค้าที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ได้แก่ ห้างโลตัส ห้างเดอะมอลล์ ห้างท็อปซุปเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนในท้องตลาดที่นำมาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบจำนวน 1 ยี่ห้อ ลักษณะปรากฏ มีสีขาวขุ่นมีกลิ่นหอมกะทิ มีรสเค็ม และหวานจัดมีความนุ่ม เม็ดข้าวไม่เกาะตัวกัน

5.3.2 จากการศึกษาสูตรและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหักและส่วนเหลือทิ้งจากข้าวที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่น

5.3.2.1 ศึกษาปริมาณน้ำกะทิที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง โดยทำการดัดแปลงสูตรจากสูตรน้ำกะทิสดเป็นน้ำกะทิกล่องสำเร็จรูป จำนวน 3 ระดับ 165 , 170 และ 175 กรัม

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรน้ำกะทิสดเป็นน้ำกะทิกล่องสำเร็จรูป 175 กรัม เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม เนื่องจากข้าวเหนียวมูนที่ได้ลักษณะเป็นเม็ดข้าวสวยงามไม่เหลวเกินไป ไม่จับตัวเป็นก้อนเหนียวนุ่มในลักษณะที่พอดี และมีความมันเงาจากกะทิเล็กน้อย

5.3.2.2 ผลการศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟหลังการแช่แข็งที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง ทำการศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับ 20 , 30 และ 40 วินาที

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ พบว่า ทั้ง 3 สูตร มีค่าสีที่ไม่แตกต่างกันกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนข้าวเหนียวมูนมีความแตกต่างกันเล็กน้อยพลังงานความร้อนที่ได้จากรังสีไมโครเวฟ จึงทำปฏิกิริยากับอะไมโลเพคตินในเม็ดข้าวได้น้อยสีจึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ส่วนในด้านเนื้อสัมผัส พบว่า สูตรที่ใช้ระยะเวลานานที่สุด 40 วินาที จะมี ค่าความแข็ง ค่าความยืดหยุ่น ค่าความเกาะติด ค่าความเหนียว และค่าการเคี้ยว มากกว่าอีก 2 สูตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากระยะเวลาที่นานขึ้นทำให้น้ำที่อยู่ภายในเซลล์ระเหยออกไปทำให้เกิดผิวหน้าที่แห้งและแข็งขึ้น และการใช้ไมโครเวฟเป็นการอาศัยความร้อนที่เกิดขึ้นจากช่วงความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในระดับไมโครเวฟ การสูญเสียในรูปของน้ำที่ไหลเยิ้มออกมาน้อยที่สุด ผลิตภัณฑ์ไม่ต้องสัมผัสกับของเหลวอื่นที่ทำให้เสียคุณค่า (สายสนม, 2540)

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ใช้ระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟที่ 30 วินาที เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม เนื่องจากข้าวเหนียวมูนที่ได้ลักษณะมีความเหนียวนุ่มพอดี มีความเกาะตัวกันเป็นก้อน และมีความมันเงาจากกะทิเล็กน้อย มีรสชาติหวานหอม ออกเค็มเล็กน้อย เพราะเป็นรสชาติที่ได้จากน้ำกะทิหวานหอมถูกปากของผู้บริโภค

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งสูตรที่ดีที่สุดที่ที่ใช้ระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟที่ 30 วินาที พบว่า มีค่าปริมาณความชื้น (ร้อยละ) 43.55 ± 0.03 , ค่าปริมาณไขมัน (ร้อยละ) 6.29 ± 0.02 , ค่าปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) 3.21 ± 0.03 , ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ (ร้อยละ) 1.20 ± 0.06 , ค่าปริมาณเถ้า (ร้อยละ) 0.50 ± 0.09 และค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) 45.24 ± 0.05

ผลการวิเคราะห์สมบัติจุลินทรีย์ของข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา โดยสุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน รวมเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวหลาม คือ จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^4$ cfu/g และ ยีสต์ราต้องไม่เกิน 100 cfu/g (มผช.746/2548) สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 2 เดือน ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการบริโภค เนื่องจากอยู่ในกลุ่มค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าปริมาณความชื้นค่อนข้างต่ำให้สามารถเก็บรักษาได้นานเกิดการเสื่อมเสียได้ยาก

5.3.2.3 จากการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็งมีค่าสีออกขาวสว่างกว่า และมีค่าเนื้อสัมผัสในด้านค่าความแข็ง ค่าความยืดหยุ่น ค่าความเหนียว และค่าการเคี้ยวมากกว่า แต่มีค่าความเกาะติดน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนในท้องตลาด เนื่องจากข้าวเหนียวมูนแช่แข็งมีการใส่ปริมาณกะทิที่มากกว่าทำให้มีความเหนียวนุ่มในเนื้อเม็ดข้าว หลังผ่านการนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเจลาติไนท์เซชั่น และเมื่อนำไปแช่แข็งทำให้เกิดปฏิกิริยารีโทรการเดชั่นจึงเกิดการเซ็ทตัวของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน และเมื่อผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเกิดการระเหยของน้ำบางส่วนทำให้เม็ดข้าวเกิดการจับตัวกันมีความเหนียวนุ่มและไม่แฉะจนเกินไป

5.3.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน ผู้บริโภคมีความพอใจต่อผลิตภัณฑ์มีความชอบปานกลาง และสนใจซื้อร้อยละ 100

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นและการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์

5.2.2 เพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่โดยนำวัตถุดิบทางการเกษตรที่เหลือทิ้ง มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในหลากหลายรูปแบบ และให้สอดคล้องกับสังคมในปัจจุบัน

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. **คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย**. สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม.กรุงเทพ.

กระทรวงสาธารณสุข. 2547. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 281/2547 เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร.** กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

กองโภชนาการ กรมอนามัย. 2544. **คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี

งามชื่น คงเสรี. 2536. **คุณภาพเมล็ดทางเคมี.** การฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง,ฝ่ายฝึกอบรมสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตร และสหกรณ์,กรุงเทพฯ.

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. ม.ป.ป. **เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เครือวัลย์ ศิริพงษ์**.** 2554. **ขนมไทยรสเลิศ**. กรุงเทพฯ: คลื่นอักษร, 160 หน้า.

จิตรกร แสนแก้ว. 2557. **แนวคิดการตลาดเพื่อสังคม**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้ จาก:https://sites.google.com/site/groupmarketingsites/ naew-khwam-khid-thangkar-tlad

ชมพู่ ยิ้มโต. 2550. **การถนอมอาหาร.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ฐิติญาพร ภุกดีคง และสมหญิง เชี่ยวชาญ. 2553. **การใช้เมล็ดขนุนทดแทนมันฝรั่งใน Mashed Potatoes.** สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ, คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.กรุงเทพ.

นลิน คูอมรพัฒนะ. 2539. **ตำหรับขนมไทย.**, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดด.

นิตยา ภัทรกรรม. 2542. **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารจานด่วนของประชากรวัยทำงานในเขตกรุงเทพมหานคร**. มปท.

นิรนาม. 2553**.** a_w**.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.charpa.co.th/articles/pH%20and%20water%20activity%20of%20food.htm (สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2559)

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2541. **น้ำมันปาล์มมีกรดไขมันชนิดทรานส์**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2544. **หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

นุช ผลนาค. 2545. **ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพอาหารขนมขบเคี้ยวจากกระบวนการทอด.** บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยธิดา สุดเสนาะ. 2548. **วท.ย.เทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

พรพล รมย์นุกูล. 2545. **การถนอมอาหาร.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

พีรเดช ทองอำไพ. 2556. **งานวิจัยแปรรูปข้าวเพื่อประโยชน์ต่างๆ**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.arda.or.th/easyknowledge/easy-articles-detail.php?id=529

ภีมพัฒน์ พลอยวิลัย และนงลักษณ์ บทไธสง. 2556. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวปั้นก้อนแช่แข็งจากปลายข้าว.** สาขาอาหารและโภชนาการ. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร**.**

มณฑิรา ธัชยพงษ์. 2534. “**ศึกษาการผลิตซุปหน่อไม้ฝรั่งผงและการเก็บรักษา**” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุวดี ขอมพิทักษ์. ม.ป.ป. **มะพร้าวสมุนไพรจากสรวงสวรรค์.** กรุงเทพฯ: ตรงหัว.

วรรณภา สุทธา. 2548. **น้ำในอาหาร**. กรุงเทพฯ: ไพลินบุ๊คเน็ต.

ศิริพรรณ จิวเจริญ, จิรตี ปัญจานนท์ และสรนันท์ เตี๋ยวบุตร. 2555. **การศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหลือทิ้งเพื่อพัฒนาแป้งขนมเบื้องไทยโบราณสำเร็จรูปแช่แข็ง.** คณะเทคโนโลยี คหกรรมศาสตร์. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลพระนคร.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2546. **วัตถุเจือปนอาหารเล่ม 1**. นครปฐม. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. หน้า 4-7.

ศรีวรรณ ชูจิต. 2548. “**ข้าวทอดเสริมธัญพืช.**” โครงงานพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2540. **กระบวนการแช่เยือกแข็ง.** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุนันทา และคณะ. 2547.**รายงานประจำปี 2547.** สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. มปท.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2535. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค. มอก.288-2535.**

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผงปรุงรสอาหาร. มผช 494/2547.**

อัมพวัลย์ วิศวธีรานนท์. 2541. **วิถีชีวิตของคนไทยรุ่นใหม่: ศึกษากรณีพฤติกรรมบริโภคอาหารของนักเรียนไทยในเขตกรุงเทพมหานคร.**มปท.

อบเชย วงศ์ทอง. 2541. **โภชนศาสตร์ครอบครัว.** กรุงเทพมหานคร:มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. 2544. **หลักการประกอบอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,กรุงเทพฯ

บรรณานุกรม (ต่อ)

A.Kita et al., 2006. **The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps.** Department of Food Storage and Technology, Faculty of Food Science, Agricultural University of Wroclaw, C.K. Norwida Wroclaw, Poland.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis.** 17th ed. The association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. USA.

Baumann and Escher, 1995. **Mass and heat transfer during deep-fat frying of potato slices, rate of drying and oil uptake**, Lebensmittel-Wissenschaft and –Technologie.

Copson, DA. 1975. **Microware Heathing.** Connecticut: AVI Publishing CO.

Fennema, O.R. 1996. **Food Chemistry**. 3rd ed. New York: Marcel Dekker. 1067 p.

Whitaker, J.R. 1994. **Principles of enzymology for the food science 2nd ed.** Marcel Dekker, Imc. New York. 625 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.1
สูตรและขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต
ข้าวตังปรุงรส

สูตรข้าวตังปรุงรส

<u>ส่วนผสม</u>

ข้าวก้นหม้อ	500	กรัม
น้ำ	50	มิลิลิตร
เมล็ดทานตะวัน	16.65	กรัม
เมล็ดฟักทอง	16.65	กรัม
เม็ดมะม่วงหิมพานต์	16.65	กรัม
ผงปรุงรสบาบีคิว	16.65	กรัม

<u>วิธีการผลิต</u>

1. นึ่งข้าวก้นหม้อ 20 นาที
2. นำข้าวก้นหม้อที่ผ่านการนึ่งแล้ว มาปั่นผสมกับน้ำ ข้าว 250 กรัม ต่อน้ำ 25 มิลิลิตร (ในการปั่น 1 ครั้ง) เป็นเวลา 10 วินาที
3. ผสมข้าวที่ปั่นแล้ว เมล็ดทานตะวัน เมล็ดฟักทอง เม็ดมะม่วงหิมพานต์ และผงปรุงรสบาบีคิวเข้าด้วยกัน
4. ชั่งน้ำหนักใส่ถุง 6x9 ถุงละ 100 กรัม แล้วนำไปคลึงให้เป็นแผ่น
5. ใส่ตู้เย็นให้เซ็ตตัว เพื่อตัดง่ายไม่ติดถุง เป็นเวลา 15 นาที
6. ตัดถุงออก แล้วตัดเป็นชิ้น 4 ชิ้น นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (ทุกๆ 30 นาที กลับด้าน ครบ 1 ชั่วโมงนำมาตัดเป็นชิ้นเล็กขนาด กว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 6 เซนติเมตร)
7. ทอดอุณหภูมิน้ำมัน 190 องศาเซลเซียส จนลอย (ประมาณ 5 วินาที) แล้วตักขึ้นพักน้ำมัน
8. อบไล่น้ำมันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

นึ่งข้าวก้นหม้อ 20 นาที

นำข้าวก้นหม้อที่ผ่านการนึ่งแล้ว มาปั่นผสมกับน้ำ ข้าว 250 กรัม ต่อน้ำ 25 มิลิลิตร (ในการปั่น 1 ครั้ง) เป็นเวลา 10 วินาที

ผสมข้าวที่ปั่นแล้ว เมล็ดทานตะวัน เมล็ดฟักทอง เม็ดมะม่วงหิมพานต์ และผงปรุงรสบาบีคิวเข้าด้วยกัน

ชั่งน้ำหนักใส่ถุง 6x9 ถุงละ 100 กรัม แล้วนำไปคลึงให้เป็นแผ่น ใส่ตู้เย็นให้เซ็ตตัว เพื่อตัดง่ายไม่ติดถุง เป็นเวลา 15 นาที

ตัดถุงออก แล้วตัดเป็นชิ้น 4 ชิ้น นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (ทุกๆ 30 นาที กลับด้าน ครบ 1 ชั่วโมงนำมาตัดเป็นชิ้นเล็กขนาด

ทอดอุณหภูมิน้ำมัน 190 องศาเซลเซียส จนลอย (ประมาณ 5 วินาที) แล้วตักขึ้นพักน้ำมัน อบไล่น้ำมันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

แผนภาพที่ ก.1 แสดงผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส

ภาคผนวก ก.2
แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ชุดที่ .....

เรื่อง ข้าวตังปรุงรส

วันที่ .....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
สี			
กลิ่น(เครื่องเทศ)			
กลิ่นรส(เครื่องเทศ)			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบคำถาม

แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test)

รหัสการทดสอบ..... วันที่.....

ชื่อตัวอย่าง **เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส**

ชื่อผู้บริโภค.....

1. กรุณาบอกความพอใจต่อข้าวตังปรุงรส(overall acceptance)

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก

2. กรุณาบอกความพอใจต่อลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส (individual attribute acceptance)

2.1 ลักษณะปรากฏ

○ สีที่ผิว

☐	☐	☐	☐	☐	☐
ซีดมาก	ซีดปานกลาง	ซีดเล็กน้อย	เข้มเล็กน้อย	เข้มปานกลาง	เข้มมาก

2.2 รสชาติ

○

☐	☐	☐
มาก	ปานกลาง	เล็กน้อย

23 กลิ่นเครื่องเทศ

○

☐	☐	☐	☐	☐	☐
อ่อนมาก	อ่อนปานกลาง	อ่อนเล็กน้อย	หอมเล็กน้อย	หอมปานกลาง	หอมมาก

2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

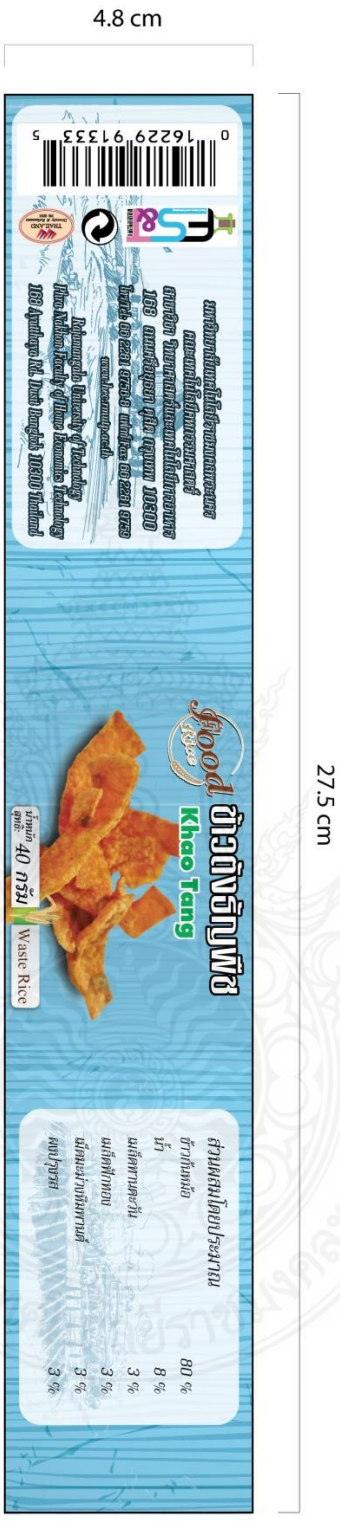
○ กรอบ

☐	☐	☐
มาก	ปานกลาง	เล็กน้อย

3. ข้อคิดเห็น (comments).....

ภาคผนวก ก.3
บรรจุภัณฑ์

Food
ข้าวถังธัญพืช
Khao Tang
น้ำหนักสุทธิ 40 กรัม
Waste Rice



ภาพที่ ก.2 แสดงบรรจุภัณฑ์ข้าวตังปรุงรส

ภาคผนวก ข.1
สูตรและขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต
ข้าวอบกรอบ

สูตรข้าวอบกรอบ

<u>ส่วนผสม</u>

แผ่นข้าว

ข้าวก้นหม้อ	600 กรัม
น้ำ	60 มิลิลิตร

อัตราส่วนผงปรุงรส

ผงปรุงรสต้มยำ ยี่ห้อรสดี	30 ต่อ น้ำ 125 มิลิลิตร
ผงปรุงรสต้มยำ ยี่ห้อโลโบ	15 ต่อ น้ำ 240 มิลิลิตร

<u>วิธีหารผลิต</u>

1. นิ่งข้าวก้นหม้อ 20 นาที
2. นำข้าวก้นหม้อที่ผ่านการนิ่งแล้ว มาปั่นผสมกับน้ำโดยใช้ ข้าว 300 กรัม ต่อน้ำ 30 มิลิลิตร (ในการปั่น 1 ครั้ง) เป็นเวลา 3 นาที ปั่นให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน
3. ชั่งน้ำหนักใส่ถุง 6x9 ถุงละ 130 กรัม แล้วนำไปคลึงให้เป็นแผ่น
4. ใส่ตู้เย็นให้เซ็ตตัว เพื่อกดง่ายไม่ติดถุง เป็นเวลา 15 นาที
5. ตัดถุงออก แล้วกดด้วยพิมพ์วงกลม 1 ถุงได้ 20 ชิ้น นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (ทุกๆ 1 ชั่วโมง กลับด้าน)
6. บ่มไว้ 1 คืน
7. ให้ความร้อนโดยไมโคเวฟ ใช้ไฟแรงเป็นเวลา 20 วินาที
8. ปรุงรสต้มยำโดยใช้แปรงทาให้ทั่วแผ่น
8. อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้ง

นึ่งข้าวก้นหม้อ 20 นาที

นำข้าวก้นหม้อที่ผ่านการนึ่งแล้ว มาปั่นผสมกับน้ำ ข้าว 300 กรัม ต่อน้ำ 30 มิลิลิตร (ในการปั่น 1 ครั้ง) เป็นเวลา 3 นาที

ชั่งน้ำหนักใส่ถุง 6x9 ถุงละ 130 กรัม แล้วนำไปคลึงให้เป็นแผ่น

ใส่ตู้เย็นให้เซ็ตตัว เพื่อกดง่ายไม่ติดถุง เป็นเวลา 15 นาที

ตัดถุงออก แล้วกดด้วยพิมพ์วงกลม 1 ถุงได้ 20 ชิ้น นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (ทุกๆ 1 ชั่วโมง กลับด้าน) บ่มไว้ 1 คืน (24 ชั่วโมง) ที่

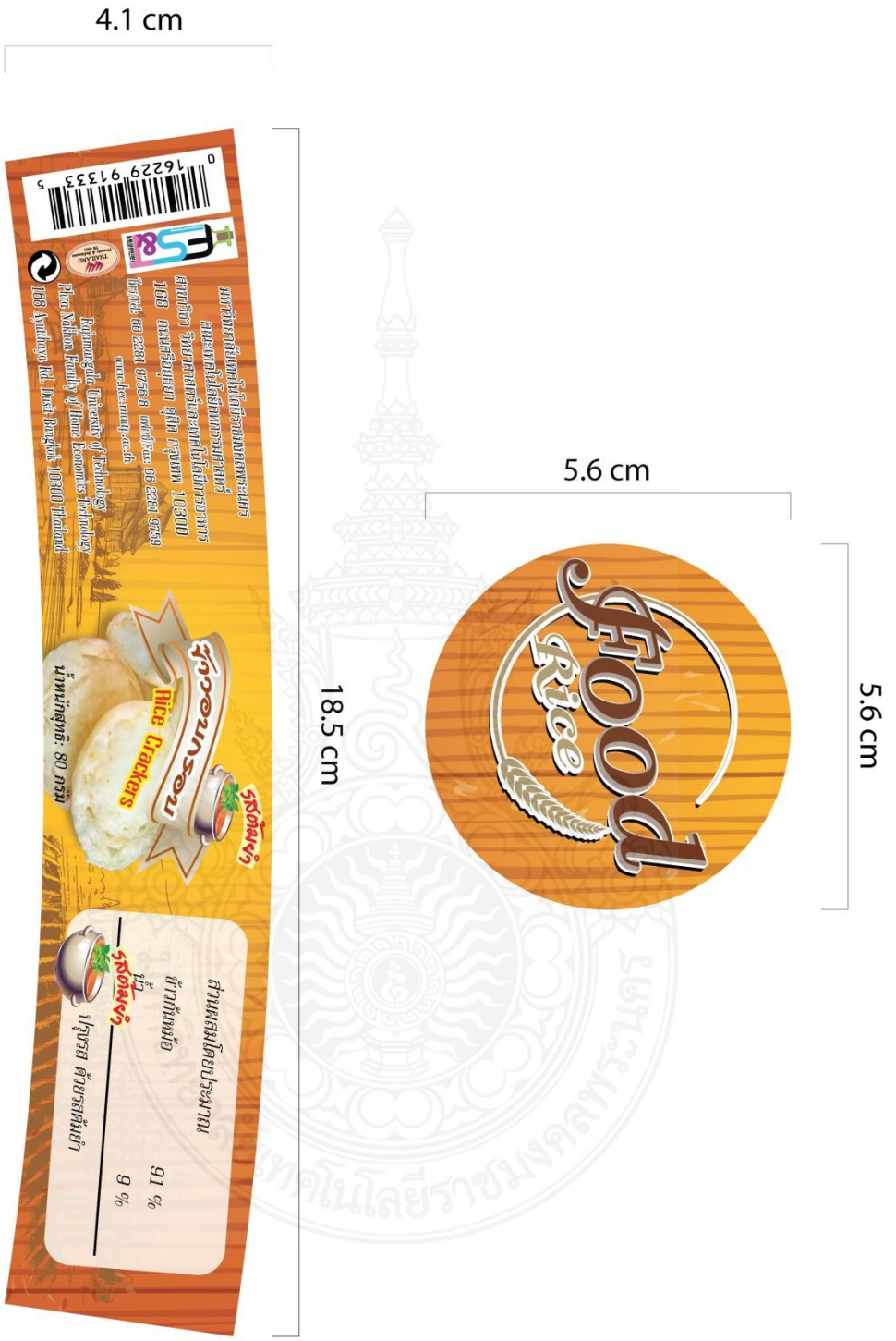
ให้ความร้อนโดยไมโครเวฟ ใช้ไฟแรงเป็นเวลา 20 วินาที

ปรุงรสต้มยำโดยใช้แปรงทาให้ทั่วแผ่น แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้ง

แผนภาพที่ ข.2 แสดงกรรมวิธีการผลิตข้าวอบกรอบ

ภาคผนวก ข.2
บรรจุภัณฑ์

Food
Rice
ข้าวอบกรอบ
Rice Crackers



ภาพที่ ข.1 แสดงบรรจุภัณฑ์ข้าวอบกรอบ

ภาคผนวก ค .1
สูตรและขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต
ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

สูตรข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

ส่วนผสม

กะทิ	175	กรัม
ข้าวเหนียวหัก	250	กรัม
น้ำตาลทราย	70	กรัม
เกลือป่น	2.5	กรัม

ข้าวเหนียวหัก นำมาซาวน้ำ 2 รอบ

แช่ข้าวเหนียวที่ผ่านการซาวน้ำไว้ 24 ชั่วโมง

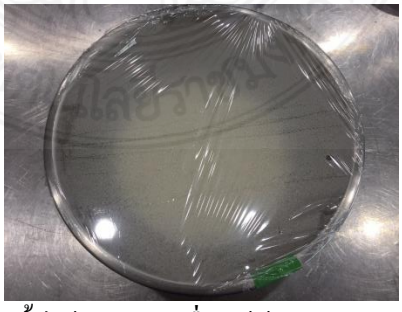
พักข้าวเหนียวให้สะเด็ดน้ำ

นำข้าวเหนียวที่สะเด็ดน้ำแล้วใส่ลงในลังถึง(ใช้ผ้าขาวบางรอง)

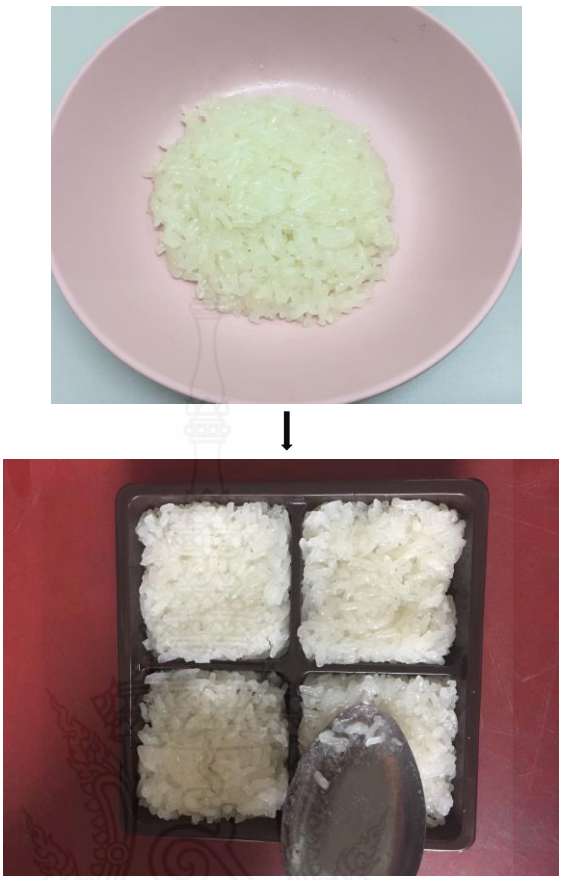
นึ่งข้าวเหนียวเป็นเวลา 45 นาที

ผสมกะทิ, น้ำตาลทราย, และเกลือป่น คนให้ละลายเข้ากัน

นำข้าวเหนียวที่นึ่งเสร็จมามูนกับส่วนผสมที่เตรียมไว้ให้เข้ากัน



ปิดฝาทิ้งไว้ 20 นาที เพื่อให้ข้าวเหนียวระอุทั่ว



แผนภาพที่ ค.2 แสดงภาพข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

ภาคผนวก ค.2
บรรจุภัณฑ์

Food
Rice
Sticky Rice
in
Coconut Cream
ข้าวเหนียวมูน แช่แข็ง พร้อมรับประทาน
น้ำหนักสุทธิ: 80 กรัม

ภาพที่ ค.3 แสดงบรรจุภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนแช่แข็ง

<u>ส่วน ค</u> ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ- สกุล (ภาษาไทย) **นางสาวดวงกมล ตั้งสถิตพร**

   (ภาษาอังกฤษ) Miss DUANGKAMOL TUNGSATITPORN

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1 9204 00018 17 9

3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย

   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ. 10300 โทรศัพท์ 0-2281 9231-4 ต่อ 6201 โทรสาร 0-2282-4490

   E-mail : duangkamol.t@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คศ.บ./อาหารและโภชนาการ-พัฒนาผลิตภัณฑ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร	2550
ปริญญาโท	วท.ม./พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2553

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) พัฒนาผลิตภัณฑ์ สาขาวิทยาศาสตร์เคมีอาหารและเคมีอาหาร

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย เป็นต้น

   7.1 ผลงานวิจัย

ชื่อผลงาน	สถานภาพ	แหล่งทุน/ปี
งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว		
- โครงการแปรรูปพาสต้าจากข้าวหอมนิลมะลิอินทรีย์	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2551
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปจากแป้งกล้วยโดยการใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2553
- โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตอาหารจากกล้วย	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2554
- คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2554

- การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากเส้นใยกล้วยสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2554
โครงการวิจัยและเป็นผู้รับผิดชอบหลักของโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาลูกอมสมุนไพรไทยพื้นบ้าน : ลดการอักเสบและดับกลิ่นปาก	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2555
การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากกากมะพร้าวที่เหลือใช้	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2556
การแปรรูปผลิตภัณฑ์สบู่เหลวผสมเยื่อกล้วย	**หัวหน้าโครงการวิจัย**	2557
การประยุกต์ใช้เมล็ดแตงโมที่เหลือทิ้งทดแทนถั่วลิสงในการผลิตอาหารไทย	**หัวหน้าโครงการวิจัย**	2557
การประยุกต์ใช้เปลือกแตงโมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูป	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2557
งานวิจัยที่กำลังทำ		
การประยุกต์ใช้เมล็ดแตงโมที่เหลือทิ้งทดแทนถั่วลิสงในการผลิตอาหารไทย (ปีที่ 2)	**หัวหน้าโครงการวิจัย**	2558
การประยุกต์ใช้เปลือกแตงโมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูป (ปีที่ 2)	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2558
การพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร	**หัวหน้าโครงการวิจัย**	2558
การพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร(ปีที่ 2)	**หัวหน้าโครงการวิจัย**	2559

7.2 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

<u>การประชุมวิชาการระดับชาติ</u>

- ดวงกมล ตั้งสถิตพร,ธันย์ชนก จรเสมอ,ชิดขนก เอมอรม.2556.การใช้ประโยชน์จากแกนสับปะรดและชาภูฟ้าในผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม.การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5 และการประชุมวิชาการนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 4**ระหว่างวันที่ 15-16 กรกฎาคม 56 ณ เซ็นทรัลเวลล์**

<u>ส่วน ค</u> ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ- สกุล (ภาษาไทย) **นาง เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์**

(ภาษาอังกฤษ) Mrs. KASARIN PEDCHARAT

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1016 006 79 62 9
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย

หัวหน้าสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ. 10300

โทรศัพท์ 0-2281-9231-4 ต่อ 2410

โทรสาร 0-2282-4490

e-mail : kassarin.m@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	วท.บ./พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2538
ปริญญาโท	วท.ม./พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2546

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) เกษตรและชีววิทยา

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 ผลงานวิจัย

ชื่อผลงาน	สถานภาพ	แหล่งทุน/ปี
- โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกแกงเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2549-2550
- โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2550-2551
- เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหอมนิลเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2550-2551
- โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเม็ดบัวเพื่ออุตสาหกรรมอาหารสุขภาพ	**หัวหน้าโครงการ** โครงการวิจัย	2552

- คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ	**หัวหน้าโครงการ** โครงการวิจัย	2554
- โครงการการประยุกต์ใช้ข้าวกล้องงอกในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน	**หัวหน้าโครงการ** โครงการวิจัย	2554
- โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมสมุนไพรไทยพื้นบ้าน:ลดการอักเสบและดับกลิ่นปาก	**หัวหน้าโครงการ** โครงการวิจัย	2555
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตอาหารจากกล้วย	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2554 – 2555
- โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากกากมะพร้าวที่เหลือใช้	**หัวหน้าโครงการ** โครงการวิจัย	2556
การประยุกต์ใช้เมล็ดแตงโมที่เหลือทิ้งทดแทนถั่วลิสงในการผลิตอาหารไทย	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2557
การประยุกต์ใช้เปลือกแตงโมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูป	**หัวหน้าโครงการวิจัย**	2557
งานวิจัยที่กำลังทำ		
การประยุกต์ใช้เปลือกแตงโมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูป (ปีที่ 2)	**หัวหน้าโครงการวิจัย**	2558
การประยุกต์ใช้เมล็ดแตงโมที่เหลือทิ้งทดแทนถั่วลิสงในการผลิตอาหารไทย (ปีที่ 2)	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2558
การพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป	**หัวหน้าโครงการวิจัย**	2558

7.2 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

1. บทความเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกแกงสำเร็จรูปเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร . 1, 1 พฤษภาคม 2550 : 9-20

2. บทความเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าชนิดแผ่นและกรวยไอศครีมจากข้าวหอมนิล วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร . 3, 2 กันยายน 2552 : 209-221

การะประชุมวิชาการระดับชาติ

1. วลัย หุตะโกวิท, วาสนา ขวยเขิน, เกศรินทร์ มงคลวรวรรณ, น้อมจิตต์ สุธีบุตร, เจตนิพันท์ บุณยสวัสดิ์, นพพร สกุลยืนยงสุข. 2551. การพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกแพงสำเร็จรูปเพื่ออุตสาหกรรมส่งออก.การประชุมวิชาการราชมงคลวิชาการ ครั้งที่ 1 ณ โรงแรมธรรมรินทร์ ธนา จังหวัดตรัง.7-29 สิงหาคม 2551
2. เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์, ชญาภัทร์ กี่อาริโย, ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง, นพพร สกุลยืนยงสุข. 2554. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเม็ดบัวเพื่ออุตสาหกรรมอาหารสุขภาพ.การประชุมวิชาการราชมงคลวิชาการ ครั้งที่ 4 ณ โรงแรมชลจันทร์ จังหวัดชลบุรี.

<u>ส่วน ค</u> ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวดวงรัตน์ แซ่ตั้ง
(ภาษาอังกฤษ) Miss Duangrat Saetang
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1 1012 00047 99 8
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
เงินเดือน 15,000(บาท) เวลาที่ใช้ทำวิจัย (4 ชั่วโมง : สัปดาห์)
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e - mail
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิร เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
โทรศัพท์ 0 2281 9756-8 ต่อ 2410 โทรสาร 0 2281 9759
e - mail : duangrat.s@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คหกรรมศาสตรบัณฑิต/อาหารและโภชนาการ-พัฒนาผลิตภัณฑ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2550
ปริญญาโท	**คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต** /อาหารและโภชนาการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2559

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

-

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 ผลงานวิจัย

ชื่อผลงานวิจัย	สถานภาพ	แหล่งทุน/ปี
โครงการการประยุกต์ใช้ข้าวกล้องงอกในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2554
โครงการวิจัยคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณเงินรายได้/2554
- โครงการการประยุกต์ใช้ข้าวกล้องงอกในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2554
- โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมสมุนไพรไทยพื้นบ้าน: ลดการอักเสบและดับกลิ่นปาก	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2555

- โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากกากมะพร้าวที่เหลือใช้	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2556
- การประยุกต์ใช้เปลือกแตงโมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูป - การประยุกต์ใช้เมล็ดแตงโมที่เหลือทิ้งทดแทนถั่วลิสงในการผลิตอาหารไทย	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2557 2557
- โครงการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เปลือกแตงโมในผลิตภัณฑ์ไอศครีมและขนมหวาน	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2557
- โครงการวิจัยถ่ายทอดเทคโนโลยีงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558 ● การประยุกต์ใช้เปลือกแตงโมในผลิตภัณฑ์ไอศครีมและขนมหวาน ● การประยุกต์ใช้เมล็ดแตงโมที่เหลือทิ้งทดแทนถั่วลิสงในการผลิตอาหารไทย ● การประยุกต์ใช้เปลือกแตงโมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูป	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2558
- โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2558
- โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาศักยภาพซังขนุนในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร	**ผู้ร่วมวิจัย** โครงการวิจัย	2558

7.2 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

<u>การประชุมวิชาการระดับชาติ</u>

- เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์, ชญาภัทร์ กี่อาริโย, ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง, นพพร สกุลยืนยงสุข. 2556.การประยุกต์ใช้ข้าวกล้องงอกในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน. 2556. งานประชุมวิชาการแห่งชาติ The 5 th Rajamangala University of Technology International Conference **ระหว่างวันที่ 15-16 กรกฎาคม 56 ณ เซ็นทรัลเวลล์**