การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

Development of Seasoned Tapioca Crackers (Thai Snack) Fortified with Khlu Leaf Extract

โสภา ธนาเขต

SOPA THANAKATE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2560

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

Development of Seasoned Tapioca Crackers (Thai Snack) Fortified with Khlu Leaf Extract

โสภา ธนาเขต

SOPA THANAKATE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่
ชื่อ นามสกุล	โสภา ธนาเขต
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	คหกรรมศาสตร์
คณะ	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

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

.....กรรมการ
(ดร.วไลภรณ์ สุทธา)

.....กรรมการ
(ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย)

วันที่ 26 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่
ชื่อ นามสกุล โสภา ธนาเขต
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา และคณะ คหกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือก (1) ศึกษาสูตรพื้นฐานข้าวเกรียบ (2) ศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำใบขลู่ที่เหมาะสมในการทำข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ (3) ศึกษาเครื่องปรุงรสที่เหมาะสมในการทำข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ (4) ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมี ของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำาสกัดจากใบขลู่ และ (5) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ ผลการศึกษาพบว่าตำรับข้าวเกรียบที่เลือกใช้นำมาเป็นสูตรพื้นฐานคือ สูตรที่ 3 (9–point hedonic scale) มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 57 น้ำตาลทรายร้อยละ 4 กระเทียมสับละเอียดร้อยละ 2 เกลือป่นร้อยละ 2 พริกไทยป่นร้อยละ 1 และน้ำเดือดร้อยละ 34 โดยพิจารณาจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส น้ำใบขลู่ที่ใช้เสริมในข้าวเกรียบใบขลู่เตรียมจากการปั่นผสมน้ำกับใบขลู่สดที่อัตราส่วน 1:0.5 เป็นอัตราส่วนที่ได้รับคะแนนความชอบมากกว่าอัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 ($p \leq 0.05$) เมื่อนำข้าวเกรียบเสริมใบขลู่ไปปรุงรสพบว่าผงปรุงรสต้มยำได้รับคะแนนความชอบมากกว่าผลปรุงรสปาปริก้าและผงปรุงรสสาหร่าย ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ที่พัฒนาได้ปริมาณ 100 กรัม มีไขมัน โปรตีน เส้นใยอาหาร (dietary fibre) และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 40.50 1.49 2.01 และ 51.10 ตามลำดับ ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคซึ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ในด้านความแปลกใหม่และมีรสชาติดีมากที่สุด โดยให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 และผู้บริโภคร้อยละ 92 ตัดสินใจซื้อข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ โดยเลือกบรรจุภัณฑ์แบบถุงพลาสติก น้ำหนักบรรจุ 60 กรัม ราคาจำหน่าย 30 บาท

คำสำคัญ: ข้าวเกรียบ; ใบขลู่; ปรุงรส

Thesis title Development of Seasoned Tapioca Crackers (Thai Snack) Fortified with Khlu Leaf Extract
Author Sopa Thanakate
Degree Master of Home Economics
Major program Home Economics
Academic Year 2017

ABSTRACT

The aims of this study were to select (1) a basic recipe of tapioca crackers (2) the appropriate concentration of Khlu leaf extract for fortification in the tapioca cracker product, (3) the suitable seasoning powder for tapioca cracker fortified with Khlu leaf extract, and finally (4) to study of physical, chemical, nutritional qualities as well as (5) consumers acceptance in the seasoned tapioca cracker fortified with Khlu leaf extract. The results showed that a basic recipe for tapioca cracker making was 57% tapioca flour, 4% sugar, 2% finely chopped garlic, 2% salt, 1% pepper and 34% boiling water as considered from sensory evaluation. The appropriate concentration of Khlu leaf extract was the mixture of water and fresh sliced Khlu leaves at a ratio of 1: 0.5. This ratio was given a preference score greater than 1:1 and 1:1.5 ($p \leq 0.05$). After that, three seasoning powders were added to the crackers fortified with Khlu leaf extract. It was found that the Tom yum seasoning powder tended to be obtain the highest sensory scores than those of the samples seasoned with paprika and algae seasoning powder ($p \leq 0.05$). The final formulation of the seasoned tapioca crackers fortified with Khlu leaf extract contained fat, protein, dietary fiber and carbohydrate contents approximately 40.50%, 1.49%, 2.01% and 51.10%, respectively. According to the consumer test, (100 consumers) the seasoned tapioca cracker fortified with Khlu leaf extract was accepted as the novel and delicious product. Moreover, 92% of consumers decided to buy the product containing 60 g in the plastic bag with the price of 30 Baht.

Keywords: Tapioca crackers; Khlu (Indian Marsh Fleabane) leaves; Seasoning

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างดียิ่งจาก ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำทุกขั้นตอนจนงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น และ ดร.วไลภรณ์ สุทธา ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดมา ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันมีค่าแก่ข้าพเจ้าด้วยความเมตตาตลอดมา ขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ของคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการประสานงานตลอดจนให้คำแนะนำในการทำงานเป็นอย่างดี ขอขอบคุณ ดร.สาโรจน์ ลีสวรรค์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรวุธ กิจกุศล ผู้บังคับการวชิราวุธวิทยาลัย ที่ให้โอกาสและอนุญาตในเรื่องเวลาการศึกษา ให้ได้ศึกษาต่อ ขอขอบคุณครู เจ้าหน้าที่ นักเรียน และพนักงานวชิราวุธวิทยาลัย ที่กรุณาให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการตอบแบบสอบถาม ขอขอบคุณนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่กรุณาตอบแบบสอบถาม ขอขอบคุณครู นักเรียน โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ที่กรุณาให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการตอบแบบสอบถาม ขอขอบคุณข้าราชการ เจ้าหน้าที่ พนักงาน ขององค์การบริหารส่วนตำบลนาทุ่ง และชาวบ้าน ตำบลนาทุ่ง อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ที่กรุณาให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการตอบแบบสอบถาม

ขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ รุ่นที่ 9 ทุกคน ที่คอยร่วมทุกข์ ร่วมสุข เป็นกำลังใจ คอยกระตุ้นเตือน ช่วยเหลือด้านการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์เสมอมา

ท้ายที่สุดของความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้ได้รับแรงใจและการสนับสนุนจากผู้ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จจาก บิดา มารดาและญาติพี่น้อง ที่เป็นพลังอันยิ่งใหญ่จนสำเร็จผล และขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ที่ให้ข้อเสนอแนะในสิ่งที่มีประโยชน์ ข้าพเจ้าขอขอบคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

โสภา ธนาเขต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ขลู่	5
2.2 ข้าวเกรียบ	7
2.3 แป้งมันสำปะหลัง	9
2.4 น้ำ	14
2.5 น้ำตาล	17
2.6 เกลือ	19
2.7 กระเทียม	19
2.8 พริกไทย	20
2.9 ผงปรุงรส	20
2.10 น้ำมันพืช	22
2.11 การนึ่ง	23
2.12 การทำแห้ง	23
2.13 การทอด	28
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย		36
3.1 เครื่องมือที่ใช้		36
3.2 วิธีการ		37
3.3 สถานที่ทำการวิจัย		42
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์และอภิปรายผล		43
4.1 ผลการศึกษาข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน		43
4.2 ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นน้ำใบขลู่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ		45
4.3 ผลการศึกษารสชาติของผงปรุงรสที่เหมาะสมสำหรับข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่		48
4.4 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่		50
4.5 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่		50
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ		56
5.1 สรุปผล		56
5.2 ข้อเสนอแนะ		57
เอกสารอ้างอิง		58
ภาคผนวก		63
ภาคผนวก ก	สูตรผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่	64
ภาคผนวก ข	การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ	73
ภาคผนวก ค	การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายเคมี	75
ภาคผนวก ง	แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์	84
ภาคผนวก จ	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน	93
ภาคผนวก ฉ	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. – ธ.ก.ส.	102
ประวัติการศึกษาและการทำงาน		

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณค่าทางโภชนาการของใบขลู่ (100 กรัม)	6
2.2 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของใบขลู่	7
2.3 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบแป้งมันสำปะหลัง	8
2.4 สมบัติที่สำคัญของอะมิโลสและอะมิโลเพกทิน	10
2.5 ปริมาณอะมิโลสและอะมิโลเพกทินในแป้งแต่ละชนิด	12
2.6 องค์ประกอบของแป้งชนิดต่างๆ (ร้อยละ)	13
2.7 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว 100 กรัม	18
2.8 ส่วนผสมของผงปรุงรสต้มยำ	21
2.9 ส่วนผสมของผงปรุงรสปาปริก้า	21
2.10 ส่วนผสมของผงปรุงรสสาหร่าย	22
2.11 ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่พบในน้ำมันปาล์ม และเมล็ดน้ำมันปาล์ม	22
2.12 จุดเกิดควันของน้ำมันและไขมัน	32
3.1 สูตรพื้นฐานของข้าวเกรียบ 3 ตำรับ	38
4.1 คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบ 3 สูตร	44
4.2 คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของข้าวเกรียบที่เติมน้ำสกัดจากใบขลู่ความเข้มข้นต่างกัน	46
4.3 คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 สูตร	47
4.4 คุณภาพทางกายภาพของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ที่ปรุงรสปาปริก้า รสสาหร่าย และรสต้มยำ	48
4.5 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากเสริมใบขลู่ที่ปรุงรสปาปริก้า รสสาหร่าย และรสต้มยำ	49
4.6 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่	50
4.7 ลักษณะทางด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค	51
4.8 ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ของผู้ตอบแบบสอบถาม	52
4.9 ข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่	54

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ใบขลู่	5
2.2	โครงสร้างของอะมิโลส	10
2.3	โครงสร้างของอะมิโลเพกติน	11
2.4	ระยะในการเกิดเจลาทิไนเซชั่นของเม็ดแป้ง	13
3.1	กรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน	39
3.2	กรรมวิธีการการผลิตข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่	40
4.1	ข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน 3 สูตร	43
4.2	น้ำสกัดจากใบขลู่ (อัตราส่วนน้ำ : ใบขลู่ เท่ากับ 1:0.5, 1:1 และ 1:1.5)	45
4.3	ข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ (อัตราส่วนน้ำ: ใบขลู่ เท่ากับ 1:0.5, 1:1 และ 1:1.5)	45
4.4	ข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ปรุงรส 3 สูตร (รสปาปริก้า, รสสาหร่าย และ รสต้มยำ)	48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ขลู่ (Khlu: *Pluchea indica* (Linn) Less) เป็นไม้พุ่มขนาดต้นสูง 0.5 - 2 เมตร มีใบเขียวตลอดปี ต้นขลู่ขึ้นตามธรรมชาติในป่าชายเลนของประเทศเขตร้อน เช่น ไทย มาเลเซีย ออสเตรเลีย และอินโดนีเซีย เป็นต้น ใบของต้นขลู่มีลักษณะเป็นใบเดี่ยว ก้านใบสั้น มีขอบเป็นใบหยัก และมีขนาดกว้าง 1- 5 เซนติเมตร ยาว 2-9 เซนติเมตร (คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2560) ใบขลู่มีรสหวานและมีความฝาด (astringent) เล็กน้อย คนท้องถิ่นนิยมลวกใบขลู่กินกับน้ำพริกและใช้ปรุงอาหารพื้นบ้าน (อรทัย และคณะ, 2555) ใบขลู่สด 100 กรัม มีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน 1.8 กรัม ไขมัน 0.9 กรัม ใยอาหารแบบละลายน้ำ 0.5 กรัม ใยอาหารแบบไม่ละลายน้ำ 0.9 กรัม คาร์โบไฮเดรต 8.7 กรัม แคลเซียม 250 มิลลิกรัม เบต้าแคโรทีน 1.2 มิลลิกรัม และน้ำ 87.5 กรัม (ยุทธนา, 2553) ทั้งนี้ปริมาณแคลเซียมและปริมาณเบต้าแคโรทีนที่พบในใบขลู่สด 100 กรัมเป็นปริมาณที่ใกล้เคียงเทียบเท่ากับปริมาณแคลเซียมที่ได้จากการดื่มน้ำนม 1 แก้ว (8 ออนซ์) และปริมาณเบต้าแคโรทีนที่ได้จากการกินเนื้อฟักทองสุก 100 กรัม (กองโภชนาการ กรมอนามัย,2554) และสรรพคุณของขลู่ยังมีประโยชน์ทางยาในการรักษาอาการนิ่วในไต อาการอักเสบ อาการปวดหลัง อาการตกขาว (Ahem and Kamel, 2513; สำนักงานอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน,2552) ในประเทศอินโดนีเซียมีรายงานถึงการดื่มน้ำต้มใบขลู่เพื่อช่วยทำให้เจริญอาหารและช่วยการย่อยอาหาร นอกจากนี้ใบขลู่เป็นยาต้านจุลชีพ ยาแก้ท้องเสียและยาบรรเทาอาการไอ รวมทั้งมีการใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์บำรุงผิวพรรณ ช่วยทำให้ผิวนุ่ม (Andarwulan *et al*., 2012) ใบขลู่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพกลุ่มที่สำคัญคือ กลุ่มฟีโนลิกและฟลาโวนอยด์ ใบขลู่ 100 กรัม มีกรดคลอโรจีนิก 20 มิลลิกรัม กรดคาแฟอิก 8.65 มิลลิกรัม และเคอร์ซิติน 5.21 มิลลิกรัม (อรสา, 2557) แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบขลู่มีฤทธิ์ที่ดีในการต้านอนุมูลอิสระและสามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่นของลิปิดได้ดี ปัจจุบันมีการนำใบขลู่มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ทำชาสำหรับดื่ม เครื่องดื่มสมุนไพร เป็นส่วนผสมในไอศกรีม (วชิมณี และคณะ, 2558) และนำใบขลู่มาทำเป็นอาหารรับประทานกันหลากหลายโดยเฉพาะคนท้องถิ่นที่อาศัยในพื้นที่ใกล้ชายทะเลนิยมนำใบขลู่มาประกอบอาหารชนิดต่างๆ ที่ขึ้นชื่อประจำท้องถิ่น

ข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์ที่คนไทยนิยมรับประทานเป็นอาหารว่าง หรือใช้เป็นกับแกล้ม รวมทั้งเป็นอาหารเรียกน้ำย่อยในงานเลี้ยงแบบโต๊ะจีน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากแป้งผสมวัตถุดิบที่ให้

กลิ่น สีและอื่นๆ เรียกชื่อต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่ให้สี หรือตามกลิ่นนั้น วิธีในการผลิตข้าวเกรียบเป็นการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษ วัตถุดิบหลักในการผลิต คือ แป้งมันสำปะหลัง ซึ่งมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารต่ำ ในประเทศไทยข้าวเกรียบที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดมีทั้งสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูป มีการส่งออกและมีมูลค่าทางการตลาดประมาณ 200 ล้านต่อปี ตลาดต่างประเทศที่สำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น จีน ฮ่องกง บังกลาเทศ อังกฤษ อินเดีย และสหรัฐอเมริกา เป็นต้น (สุทธิทัต, 2553)

เนื่องจากขลู่เป็นพืชที่มีคุณค่ามากมายดังที่ได้กล่าวมา ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะนำใบขลู่ซึ่งเป็นพืชพื้นบ้านที่มีปริมาณมากในท้องถิ่น ต. นาทุ่ง อ. เมือง จ.ชุมพร แต่การนำไปใช้ประโยชน์ยังมีน้อยมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบซึ่งเป็นอาหารว่างที่ผู้บริโภคทั่วไปรับประทานได้ให้มีคุณค่ามากขึ้น และเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับใบขลู่และมูลค่าของผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้นและเพื่อให้ชุมชนนำพืชที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประจำท้องถิ่นของตนเองต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานข้าวเกรียบ

1.2.2 ศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำใบขลู่ที่เหมาะสมในการทำข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

1.2.3 ศึกษาเครื่องปรุงรสที่เหมาะสมในการทำข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

1.2.4 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมี ของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

1.2.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 พื้นที่เก็บตัวอย่างใบขลู่ที่ใช้ในการทำวิจัย คือ บริเวณหมู่บ้าน ต. นาทุ่ง อ. เมือง จ. ชุมพร

1.3.2 การสกัดน้ำใบขลู่เข้มข้น ได้จากการนำใบขลู่ส่วนที่เป็นใบอ่อน นับจากยอดถึงใบที่ 3 ล้าง ทำความสะอาดแล้ว หั่นฝอยขนาดประมาณ 0.1 เซนติเมตร ปั่นให้ละเอียด ต้มในปริมาณ 100 กรัม ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เมื่อครบเวลา กรองด้วยผ้าขาวบาง ได้น้ำใบขลู่ที่มีความเข้มข้นสำหรับนำไปทำข้าวเกรียบ

1.3.3 ความเข้มข้นของน้ำใบขลู่ที่ใช้อัตราส่วน น้ำ: ใบขลู่สด ปริมาณเท่ากับ 1:0.5 1:1 และ 1:1.5

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

1.4.2 ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่มีคุณค่าทางโภชนาการจากน้ำใบขลู่

1.4.3 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่โดยใช้วัตถุดิบใบขลู่ที่มีมากในท้องถิ่น

1.4.4 เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการแปรรูปใบขลู่ในผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป

1.4.5 เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนระดับท้องถิ่น ในการนำใบขลู่ ซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์

1.5 นิยามศัพท์

1.5.1 ข้าวเกรียบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งมันสำปะหลัง นวดผสมกับน้ำร้อนและเครื่องปรุงรสให้เข้ากัน จากนั้นทำให้สุกโดยการนึ่ง และหั่นชิ้นบางก่อนทำให้แห้งโดยการอบแห้ง ทอดและคลุกผงปรุงรส

1.5.2 ใบขลู่ หมายถึง พืชท้องถิ่นของจังหวัดชุมพร มักขึ้นตามชายทะเล หรือชายคลองที่มีน้ำเค็มขึ้นถึง โดยเลือกเก็บใบที่ 3 นับจากยอดในแต่ละกิ่ง ลักษณะใบมีลักษณะเรียบ กว้างประมาณ 1.5 เซ็นติเมตร และยาว 2.5 – 10 เซ็นติเมตร ขอบใบหยักโดยรอบ แผ่นใบเป็นมันลื่น เนื้อใบบางใบแข็งเปราะ มีกลิ่นหอมฉุน มีสรรพคุณ ยอดอ่อนมีรสมัน รับประทานเป็นผักสดกับน้ำพริกหรืออาหารรสจัดต่างๆ รสมันและมีกลิ่นหอมอ่อนๆ ใบของขลู่ ช่วยขับปัสสาวะและช่วยลดไข้ แก้อาการปวดตามข้อ ช่วยยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งในลำไส้ใหญ่และตับ

1.5.3 น้ำสกัดจากใบขลู่ หมายถึง น้ำที่ได้จากการนำใบขลู่มาหั่นฝอยขนาดประมาณ 0.1 เซนติเมตร ปั่นให้ละเอียด ต้มในปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง จะได้น้ำสกัดจากใบขลู่ที่มีความเข้มข้นสำหรับนำไปผสมในสูตรข้าวเกรียบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ขลู่

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ขลู่ มีชื่อสามัญว่า Indian camphorweed ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pluchea indica* Lees. อยู่ในวงศ์ Compositae ชื่ออื่นๆ เช่น หนวดงิ้ว หนวดงั่ว หนวดวัว (อุดรธานี) ขี้ป้าน (แม่ฮ่องสอน) คลู (ใต้) เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูง 1-2 เมตร ขึ้นเป็นกอ แตกกิ่งก้านสาขามาก ส่วนที่ใช้ ทั้งต้นสดหรือแห้ง เปลือก ใบ เมล็ด ดอก โดยส่วนใหญ่นิยมใช้ส่วนใบ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557) มีลักษณะได้แก่

1) ลำต้น กลมสีน้ำตาลแดง หรือเขียว ลำต้นและกิ่งก้านมีขนละเอียดปกคลุม

2) ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกแบบสลับ รูปไข่กลับ กว้าง 1-5 เซนติเมตร ยาว 2.5-10 เซนติเมตร ปลายมน ปลายใบมีขนาดใหญ่กว่าโคนใบ โคนใบสอบ ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อยโดยรอบ มีขนขาวๆ ปกคลุม ก้านใบสั้นมาก เนื้อใบบาง แผ่นใบเรียบเป็นมัน ใบค่อนข้างแข็งเปราะ ใบมีกลิ่นหอมฉุน

3) ดอก ออกเป็นช่อที่ปลายยอด หรือตามซอกใบ รูปกลม หลายๆ ช่อมารวมกัน ดอกเป็นฝอยสีขาวนวลหรือขาวอมม่วง กลีบดอกแบ่งออกเป็นวงนอกกับวงใน กลีบดอกวงนอกสั้นกว่าวงใน กลีบดอกวงในเป็นรูปท่อ ดอกวงนอกกลีบดอกยาวประมาณ 3-3.5 มิลลิเมตร ดอกวงใน กลีบดอกจะเป็นรูปท่อมีความยาวประมาณ 4-6 มิลลิเมตร ปลายหยักเป็นซี่ฟัน ประมาณ 5-6 ซี่ภายในมีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย สีขาวอมม่วงขนาดเล็กอยู่เป็นจำนวนมาก ปลายกลีบดอกหยักเป็นซี่ฟัน 5-6 หยัก อับเรณูตรงโคนเป็นรูปหัวลูกศรสั้นๆ ก้านช่อดอกยาวประมาณ 5-6 หยัก เกสรตัวเมียแยกเป็น 2 แฉกสั้นๆ ก้านช่อดอกยาวประมาณ 5-6 มิลลิเมตร ไม่มีก้านดอกย่อย ริ้วประดับมีลักษณะแข็ง สีเขียว และเรียงกันประมาณ 6-7 วง วงนอกเป็นรูปไข่ วงในคล้ายรูปหอกแคบ ปลายแหลม

4) ผล เป็นผลแห้ง ไม่แตก รูปทรงกระบอก ขนาดเล็ก ยาวประมาณ 0.4 มิลลิเมตร ผลเป็นสัน มีขนาดเล็กมาก มีเหลี่ยม 10 สัน มียางไม่มาก สีขาว ยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร เมล็ดลักษณะเป็นฝอยเล็กๆ เมื่อแก่จะปลิว ไปตามลม ยอดมีรสมันใช้รับประทานเป็นผักจิ้ม ใบเมื่อน้ำมาผึ่งให้แห้ง ใช้ชงดื่มแทนชา (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557)

ภาพที่ 2.1 ใบขลู่
ที่มา: ต. นาทุ่ง อ. เมือง จ.ชุมพร

2.1.2 ประโยชน์ของขลู่

ขลู่มีประโยชน์มากมายหลายด้าน ดังนี้

2.1.2.1 ประโยชน์ทางอาหาร

ยอดอ่อนมีรสมัน รับประทานเป็นผักสดกับน้ำพริกหรืออาหารรสจัดต่างๆ รสมันและมีกลิ่นหอมอ่อนๆ เก็บกินได้ตลอดปี แต่มีมากในฤดูฝน (อุไร, 2541)

2.1.2.2 ประโยชน์ในการรักษาโรค

- รักษาโรคเบาหวาน นิยมใบและดอกมาต้มดื่มเป็นยารักษาเบาหวาน
- ใบและรากของขลู่ ช่วยขับปัสสาวะและช่วยลดไข้
- ช่วยป้องกันความดันโลหิตสูง
- ช่วยขับเหงื่อและล้างพิษในร่างกาย
- ช่วยลดกลิ่นตัว ขับเหงื่อ ขับสารพิษและสิ่งสกปรกจากผิวหนัง
- ต้มดื่มช่วยลดอาการบวม
- ช่วยทดแทนการสูญเสียน้ำและเกลือแร่ในร่างกายได้
- รักษาแผลสด จะช่วยสมานแผลได้
- แก้อาการคัน และรักษาโรคผิวหนัง นิยมนำมาเป็นส่วนผสมของครีมบำรุงผิว
- ใบและรากของขลู่ช่วยแก้อาการปวดตามข้อหรือข้ออักเสบบรรเทาอาการปวด
- เมื่อยเส้นตึง
- ใบขลู่ช่วยยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งในลำไส้ใหญ่และตับ
- ดอกขลู่ช่วยแก้โรคนิ่ว และโรคบิดได้
- .สรรพคุณของขลู่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ช่วยลดความเจ็บปวดจากภายใน

- ขลู่มีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยให้ผิวพรรณไม่เหี่ยวย่นก่อนวัย
- ใบดอกและรากของขลู่ช่วยบำรุงผิวพรรณให้เรียบเนียน
- ช่วยแก้อาการเอ็นขอดเส้นยึด ปวดกล้ามเนื้อ
- รากของช่วยบำรุงหัวใจ เหมาะกับผู้ป่วยโรคหัวใจและโรคลิ้นหัวใจรั่ว (คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2560)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของใบขลู่ (100 กรัม)

สารอาหาร	ปริมาณ
น้ำ (กรัม)	87.53
โปรตีน (กรัม)	1.79
ไขมัน (กรัม)	0.49
เถ้า(กรัม)	0.20
เส้นใยไม่ละลายน้ำ (กรัม)	0.89
เส้นใยละลายน้ำ (กรัม)	0.45
ปริมาณเส้นใยรวม (กรัม)	1.34
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	8.65
แคลเซียม (กรัม)	251
เบต้าแคโรทีน (ไมโครกรัม)	1,225
วิตามิน ซี (ไมโครกรัม)	30.17

ที่มา: Sudjaroen (2012)

2.1.3 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของใบขลู่ ประกอบด้วย 2 กลุ่มหลัก ได้แก่

1) ต้นขลู่ สารที่พบในต้นขลู่ เป็นสารประกอบประเภทเทอปีน (terpene) และลิกแนนไกลโคไซด์ (lignin glycosides) เช่น citrucin C, hedyotisol A, hedyotisol B, plucheoside C, plucheoside E, plucheosides D1, D2, D3, plucheol A, plucheol B (Uchiyama และคณะ, 1991; 1989) สารประกอบกลุ่ม polyphenol และ 3-(2,3'-diacetoxy-2'-methyl butyryl)-cuauhtemone (Mukhapadhyay et.al,1983)

2) ใบขลู่ สารที่พบในใบขลู่ประกอบด้วยสารประเภทเกลือแร่ เช่น โซเดียมคลอไรด์ (Calcium Chloride) สารโพแทสเซียม (Potessium) และมีสารกลัยโคไซด์อัลคาลอยด์ (Glycosides Alkaloids) (มาโนช และเพ็ญนภา, 2540)

ตารางที่ 2.2 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของใบขลู่

องค์ประกอบของสารออกฤทธิ์	ปริมาณ (mg/100g fresh weight)
Total phenolic acids	28.48± 0.67
Chlorogenic acid	20.00±0.24
Caffeic acid	8.65±0.46
Ferulic acid	nd
Total flavonoids	6.39 ±0.23
Queretin	5.21±0.26
Kaempferol	0.28±0.02
Myricetin	0.09±0.03
Luteolin	nd
Apigenin	nd
Total anthocyanins	0.27±0.01
β-carotene*	1.70 ±0.05
Total carotenoids	8.74±0.34

ที่มา: Suriyaphan (2014)

nd = not detected above limit of detection

* Concentration of β-carotene is expressed in term of mg

2.2 ข้าวเกรียบ

ข้าวเกรียบ (Cracker or Chip) หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก เช่น แป้งข้าวจ้าว แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง แล้วนำมาบดผสมด้วยเนื้อสัตว์หรือผัก เครื่องปรุงรสให้เข้ากัน จากนั้นทำให้สุกโดยการนึ่ง และทำให้แห้งก่อนนำไปทอดหรืออบเพื่อรับประทาน ข้าวเกรียบเป็นอาหารว่างชนิดหนึ่งที่นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ที่นิยมรับประทานได้แก่ ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลา ข้าวเกรียบฟักทอง ข้าวเกรียบแครอท ข้าวเกรียบเผือก และข้าวเกรียบเห็ดหอม เป็นต้น ข้าวเกรียบที่มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ได้แก่ ข้าวเกรียบกุ้งตรามโนราห์ ข้าวเกรียบกุ้งตราฮานามิ ข้าวเกรียบกุ้งตราคาลบี้ นอกจากนี้ยังมีการผลิตข้าวเกรียบในระดับครัวเรือน หรือผลิตโดยกลุ่มแม่บ้านตามพื้นเมืองต่างๆ นิยมรับประทานข้าวเกรียบเป็นอาหารว่างหรือเป็นของแกล้มคู่เครื่องดื่ม การเรียกชื่อข้าวเกรียบจะเรียกตามวัตถุดิบนั้น โดยส่วนประกอบหลักของข้าวเกรียบคือแป้งมันสำปะหลัง แล้วผสมด้วยวัตถุดิบ เช่น เนื้อสัตว์ หรือผลไม้ต่าง ๆ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์, 2550) คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบแป้งมันสำปะหลัง แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบแป้งมันสำปะหลัง

สารอาหาร	ปริมาณ (ร้อยละ)
คาร์โบไฮเดรต	80.4
ความชื้น	13.58
โปรตีน	2.14
เส้นใยอาหาร	2.06
ไขมัน	1.89
เถ้า	0.29

ที่มา: เพลินใจ และคณะ (2537)

2.2.1 ประเภทของข้าวเกรียบ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.2.1.1 ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปหรือข้าวเกรียบดิบ หมายถึง ข้าวเกรียบที่ยังไม่ได้ทอด

2.2.1.2 ข้าวเกรียบพร้อมบริโภค หมายถึงข้าวเกรียบที่ทอดแล้วพร้อมที่จะรับประทาน

2.2.2 ลักษณะของข้าวเกรียบที่ดี ควรมีคุณลักษณะดังนี้

2.2.2.1 ลักษณะทั่วไปของข้าวเกรียบดิบ ต้องเป็นแผ่นบาง กรอบ อาจแตกหักได้เล็กน้อย ข้าวเกรียบพร้อมบริโภคต้องเป็นแผ่นบาง กรอบ มีการพองตัวดีและสม่ำเสมอ ไม่มีชิ้นที่ไหม้เกรียม อาจแตกหักได้เล็กน้อย

2.2.2.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ และสม่ำเสมอ

2.2.2.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสเฉพาะของส่วนประกอบที่ใช้ และปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

2.2.2.4 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ชิ้นส่วนหรือปฏิกูลจากมนุษย์หรือสัตว์ ดิน ทราย กรวด

2.2.2.5 ความชื้น ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปหรือข้าวเกรียบดิบมีความชื้นไม่เกินร้อยละ12 โดยน้ำหนัก ส่วนข้าวเกรียบพร้อมบริโภค มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก

2.2.2.6 วัตถุเจือปนอาหารห้ามใช้วัตถุกันเสียและสีผสมอาหารทุกชนิด บิวทิเลเตดไฮดรอกซีอะนีโซล (Hydroxyanesole) และบิวทิเลเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (Butylatedhiydroxytoluene) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันต้องไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.2.2.7 จุลินทรีย์ ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป (ข้าวเกรียบดิบ) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1 $\times 10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เชื้อราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ข้าวเกรียบพร้อมบริโภคจะมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 1 $\times 10^3$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เชื้อราไม่เกิน 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ มก. – ธ.ก.ส. 008/2550)

2.3 แป้งมันสำปะหลัง

2.3.1 ผลผลิตมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง จัดเป็นพืชรากที่สะสมอาหาร ที่เรียกว่าหัว มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ ต่อมามีการขยายการเพาะปลูกไปแหล่งอื่น ๆ คนไทยเริ่มรู้จักมันสำปะหลังจากแป้งมันสำปะหลัง โดยการนำเข้าจากอินโดนีเซีย โดยพ่อค้าชาวสิงคโปร์ เพื่อใช้ในการปรุงอาหาร หลังจากนั้นได้มีการนำเข้าต้นมันสำปะหลังเข้ามาปลูกในภาคใต้ของประเทศไทย รูปแบบการเพาะปลูกในตอนแรกมิได้ปลูกเป็นพืชไร่เหมือนปัจจุบัน แต่เป็นการปลูกเพื่อการบริโภคเท่านั้น ต่อมาได้มีการขยายการเพาะปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ทางชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นดินทราย เหมาะแก่การปลูกมันสำปะหลัง ประกอบกับลักษณะเด่นของมันสำปะหลังที่ปลูกได้ตลอดปี เนื่องจากเป็นพืชที่ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี และโตได้ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนน้อย ทำให้พื้นที่เพาะปลูกขยายออกไปอย่างต่อเนื่องทั่วภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคตะวันตกและภาคเหนือตอนล่าง ไทยเป็นผู้ผลิตหัวมันสำปะหลังเป็นอันดับสาม ด้วยสัดส่วนร้อยละ 10 ของปริมาณการผลิตโลกในปี 2547 รองจากไนจีเรียและบราซิลที่สามารถผลิตหัวมันได้ร้อยละ 17 และร้อยละ 12 ตามลำดับ แต่ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังอับดับหนึ่งของโลก ที่ครอบครองตลาดโลกถึงร้อยละ 90 จากปริมาณการค้าของโลก ในปี พ.ศ. 2547 มีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยโดยประมาณถึง 6.7 ล้านไร่และสามารถเก็บผลผลิตมันสำปะหลังได้ถึง 22.7 ล้านตัน ซึ่งสัดส่วนร้อยละ 55-60 ของผลผลิต หัวมันสำปะหลังทั้งหมดถูกนำมาแปรรูปเป็นแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตหัวมัน แป้งมันสำปะหลังมีมูลค่าตลาดถึง 28,000 ล้านบาทและครองสัดส่วนร้อยละ10 ของมูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตรทั้งหมด คิดเป็นมูลค่าส่งออก 19,000 ล้านบาท และยังคงมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้มันสำปะหลังยังเกี่ยวข้องกับหลายๆ อุตสาหกรรมการผลิต ทั้งที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักและใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปสินค้า นอกจากนี้การเพาะปลูกมันสำปะหลังยังสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรอีก 5000,000 ครัวเรือน ทิศทางการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลังในภาพรวมได้เริ่มเปลี่ยนจากแนวทางที่เคยเป็นมาคือ มีการใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมมากขึ้น ทั้งการใช้ในประเทศและการแปรรูปเพื่อการส่งออก ขณะที่การบริโภคและใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารเริ่มมีน้อยลง แม้ว่าในบางประเทศจะมีการบริโภคมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นก็ตาม ในขณะเดียวกันแนวโน้มการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์น่าจะเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต (สุดใจ และคณะ, 2554)

2.3.1 การผลิตแป้งมันสำปะหลัง

กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังแบบสลัดแห้งนั้นเป็นกระบวนการผลิตแบบใหม่ที่โรงงานทั่วไปใช้กันอยู่ในปัจจุบัน มีขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบ การโม่หัวมัน การสกัดแป้ง การอบแป้ง และการบรรจุและการเก็บรักษา ปัจจัยที่สำคัญที่มีผลในการเก็บแป้งมันสำปะหลัง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ระยะเวลาในการเก็บ เมื่อเก็บแป้งไว้ในที่ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น แป้งจะมีการดูดซึมน้ำไว้มากขึ้นทำให้ความชื้นสูงขึ้น และเมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูง จะทำให้กำลังการพองตัวลดลง ในทางตรงกันข้ามการเก็บแป้งในที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ทำให้แป้งมีความชื้นต่ำ ทำให้มีความสามารถในการดูดซึมน้ำ (water uptake) สูงกว่า และมีค่าการพองตัว (bulk swelling

power) สูงกว่าด้วย อีกทั้งการเก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์สุงและเก็บนานจะทำให้เกิดการเสื่อมเสีย เนื่องจากจุลินทรีย (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2550)

2.3.2 องค์ประกอบภายในแป้ง

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรทที่ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ในอัตราส่วน 6: 10: 5 มีสูตรเคมีโดยทั่วไปคือ $(C_6H_{10}0_5)_n$ แป้งเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคส ซึ่งประกอบด้วยหน่วยของน้ำตาลกลูโคสมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิก (glucosidic linkage) ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ทางด้านตอนปลายของสายพอลิเมอร์ที่มีหน่วยกลูโคสที่มีหมู่แอลดีไฮด์ (aldehyde group) เรียกว่าปลายรีดิวซิง (reducing end group) แป้งประกอบด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิด คือ พอลิเมอร์เชิงเส้น (อะมิโลส) และพอลิเมอร์เชิงกิ่ง (อะมิโลเพกทิน) แป้งจากแหล่งที่ต่างกันจะมีอัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกทิน แตกต่างกัน ทำให้คุณสมบัติของแป้งแต่ละชนิดแตกต่างกัน ทั้งนี้สมบัติที่สำคัญของอะมิโลสและอะมิโลเพกทินแสดงดังตารางที่ 2.4

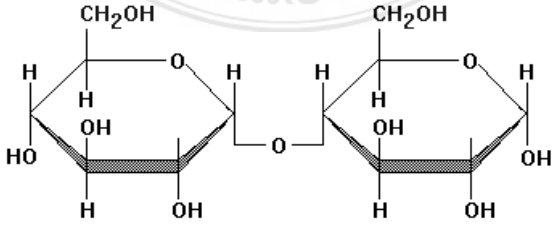
ตารางที่ 2.4 สมบัติที่สำคัญของอะมิโลสและอะมิโลเพกทิน

คุณสมบัติ	**อะมิโลส**	**อะมิโลเพกติน**
ลักษณะโครงสร้าง	สารประกอบของน้ำตาลกลูโคสเกาะกันเป็นเส้นตรง	สารประกอบของน้ำตาลกลูโคสเกาะกันเป็นกิ่งก้าน
การละลาย	ละลายน้ำได้น้อยกว่า	ละลายน้ำได้ดีกว่า
การจับตัว	เมื่อให้ความร้อนแล้วทิ้งไว้จะจับตัวเป็นวุ้นและแผ่นแข็ง	ไม่จับตัวเป็นแผ่นแข็ง

ที่มา: Beynum and Roels (1985)

2.3.2.1 อะมิโลส

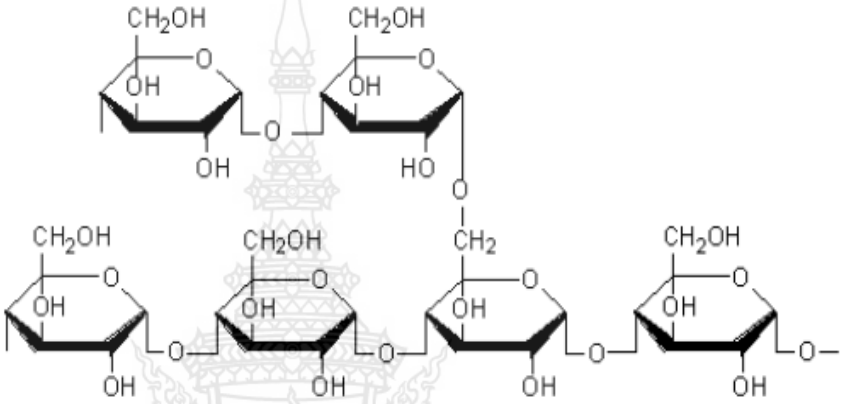
อะมิโลสเป็นพอลิเมอร์เชิงเส้นที่ประกอบด้วยกลูโคสประมาณ 2,000 หน่วย เชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิก (glucosidic linkage) ชนิดแอลฟา-1 , 4 (α - 1 , 4) ขนาดโมเลกุล (DP) อยู่ในช่วง 200 ถึง 1,200 หน่วย (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2550) ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของอะมิโลส
ที่มา: กล้าณรงค์ และเกื้อกูล (2550)

2.3.2.2 อะมิโลเพกติน

อะมิโลเพกตินเป็นโพลิเมอร์เชิงกิ่งของกลูโคส ส่วนที่เป็นเส้นตรงของกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิกชนิด α-1,4 และส่วนที่เป็นกิ่งสาขาที่เป็นพอลิเมอร์กลูโคสสายสั้น มีขนาดโมเลกุล (DP) อยู่ในช่วง 10 ถึง 60 หน่วย เชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิกชนิด α-1,6 (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2550) ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของอะมิโลเพกติน
ที่มา: กล้าณรงค์ และเกื้อกูล (2550)

2.3.2.3 คุณสมบัติในการดูดซับน้ำ การพองตัวและการละลาย

คุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยากับน้ำ เป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการนำแป้งไปใช้ประโยชน์ เม็ดแป้งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเมื่อได้รับความร้อน พลังงานความร้อนจะไปทำลายพันธะไฮโดรเจนในโครงสร้างของเม็ดแป้ง ทำให้โมเลกุลของน้ำสามารถเข้าไปจับกับหมู่ไฮดรอกซิลที่เป็นอิสระของเม็ดแป้งได้ เม็ดแป้งจะเริ่มพองตัวขึ้น ซึ่งการพองตัวของเม็ดแป้งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของแป้ง ปริมาณและโครงสร้างของอะมิโลสและอะมิโลเพคทิน สารอื่น ๆ ที่อยู่ในแป้ง เช่น ไขมัน และหมู่ฟอสเฟต เป็นต้น แป้งที่มีอะมิโลสสูงจะมีกำลังการพองตัวต่ำกว่าแป้งที่มีอะมิโลสต่ำ แป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งจากราก มีปริมาณอะมิโลสต่ำ จึงมีกำลังการพองตัวที่ดี และมีค่าความสามารถในการละลายได้ดี โดยค่ากำลังการพองตัว ซึ่งวัดได้จากน้ำหนักของเม็ดแป้งที่พองตัวอย่างอิสระในน้ำ ต่อน้ำหนักแห้งของแป้งจะมีค่าประมาณ 50 และการละลายได้ประมาณร้อยละ 35 ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2550)

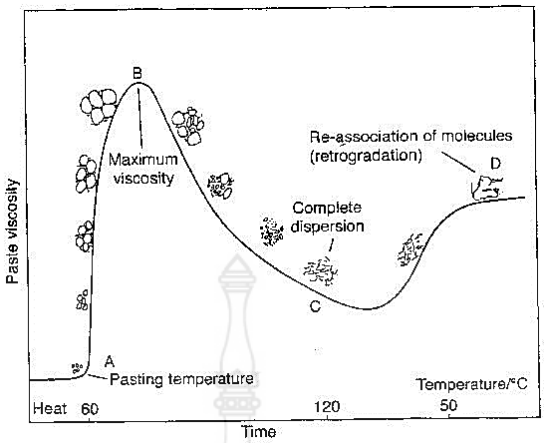
ตารางที่ 2.5 ปริมาณอะมิโลสและอะมิโลเพกทินในแป้งแต่ละชนิด

ชนิดของแป้ง	อะมิโลส (ร้อยละ น้ำหนักแห้ง)	อะมิโลเพกทิน (ร้อยละ น้ำหนักแห้ง)
แป้งมันสำปะหลัง	17	83
แป้งข้าวโพด	28	72
แป้งสาลี	28	72

ที่มา: Swinkels (1985b)

2.3.2.4 การเกิดเจลาทิไนเซชั่น (gelatinization)

เจลาทิไนเซชั่น คือปรากฏการณ์ของน้ำแป้งเมื่อได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง (starch granule) เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะมิโลสและอะมิโลเพกทินที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏเม็ดแป้งพองตัว และความหนืดของแป้งเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อุณหภูมิที่สตาร์ชเริ่มเกิดการเจลาทิไนซ์ เรียกว่า gelatinization temperature หรือ pasting temperature อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ช่วงนี้เม็ดแป้งยังคงมีสภาพอยู่ได้โดยไม่แตกออก เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น เม็ดแป้งจะพองตัวเพิ่มขึ้นและมีความหนืดสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เกิดลักษณะของน้ำแป้งข้น (starch paste) ความหนืดจะเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งถึงจุดที่เม็ดแป้งเกิดการพองตัวสูงสุด และให้ความหนืดสูงสุด (maximum viscosity) จากนั้นเม็ดแป้งจะแตกถึงจุดสูงสุด ซึ่งไม่สามารถคืนสภาพได้ การเจลาทิไนซ์เป็นการสุกของสตาร์ช ซึ่งเกิดจากการให้ความร้อนแก่อาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบทำให้อาหารสุก (cooking) ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การนึ่ง การอบ เป็นต้น การเกิดเจลาทิไนเซชั่นแบ่งได้เป็น 3 ระยะ ดังภาพที่ 2.4 (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2550)



ภาพที่ 2.4 ระยะในการเกิดเจลาทิไนเซชั่นของเม็ดแป้ง
ที่มา: กล้าณรงค์ และเกื้อกูล (2550)

2.3.2.5 ส่วนประกอบอื่นของแป้งต่างๆ ที่มีผลต่อลักษณะและคุณสมบัติของเม็ดแป้งที่สำคัญ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เถ้า และฟอสฟอรัส ซึ่งมีปริมาณแตกต่างกันในแป้งแต่ละชนิด ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบของแป้งชนิดต่างๆ (ร้อยละ)

ชนิดแป้ง	ไขมัน	โปรตีน	เถ้า	ฟอสฟอรัส
แป้งมันสำปะหลัง	0.1	0.1	0.2	0.01
แป้งสาลี	0.8	0.4	0.15	0.06
แป้งข้าวโพด	0.6	0.35	0.1	0.015
แป้งข้าวเจ้า	0.8	0.45	0.5	0.1

ที่มา: Swinkels (1985a)

2.3.3 คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ

แป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตข้าวเกรียบกันมาก แป้งที่ได้จากมันสำปะหลัง ลักษณะของแป้งมีสีขาว เนื้อเนียน ลื่นเป็นมัน (จรรยา, 2542) แป้งชนิดนี้มีขนาดเม็ดแป้ง 15-25 ไมครอน อะมิโลส ประมาณร้อยละ 17 เม็ดแป้งดูดน้ำได้เร็วและแตกตัวง่ายให้แป้งเปียกใส หนืด เมื่อแป้งเปียกเย็นลงเกิดเจลเล็กน้อย แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบหลักและมีความสำคัญมากในการที่จะทำให้ข้าวเกรียบพองตัว แป้งในธรรมชาติอยู่ในรูปที่เป็นเม็ดมีขนาดต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง เม็ดแป้งแต่ละเม็ดประกอบไปด้วยสารประกอบ 2 ชนิด คือ อะมิโลส และ อะมิโลเพคติน โดยปกติแล้วแป้งที่มีอะมิโลสสูงมักจะมีผลึกในเม็ดแป้งมากทำให้การดูดซึมน้ำเป็นไปอย่างเชื่องช้า ในทางตรงกันข้าม ถ้าแป้งมีอะมิโลเพคตินสูง มักจะมีผลึกน้อย และการดูด

ซึมน้ำจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว เมื่อนำแป้งไปละลายน้ำและทำให้ร้อนขึ้น การดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส การดูดซึมน้ำจะเป็นไปอย่างรวดเร็วเรียกอุณหภูมินี้ว่า gelatinization temperature ที่อุณหภูมินี้เม็ดแป้งจะดูดน้ำและพองตัวออกมากน้ำแป้งจะมีความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วลักษณะเช่นนี้เรียกว่า แป้งเปียก เม็ดแป้งจะดูดน้ำช้าจนพองตัวได้น้อยทำให้แป้งเปียกที่ได้มีลักษณะขุ่น ในทางตรงกันข้ามถ้าแป้งเปียกดูดน้ำได้ดีจะพองตัวจนใสโปร่งแสงทำให้แป้งเปียกมีลักษณะใส เมื่อการพองตัวถึงที่สุดจะแตกออก อะมิโลส และอะมิโลเพคตินจะหลุดออกมา ทำให้แป้งทั้งหมดมีลักษณะที่เป็นคอลลอยด์ เมื่อปล่อยให้เย็นจะเกิดเจล การยืดตัวของเจลขึ้นอยู่กับการแตกตัวของเม็ดแป้งและปริมาณอะมิโลส เม็ดแป้งที่มีอะมิโลสสูงจะแตกตัวได้ยาก แต่ถ้าสามารถทำให้แตกตัวได้จะทำให้เจลที่เหนียวหนืด เมื่อนำไปทำข้าวเกรียบจะพองตัวได้ยากได้ข้าวเกรียบที่แข็งเหนียว ในทางตรงกันข้ามถ้าเม็ดแป้งไม่แตกมากจะได้ข้าวเกรียบที่แข็งกรอบ และรักษาความกรอบได้นาน สำหรับเม็ดแป้งที่มีอะมิโลส ต่ำหรือมีอะมิโลเพคตินสูง การแตกตัวจะเป็นไปอย่างง่ายดาย ได้เจลที่เหนอะหนะและยืดออกได้ดีเมื่อนำไปทำข้าวเกรียบจะพองตัวออกได้มาก แต่เก็บไว้ได้ไม่นานเมื่อสัมผัสกับอากาศจะอ่อนตัว ไม่กรอบ (ธนภรณ์, 2543)

2.4 น้ำ

น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในอาหาร ซึ่งอาหารแต่ละชนิดจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกันตามลักษณะเฉพาะของอาหารชนิดนั้นๆ ปริมาณน้ำในอาหารนั้นมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติและคุณลักษณะของอาหารมาก นอกจากนี้น้ำยังมีความสำคัญต่อวิธีการเก็บรักษาอาหาร เพื่อยืดอายุการเก็บอาหารไว้เป็นระยะเวลานานๆ ด้วย น้ำมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยอะตอมของไฮโดรเจนและออกซิเจนซึ่งรวมตัวกันด้วยพันธะโควาเลนท์ และมีความสามารถในการสร้างพันธะไฮโดรเจนได้กับโมเลกุลของน้ำเองและโมเลกุลของสารอื่นที่มีลักษณะเดียวกัน เช่น กรดคาร์บอกซิลิก (นิธิยา, 2545)

2.4.1 ความสัมพันธ์ของน้ำในอาหารกับการเสื่อมเสียของอาหาร

ในอาหารจะมีสารถูกละลาย (solute) ละลายอยู่ในส่วนของน้ำอิสระ สารถูกละลายนี้นอกจากจะเป็นตัวลดค่า a_w ยังเป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหารด้วย จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในสภาพที่มีค่า a_w ที่พอเหมาะและจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะต้องการ a_w ต่างกัน ดังนั้นการลดค่า a_w ในอาหารลงถึงจุดที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ จึงเป็นวิธีการที่ใช้ในการป้องกันการเน่าเสียของอาหารเนื่องมาจากจุลินทรีย์ได้ กรรมวิธีการลดปริมาณน้ำหรือความชื้นในอาหาร เช่น การทำแห้ง การแช่เยือกแข็ง การดองเกลือ การแช่อิ่ม เหล่านี้ล้วนเป็นผลในการลดค่า a_w ในอาหารเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารทั้งสิ้น อิทธิพลของปริมาณน้ำในอาหารต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในอาหารจะมีผลต่อลักษณะของเนื้อสัมผัสอาหาร ส่วนใหญ่อาหารหลายชนิดที่ได้รับผลอย่างรุนแรง แม้มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นเพียงเล็กน้อยก็อาจทำให้อาหารซึ่งเคยเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคกลับเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นที่พอใจของผู้บริโภคได้

2.4.2 ผลของปริมาณความชื้นต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร

ปริมาณความชื้นของอาหารมีผลต่อเนื้อสัมผัสในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.4.2.1 น้ำอิสระถูกกำจัดออกมา เมื่อมีการกัด เคี้ยว ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ซึ่งจะแสดงถึงความฉ่ำน้ำของผลิตภัณฑ์ เช่น ผัก ผลไม้ เป็นต้น

2.4.2.2 ลักษณะเหนียวเหนอะหนะที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์ลูกกวาดและลูกอม เป็นต้น เป็นผลที่เกี่ยวข้องกับอันตรกิริยาระหว่างน้ำกับองค์ประกอบโครงสร้างอื่น ๆ เช่น พบในผลิตภัณฑ์เนื้อ เป็นต้น

2.4.2.3 ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ ปริมาณน้ำที่ใช้ทำข้าวเกรียบมีผลต่อการแตกตัวของเม็ดแป้งมาก ถ้าใช้น้ำมากเกินไปเม็ดแป้งจะแตกตัวมากให้เจลที่เหนียว ในทางตรงกันข้ามถ้าใช้น้ำน้อยเกินไปแป้งจะพองตัวน้อยและจะไม่สุกจะไม่เกิดเจลมากนัก ได้ก้อนแป้งที่ร่วนกรอบ เมื่อทอดไม่พองตัว ปริมาณน้ำที่ใส่ต้องคำนึงการคงรูปของก้อนแป้งในขณะนึ่งให้สุก มิได้คำนึงถึงการเกิดเจลมากนัก

2.4.3 บทบาทน้ำในอาหาร

บทบาทของน้ำในอาหารน้ำเป็นส่วนประกอบหลักของอาหาร โดยเฉพาะอาหารสด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ ไข่ และนม น้ำมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติ และคุณภาพด้านต่าง ๆ ของอาหารทั้งสมบัติทางกายภาพ (physical properties) ความหนืด (viscosity) สมบัติด้านเนื้อสัมผัส (textural properties) ดังนี้

2.4.3.1 น้ำเป็นตัวกระจายองค์ประกอบของอาหาร เช่น กรดและเบส สามารถแตกตัวเป็นอิออนได้ในน้ำ ดังนั้นในส่วนผสมของขนมปังเมื่อใส่ผงฟูลงไปในน้ำจึงทำให้กรดและเบสที่มีอยู่ในผงฟูเกิดการแตกตัว ทำปฏิกิริยาได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งจะช่วยให้ขนมปังขึ้นฟู

2.4.3.2 น้ำเป็นตัวกลางสำคัญในการถ่ายเทความร้อน จากบริเวณที่มีความร้อนไปสู่อาหาร ถ้าใส่น้ำลงไปในกระทะด้วย น้ำจะดูดความร้อน และช่วยกระจายความร้อนไปทั่วทุกส่วนของอาหาร เพราะน้ำเป็นตัวนำความร้อนที่ดี และจะช่วยถ่ายเทความร้อนไปสู่อาหารที่สัมผัสกับน้ำ เกิดเป็นคอลลอยด์ ตัวอย่างได้แก่ โปรตีนซึ่งเป็นสารอาหารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่และมีพื้นที่ผิวมาก มีขนาดของอนุภาคอยู่ระหว่าง 0.001 ถึง 0.1 ไมโครเมตรไม่สามารถเกิดเป็นสารละลายได้แต่จะเกิดเป็นคอลลอยด์แพร่กระจายในน้ำ ปัจจัยที่ทำให้คอลลอยด์แพร่กระจายได้ คือ การมีชั้นของโมเลกุลของน้ำมาล้อมรอบผิวของอนุภาคคอลลอยด์ และการเกิดแรงผลักกันระหว่างประจุที่เหมือนกันของอนุภาค ทำให้มันแยกห่างจากกัน เช่น โปรตีนในน้ำนมจะแพร่กระจายอยู่ในน้ำรูปของคอลลอยด์เป็นต

2.4.3.3 น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี หรืออาจเรียกว่า ตัวทำละลายอิออนไนซ์ (Ionizing solvent) หรือตัวทำละลายแบบมีขั้วเพราะน้ำสามารถละลายสารประกอบอิเล็กโตรวาเลนท์ (electrovalent)ได้ เช่น กรดและเกลือ เป็นต้น นอกจากนี้ น้ำยังสามารถละลายสารประกอบโควาเลนท์ (covalent compound) ได้ เช่น น้ำตาล และยูเรีย เป็นต้น ความสามารถในการละลายสารพวกโควาเลนท์ได้ ทำให้น้ำมีความสำคัญต่อร่างกายของคน และสัตว์มาก เพราะเมื่อสารเหล่านั้นถูกย่อยให้เป็นโมเลกุลมีขั้วขนาดเล็กๆ เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน เป็นต้น โมเลกุลขนาดเล็กเหล่านี้จะละลายในน้ำหรือของเหลวในร่างกาย และมีการเคลื่อนที่ภายในร่างกายในรูปของสารละลาย น้ำเป็น

ตัวทำละลายที่มีขั้วอย่างแรง จึงสามารถจับอิออนต่างๆ ในสารละลายได้ทำให้ไม่มีอิออนอิสระในสารละลาย สารต่างๆ ในรูปของสารละลายที่มีขั้วเป็นองค์ประกอบ สารจะรวมอยู่กับโมเลกุลต่ำแม้ว่าจะไม่มีสารอิออนนิค แต่ก็มีจุดมีขั้วที่สามารถเกิดพันธะโฮโดรเจนได้ น้ำละลายได้ในแอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลต่ำได้ดีกว่าแอลกอฮอล์พวกที่มีโมเลกุลสูง เพราะแอลกอฮอล์โมเลกุลต่ำมีหมู่ไฮดรอกซิลที่มีขั้วส่วนแอลกอฮอล์ ที่มีเลกุลสูงมีอัตราส่วนของโซ่ไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีขั้วเพิ่มขึ้นทำให้น้ำละลายได้น้อยลง โดยโมเลกุลของสารที่มีหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมากจะละลายน้ำได้ดี เพราะมีหมู่ที่มีขั้วมาก การดึงดูดกันระหว่างโมเลกุลของสารกับโมเลกุลของน้ำจึงมีมากขึ้น เช่น การละลายของน้ำตาลในน้ำ เป็นต้น

2.4.3.4 การเกิดคอลลอยด์ องค์ประกอบหลายชนิดในอาหารจะถูกแพร่กระจายในน้ำ

2.4.3.5 การเกิดโด (dough) องค์ประกอบของอาหารอาจรวมอยู่กับโมเลกุลของน้ำด้วยพันธะไฮโดรเจน เมื่อมีการเติมน้ำลงไปในอาหาร องค์ประกอบของอาหารจะไม่แพร่กระจาย เช่น ในการทำขนมปัง แป้งและโปรตีนที่มีอยู่ในส่วนผสมของแป้งจะถูกเติมน้ำเพื่อผสมกับส่วนอื่น ถ้าเติมน้ำลงไปในแป้ง ส่วนผสมจะไม่สามารถรวมตัวกันเกิดเป็นโดได้

2.4.3.6 การเกิดเจลาติไนซ์ (glatinization) แป้งจะไม่ละลายในน้ำเย็น ทั้งนี้เพราะที่ผิวหน้าของเม็ดแป้งมีการเรียงตัวกันของอนุภาคของแป้งอย่างเป็นระเบียบ และหนาแน่น แต่ถ้าน้ำแป้งได้รับความร้อน น้ำจะแพร่ผ่านผนังของเม็ดแป้งเข้าไป ทำให้เม็ดแป้งพองตัวขึ้นเป็น 5 เท่า เม็ดแป้งจะมีการขยายตัวและเบียดตัวกันมากขึ้น ในที่สุดน้ำแป้งจะเปลี่ยนเป็นของเหลวข้นเรียกว่า โซล (Sol) และจะกลายเป็นเจลเมื่ออุณหภูมิลดลงขบวนการเกิดเจลนี้ เรียกว่า เจลาติไนเซชั่น

2.4.3.7 การเกิดเจลในแยมและเยลลี่ เจลเป็นอาหารที่มีลักษณะของแข็งแขวนลอยอยู่ในส่วนของน้ำ ซึ่งน้ำเป็นตัวทำละลายที่สำคัญในอาหารประเภทเจล การทำเจลในระยะแรกจะมีปริมาณน้ำมาก และจะลดลงเมื่อความร้อนเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเกิดเป็นโซล และด้วยปริมาณความชื้นที่จำกัด โซลจะเปลี่ยนเป็นเจลในลักษณะเป็นวุ้นแข็ง ในทางตรงกันข้ามเจลสามารถรับน้ำได้อีก ถ้าหากมีความร้อน และความดันสูงขึ้น นอกจากนี้การบ่มเจลนี้ไว้ที่อุณหภูมิอาจเกิดการเยิ้ม (syneresis) ขึ้นได้ (นิธิยา, 2545)

2.4.4 แอกติวิตี้ของน้ำ (Water Activity)

แอกติวิตี้ของน้ำ หมายถึง อัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหาร (P) ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ (P_o) ที่อุณหภูมิเดียวกัน ซึ่งก็คือ ความดันไอสัมพัทธ์นั่นเอง เนื่องจากน้ำที่อยู่ในอาหารอยู่ในรูปสารละลายซึ่งหากสารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้น ความดันไอของน้ำในอาหารก็จะลดลง ค่าแอกติวิตีของน้ำในอาหารจึงลดลง นอกจากค่าแอกติวิตีของน้ำในอาหารจะสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายอาหารแล้ว ยังสัมพันธ์กับความชื้นสัมพันธ์ของอากาศ เพราะเมื่อทิ้งอาหารไว้ในอากาศอาหารจะสูญเสียความชื้นหรือไม่ก็ดูดความชื้น ขึ้นกับความสัมพันธ์ระหว่างค่าแอกติวิตีของน้ำในอาหารและความสมดุลกับความชื้นสัมพันธ์ของอาหาร (ERH) ในขณะนั้น ถ้าอาหารมีความชื้นน้อยจะดูดความชื้นจากอากาศเรียก adsorption isotherm ถ้าอาหารมีความชื้นมากจะ

สูญเสียความชื้นแก่อากาศเรียก desorption isotherm น้ำที่มีค่าแอกติวิตี้สูงสุด ได้แก่ น้ำบริสุทธิ์ และเมื่อมีชีวสารปนอยู่ในน้ำ จะทำให้ค่าแอกติวิตีของน้ำในอาหารลดลง (Fenema, 1996)

2.5 น้ำตาล

2.5.1 ชนิดของน้ำตาล

น้ำตาลโดยทั่วไป หมายถึง สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีรสหวานและให้พลังงานแก่ร่างกาย ในทางเคมีสามารถแบ่งน้ำตามโครงสร้างออกเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำตาลชั้นเดียว (monosaccharide) เช่น น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโตส เป็นต้น และน้ำตาลหลายชั้น (oligosaccharide) ที่รู้จักกันคือ น้ำตาลทรายหรือน้ำตาลซูโครส (sucrose) จัดเป็นน้ำตาลหลายชั้นเพราะประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลฟรุกโตส พืชจะสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารตามธรรมชาติ หน่วยสุดท้ายของการสังเคราะห์สารที่ได้คือ น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกลูโคสนี้จะถูกเก็บสะสมอยู่ในรูปแบบแป้ง แต่มีหลายชีวิต เช่น อ้อย มะพร้าว น้ำตาล หรือ พืชหัว เช่น ผักกาดหวานที่มีหน่วยย่อยพิเศษสามารถเปลี่ยนส่วนหนึ่งเป็นน้ำตาลซูโครสได้ เมื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ผลิตน้ำตาลซูโครสเหล่านี้มาสกัดสารละลายน้ำตาลออกและทำการต้มเคี่ยว เมื่อปล่อยให้เย็นจะได้ก้อนน้ำตาลในลักษณะต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาสกัดน้ำตาล น้ำตาลที่ได้โดยวิธีนี้เรียกว่าน้ำตาลพื้นบ้าน ชนิดของน้ำตาลที่ใช้ในการประกอบอาหารมีหลายลักษณะ ความสำคัญของน้ำตาลกับขนมหวานคือ ทำให้อาหารมีรสชาติหวาน เช่น เพิ่มความอร่อย ทำให้แป้งนุ่ม อาหารใสขึ้น ตกแต่งให้อาหารสวยงาม เคลือบไม่ให้อาหารแห้ง ทำให้อาหารมีสีสวย มีกลิ่นหอม (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

2.5.2 คุณสมบัติของน้ำตาล (จิตธนา และ อรอนงค์, 2549)

2.5.2.1 ให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ (nutritive sweetener) รสหวานของน้ำตาลเป็นรสหวานของน้ำตาลที่ปราศจากรสอื่นเจือปน การรับรู้รสหวานเกิดจากต่อมลิ้มรสที่บริเวณปลายลิ้นด้านบน รสหวานที่เรารู้สึกเป็นการประเมินทางอัตนัย ไม่สามารถระบุเป็นหน่วยวัดความหวานที่แท้จริงได้ รสหวานที่รู้สึกเป็นความหวานเปรียบเทียบ โดยเปรียบเทียบความหวานของกลูโคส ฟรุกโตสเป็นน้ำตาลที่หวานที่สุดและมีความหวานกว่าซูโครส น้ำตาลที่หวานรองลงมาจากซูโครส หรือ กลูโคส มอลโทส และแล็กโทส วัตถุประสงค์หลักของการใส่น้ำตาลในอาหารคือการให้ความหวาน โดยทั่วไปนิยม ซูโครสหรือน้ำตาลทราย เพราะความหวานสูง

2.5.2.2 การละลาย น้ำตาลทั่วไปที่ใช้อุตสาหกรรมอาหารมักจะละลายน้ำได้ตามปกติจะละลายได้ ร้อยละ 30-80 ปริมาณที่จะละลายได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ซึ่งการละลายได้จะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ฟรุกโตสเป็นน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ดีที่สุด รองลงมาคือซูโครส ส่วนกลูโคสและมอลโทสละลายน้ำได้ดีพอๆ กัน น้ำตาลที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุดคือแล็กโทส การละลายที่อุณหภูมิห้อง น้ำตาลซูโครสละลายน้ำได้มากกว่าน้ำตาล 2 ชั้นชนิดอื่น ส่วนฟรุกโตสละลายน้ำได้ดีกว่าน้ำตาลชั้นเดียวชนิดอื่น เช่น น้ำ 1 กรัม ละลายซูโครสได้ 2 กรัม มอลโตสละลายน้ำได้ 1 กรัม ส่วนฟรุกโตสละลายน้ำได้ 3.75 กรัม (อุณหภูมิยิ่งสูงขึ้นการละลายยิ่งเพิ่มขึ้น)

2.5.2.3 การเกิดสีน้ำตาลในอาหาร ในการเตรียมอาหารแปรรูปและการเก็บรักษาอาหารบางชนิด พบว่าจะมีสารสีน้ำตาลเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ตามปกติจะพบว่าอาหารเหล่านี้มีน้ำตาลเป็นตัวกลางสำคัญในปฏิกิริยาเคมีที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ สารเคมีที่เกิดมีตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีดำ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นสีน้ำตาล กลิ่นรสของอาหารจะเปลี่ยนไป

2.5.2.4 คุณค่าทางโภชนาการ น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน เนื่องจากน้ำตาลทรายขาวมีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.5 จึงสามารถคำนวณพลังงานของน้ำตาลทรายได้ โดยคิดว่าน้ำตาลทราย 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี่ น้ำตาลสีรำจะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็กบ้าง ทั้งนี้คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาวแสดงดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	385.00
โปรตีน (กรัม)	0.00
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	0.00
ไขมัน (กรัม)	99.50
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	76.00
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	0.00

ที่มา: อบเชย และขนิษฐา (2544)

2.5.2.5 จุดหลอมเหลว เมื่อความร้อนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ผลึกของน้ำตาลจะค่อย ๆ สลายตัวหลอมเหลว ถ้ามีความชื้นผลึกน้ำตาลยิ่งสลายตัวง่ายขึ้น เช่น ซูโครส จะเริ่มหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส เมื่อให้อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 210 องศาเซลเซียส ของเหลวนี้จะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลไหม้เรียกว่า ขบวนการเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเคี่ยวไหม้ (caramelization)

2.5.2.6 การดูดซึมน้ำเมื่อมีความชื้น น้ำตาลจะสามารถดูดซึมน้ำได้ง่าย ผลึกน้ำตาลจะจับกันเป็นก้อน วิธีการป้องกันการจับตัวเป็นก้อนคือ การเติมแป้งเล็กน้อยลงในน้ำตาลไอซิ่ง น้ำตาลที่ดูดซึมน้ำได้ดีที่สุดคือน้ำตาลฟรุกโตส ซึ่งมีอยู่ในน้ำตาลอินเวอร์ท น้ำเชื่อมข้าวโพด น้ำผึ้ง และโมลาส ฉะนั้นส่วนผสมของอาหารที่มีน้ำตาลฟรุกโตสจะอมความชื้นได้นานจึงทำให้ลักษณะชุ่มฉ่ำ น่ารับประทาน เช่น ขนมเค้กที่ใช้ส่วนผสมของน้ำผึ้ง หรือน้ำเชื่อมข้าวโพด

2.5.2.7 การสลายตัวเมื่อถูกด่าง น้ำตาลชั้นเดียวสามารถสลายตัวด้วยสารที่มีฤทธิ์เป็นด่าง เช่น โซดาไบคาร์บอเนต น้ำกระด้าง ปฏิกิริยาการสลายตัวของน้ำตาลเมื่อถูกด่าง มีผลต่อคุณภาพของขนมมาก ทำให้ขนมที่ได้มีสีน้ำตาลและกลิ่นรสไม่น่ารับประทาน เช่น การต้มถั่วเมล็ดแห้งด้วยโซดาหรือขนมอบที่ใช้โซดาและน้ำผึ้ง

2.5.3 หน้าที่น้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (จิตธนา และ อรอนงค์, 2549)

2.5.3.1 ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์

2.5.3.2 เป็นอาหารยีสต์ในระหว่างการหมัก

2.5.3.3 ใช้เตรียมเป็นไอซิ่ง สำหรับผลิตภัณฑ์

2.5.3.4 ช่วยในการตีครีม และตีไข่ให้มีความคงตัว ขึ้นฟู

2.5.3.5 ช่วยเก็บความชื้น และทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน

2.5.3.6 ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีสวย

2.5.3.7 เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

2.6 เกลือ

เกลือเป็นเครื่องปรุงรสที่ช่วยให้รสเค็มในอาหาร เกลือประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์ และซัลเฟตอื่นๆ ปัจจุบันมักใช้เกลือป่นหยาบ หรือละเอียดมาก เกลือมีคุณสมบัติหลายอย่างนอกจากเป็นสารที่เพิ่มรสชาติให้แก่ผลิตภัณฑ์แล้ว เมื่อใส่ในแป้งทำให้ความหนืดของแป้งเปียกและเจลลดลง นอกจากนี้เกลือยังมีผลต่อโปรตีนทำให้ไมโอซีนละลายออกมาทำให้ส่วนผสมมีความเหนียวมากขึ้น เมื่อได้รับความร้อนก็จะเกิดผลิตภัณฑ์ที่เหนียวด้วย แต่การใส่เกลือในปริมาณมากเกินไปจะมีผลทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสเค็ม การดูดน้ำลดลงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวและแห้งมากขึ้น (อบเชย และขนิษฐา, 2550)

2.6.1 หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์

2.6.1.1 ทำให้อาหารมีรสดี

2.6.1.2 เน้นรสกลิ่นของรสอื่นๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดด้วยรสเค็มของเกลือ

2.6.1.3 ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ ในโดที่หมักให้ขึ้นฟูโดยใช้ยีสต์ และควบคุมอัตราการหมัก

2.6.1.4 ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป

2.6.1.5 ช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยืดตัว

2.6.1.6 ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์

2.6.1.7 ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในโดที่หมักด้วยยีสต์

2.7 กระเทียม

กระเทียม เป็นได้ทั้งอาหาร เครื่องเทศ และสมุนไพร ชื่อสามัญ Garlic ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Allium sativum* กระเทียมเป็นพืชล้มลุกประเภทใบเลี้ยงเดี่ยว แต่ละหัวประกอบด้วยกลีบหลายกลีบเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ บางพันธุ์แต่ละหัวมีเพียงกลีบเดียว เรียกว่ากระเทียมโทน กระเทียมออกดอกเป็นช่อ ก้านช่อดอกยาว ดอกติดเป็นกระจุก ที่ปลายก้านช่อมีลักษณะกลม ประกอบด้วยหลายดอก กลีบมี 6 กลีบ ยาวประมาณ 6 มิลลิเมตร เมล็ดสามารถขยายพันธุ์ได้ กระเทียม ส่วนที่นำมาใช้คือส่วนที่เป็นหัวสดหรือหัวแห้ง เป็นวัตถุปรุงแต่งกลิ่นมีรสเผ็ดร้อน กลิ่นฉุน ใส่ในอาหารเพื่อดับกลิ่นคาว (นิจศิริ, 2540)

2.8 พริกไทย

พริกไทยเป็นพืชในตระกูลไปเปอราซีอี (Piperaceae) ชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ไปเปอร์นิกรัม *Piper nigrum* L. พริกไทยเป็นไม้เถาที่มีอายุยืนและแตกกิ่งก้านสาขามากมาย ลำต้นมีลักษณะเป็นข้อๆ คล้ายต้นพลู มีรากขนาดเล็กออกรากตามข้อเพื่อให้ยึดเกาะกับลำต้นและไม้ค้าง ส่วนรากที่หยั่งลึกลงสู่ดินจะมีขนาดใหญ่ประมาณ 3 – 6 ราก แต่ละรากจะมีรากฝอยมากมาย ใบมีสีเขียวสดดอกมีขนาดเล็กและเป็นดอกช่อขนาดยาว ดอกช่อจะเกิดตรงข้ามกับใบ ในขณะที่ดอกช่อยังอ่อนอยู่จะมีสีเหลืองอมเขียวแต่เมื่อแก่เป็นสีเขียวและชี้ส่วนปลายของดอกลงสู่ดิน ดอกช่อมีความยาวประมาณ 2.5 – 4.5 นิ้ว ประกอบด้วยดอกช่อย่อยประมาณ 70 – 85 ดอก ดอกจะบานอยู่ประมาณ 5 – 7 วัน ผลมีรูปร่างกลม ขณะที่ผลยังอ่อนจะมีสีเขียว จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อแก่และเป็นสีแดงหรือสีแสดเมื่อสุก ตั้งแต่เริ่มออกดอกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวใช้เวลานาน 6 เดือน จะเก็บพริกไทยตอนที่มีสียังเขียวอยู่มาตากแดดให้แห้ง จนกระทั่งสีเปลี่ยนจากเขียวเป็นสีน้ำตาลหรือดำ ส่วนพริกไทยขาวนั่นผลิตจากเมล็ดสีส้มหรือแดงที่นำมาแช่น้ำไว้หลายวัน ก่อนจะเอาเปลือกออกแล้วจึงนำเมล็ดที่ไม่มีเปลือกไปตากแดดจนกระทั่งมีสีครีมหรือสีขาวเหมือนงาช้าง พริกไทยดำและพริกไทยขาวไม่ใช่จะแตกต่างกันเฉพาะสีและรูปร่างเท่านั้น แต่ยังแตกต่างกันที่รสชาติอีกด้วย พริกไทยดำนั่นกลิ่นหอมแรงแต่เหม็นน้อยกว่าพริกไทยขาวมีกลิ่นอับๆ เนื่องจากแช่น้ำหลายวัน พริกไทยเป็นที่รู้จักกันดีโดยทั่วไปในรูปของพริกไทยป่น การใส่พริกไทยลงในข้าวเกรียบนั้นมีผลต่อกลิ่นรสในข้าวเกรียบ (นิจศิริ, 2540)

2.9 ผงปรุงรส

การเพิ่มสารให้กลิ่นรสในขนมขบเคี้ยวนั่นอาจทำได้ด้วยวิธีต่างๆ เช่น เพิ่มลงในน้ำมันที่ใช้ทอดหรือนำไปคลุกเคล้ากับขนมขบเคี้ยวหลังการทอด นอกจากนั่นยังอาจใส่ในรูปของส่วนผสมเสริม สารให้กลิ่นรสที่นิยมใช้ได้แก่ กลิ่นเนื้อ กลิ่นบาร์บีคิว กลิ่นควัน กลิ่นพิซซ่า กลิ่นส้ม กลิ่นหัวหอม กลิ่นกระเทียม กลิ่นชีส กลิ่นมะนาว กลิ่นต้มยำ กลิ่นเครื่องแกง เป็นต้น กลิ่นรสที่ใช้จะแตกต่างกันคือแบบแรกเป็นกลิ่นรสที่อยู่ในรูปของเหลว แต่แบบที่สองจะอยู่ในรูปแบบผง สำหรับส่วนผสมเสริมนั่นเป็นวัตถุกลิ่นที่ให้กลิ่นรสตามธรรมชาติ เช่น เบคอน หอมแห้ง เนยแข็ง มันฝรั่งแห้งบด ถั่วลิสงบด ถั่วเหลืองบด เป็นต้น ส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำไปผสมกับส่วนผสมที่เป็นของแห้งอื่นๆก่อนที่จะผสมกับน้ำ ปริมาณที่ใช้ร้อยละ 1.5 – 10.5 ของน้ำหนักแป้ง (สายสนม, 2540)

ผงปรุงรสที่ใช้ทำข้าวเกรียบ ได้แก่ ผงปรุงรสต้มยำ ผงปรุงรสสาหร่าย และผงปรุงรสปาปริก้า ในส่วนผสมของผงปรุงรสประกอบด้วยส่วนผสมต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.8 2.9 และ 2.10

ตารางที่ 2.8 ส่วนผสมของผงปรุงรสต้มยำ

ส่วนผสมรสต้มยำ	ปริมาณ (ร้อยละ)
Sugar	4.78
Non-Iodized Refined Sait	17.27
Spices (Chill , Kaffir Lime Leaf , Lemongrass , Spring Onion)	12.60
Maltodextrin (Tapioca-based)	10.00
Disodium 5 – Ribonucieotides CF635	0.70
Lake Carmoisine	0.03
Silicon Dioxide (E551)	0.30
MSG	4.00
Soy Sauce Powder (Contain Soybean)	4.00
Citric Acid (E330)	1.00
DL – Malic Acid (E296)	1.70
Paimolein (TBHQ (E319) as Antioxidant)	0.60
รวม	100 %

ที่มา: ผงปรุงรสต้มยำของบริษัท อธิป พาณิชย์ จำกัด

ตารางที่ 2.9 ส่วนผสมของผงปรุงรสปาปริก้า

ส่วนผสมผงปรุงรสปาปริก้า	ปริมาณ (ร้อยละ)
Sugar	55.00
Non-Iodized Refined Sait	12.00
Spices (Garlic, Chilli)	12.56
Maltodextrin (Tapioca-based)	17.00
Disodium 5 – Ribonucieotides CF635	1.50
Artificial Smoke Flavor (contain soybean)	1.50
Lake Carmoisine	0.04
Silicon Dioxide (E551)	0.03
Nature ldentical Garlic Flavor (Contain soybean)	0.01
รวม	100 %

ที่มา: ผงปรุงรสปาปริก้าของบริษัท อธิป พาณิชย์ จำกัด

ตารางที่ 2.10 ส่วนผสมของผงปรุงรสสาหร่าย

ส่วนผสมผงปรุงรสสาหร่าย	ปริมาณ (ร้อยละ)
Sugar	54.0
Non-Iodized Refined Sait	16.0
Monosodium Glutamate (E621)	9.0
Maltodextrin (Tapioca-based)	12.0
Seaweed Flake	5.5
Spices (Garlic)	2.0
Artificial Smoke Flavor (contain wheat, soybean)	1.0
Silicon Dioxide (E551)	0.1
รวม	100 %

ที่มา: ผงปรุงรสสาหร่ายของบริษัท อธิป พาณิชย์ จำกัด

2.10 น้ำมันพืช

น้ำมันที่ใชในการทอดข้าวเกรียบ คือ น้ำมันปาล์ม ได้จากผลปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วยส่วนที่ให้น้ำมันคือเนื้อนอกที่เป็นเส้นใยให้น้ำมันปาล์มสีส้มแดง อีกส่วนหนึ่งได้แก่ เนื้อในเมล็ดให้มันเมล็ดปาล์มจัดเป็นผลพลอยได้ มีสีเข้มกว่าน้ำมันมะพร้าวเล็กน้อย น้ำมันปาล์มมีกรดไขมันอิ่มตัวคือปาล์มิติก ร้อยละ 44 กรดไขมันไม่อิ่มตัวคือ โอเลอิกร้อยละ 39 ใช้ทอดอาหารสำเร็จ ปรุงอาหาร (เนื้อทอง, 2546) ชนิดและปริมาณกรดไขมันในน้ำมันปาล์ม แสดงดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่พบในน้ำมันปาล์มและเมล็ดน้ำมันปาล์ม

กรดไขมัน	น้ำมันปาล์ม	น้ำมันเมล็ดปาล์ม
แคปไรลิค	1.40	-
แคปลิค	2.90	-
ลัวริค	48.20	50.90
ไมริสติค	18.40	10.20
ปาล์มมิติค	8.70	46.80
สเตียริค	1.90	3.80
โอลีอิค	14.60	37.50
ไลโนลีอิค	1.20	10.00
อะราชิโดนิก	-	0.20
อิโคซาโนอิก	-	0.30

ที่มา: นิธิยา (2545)

2.7.1 บทบาทของน้ำมันต่อการประกอบอาหาร

น้ำมันมีบทบาทต่อการประกอบอาหารหลายประการ อาทิทำให้อาหารรสชาติดีขึ้น ไขมันและน้ำมันมีส่วนทำให้อาหารดีขึ้น จึงนิยมใช้น้ำมันในการประกอบอาหาร

2.7.2 ประโยชน์ของน้ำมันทางด้านโภชนาการและทางด้านอาหาร

2.7.2.1 ประโยชน์ของน้ำมันในด้านโภชนาการ ให้พลังงาน 9 แคลอรี่ต่อกรัม การดูดซึม ช่วยในการดูดซึมวิตามินต่างๆ ที่ละลายในไขมัน เป็นอาหารที่ช่วยบำรุงผิวพรรณ ช่วยทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น

2.7.2.2 ประโยชน์ของน้ำมันในด้านอาหาร น้ำมันช่วยเพิ่มรสชาติอาหาร ช่วยทำให้ขนมโปร่งฟู ทำให้ขนมนุ่มและร่วน (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

2.7.3 การเก็บรักษา

เก็บน้ำมันไว้ในที่โปร่ง ให้ไกลจากความร้อนและแสงแดด ถ้าเป็นน้ำมันที่เจียว เช่น น้ำมันหมูควรเก็บไว้ในภาชนะทึบแสง มีฝาปิด เช่น โถกระเบื้อง

2.11 การนึ่ง

เป็นกระบวนการในการทำอาหารให้สุกด้วยการใช้ความร้อนจากไอน้ำ ร้อน ที่ได้จากการต้มน้ำเดือดการนึ่งโดยทั่วไปจะทำที่ความดันบรรยากาศที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำ อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 100 -105 องศาเซลเซียส ความร้อนจากไอน้า จะถูกถ่ายเทไปยังผิวหน้าของอาหารด้วยการพาความร้อนและเข้าสู่ภายในอาหารด้วยการนำความร้อน ความร้อนจากการนึ่งเป็นความร้อนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (moisted heat) ทำให้แป้ง (starch) เกิดการเจลาติไนซ์เซชั่นและโปรตีนสูญเสียสภาพธรรมชาติ (protein denaturation) จึงทำให้อาหารสุก อาหารที่ผ่านการนึ่งให้สุก จะชุ่มชื้น ผิวนุ่ม ไม่เกิดชั้นผิวที่แห้งกรอบ (crust) เหมือนอาหารที่ผ่านการอบ (baking) ซึ่งใช้ความร้อนแห้ง (dry heat) หรือการทอดซึ่งใช้น้ำมันเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน ดังนั้นกระบวนการนึ่งจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการทำข้าวเกรียบ (ฉวีวรรณ และภริตา, 2546)

2.12 การทำแห้ง

การทำแห้ง (drying) คือการลดความชื้นของอาหาร จนถึงระดับที่สามารถระงับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ คือ มีค่าวอเตอร์แอกทีวิตี (water activity, a_w) ต่ำกว่า 0.70 ทำให้เก็บอาหารไว้ได้นาน อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีความชื้นในระดับที่ปลอดภัยไม่เท่ากัน การทำแห้งเป็นการให้ความร้อนระดับหนึ่งเพื่อไล่เอาน้ำออกจากอาหารให้เหลืออยู่ปริมาณน้อยที่สุด การทำแห้งทำได้หลายวิธี เช่น การตากแดด (sun drying) การทำแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์(solar drying) ตู้อบแห้งแบบใช้ลมร้อน (hot air drier) ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ (vacuum sheet drier) การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying หรือ sublimation) และการอบ (baking) เป็นต้น (วิไล รังสาดทอง, 2552)

2.12.1 การจัดกลุ่มอาหารตามค่า a_w อาหารสามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ตามค่า a_w ดังนี้

2.12.1.1 อาหารที่มีความชื้นสูง (high Moisture Foods: HMF) เป็นอาหารที่มีความชื้นมากกว่าร้อยละ 50 หรือมีค่า a_w มากกว่าหรือเท่ากับ 0.95 เช่น อาหารสดทุกชนิด

2.12.1.2 อาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture foods IMF) เป็นอาหารที่มีความชื้นร้อยละ15.50 หรือมีค่า a_w ระหว่าง 0.65 - 0.85 เช่น ปลาหมึกแห้งปรุงรสมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 28

2.12.1.3 อาหารที่มีความชื้นต่ำ (low moisture foods LMF) เป็นอาหารที่มีความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 25 หรือมีค่า a_w น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.65 เช่น นมผง แป้งมัน ไข่ผง และกาแฟสำเร็จรูป เป็นต้น มาตรฐานอุตสาหกรรมของไทยกำหนดให้กาแฟผงสำเร็จมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 45 ในกรณีที่มีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 13 หรือมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.62 จะไม่มีจุลินทรีย์ใด ๆ สามารถเจริญได้ (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

2.12.2 ประโยชน์ของการทำแห้ง (เพชรรัตน์, 2553)

2.12.2.1 ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีการเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์

2.12.2.2 ทำให้มีผลิตภัณฑ์ไว้ใช้อุปโภค/ บริโภคในยามขาดแคลนนอกฤดูกาลหรือในแหล่งห่างไกล

2.12.2.3 ทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่ต้องใช้ตู้เย็นให้เปลืองค่าใช้จ่าย

2.12.2.4 เป็นการลดน้ำหนักอาหาร ขนาดของอาหาร ทำให้สะดวกในการบรรจุ การเก็บรักษา การขนส่ง ลดพื้นที่ และค่าใช้จ่าย

2.12.2.5 เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ที่มีลักษณะ กลิ่นรสเฉพาะ เช่น ลูกเกด ซึ่งได้จากการทำแห้งองุ่น ลูกพรุน หมูแผ่น หมูหยอง กุนเชียง เป็นต้น

2.12.2.6 เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้อุปโภค/บริโภค เช่น ชา กาแฟผงสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ต้องผ่านกระบวนการหมัก ต้ม บด มาก่อนการอบแห้ง ผู้บริโภคเพียงนำมาเติมน้ำร้อน กวน คน ก็สามารถบริโภคได้ทันที

2.12.3 ข้อดีและข้อเสียของการทำให้อาหารแห้ง การทำให้อาหารแห้งนอกจากจะทำให้อาหารเก็บได้นานแล้วยังมีข้อดีและข้อเสียอื่น ๆ ดังนี้

2.12.3.1 ข้อดีของการทำให้อาหารแห้ง มีดังนี้

1) น้ำหนักเบา การทำแห้งสามารถลดน้ำหนักลงได้ อาหารสดจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 60 – 90 ยกเว้นธัญพืช น้ำส่วนนี้เองจะถูกกำจัดออกไปโดยกระบวนการอบแห้งหรือตากแห้ง

2) มีความกระชับ คือ ผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งต้องการเนื้อที่น้อยกว่าอาหารสด อาหารแช่เยือกแข็ง หรืออาหารกระป๋อง โดยเฉพาะถ้าสามารถจัดเก็บในภาชนะบรรจุได้

3) ความคงตัวที่สภาวะการเก็บ ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งไม่จำเป็นต้องใช้ตู้เย็นในการเก็บรักษา แต่มีข้อจำกัดของอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้ในระหว่างการเก็บรักษาเพื่อให้ได้ระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น

2.12.3.2 ข้อเสียของการทำให้อาหารแห้ง แม้ว่าบางข้อจะสามารถแก้ไขโดยวิธีทำแห้งสมัยใหม่ การปฏิบัติก่อนการทำแห้งก็ตาม แต่ก็ยังมีข้อเสีย ดังนี้

1) ความไวต่อความร้อน เนื่องจากอาหารส่วนมากมีความไวต่อความร้อนในระดับหนึ่ง อาจทำให้เกิดกลิ่นรสไหม้ขึ้นได้ ถ้าควบคุมสภาวะไม่เหมาะสม

2) เกิดการสูญเสียกลิ่นรส สารระเหยที่ระเหยได้ และเกิดการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ได้

3) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ซึ่งรวมถึงการเกิดการแห้งกรอบอันเนื่องจากการหดตัว

4) เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดการเหม็นหืนของไขมัน

5) เกิดการเสื่อมเสียอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ได้ ถ้าหากว่าอัตราการอบแห้งเริ่มต้นช้า ปริมาณความชื้นสุดท้ายมีค่าสูง หรือเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง (ปาริสุทธิ์, 2550)

2.12.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายน้ำมีผลต่ออัตราเร่งในการทำแห้ง มีดังนี้

2.12.4.1 ธรรมชาติของอาหาร อาหารมีเนื้อโปร่ง น้ำจะเคลื่อนที่แบบผ่านช่องแคบซึ่งเร็วกว่าการแพร่ผ่านเซลล์ในอาหารเนื้อแน่น อาหารเนื้อโปร่งจะแห้งเร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารมีน้ำตาลสูงจะเหนียวเหนอะหนะ กีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจะแห้งช้า อาหารที่ผ่านการลวกนวดคลึงจนเซลล์แตกจะแห้งได้เร็วขึ้น

2.12.4.2 ขนาดและรูปร่าง ขนาดและรูปร่างมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก ขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่ จึงแห้งได้เร็วกว่า ความหนาของอาหาร อาหารยิ่งหนามากเท่าไหร่ การอบแห้งก็ใช้เวลานาน นอกจากนั้นต้องคำนึงพื้นผิวที่สัมผัสกับอากาศที่จะเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วย

2.12.4.3 ตำแหน่งของอาหารในเตา อัตราการอบแห้งภายในตู้เกิดไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับชนิด ประสิทธิภาพ ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมร้อน อาหารที่สัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำ (ลมร้อนมีอุณหภูมิสูง) ย่อมระเหยได้ดี

2.12.4.4 ปริมาณอาหารต่อพื้นที่ (loading) ปริมาณอาหารในถาดมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวที่จะสัมผัสกับลมร้อน การอบแห้งอาหารโดยใส่อาหารเข้าไปในตู้อบครั้งละมากๆ ทำให้การอบแห้งไม่ทั่วถึง โดยเฉพาะช่วงกลางๆ อาหารจะซ้อนทับกัน น้ำจะระเหยออกได้ไม่ดี อาหารจะสัมผัสกับอากาศร้อนไม่ทั่วถึง ไอน้ำไม่สามารถแพร่กระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนได้ จึงทำให้แห้งช้า นอกจากนี้การจัดเรียงอาหารเพื่อนำไปอบแห้งมีผลต่ออัตราการอบแห้ง การจัดเรียงอาหารให้แผ่กระจายสม่ำเสมอไม่ซ้อนทับกัน อาหารจะสัมผัสกับลมร้อนได้อย่างทั่วถึงสม่ำเสมอ อาหารจะแห้งได้อย่างทั่วถึง

2.12.4.5 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (relative humidity : RH) ความแตกต่างระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนกับอาหารมีผลต่อแรงขับดันความชื้นออกจากอาหาร ในการอบแห้งลมร้อนยิ่งมีความชื้นต่ำ (น้ำน้อย ลมร้อนมีอุณหภูมิสูง) อัตราการอบแห้งยิ่งสูง แต่ถ้าลมร้อนมีความชื้นเข้าใกล้จุดอิ่มตัว (น้ำเยอะ) จะรับไอน้ำได้น้อย อัตราการอบแห้งจะต่ำ ความชื้นของอากาศจะเป็นตัวกำหนดว่าจะสามารถลดความชื้นของอาหาร ในกระบวนการอบแห้งให้ต่ำลงเท่าไหร่ อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มากจะรับไอน้ำเพิ่มได้น้อย ความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนจะเป็นตัวกำหนดความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ทันทีที่อาหารและอากาศร้อนถึงจุดสมดุล การระเหยน้ำจะไม่เกิดขึ้น

2.12.4.6 อุณหภูมิของอากาศ ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของลมร้อนเท่ากับลดค่าความชื้นสัมพันธ์เป็นการเพิ่มความสามารถในการขับไอน้ำ เพิ่มแรงขับดันน้ำหรือความชื้นออกจากผิวหน้าอาหาร ถ้าใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้งโมเลกุลของน้ำจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น อัตราการอบแห้งจะสูงขึ้น อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่ใช้ต้องไม่สูงจนทำให้อาหารไหม้หรือเกิดความเสียหายจากปฏิกิริยาทางเคมีหรือกายภาพ การกำหนดอุณหภูมิของอากาศร้อนที่ใช้ ขึ้นอยู่กับลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศร้อนและระยะเวลาในการอบแห้ง การอบแห้งผักและผลไม้ อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 45-70 องศาเซลเซียส ถ้าสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส น้ำจะระเหยเร็วเกินไป อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงซ้อนทางเคมีกายภาพที่ผิวหน้า ผิวหน้าเกิดเปลือกแห้งแข็งกระด้าง น้ำซึมผ่านไม่ได้ เรียกว่า case Harding อัตราการอบแห้งลดต่ำลง ผลิตภัณฑ์มีความชื้นอยู่ภายในสูง เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้จะเกิดการเน่าเสีย เกิดสีคล้ำ

2.12.4.7 ความเร็วของลมร้อนในการอบแห้งลมร้อน ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนให้กับอาหาร พาความชื้นออกไป ถ้าใช้ความเร็วลมสูงก็จะพาไอน้ำออกจากผิวหน้าของอาหาร สู่ภายนอกได้เร็วขึ้นและยังช่วยป้องกันการเกิดสภาวะอิ่มตัวในบรรยากาศเหนือผิวของอาหาร ช่วยลดเวลาในช่วงการอบแห้งคงที่ (สมบัติ, 2529)

2.12.5 การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารขึ้นกับธรรมชาติของอาหาร และสภาวะที่ใช้ในการอบแห้ง คือ

2.12.5.1 การหดตัว เซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยธรรมชาติจะมีลักษณะเด่น ผนังเซลล์มีความยืดหยุ่น สามารถต้านทานแรงได้ระดับหนึ่งถ้าแรงที่ได้รับมากเกินกว่าที่ผนังเซลล์จะรับได้ ผนังเซลล์จะแตกเซลล์ผิดรูปไป ในการอบแห้งเมื่อน้ำระเหยไป จะเกิดช่องว่างขึ้นทำให้เซลล์ของอาหารซึ่งเชื่อมโยงติดกันถูกดึงให้เข้าไปแทนที่ช่องว่างนั้น เซลล์หดตัวแต่ไม่สามารถหดตัวเข้าไปได้เท่า ๆ กันทุกส่วน ส่วนที่หดตัวไม่ได้ก็จะเกิดการยืดตัวออก ทำให้เกิดแรงดึงผนังเซลล์ทนต่อแรงดึง (tensile strength) ได้ระดับหนึ่ง ถ้าแรงที่ได้รับมากเกินกว่าที่ผนังเซลล์จะรับได้ทำให้เกิดการฉีกขาด ซึ่งมักเกิดกับอาหารที่มีโครงสร้างแข็งแรงหรือการอบแห้งที่เร็วเกินไป ถ้าทำการอบแห้งอย่างรวดเร็วโดยใช้อุณหภูมิสูงผิวหน้าจะแห้งแข็งก่อน ที่อาหารส่วนที่อยู่ใจกลางจะแห้ง ดังนั้นเมื่อบริเวณใจกลางแห้งและหดตัวจะดึงส่วนที่ผิวหน้าทำให้เกิดการปริแตกภายใน เกิดช่องว่างทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะคล้ายรังผึ้ง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแข็งมีผิวหน้าที่โค้งเล็กน้อยมีลักษณะเหี่ยวมากกว่ามีช่องว่างมากถ้าอบอย่างช้าๆ จะได้ผิวหน้าที่โค้งมากกว่ามีเนื้อแน่น การเสียน้ำทำให้เซลล์ของอาหารเกิดการหดตัวจากผิวนอกส่วนที่แข็งจะคงสภาพ ส่วนที่อ่อนจะเว้าลงไป อาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่มากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วอาหารจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งอย่างช้า ๆ (พรทิวา และ จุฑาทิพย์ 2553)

2.12.5.2 การเกิดเปลือกแข็ง อาหารจะมีเปลือกแข็งหุ้มส่วนในที่ยังไม่แห้งไว้ เกิดจากในช่วงแรกที่ให้น้ำระเหยเร็วเกินไปน้ำจากด้านในของอาหารเคลื่อนที่มาที่ผิวไม่ทัน หรือมีสารละลายน้ำตาล โปรตีน เคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิว สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยไม่ใช้อุณหภูมิสูงในการทำแห้ง

2.12.5.3 การเสียความสามารถในการคืนรูป (rehydration) อาหารแห้งบางชนิดต้องนำกลับมาคืนสภาพโดยการแช่น้ำ จะดูดน้ำกลับคืนได้ไม่ถึงร้อยละ100 และใช้เวลานาน

ผลิตภัณฑ์อาหารหลังคืนสภาพจะมีเนื้อเหนียว สูญเสียความนุ่ม ความฉ่ำน้ำ ความกรอบ สาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพขึ้น การบิดเบี้ยว การฉีกขาดของเซลล์ เซลล์อาหารจะเสียความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ โปรตีนเสียสภาพในการดูดน้ำ อัตราการคืนรูปอาจใช้เป็นดัชนีชี้คุณภาพของอาหาร อาหารถูกทำแห้งภายใต้สภาวะที่เหมาะสม จะเสียหายน้อย คืนรูปได้เร็วและสมบูรณ์กว่าอาหารที่ทำแห้งไม่เหมาะสม อาหารทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็งจะมีความสามารถในการคืนสภาพดีที่สุด เพราะไม่ได้ใช้ความร้อนในการทำลายผนังเซลล์ หรือเปลี่ยนโครงสร้างของสตาร์ช โปรตีน (นิลตรา, 2550)

2.12.5.4 การเสียคุณค่าทางอาหารและสารระเหย คุณค่าทางอาหารที่เหลืออยู่ในอาหารแห้งมีความแตกต่างกันเป็นผลมาจาก วิธีการเตรียมอุณหภูมิ ระยะเวลาในการทำแห้ง สภาวะในการเก็บรักษา มีการเสื่อมสลายของวิตามินซี แคโรทีน เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การเสื่อมสลายไรโบฟลาวินจากแสง ส่วนไทอะมีน โปรตีน เกิดจากความร้อน เมื่อใช้เวลาในการทำแห้งนานการสูญเสียก็จะยิ่งมาก การสูญเสียสารระเหย เนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นหอม กลิ่นรสของอาหารแห้งลดน้อยลงจากเดิม สารระเหยจะสูญเสียไปมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ปริมาณของแข็งที่มีอยู่ในอาหาร ความดันไอของสารละลาย อาหารที่มีมูลค่าสูงมีราคาขึ้นอยู่กับกลิ่นรสความหอม เช่น เครื่องเทศ สมุนไพร ควรทำการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ (อบเชยและขนิษฐา, 2544)

2.12.6 คุณค่าทางโภชนาการ วิตามินแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายน้ำได้แตกต่างกัน วิตามินซีไวต่อการถูกทำลายด้วยความร้อนและปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุด หากต้องการลดการสูญเสียวิตามินซีต้องใช้เวลาในการอบแห้งและเก็บรักษาระยะสั้นให้อุณหภูมิต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์และออกซิเจนต่ำ วิตามินบีหนึ่งไวต่อความร้อน แต่วิตามินชนิดอื่นค่อนข้างทนต่อความร้อนและปฏิกิริยาออกซิเดชัน จึงสูญเสียระหว่างอบแห้งเพียงร้อยละ 5 – 11 ภายหลังการลวก วิตามินและสารอาหารที่ละลายได้ในไขมันในอาหารแห้งค่อนข้างคงตัวและมีความเข้มข้นมากขึ้น อย่างไรก็ตาม หากมีโลหะหนักจะเร่งให้เกิดออกซิเดชันของสารอาหารที่มีพันธะคู่อัตราการเกิดออกซิเดชันจะเร็วขึ้นเมื่อมีน้ำน้อยลง เพราะตัวถูกละลายมีความเข้มข้นมากขึ้น วิตามินที่ละลายได้ในไขมันบางชนิดอาจสูญเสียเนื่องจากเกิดปฏิกิริยากับเพอร์ออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมัน ดังนั้นการลดออกซิเจน อุณหภูมิ และแสงจะช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชันระหว่างการเก็บรักษาได้ (นิธิยา, 2545)

2.12.7 เครื่องที่ทำให้แห้งด้วยวิธีการพาความร้อน (adiabatic dryer) เป็นเครื่องอบแห้งที่ให้ความร้อนโดยใช้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่ไปสัมผัสกับอาหารโดยอาหารอาจอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ด้วยได้แก่ Cabinet dryer Tunnel dryer Kiln dryer Fluidized bed dryer และ Spray dryer (สมบัติ, 2529)

2.12.8 การเลือกวิธีการและเครื่องทำแห้งอาหาร สามารถกระทำได้หลายวิธีด้วยเครื่องทำแห้งที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามปัจจัยสำคัญที่ควรคำนึงถึงในการเลือกวิธีการและเครื่องทำแห้งอาหารนั้น ได้แก่

2.12.8.1 สภาพและคุณสมบัติของอาหารที่จะนำมาทำแห้ง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึง ว่าอาหารที่จะนำมาทำแห้งอยู่ในสภาพใด เป็นของแข็ง ของหนืด หรือของเหลว มี

ขนาดและรูปร่างเป็นอย่างไร องค์ประกอบของอาหารนั้นสามารถเสื่อมเสียคุณภาพ เนื่องจากผลของความร้อน และการเกิดออกซิเดชันได้เร็วมากน้อยเพียงใด

2.12.8.2 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่ต้องการ ควรทราบว่าผลิตภัณฑ์อาหารแห้งสุดท้ายนั้นต้องการให้มีคุณสมบัติสภาพเป็นเช่นไร เป็นชิ้น ผง ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งดังกล่าวเวลานำมาบริโภคสามารถบริโภคได้เลย หรือต้องมีการทำให้คืนสภาพก่อน

2.12.8.3 ปัจจัยทางเศรษฐกิจได้แก่ ค่าใช้จ่าย ความสามารถ การใช้งานของวิธีการทำแห้งว่าเหมาะสมหรือไม่กับการทำแห้งอาหารดังกล่าว ผลิตภัณฑ์ที่นำมาจำหน่ายในราคาถูก เช่น กล้วยตาก ถ้าใช้เครื่องทำแห้งที่ต้องค่าใช้จ่ายสูง จะไม่คุ้มต้นทุนในการผลิต เป็นต้น (รุ่งนภา, 2549)

2.13 การทอด

การทอดอาหารเป็นหน่วยปฏิบัติการหนึ่งที่ใช้เปลี่ยนแปลงคุณภาพอาหาร ความร้อนจากการทอดอาหารจะทำลายจุลินทรีย์และเอนไซน์ในอาหาร และลดความชื้นที่ผิวนอกของอาหาร และอาจนำชิ้นของอาหารลักษณะบาง อาจลดความชื้นทั่วทั้งชิ้นอาหารได้ อายุการเก็บรักษา หรืออายุการวางจำหน่ายของอาหารทอดจะพิจารณาจากปริมาณความชื้นในชิ้นอาหารภายหลังการทอดแล้ว อาหารที่ยังมีปริมาณน้ำเหลืออยู่ ภายในชิ้นอาหารมาก เช่น ชิ้นปลาทอด ไก่ทอด หรือโดนัท จะมีการอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากมีการเคลื่อนที่ของน้ำ และน้ำมันเกิดขึ้นภายในชิ้นอาหารระหว่างการเก็บรักษาสั้น หากต้องการเก็บรักษาต้องแช่เย็น ซึ่งจะเก็บรักษาได้เพียง 2-3วัน การทอดอาหารจนกรอบ เช่น ชิ้นมันฝรั่งทอด จะมีความชื้นอยู่น้อยมาก สามารถเก็บได้นานถึง 12 เดือน ซึ่งระยะเวลาการเก็บรักษาและแปรผันขึ้นอยู่กับภาชนะบรรจุ และภาชนะที่ใช้ในการเก็บรักษาด้วย (นิธิยา, 2548)

2.13.1 ทฤษฎีการทอด

การทอด หมายถึง การนำชิ้นอาหารใส่ลงในน้ำมันขณะร้อน ผิวนอกของอาหารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำที่เป็นส่วนประกอบในอาหารระเหยกลายเป็นไอ ผิวนอกของอาหารจะแห้งซึ่งมีลักษณะคล้ายการอบ หรือการย่าง การระเหยของน้ำจะค่อย ๆ เคลื่อนที่เข้าไปด้านชิ้นในอาหาร ทำให้ผิวนอกมีลักษณะเป็นเปลือกแข็งหุ้มชิ้นอาหารไว้ ผิวนอกของอาหารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนเท่ากับน้ำมัน และอุณหภูมิภายในชิ้นอาหารก็เพิ่มขึ้น อัตราการถ่ายเทความร้อนจะถูกควบคุมโดยความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำมัน และอุณหภูมิของอาหารและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวอัตราการแทรกซึ่งของความร้อนที่เข้าไปในชิ้นอาหาร จะถูกควบคุมด้วยความสามารถในการนำความร้อนของอาหาร ซึ่งอาหารแต่ละชนิดจะมีการนำความร้อนที่แตกต่างกัน ผิวนอกของอาหารที่แห้งจะมีโครงการสร้างเป็นรูพรุน ต่าง ๆ กัน ในระหว่างการทอดอาหาร น้ำและไอน้ำจะออกมาทางรูที่มีขนาดใหญ่ก่อน หลังจากนั้นในรูพรุนจะถูกแทนที่ด้วยน้ำมันร้อนความชื้นจะเคลื่อนที่จากผิวนอกของอาหารผ่าน boundary film ความหนาของชั้น boundary film จะเป็นตัวควบคุมการอัตราการถ่ายเทความร้อนและมวลสารที่หาได้จากความหนืดและความเร็วของน้ำมัน ความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างความชื้นภายในอาหาร และน้ำมันที่แห้งจะเป็นแรงขับให้เกิดการสูญเสียความชื้นเช่นเดียวกับการใช้ลมร้อนในการ อบแห้ง ระยะเวลาที่ใช้ในการทอดอาหาร

ขึ้นอยู่กับ ชนิดของอาหาร อุณหภูมิของอาหาร วิธีการทอด ให้น้ำมันน้อยหรือน้ำมันมาก และความหนาของชิ้นอาหาร อาหารทอดที่ยังคงมีความชื้นเหลืออยู่ในชิ้นอาหาร และอาหารจะต้องถูกทอดจนภายในได้รับความร้อนเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ และสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของอาหาร โดยเฉพาะอาหารประเภทเนื้อ ซึ่งจุลินทรีย์ที่อาจทำให้เกิดโรคเจริญได้ในภายหลังการทอด ที่อุณหภูมิสูงจะทอดอาหารได้ปริมาณมาก และใช้ระยะเวลาการทอดน้อยลง แต่อุณหภูมิสูงจะเร่งให้น้ำมันที่ใช้ทอดเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น เช่น การเกิดกรดไขมันอิสระ มีความหนืดเพิ่มขึ้น น้ำมันมีกลิ่นและสีเปลี่ยนไป ทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำมันบ่อย และเป็นการสิ้นเปลือง นอกจากนั้นน้ำมันยังสลายตัวได้เป็นครีลีนที่อุณหภูมิสูง ทำให้เกิดกลุ่มควันสีน้ำเงินขึ้นบริเวณเหนือผิวน้ำมันขณะทอดและทำให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ อุณหภูมิที่ใช้ในการทอดยังแปรผันตามชนิดของอาหารด้วย อาหารที่ต้องการให้ผิวนอกกรอบและภายในยังมีความชื้นสูงต้องใช้อุณหภูมิสูง ผิวนอกที่กรอบจะช่วยป้องกันไม่ให้ความชื้นจากภายในออกมา และควบคุมการถ่ายเทความร้อนเข้าไปภายในชิ้นอาหาร หากต้องการทอดให้อาหารแห้งทั่วทั้งชิ้น ต้องใช้อุณหภูมิที่ต่ำลง เพื่อให้ไอน้ำภายในระเหยออกมากก่อนที่ผิวนอกจะมีลักษณะกรอบแข็งเป็นเปลือกหุ้มแข็งไว้ การทอดในทางการค้า คือ การทอดโดยใช้น้ำมันมากซึ่งมีความร้อนที่แตกต่างกัน (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2552)

2.13.2 ระบบการทอด

2.13.2.1 ระบบการทอดแบบกะ ระบบนี้ใช้กับการทอดอาหารที่มีปริมาณน้อย เช่นเครื่องทอดที่ใช้ตามบ้าน หรือ เครื่องทอดที่ใช้ในร้านอาหารฟาสต์ฟูดส์ แหล่งความร้อนของการทอดระบบนี้มีทั้งแบบแก๊สและแบบไฟฟ้าโดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำมันขณะทอดจะอยู่ที่ 160-200 องศาเซลเซียส การทอดอาจกระทำภายใต้บรรยากาศปกติ หรือภายใต้ภาวะสุญญากาศ ไม่ควรใช้วัสดุประเภททองแดงหรือทองเหลือง เพราะจะทำให้เกิดการแตกตัวของน้ำมันเนื่องจากไอออนของโลหะดังกล่าว ระหว่างการทอดอาจเติมน้ำมันใหม่เข้าเป็นระยะๆ เพื่อรักษาระดับน้ำมันในหม้อทอด การกรองน้ำมันเพื่อแยกเศษชิ้นอาหารในน้ำมันออกจะช่วยให้สามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพของไขมันได้ การพิจารณาคุณภาพของน้ำมันอาจทำได้โดยการสังเกตจากการเกิดควัน การเกิดฟองมากขณะทอด และการสังเกตสีของน้ำมันที่เข้มข้น เป็นต้น

2.13.2.2 ระบบการทอดแบบต่อเนื่อง ระบบนี้ใช้กับการทอดอาหารที่มีปริมาณมาก เช่น เครื่องทอดอาหารในระดับอุตสาหกรรมในส่วนของระบบการให้ความร้อนสำหรับเครื่องทอดแบบต่อเนื่องมี 3 แบบ คือ

ก) ระบบการให้ความร้อนโดยตรง ความร้อนจะได้มาจาการเผาไหม้แก๊สน้ำมันเชื้อเพลิงหรือได้จากไฟฟ้า ท่อความร้อนหรือท่อไฟจะถูกจัดวางไว้ในส่วนล่างของแทงค์น้ำมันและจมอยู่ในน้ำมัน ความร้อนจะส่งผ่านผนังท่อไปยังน้ำมัน

ข) ระบบการให้ความร้อนทางอ้อม ระบบนี้น้ำมันจะได้รับความร้อนจากของไหลร้อน เช่น คลอริเนเตดไฮโดรคาร์บอน ที่ถูกทำให้ร้อนจากแหล่งความร้อนภายนอกแล้วไหลเข้าไปในท่อที่อยู่ส่วนล่างของแทงก์น้ำมันเพื่อให้ความร้อนแก่น้ำมัน

ค) ระบบการให้ความร้อนจากภายนอก ระบบนี้น้ำมันจะถูกทำให้ร้อนด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่อยู่ภายนอกเครื่องทอดแล้วไหลเข้าสู่แทงก์น้ำมัน (ศรีสุวรรณ, 2547)

2.13.3 วิธีการทอด (บุษยมาศ, 2555)

การทอดเป็นกรรมวิธีการแปรรูปอาหารที่แตกต่างจากวิธีอื่นโดยทั่วไป การทอดใช้เวลาสั้นมาก ส่วนใหญ่จะเสร็จภายใน 5 -10 นาที เนื่องจากการทอดมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของแหล่งให้ความร้อน (น้ำมัน) และอุณหภูมิของอาหารมาก การทอดที่บรรยากาศจะมีความแตกต่างของอุณหภูมิมากกว่าการทอดที่สภาวะสุญญากาศ ขนาดของชิ้นอาหารที่ใช้ในการทอดส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก และมีน้ำหนักน้อย ผลิตภัณฑ์อาหารทอดโดยทั่วไปจะมีน้ำมันอยู่ในปริมาณร้อยละ 10-40 โดยน้ำหนัก เช่น มันฝรั่งทอดกรอบ การทอดมี 2 แบบแตกต่างกัน คือ การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย และการทอดโดยใช้น้ำมันมาก ซึ่งจะมีการถ่ายเทความร้อนแตกต่างกัน

2.13.3.1 การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย (shallow หรือ contact frying) เหมาะแก่ผลิตภัณฑ์ที่มีสัดส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง เช่น เบคอนไข่ การถ่ายเทความร้อนสู่ชิ้นอาหารส่วนใหญ่เกิดจาการนำความร้อนจากพื้นที่กระทะที่ร้อนผ่านชั้นบางๆ ของน้ำมันเข้าสู่ชิ้นอาหารความหนาของชั้นนั้นจะแตกต่างกันไปไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากผิวของอาหารจะไม่เรียบและเกิดฟองที่เกิดจากการระเหยของน้ำมันในการทอด จะช่วยดันชิ้นอาหารขึ้นจากพื้นที่ผิวของกระทะเป็นครั้งคราว ทำให้อุณหภูมิที่ผิวของชิ้นอาหารไม่สม่ำเสมอเท่ากันทุกจุด เกิดสีน้ำตาลที่ผิวไม่สม่ำเสมอ

2.13.3.2 การทอดน้ำมันท่วม (deep fat frying) เป็นวิธีการทอดที่ใช้น้ำมันมากในกระทะก้นลึกอาหารจะจมในน้ำมันที่อุณหภูมิ 150-200 องศาเซลเซียส การทอดใช้เวลาไม่นาน ระหว่างการทอดจะเกิดการถ่ายโอนความร้อน และการถ่ายโอนมวลสารขึ้นพร้อมกัน การถ่ายโอนความร้อนจะเกิดขึ้นทั้ง 2 แบบ คือการนำความร้อน (conduction) การพาความร้อน (convection) ซึ่งการพาความร้อนจะเกิดขึ้นระหว่างอาหารกับน้ำมันที่อยู่รอบๆ ส่วนการนำความร้อนจะเกิดขึ้นภายในอาหารโดยความร้อนจากน้ำมัน หรือไขมันจะถูกส่งผ่านไปยังชิ้นอาหารจนสุกและลอยขึ้นมาบนผิวน้ำมัน อุณหภูมิของน้ำมัน หรือไขมันจะลดลงขณะใส่อาหารลงไปจึงต้องมีการเพิ่มพลังงานความร้อนเพื่อให้อุณหภูมิกลับมาเท่าที่อุณหภูมิที่ตั้งไว้ ขณะทอดอาหารความชื้นจะกลายเป็นไอและระเหยออกมาทำให้เกิดฟองผุดอย่างแรง ซึ่งการเกิดฟองผุดนี้จะค่อยๆ ลดลงจนอาหารสุก อัตราเร็วของการถ่ายโอนความร้อนจากน้ำมันไปสู่อาหารจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำมัน และของชิ้นอาหาร รวมถึงค่าของสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนที่ผิวของอาหารนั้นๆ แต่ในส่วนของอัตราการทะลุทะลวงของความร้อน (heat penetration) จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อนของอาหารที่ทอด การถ่ายโอนความร้อนจากน้ำมันไปสู่ชิ้นอาหารเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ เช่น การเกิดเจลาติไนเซชั่นของแป้ง การเสียสภาพของโปรตีน การระเหยของน้ำในอาหารและการสร้างเปลือก ส่วนการถ่ายโอนมวลสารระหว่างการทอด คือ การเคลื่อนที่ของน้ำจากอาหารไปสู่น้ำมันในรูปของไอน้ำ การเคลื่อนที่ของน้ำมันเข้าสู่อาหาร การทอดแบบน้ำมันท่วมเป็นกระบวนการที่ทำให้อาหารสุก และมีความชื้นลดลงโดยการใช้ชิ้นอาหารสัมผัสกับน้ำมันที่มีอุณหภูมิประมาณ 160-200 องศาเซลเซียส จนกระทั่งจุดกึ่งกลางของชิ้นอาหาร หรือจุดร้อนช้าที่สุดมีอุณหภูมิสูงเพียงพอที่จะทำลายเชื้อจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับความปลอดภัยต่อการบริโภค หรือนานเพียงพอที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะตามที่ต้องการ การทอดเป็นกระบวนการที่มีการถ่ายเทความร้อน การถ่ายเทมวลสารรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของอาหารเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน นอกจากนี้การทอดยังมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ผิว

นอกของอาหารเกิดเป็นเปลือกแข็ง (crust) หุ้มอาหาร เพื่อรักษากลิ่นรส และความฉ่ำของอาหารไว้ อาหารบางชนิดสามารถทอดได้เลย เช่น มันฝรั่ง เนื้อไก่ ปลา อาหารบางชนิดนิยมเคลือบด้วยแป้ง ชุบทอด และเกล็ดขนมปังก่อนทอด เช่น หอมหัวใหญ่หั่นเป็นวง ๆ เนื้อปลาหั่นเป็นแผ่นบาง ๆ และเนื้อไก่ เป็นต้น เพื่อลดการซึมผ่านของน้ำมันไปยังชิ้นของอาหาร และลดการเสื่อมของน้ำมันจากน้ำที่ออกจากอาหาร ทำให้สามารถใช้น้ำมันทอดอาหารได้นานขึ้น

2.13.4 ผลของความร้อนต่อน้ำมัน

วัตถุประสงค์ของการทอดเพื่อให้อาหารมีสี กลิ่น รสชาติและความกรอบ ดังนั้น คุณภาพการบริโภคจะเกิดจากปฏิกิริยา การเกิดสีน้ำตาล และสารประกอบที่ระเหยได้ที่อาหารดูดซับจากน้ำมัน ปัจจัยที่สำคัญที่ควบคุม คือ

2.13.4.1 ชนิดของน้ำมันที่ทอด

2.13.4.2 อายุ ความทนต่อความร้อนของน้ำมัน

2.13.4.3 อุณหภูมิ ในการทอดที่เหมาะสม

2.13.4.4 ขนาด ลักษณะผิวนอกของอาหาร

2.13.4.5 การเก็บรักษา การจัดการภายหลังการทอด

ปัจจัยต่างๆ ดังกล่าว ยังส่งผลต่อน้ำมันที่เหลือค้างไว้ในอาหารด้วย ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารเกิดการจากเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโพลิเมอร์ เช่นเดียวกับการอบ หากน้ำมันร้อนจัดจะเกิดการแข็งตัวจากผิวนอกอย่างรวดเร็ว ปิดผิวนอกของอาหาร ลดการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นภายในชิ้นอาหาร ทำให้มีสารอาหารเหลืออยู่มาก การทอดทำให้อาหารมีปริมาณน้ำลดน้อยลง ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นแต่จะสูญเสียสารอาหารระหว่างการเก็บรักษาด้วย โดยเฉพาะวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน

2.13.5 หลักและเทคนิคในการประกอบอาหารทอด

2.13.5.1 น้ำมันจะร้อนขึ้นเรื่อย ๆ ถ้าไม่ใส่อาหารลงทอด

2.13.5.2 ควรใส่อาหารทีละน้อย เพื่อไม่ให้น้ำมันมีอุณหภูมิลดลงมาก

2.13.5.3 ภาชนะ ควรใช้ภาชนะปากแคบ ขอบตรงเพื่อให้ผิวถูกอากาศน้อย

2.13.5.4 การทอดอาหารที่มีน้ำมันมาก ควรใส่อาหารพร้อมกันเพื่อให้อาหารทุกชิ้นได้รับความร้อนเท่ากันและสุกพร้อมกัน

2.13.6 ปัจจัยที่ทำให้อาหารอมน้ำมันมากเวลาทอด (วิไล, 2552)

2.13.6.1 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการทอด การใช้อุณหภูมิต่ำทำให้ต้องใช้เวลานานยิ่งทอดนานอาหารก็จะยิ่งอมน้ำมันไว้มาก ภาชนะที่ทอดควรเป็นภาชนะที่นำความร้อนได้ดี ไม่ควรทอดอาหารทีละหลายๆ ชิ้น เพราะจะทำให้อุณหภูมิของน้ำมันต่ำลง ทำให้อาหารอมน้ำมันมากขึ้น

2.13.6.2 ผิวของอาหารที่สัมผัสกับน้ำมัน อาหารชิ้นเล็กจะอมน้ำมันน้อยกว่าชิ้นใหญ่ อาหารที่มีผิวสัมผัสมากจะอมน้ำมันมากกว่าอาหารที่มีผิวสัมผัสเรียบ

2.13.6.3 จุดเกิดควันของน้ำมัน อาหารอมน้ำมันมากเมื่อใช้น้ำมันที่มีจุดเกิดควันต่ำ

2.13.6.4 ส่วนประกอบของอาหาร ถ้ามีน้ำตาลและไขมันมากจะอมน้ำมันมาก

2.13.7 จุดเกิดควัน

การทอดที่ใช้อุณหภูมิสูงจะทอดอาหารได้ปริมาณมาก และใช้ระยะเวลาทอดน้อยลง แต่อุณหภูมิสูงจะเร่งให้น้ำมันที่ใช้ทอดเสื่อมคุณภาพเร็ว เช่น เกิดกรดไขมันอิสระ มีความหนืดเพิ่มขึ้น น้ำมันมีกลิ่นและสีเปลี่ยนไป ทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำมันบ่อย และเป็นการสิ้นเปลือง นอกจากนี้น้ำมันยังสลายตัวได้เป็นอะครีลีน (acrelein) ที่อุณหภูมิสูง ทำให้เกิดกลุ่มควันสีน้ำเงินบริเวณเหนือผิวหน้าน้ำมันขณะทอดและทำให้เกิดความเป็นพิษได้ (toxic effect) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับน้ำมันในขณะทอดที่เห็นได้ชัด คือ น้ำมันมีสีคล้ำมากขึ้น มีความหนืดเพิ่มขึ้น จุดเกิดควันลดลงและเกิดฟองขึ้น จุดเกิดควันของไขมันและน้ำมันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปริมาณของกรดไขมันอิสระ พื้นที่ผิวของน้ำมันและไขมันที่สัมผัสอากาศขณะทอด ระยะเวลาของไขมันและน้ำมันที่ถูกใช้ทอดและสารอื่นๆ ที่เจอปนอยู่ในน้ำมัน ถ้าไขมันและน้ำมันมีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำจะมีอุณหภูมิของจุดเกิดควันสูงและจุดเกิดควันจะลดลงเมื่อมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่ม เมื่อน้ำมันรับความร้อนถึงอุณหภูมิหนึ่ง ความร้อนจะทำให้น้ำมันสลายตัวกลายเป็นควันลอยขึ้นมา เรียกอุณหภูมิที่ทำให้ควันลอยขึ้นนี้ว่า จุดเกิดควัน ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันแต่ละชนิดทำให้น้ำมันมีจุดเกิดควันแตกต่างกัน (นิธิยา, 2545) แสดงดังตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 จุดเกิดควันของน้ำมันและไขมัน

ชนิดของไขมันหรือน้ำมัน	**จุดเกิดควัน (องศาเซลเซียส)**
น้ำมันอโวคาโด	250
น้ำมันดอกทานตะวัน	246
น้ำมันโคโนลา	246
น้ำมันถั่วเหลือง	241
น้ำมันข้าวโพด	236
น้ำมันเมล็ดงา	232
น้ำมันถั่วลิสง	231
น้ำมันปาล์ม	230
น้ำมันมะกอก	225
น้ำมันเมล็ดองุ่น	204
มันหมู	182
น้ำมันมะพร้าว	177
มาการีน	150-160
เนย	150

ที่มา: นิธิยา (2545)

2.13.8 สมบัติทางกายภาพที่สำคัญของน้ำมันและอาหารทอด

สมบัติทางกายภาพที่สำคัญของน้ำมันและอาหารทอด มีดังต่อไปนี้

2.13.8.1 ความหนืด คือความฝืดภายในที่เกิดขึ้นภายในของไหลหรือเป็นความต้านทานต่อการไหลน้ำมันเป็นของไหลชนิดนิวโตเนียนคือของไหลที่มีความหนืดคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่าความเค้นเฉือนและอัตราการเฉือน (อภิชาติ, 2550) น้ำมันต่างชนิดกันจะมีความหนืดต่างกัน โดยทั่วไปอุณหภูมิมีผลต่อความหนืด ความหนืดของไขมันและน้ำมันเป็นปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบระบบการขนถ่ายไขมันและน้ำมัน ความหนืดของไขมันและน้ำมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไตรเอซิลกรีเซอรอลเพิ่มขึ้น ความหนืดของไขมันและน้ำมันจะลดลงเมื่อจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้นและเมื่ออุณหภูมิของไขมันหรือน้ำมันเพิ่มขึ้น

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

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

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของใบขลู่ โดย กรองจันทร์ และ สมจิตต์ (2557) ซึ่งได้ตรวจวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบขลู่ 3 ชนิด คือ สารสกัดจากใบขลู่สด ใบขลู่ตากแห้ง และใบขลู่อบ พบว่าสารสกัดจากใบขลู่อบที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 70 ปริมาณเป็น 50 เท่า (ปริมาตรต่อน้ำหนักใบขลู่สด) มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้สูงสุดเท่ากับ 66.07± 2.53

มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อกรัมตัวอย่าง มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ABTS สูงสุดเท่ากับ 48.53 ± 2.54 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง และมีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด 59.34 ± 2.03 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง ปริมาณสารประกอบ ฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงสุด 36.76 ± 0.98 มิลลิกรัมสมมูลของคาทีชินต่อกรัมตัวอย่าง ส่วนการสกัดจากใบขลู่ด้วยน้ำร้อนโดยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน คือการแช่ในน้ำร้อน การสกัดด้วยเครื่องชงกาแฟอัตโนมัติด้วยแรงดัน และการสกัดด้วยเครื่องชงกาแฟแบบหยด พบว่าการสกัดด้วยการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดจากการทดสอบด้วยวิธี DPPH ระยะเวลาการสกัด 3-10 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกัน ($p<0.05$) โดยที่ระยะเวลาการสกัด 5 นาที ให้ผลการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS สูงสุด คือ 104.93 ± 0.63 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอบิกต่อกรัมตัวอย่าง เช่นเดียวกับปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์โดยมีค่าเท่ากับ 58.83 ± 0.32 มิลลิกรัมสมมูลคาทีชินต่อกรัมตัวอย่างสำหรับสารสกัดระยะเวลา 10 นาที ให้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระโดยการทดสอบด้วยวิธี FRAP และมีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดสูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 180.97 ± 7.17 มิลลิกรัมสมมูลเฟอร์รัสซัลเฟตต่อกรัมตัวอย่าง และ 66.92 ± 2.21 มิลลิกรัมสมมูลกรด แกลลิกต่อกรัมตัวอย่างตามลำดับ แต่การสกัดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 นาที ให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บีสูงที่สุด คือ 50.62 ± 0.96 และ 147.29 ± 1.90 ไมโครกรัมต่อกรัมตัวอย่าง ในขณะที่สารสกัดจากขลู่ไม่มีผลในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (Tyrosinase) โดยเมื่อเปรียบเทียบถึงสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระเมื่อเก็บรักษาสภาพใบขลู่อบแห้งระยะเวลา 3 เดือนพบว่ามีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดคงที่ โดยที่สารประกอบคลอโรฟิลล์เอและบีลดลง ในส่วนของฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ทดสอบด้วยวิธี DPPH และ ABTS ให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระคงที่ แต่การทดสอบด้วยวิธี FRAP ให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระลดลง

ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเสริมสมุนไพร หรือพืชผักชนิดต่างๆ อาทิ อัจฉรา (2550) ได้พัฒนาคุณภาพข้าวเกรียบงาดำเสริมสมุนไพร จากสูตรแป้งข้าวเจ้าแห้งผสมแป้งดัดแปลงมาใช้แทนแป้งสด เพื่อให้ได้สูตรมาตรฐานที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ มีความเหนียวเพิ่มขึ้น และเพิ่มสมุนไพรให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น พบว่าปริมาณสมุนไพรเสริมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ได้รับการยอมรับ คือ ชาเขียวร้อยละ 10 กระชายดำร้อยละ 20 และขมิ้นชันร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้งแห้ง

ศิรินภา และอุทัย (2549) พัฒนาข้าวเกรียบกล้วยหอมเสริมงาดำ โดยศึกษาปริมาณงาดำที่เสริมลงในข้าวเกรียบกล้วยหอม 3 ระดับ คือ ร้อยละ0.5 ร้อยละ 1 และ ร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด พบว่าปริมาณงาดำที่ระดับร้อยละ 1 ผู้ชิมให้การยอมรับในด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม โดยได้คะแนนเฉลี่ย 7.07 7.32 และ 7.35 ตามลำดับ และพบว่าที่ระดับ ร้อยละ 1.5 ผู้ชิมให้การยอมรับในด้านกลิ่นโดยได้คะแนนเฉลี่ย 7.65 เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่าด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เสาวนีย์ (2546) ได้พัฒนาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบใบมะกรูด พบว่าสูตรที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเกรียบใบมะกรูด คือ แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 58.59 แป้งข้าวเจ้าร้อยละ

19.53 ใบมะกรูดร้อยละ 9.77 ใบมะกรูดปั่นร้อยละ 1.75 กระเทียมปั่นร้อยละ 3.90 พริกไทยปั่น ร้อยละ 1.17 น้ำปลาร้อยละ 1.17 และไข่ไก่ร้อยละ 4.30

ศิวพร (2541) ศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของผักที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบ โดยใช้กระเจี๊ยบแดงและสายบัว โดยใช้กระเจี๊ยบในอัตราส่วนร้อยละ 15 20 และ 25 ของน้ำหนักแป้งและใช้สายบัวในอัตราส่วนร้อยละ 40 50 และ 60 ของน้ำหนักแป้ง ผลการศึกษาพบว่าผู้ชิมชอบข้าวเกรียบที่ใช้กระเจี๊ยบในอัตราส่วนร้อยละ 25 และข้าวเกรียบที่ใช้สายบัวในอัตราส่วนร้อยละ 40 ของน้ำหนักแป้งเป็นที่ยอมรับในด้านกลิ่น สี และรสชาติมากที่สุด และอัตราส่วนร้อยละ 50 ของน้ำหนักแป้งเป็นที่ยอมรับในด้านเนื้อสัมผัสและความกรอบมากที่สุด

นอกจากการเสริมพืชผัก และสมุนไพรแล้ว ยังมีการเสริมคุณค่าทางโภชนาการจากอาหารกลุ่มด้านโปรตีนให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบอีกด้วย อาทิ นันทวัน และวิภาวรรณ (2546) ศึกษาการทำข้าวเกรียบเสริมเต้าหู้ขาวหลอดเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยเสริมลงในผลิตภัณฑ์ 4 ระดับ พบว่าการเสริมเต้าหู้ขาวหลอดในระดับร้อยละ 17.5 ได้รับการยอมรับมากที่สุด

อรนุช (2545) ศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและการยืดอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบปลาโดยทำการพัฒนาสูตรข้าวเกรียบปลาจากแป้งมันสำปะหลังเสริมโปรตีนจากเนื้อปลา และเสริมเส้นใยอาหารจากแป้งข้าวกล้อง แครอท และฟักทอง ซึ่งอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนประกอบหลักซึ่งประกอบด้วยแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวกล้อง และเนื้อปลาดุก โดยใช้วิธี Mixture design พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 60 แป้งข้าวกล้องร้อยละ 15 และเนื้อปลาดุกร้อยละ 25 และจากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของข้าวเกรียบปลาโดยวิธี Plackett and Burman Design พบว่า เกลือ น้ำ และแครอท เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพข้าวเกรียบปลา และพบว่าสูตรสุดท้ายที่เหมาะสมของข้าวเกรียบปลาประกอบด้วย แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 35.80 แป้งข้าวกล้องร้อยละ 8.95 เนื้อปลาดุกร้อยละ 14.91 พริกไทยร้อยละ 2.56 น้ำตาลร้อยละ 3.41 กระเทียมร้อยละ 2.56 เกลือร้อยละ 1.70 แครอทร้อยละ 8.52 ฟักทองร้อยละ 4.26 และน้ำร้อยละ 17.33

สุพาณี (2543) ศึกษาการเสริมเศษกุ้งในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ การศึกษาปริมาณการเสริมเศษกุ้ง 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 พบว่า เมื่อเติมเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำมากขึ้น การพองตัวของข้าวเกรียบจะลดลง และการเติมเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำร้อยละ 10 ของน้ำหนักข้าวกล้อง และแป้งมันสำปะหลัง ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 4 ชั่วโมง และทอดด้วยน้ำมันปาล์มได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด และเมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบ พบว่ามีแคลเซียมสูงถึง 542 มิลลิกรัมต่อข้าวเกรียบ 100 กรัม ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าข้าวเกรียบกุ้งที่นิยม

นอกจากนี้ วรพจน์ (2546) ศึกษากรรมวิธีทำข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปและการอบข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปด้วยไมโครเวฟซึ่งเป็นนวัตกรรมการผลิตข้าวเกรียบที่ให้ทั้งความสะดวกสบายต่อผู้บริโภคโดยการใช้เตาอบไมโครเวฟในการทำข้าวเกรียบให้พองทดแทนวิธีการผลิตข้าวเกรียบแบบดั้งเดิมที่ใช้น้ำมันทอดและช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีไขมันต่ำ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

3.1 วัสดุและเครื่องมืออุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ใบขลู่
3.1.1.2 แป้งมันสำปะหลัง (ตราปลามังกร)
3.1.1.3 น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล)
3.1.1.4 เกลือ (ตราปรุงทิพย์)
3.1.1.5 พริกไทยขาวป่น (ตรามือ)
3.1.1.6 กระเทียมไทยกลีบเล็กปอกเปลือกบดละเอียด
3.1.1.7 น้ำมันพืช (ตราโอลีน)
3.1.1.8 เครื่องปรุงรสต้มยำ รสสาหร่าย รสปาปริก้า (ตราโดนัท)
3.1.1.9 น้ำต้มอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

3.1.2.1 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง Extend Sartorius ED323S
3.1.2.2 เครื่องปั่นของเหลว เครื่องหมายการค้า SHARP รุ่น EM – ICE ROWER
3.1.2.3 ตู้อบแห้งชนิดลมร้อน เครื่องหมายการค้า BINDER
3.1.2.4 ผ้าขาวบาง
3.1.2.5 อ่างผสมสเตนเลส
3.1.2.6 ลังถึง
3.1.2.7 พายยาง
3.1.2.8 เขียง
3.1.2.9 มีด
3.1.2.10 นาฬิกาจับเวลา
3.1.2.11 ถุงพลาสติก ขนาด 4 X 6 นิ้ว
3.1.2.12 ที่ร่อนแป้ง
3.1.2.13 กระชอน
3.1.2.14 หม้อสเตนเลส
3.1.2.15 กระดาษซับน้ำมัน
3.1.2.16 กะทะทอด
3.1.1.17 เทอร์โมมิเตอร์

3.1.3 อุปกรณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.1.3.1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9– Points Hedonic Scale) และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.1.3.2 ปากกา

3.1.3.3 แก้วน้ำ

3.1.4 อุปกรณ์ในการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

3.1.4.1 แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

3.1.4.2 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

3.1.5 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.5.1 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง Sartorius

3.1.5.2 เครื่องวัดค่าสี (Konica Minolta รุ่น – 3500 d) โดยระบบ Hunter Lab เพื่อวัดค่าสีในแบบ L* a* และ b*

3.1.5.3 เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water Activity; a_w) รุ่น AQUALAB

3.1.5.4 เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟาเรด Moisture Determination รุ่น FD-620

3.1.5.5 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น TA-xT2i

3.1.6 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.1.6.1 ชุดวิเคราะห์ปริมาณพลังงาน ตามวิธีการ NFI T 126 on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993)

3.1.6.2 ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธีการ NFI In – House Method T927 based on AOAC (2012)

3.1.6.3 ชุดวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการ NFI T943 on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993)

3.1.6.4 ชุดวิเคราะห์ไขมัน ตามวิธีการ NFI T966 based on AOAC,(2012)

3.1.6.5 ชุดวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ตามวิธีการ AOAC,(2012)

3.1.6.6 ชุดวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย ตามวิธีการ AOAC,(2012)

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 คัดเลือกข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

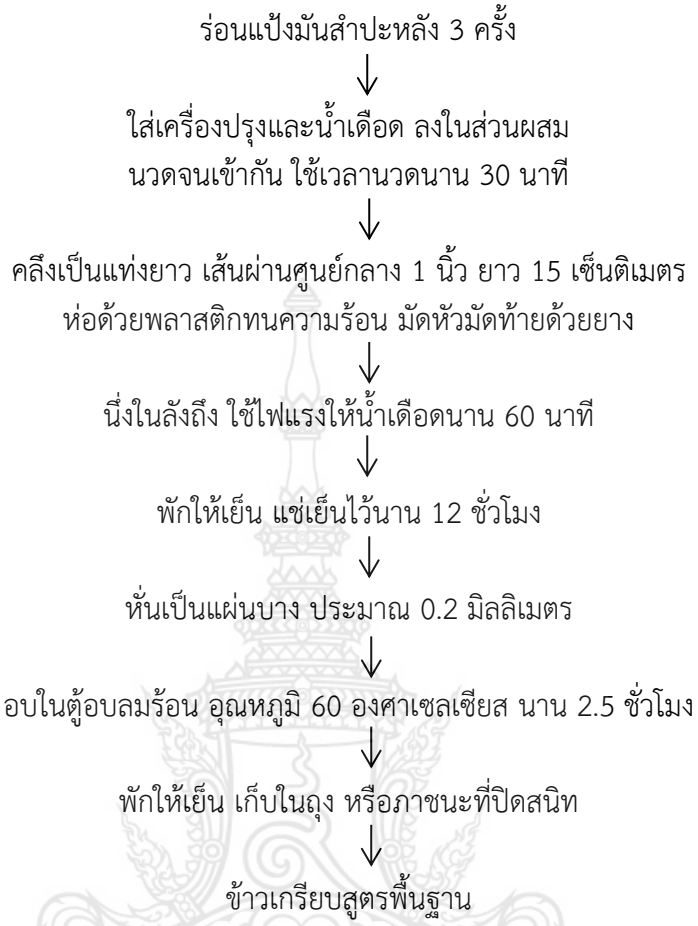
ทำการผลิตข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานซึ่งมีส่วนผสมแตกต่างกัน จำนวน 3 ตำรับ แสดงดังตารางที่ 3.1 โดยใช้กรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 3.1 เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับ โดยนำข้าวเกรียบที่ได้ทั้ง 3 ตำรับ ไปทอดด้วยน้ำมัน ใช้อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบทอดทั้ง 3 สูตร ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design

,RCBD) นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variances (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ ร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานของข้าวเกรียบ 3 ตำรับ

ส่วนผสม	**ปริมาณส่วนผสมในแต่ละสูตร**					
	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
แป้งมันสำปะหลัง	580	58	520	52	570	57
น้ำตาลทราย	50	5	40	4	40	4
กระเทียมสับ	20	2	30	3	20	2
เกลือป่น	20	2	30	3	20	2
พริกไทย	10	1	20	2	10	1
น้ำเดือด	320	32	360	36	340	34

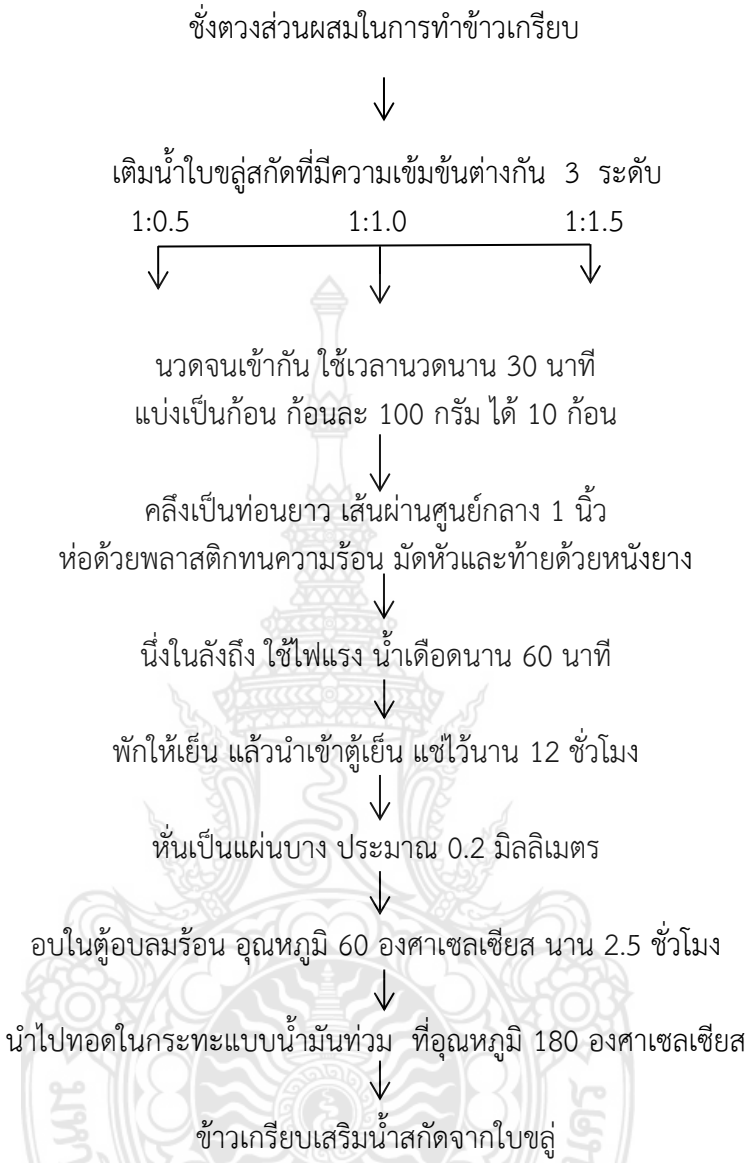
ที่มา: สูตรที่ 1 ดัดแปลงจาก แดงน้อย (2532)
สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก จงทิพย์ (2547)
สูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก อรนุช (2545)



ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน
ที่มา: ดัดแปลงจาก บุษยมาศ (2555)

3.2.2 ศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำสกัดจากใบขลู่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ

นำสูตรข้าวเกรียบที่ได้รับการยอมรับจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากข้อ 3.2.1 คือ สูตรที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 57 น้ำตาลทรายร้อยละ 4 กระเทียมสับร้อยละ 2 เกลือป่นร้อยละ 2 พริกไทยป่น ร้อยละ 1 และน้ำเดือดร้อยละ 34 มาใช้เป็นสูตรพื้นฐาน และศึกษาการใช้น้ำสกัดจากใบขลู่ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันแทนน้ำร้อนในสูตรพื้นฐาน โดยการเตรียมน้ำสกัดจากใบขลูให้มีความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ อัตราส่วนของน้ำที่ใช้สกัดต่อใบขลู่สด 1:0.5 1:1 และ 1:1.5 นำน้ำกับใบขลู่สดในแต่ละอัตราส่วนมาปั่นด้วยเครื่องปั่นความเร็วระดับ 2 จากนั้นนำใบขลู่สกัดแต่ละอัตราส่วนตั้งไฟนาน 10 นาที แล้วนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น หลังกรองแล้วน้ำสกัดบางส่วนจะระเหยไปทำให้ความเข้มข้นของน้ำสกัดไม่คงเดิม จึงเติมน้ำร้อนลงไปเพิ่มเพื่อให้ปริมาณน้ำเท่าเดิมก่อนต้มสกัดใบขลู่ จากนั้นนำน้ำสกัดจากใบขลูในแต่ละระดับความเข้มข้นไปผสมลงในข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานแทนน้ำเดือดในสูตร ขั้นตอนดังภาพที่ 3.2 นำข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตรที่ได้ไปทอดและทำการประเมินคุณภาพด้านต่างๆ ต่อไป



ภาพที่ 3.2 กรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่
ที่มา: ดัดแปลงจาก บุษยมาศ (2555)

3.2.2.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีบางส่วน

1) วิเคราะห์ค่าสี

นำตัวอย่างข้าวเกรียบที่ต้องการวัดไปปั่นตัวอย่างอาหารในเครื่องปั่นตัวอย่างอาหาร แล้ววัดสีด้วยเครื่องมือวัดสี Spectrophotometer ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d แสดงผลดังนี้ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว)

และ b* (+ หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน) และวัดค่าสีในสเกล Hue Value/Chroma

2) ตรวจวัดค่าวอเตอร์แอคติวีตี้ (a_w)

นำตัวอย่างข้าวเกรียบวัดค่าวอเตอร์แอคติวีตี้ ด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวีตี้ รุ่น AQUALAB

3) ตรวจวิเคราะห์ค่าความชื้น

นำตัวอย่างข้าวเกรียบวัดความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นแบบอินฟาเรด (Moisture Determination รุ่น FD-620)

4) วัดค่าความกรอบ ด้วยเครื่องวัดลักษณะทางเนื้อสัมผัส (Texture Analysis) รุ่น TA - xT2i ใช้หัว HDP/3PB THREE POINT โดยวัดค่าความกรอบ (Fracturability)

3.2.2.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน เป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design,RCBD) นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variances,ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ ร้อยละ 95

3.2.3 ศึกษารสชาติของผงปรุงรสที่เหมาะสมสำหรับข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

นำข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่สูตรที่ได้รับการยอมรับจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากข้อ 3.2.2 มาเติมผงปรุงรส อัตราส่วนผสมผงปรุงรส คือ ข้าวเกรียบทอด 50 กรัม ต่อ ผงปรุงรส 5 กรัม ได้แก่ รสปาปริก้า รสสาหร่าย และรสต้มยำ จากนั้นนำข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตรที่ได้มาทำการประเมินคุณภาพด้านต่างๆ ได้แก่

3.2.3.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีบางส่วน

1) วิเคราะห์คุณภาพสี

นำตัวอย่างข้าวเกรียบที่ผสมผงปรุงรสไปบดในเครื่องบดตัวอย่างอาหาร แล้ววัดสี จากเครื่องมือวัดสี Spectrophotometer ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d แสดงผลดังนี้ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และ b* (+ หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)และวัดค่าสีในสเกล Hue Value/Chroma

2) ตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

นำตัวอย่างข้าวเกรียบที่บดแล้ววัดปริมาณน้ำอิสระ ด้วยเครื่อง วัดค่า Water Activity รุ่น AQUALAB

3) ตรวจวิเคราะห์ค่าความชื้น

นำตัวอย่างข้าวเกรียบที่บดแล้วไปวัดความชื้นแบบอินฟาเรด ด้วยเครื่อง Moisture Determination รุ่น FD-620

3.2.3.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน เป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) (RCBD) นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variances) (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ ร้อยละ 95

3.2.4 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

นำข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่จากข้อ 3.2.3 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) ปริมาณเยื่อใย (Dietary fiber)

3.2.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่สูตรที่พัฒนาได้ โดยใช้วิธีการ Accidental Sampling วางแผนการทดลองสุ่มแบบไม่เจาะจงใช้กลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติที่มีต่อข้าวเกรียบปรุงรส และส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ จากนั้นทำการเก็บข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ผลค่าเฉลี่ยและ ร้อยละ เพื่อศึกษาทัศนคติและสรุปผลการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และความเป็นไปได้ในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ต่อไป

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

3.3.1 ห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.3.2 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

- ครู บุคลากรโรงเรียนวชิราวุธวิทยาลัย กรุงเทพฯ
- นักเรียนโรงเรียนวัดสิงห์ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ
- ข้าราชการ เจ้าหน้าที่และประชาชนทั่วไปในพื้นที่ ต. นาทุ่ง อ. เมือง จ. ชุมพร

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์และอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานข้าวเกรียบ

ทำการผลิตข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานซึ่งมีส่วนผสมแตกต่างกัน 3 สูตร ลักษณะของข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตรก่อนทอดและหลังทอด (ภาพที่ 4.1) พบว่าลักษณะแป้งที่นวดผสมแล้วก่อนนึ่งสูตรที่ 1 แป้งจะมีความแข็งกระด้างเล็กน้อย ขึ้นรูปยากกว่าสูตรอื่น เนื่องจากมีแป้งร้อยละ 58 แต่มีน้ำเป็นส่วนผสมในสูตรน้อย (ร้อยละ 32) แป้งจะพองตัวได้ยาก ไม่เกิดเจลมากนัก ลักษณะของข้าวเกรียบแข็งเหนียว เมื่อนำไปทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ข้าวเกรียบจะสุกยาก ได้ลักษณะกลมแต่พองตัวน้อยที่สุด ข้าวเกรียบสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีปริมาณส่วนผสมใกล้เคียงกัน โดยมีแป้งร้อยละ 52 และ 57 มีน้ำปริมาณร้อยละ 36 และร้อยละ 34 ตามลำดับ เมื่อนำไปทอดจะได้ข้าวเกรียบลักษณะแผ่นกลม มีการพองตัวใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ปริมาณน้ำที่ใช้เติมในส่วนผสมของข้าวเกรียบมีผลต่อการเจลาติไนซ์ (gelatinization) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ของน้ำแป้งเมื่อได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง (starch granule) เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะมิโลส (amylose) และอะมิโลเพกทิน (amylopectin) ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏที่ต่างกัน (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2550)

ภาพที่ 4.1 ข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

นอกจากนี้การที่ข้าวเกรียบที่มีสูตรต่างกัน มีลักษณะแตกต่างกันก็เป็นผลมาจากหลายปัจจัย เช่น ชนิดของแป้งที่เป็นส่วนผสม ปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำ ระยะเวลาในการนึ่ง ความหนาของชิ้นผลิตภัณฑ์ที่หั่น ความชื้นสุดท้ายหลังอบแห้ง อุณหภูมิและระยะเวลาในการทอด (เพลินใจ, 2546) จึงต้องมีการควบคุมปัจจัยเหล่านี้เพื่อให้คุณภาพของข้าวเกรียบมีลักษณะที่ดี และมีคุณภาพสม่ำเสมอ

เมื่อนำข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตรไปทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานข้าวเกรียบไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป โดยพิจารณาจากค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ ของข้าวเกรียบ ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบ 3 สูตร

ลักษณะผลิตภัณฑ์	สูตรข้าวเกรียบ		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.28±.83	7.54±.71	7.34±.85
สี ^{ns}	7.54±.79	7.64±.94	7.58±.88
กลิ่น ^{ns}	7.24±.87	7.26±.85	7.28±.76
รสชาติ ^{ns}	7.28±.88	7.18±.92	7.46±.95
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) ^{ns}	7.44±.86	7.48±.95	7.68±.91
ความชอบโดยรวม	7.22±.84^{b}	7.38±.88^{ab}	7.64±.80^{a}

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวนอน คือ ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$)
ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 พบว่าผู้ชิมให้คะแนนความชอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวมของข้าวเกรียบสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับสูตรที่ 2 แต่แตกต่างกับสูตรที่ 1 ($p \leq 0.05$) จากคะแนนที่ได้และลักษณะปรากฏของข้าวเกรียบหลังทอด จึงเลือกข้าวเกรียบสูตรที่ 3 ที่มีปริมาณส่วนผสมแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 57 น้ำตาลทราย ร้อยละ 4 กระเทียมสับละเอียดร้อยละ 2 เกลือป่นร้อยละ 2 พริกไทยป่นร้อยละ 1 และน้ำเดือดร้อยละ 34 ไปศึกษาปริมาณน้ำใบขลู่สกัดที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ต่อไป

4.2 ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นน้ำใบขลู่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ

4.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

จากการนำสูตรข้าวเกรียบที่ได้รับการยอมรับ จากข้อ 4.1 มาใช้เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาปริมาณน้ำใบขลู่สกัดที่เหมาะสมเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ โดยมีความเข้มข้นของน้ำสกัดใบจากขลู่ 3 ระดับ คือ อัตราส่วนน้ำต่อ ใบขลู่ ที่ระดับ 1:0.5 1:1 และ 1:1.5 (ภาพที่ 4.2) ลักษณะของข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตรก่อนทอดและหลังทอด (ภาพที่ 4.3) พบว่าลักษณะข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตรก่อนทอดและหลังทอด มีความคล้ายคลึงกัน ข้าวเกรียบที่ได้มีลักษณะแผ่นกลม มีการพองตัวใกล้เคียงกัน

ภาพที่ 4.2 น้ำสกัดจากใบขลู่ (อัตราส่วนน้ำ: ใบขลู่ เท่ากับ 1:0.5, 1:1 และ1:1.5)

ภาพที่ 4.3 ข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ (อัตราส่วนน้ำ: ใบขลู่ เท่ากับ 1:0.5, 1:1 และ 1:1.5)

เมื่อนำข้าวเกรียบที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางกายภาพด้วยเครื่องมือวัดด้วยการวัดค่าสี ค่าปริมาณน้ำอิสระ และค่าความกรอบ ผลการทดสอบข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ทั้ง 3 ระดับแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีบางส่วนของข้าวเกรียบที่เติมน้ำสกัดจากใบขลู่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (อัตราส่วนน้ำ : ใบขลู่ เท่ากับ 1:0.5, 1:1 และ 1:1.5)

คุณภาพทางกายภาพ		อัตราส่วนน้ำ : ใบขลู่		
		1:0.5	**1:1**	**1:1.5**
ค่าสี	L*	67.23±4.05^{a}	65.28±1.15^{ab}	60.28±3.15^{b}
	a*	-2.82±0.66^{b}	-4.32±0.61^{ab}	-6.12±0.88^{a}
	b*	10.15±0.16^{b}	13.23±0.88^{ab}	15.40±0.36^{a}
วอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)^{ns}		0.40±0.10	0.38±0.15	0.34±0.25
ความชื้น (ร้อยละ) ^{ns}		2.40±0.16^{a}	2.23±0.18^{b}	2.10±0.36^{b}
ความกรอบ (นิวตัน)		85.70±11.66^{a}	75.55±8.87^{ab}	73.81±14.87^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าสีของข้าวเกรียบที่เติมน้ำสกัดจากใบขลู่ความเข้มข้นยิ่งสูงขึ้น มีผลให้ค่าสีเข้มขึ้น จากค่า L* ที่ลดลง ค่าa* ที่บอกความเป็นสีเขียวมีค่าไปทางลบมากขึ้น และค่า b* ที่เป็นค่าบวกจะบอกความเป็นสีเหลืองที่มากขึ้น โดยตัวอย่างข้าวเกรียบที่เติมน้ำสกัดจากใบขลู่ อัตราส่วนน้ำ: ใบขลู่ เท่ากับ 1:0.5 จะมีค่าสีแตกแตกต่างจากอัตราส่วนน้ำ: ใบขลู่ 1:1.5 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) อัตราส่วนน้ำ: ใบขลู่ ที่ต่างกันไม่มีผลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตร แต่มีผลต่อความชื้น โดยข้าวเกรียบที่เติมน้ำสกัดจากใบขลู่ อัตราส่วนน้ำ: ใบขลู่ 1:0.5 มีค่าความชื้นน้อยกว่า อัตราส่วนน้ำ: ใบขลู่ 1:1 และ 1:1.5 ($p \leq 0.05$) และมีผลต่อค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบด้วย โดยข้าวเกรียบที่เติมน้ำสกัดจากใบขลู่ อัตราส่วนน้ำ: ใบขลู่ 1:0.5 มีค่าความกรอบสูงกว่าข้าวเกรียบที่เติมน้ำสกัดจากใบขลู่ อัตราส่วนน้ำ: ใบขลู่ 1:1.0.5

เมื่อนำข้าวเกรียบที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ทั้ง 3 ระดับ แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 สูตร

คุณลักษณะ	อัตราส่วนน้ำ : ใบขลู่		
	1:0.5	1:1	1:1.5
ลักษณะปรากฏ	8.04±0.83^{a}	8.06±0.89^{a}	7.72±1.05^{b}
สี ^{ns}	7.90±1.02	8.02±0.85	7.92±0.94
กลิ่น ^{ns}	7.84±0.87	7.86±1.01	7.58±1.05
รสชาติ	8.00±0.81^{a}	8.06±1.04^{a}	7.68±1.12^{b}
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	8.08±0.75^{a}	7.94±1.08^{ab}	7.74±1.07^{b}
ความชอบโดยรวม	8.30±0.86^{a}	8.14±0.97^{b}	7.84±1.10^{c}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ข้าวเกรียบที่มีน้ำสกัดจากใบขลู่เข้มข้นแตกต่างกัน 3 สูตรได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมในคุณลักษณะด้าน สี และกลิ่นไม่แตกต่างกันทั้ง 3 สูตร ($p>0.05$) ส่วนคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ และเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน ($p\leq0.05$) ในสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 ซึ่งมีอัตราส่วนน้ำกับใบขลู่ 1:0.5 และ 1:1 ตามลำดับ ทั้งนี้สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ซึ่งมีอัตราส่วนน้ำ: ใบขลู่ 1:1 และ 1:1.5 มีคะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) จากการที่ผู้ชิมให้คะแนนความชอบอัตราส่วนน้ำต่อใบขลู่ 1.5 น้อยที่สุด เนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณของน้ำสกัดจากใบขลู่ ทำให้ข้าวเกรียบมีรสชาติที่ฝาดและขมมากขึ้น ซึ่งรสชาตินี้เป็นรสชาติเฉพาะตัวของใบขลู่ (อรสา, 2557) ด้านเนื้อสัมผัส เมื่อเพิ่มปริมาณของน้ำสกัดจากใบขลู่มีผลให้ข้าวเกรียบมีเนื้อสัมผัสที่หยาบ แข็ง และกระด้างเพิ่มขึ้น การพองตัวของข้าวเกรียบที่ใช้น้ำสกัดจากใบขลู่มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณน้ำใบขลู่ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการขยายตัวหรือการพองตัวของข้าวเกรียบลดลง เป็นผลมาจากการที่เส้นใยจากใบขลู่ไปจับกับแป้งทำให้แป้งไม่ขยายตัว การพองตัวจึงลดลงตามลำดับ เช่นเดียวกับงานวิจัยของเพลินใจ (2546) ที่รายงานว่า ปริมาณใบหม่อนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยใบหม่อนที่ระดับสูงขึ้นสอดคล้องกับข้าวเกรียบที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวของชื่นจิต (2556) มีการพองตัวที่ลดลงเช่นกัน เมื่อพิจารณาจากคะแนนด้านความชอบโดยรวม ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุด ที่อัตราส่วน 1:0.5 ดังนั้นจึงนำข้าวเกรียบที่เติมน้ำสกัดจากใบขลู่ที่เตรียม

จากอัตราส่วนน้ำใบขลู่ 1:0.5 มาศึกษาผงปรุงรสที่เหมาะสมสำหรับข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ต่อ

4.3 ผลการศึกษารสชาติของผงปรุงรสที่เหมาะสมสำหรับข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

จากการศึกษาผงปรุงรส 3 รสชาติ ได้แก่ รสปาปริก้า รสสาหร่าย และ รสต้มยำ เพื่อนำไปคลุกกับข้าวเกรียบที่เสริมน้ำสกัดใบขลู่ที่ได้จากผลการศึกษาข้อ 4.2 โดยผู้ศึกษากำหนดสัดส่วนข้าวเกรียบที่ทอดแล้วชั่งน้ำหนัก 50 กรัม ต่อ ผงปรุงรสปรุงรส 5 กรัม (ภาพที่ 4.4) จากนั้นนำข้าวเกรียบไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม ผลการประเมินคุณภาพทางกายภาพ แสดงดังตารางที่ 4.4 และคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงดังตารางที่ 4.5

ภาพที่ 4.4 ข้าวเกรียบเสริมใบขลู่ปรุงรส 3 สูตร (รสปาปริก้า, รสสาหร่ายและ รสต้มยำ)

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางกายภาพของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ที่ปรุงรสปาปริก้า รสสาหร่าย และรสต้มยำ

คุณภาพทางกายภาพ		ข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่		
		รสปาปริก้า	รสสาหร่าย	รสต้มยำ
ค่าสี	L*	58.23 ±4.05^{c}	70.28 ±3.33^{a}	64.22 ±3.15^{b}
	a*	12.82 ±0.67^{a}	-3.12 ±0.80^{c}	5.12 ±0.28^{b}
	b*	12.15 ±0.36^{c}	18 ±0.56^{a}	15.40 ±0.55^{b}
วอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)		0.40 ±0.10	0.38 ±0.15	0.34 ±0.25
ความชื้น (ร้อยละ)		3.40 ±0.26^{a}	2.23 ±0.28^{b}	2.73 ±0.46^{b}
ความกรอบ (นิวตัน)		54.40 ±15.64^{b}	82.70 ±12.87^{a}	78.80 ±12.87^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.5 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ ที่ปรุงรสปาปริก้า รสสาหร่าย และรสต้มยำ

คุณลักษณะ	ข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่		
	รสปาปริก้า	รสสาหร่าย	รสต้มยำ
ลักษณะปรากฏ [ns]	7.52±.1.05	7.64±1.03	7.54±1.11
สี [ns]	7.64±1.32	7.48±1.20	7.58±1.16
กลิ่น [ns]	7.38±1.18	7.26±1.37	7.50±1.30
รสชาติ [ns]	7.56±1.15	7.72±1.21	7.50±1.30
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.68±1.12[b]	8.08±0.92[a]	8.22±0.84[a]
ความชอบโดยรวม [ns]	7.92±0.99	8.06±0.91	8.18±0.98

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับข้าวเกรียบปรุงรสเสริมใบขลู่รสปาปริก้า รสสาหร่ายและ รสต้มยำ ไม่แตกต่างกันในคุณลักษณะทุกด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ($p > 0.05$) ยกเว้นคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ที่ข้าวเกรียบรสสาหร่ายกับรสต้มยำได้คะแนนความชอบระดับชอบมากสูงที่สุดไม่แตกต่างกันกับรสสาหร่าย ($p > 0.05$) แต่รสปาปริก้าได้รับคะแนนความชอบน้อยกว่า ($p \leq 0.05$)

จากภาพที่ 4.4 ลักษณะปรากฏ และสี ของข้าวเกรียบที่คลุกผสมกับผงปรุงรสทั้ง 3 รสชาติมีลักษณะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด อีกทั้งยังมีผลให้กลิ่นของข้าวเกรียบแตกต่างกันอีกด้วย แต่เมื่อนำไปทดสอบชิม คุณลักษณะเหล่านี้รวมทั้งคุณลักษณะด้านรสชาติ และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันทั้ง 3 สูตร แสดงว่ารสชาติของผงปรุงรสที่ต่างกันไม่มีผลต่อคะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิม แต่คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนรสปาปริก้าแตกต่างจากรสสาหร่าย และ รสต้มยำ เนื่องจากผงปรุงรสปาปริก้าที่นำมาทดสอบมีลักษณะเป็นผงละเอียดและมีปริมาณความชื้นสูง (ตารางที่ 4.4) กว่าผงปรุงรสสาหร่ายและผงปรุงรสต้มยำ เมื่อนำมาคลุกผสมกับข้าวเกรียบทำให้เกาะติดกับข้าวเกรียบง่าย และเกิดการถ่ายเทความชื้นระหว่างผงปรุงรสและเนื้อข้าวเกรียบอย่างรวดเร็ว (การถ่ายเทความชื้นเป็นการเคลื่อนที่ของโมเลกุลน้ำ จากบริเวณที่มีความชื้นสูงไปยังที่มีความชื้นต่ำ (นิธิยา, 2545) เมื่อข้าวเกรียบมีความชื้นเพิ่มขึ้นมีผลต่อความกรอบที่ลดลง จึงทำให้ข้าวเกรียบที่ปรุงรสผงปาปริก้ามีความกรอบน้อยกว่าข้าวเกรียบปรุงรสสาหร่ายและข้าวเกรียบปรุงรสต้มยำ

4.4 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ ได้แก่ ความชื้น ไขมัน เส้นใย โปรตีน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2012) แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ 100 กรัม
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	51.10
ไขมัน (กรัม)	40.51
ความชื้น (กรัม)	2.54
โปรตีน (กรัม)*	1.49
เถ้า (กรัม)	4.36
เส้นใยอาหาร (Dietary fibre) (กรัม)	2.01

หมายเหตุ :* Nx6.25

จากตารางที่ 4.6 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ พบว่ามีความชื้นอยู่ร้อยละ 2.54 ค่าความชื้นยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปหรือข้าวเกรียบดิบ มีความชื้นไม่เกินร้อยละ12 โดยน้ำหนัก ส่วนข้าวเกรียบพร้อมบริโภคมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2554) ไขมันร้อยละ 40.51 โปรตีนร้อยละ 1.49 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 51.10 เถ้าร้อยละ 4.36 และเส้นใยอาหารร้อยละ 2.01 ทั้งนี้ปริมาณเส้นใยอาหารที่ควรได้รับตามที่ Thai Recommended Daily Intake (Thai RDI) ได้กำหนดปริมาณเส้นใยอาหารที่ร่างกายควรรับเท่ากับ 25-30 กรัมต่อวัน

4.5 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ที่พัฒนา โดยใช้วิธีการ Accidental Sampling การวางแผนการทดลองสุ่มแบบไม่เจาะจง ใช้กลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาลักษณะทางด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 4.7 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ แสดงดังตารางที่ 4.8 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ แสดงดังตารางที่ 4.9 ซึ่งพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 70 เพศชายร้อยละ 30 โดยเป็นผู้ทดสอบที่มีช่วงอายุระหว่าง 15-29 ปี คิดเป็นร้อยละ 34 ส่วนใหญ่ศึกษาในระดับต่ำกว่าระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 59 การประกอบอาชีพส่วนใหญ่ เป็นนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 30 โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่ำกว่า 5,001 บาท คิดเป็นร้อยละ 31

ตารางที่ 4.7 ลักษณะทางด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค

(n = 100)

ลักษณะทางประชากร	กลุ่ม	จำนวนคน	ร้อยละ
เพศ	หญิง	70	70.00
	ชาย	30	30.00
อายุ (ปี)	15-29	34	34.00
	30-44	27	27.00
	45-59	23	23.00
	60-74	15	15.00
	75-89	1	1.00
ระดับการศึกษาสูงสุด	ต่ำกว่าปริญญาตรี	59	59.00
	ปริญญาตรี	21	21.00
	สูงกว่าปริญญาตรี	20	20.00
อาชีพ	นักเรียน / นักศึกษา	30	30.00
	ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	29	29.00
	พนักงานบริษัทเอกชน	7	7.00
	รับจ้างทั่วไป	8	8.00
	ธุรกิจส่วนตัว	12	12.00
	แม่บ้าน	9	9.00
	เกษตรกร	5	5.00
รายได้ต่อเดือน	ต่ำกว่า 5,001 บาท	31	31.00
	5,001 – 10,000 บาท	10	10.00
	10,000 – 15,000 บาท	12	12.00
	15,001 – 20,000 บาท	11	11.00
	20,001 – 25,000 บาท	12	12.00
	25,000 บาทขึ้นไป	24	24.00

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ของผู้ตอบแบบสอบถาม

(n = 100)

ปัจจัย	จำนวนคน	ร้อยละ
ท่านชอบรับประทาน “ข้าวเกรียบปรุงรส”		
ชอบ	61	61.00
ไม่ชอบ	39	39.00
ท่านซื้อข้าวเกรียบปรุงรสจาก		
ห้างสรรพสินค้า/ซุปเปอร์มาเก็ต	35	35.00
ร้านขายของฝาก	24	24.00
ร้านขายของชำ	20	20.00
ร้านค้าสะดวกซื้อ	19	19.00
ตลาดสด	2	2.00
ท่านบริโภคข้าวเกรียบปรุงรสบ่อยครั้ง		
1 ครั้ง / เดือน	45	45.00
1-2 ครั้ง / สัปดาห์	31	31.00
4-5 ครั้ง / สัปดาห์	15	15.00
เกือบทุกวัน	9	9.00
ความสำคัญของคุณลักษณะที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกรับประทานผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรส		
สี		
มากที่สุด	-	-
มาก	-	-
ปานกลาง	16	16.00
น้อย	49	49.00
กลิ่น		
มากที่สุด	15	15.00
มาก	55	55.00
ปานกลาง	22	22.00
น้อย	6	6.00
น้อยที่สุด	2	2.00
รสชาติ		
มากที่สุด	45	45.00
มาก	40	40.00
ปานกลาง	11	11.00
น้อย	4	4.00

ตาราง 4.8 (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวนคน	ร้อยละ
องค์ประกอบต่างๆ ในส่วนผสม		
มากที่สุด	27	27.00
มาก	58	58.00
ปานกลาง	12	12.00
น้อย	3	3.00
น้อยที่สุด	-	-
คุณค่าทางโภชนาการ		
มากที่สุด	31	31.00
มาก	46	46.00
ปานกลาง	11	11.00
น้อย	10	10.00
น้อยที่สุด	2	2.00
ประโยชน์กับสุขภาพ		
มากที่สุด	29	29.00
มาก	50	50.00
ปานกลาง	17	17.00
น้อย	4	4.00
น้อยที่สุด	-	-
บรรจุภัณฑ์/ฉลาก		
มากที่สุด	17	17.00
มาก	57	57.00
ปานกลาง	18	18.00
น้อย	8	8.00
น้อยที่สุด	-	-
ราคา		
มากที่สุด	26	26.00
มาก	48	48.00
ปานกลาง	20	20.00
น้อย	6	6.00
น้อยที่สุด	-	-

ตาราง 4.8 (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวนคน	ร้อยละ
ความสะดวกในการหาซื้อ		
มากที่สุด	27	27.00
มาก	55	55.00
ปานกลาง	12	12.00
น้อย	6	6.00
น้อยที่สุด	-	-

จากข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานข้าวเกรียบปรุงรส ร้อยละ 61 สถานที่ที่ซื้อข้าวเกรียบปรุงรสส่วนใหญ่จากห้างสรรพสินค้า/ซุปเปอร์มาเก็ต ร้อยละ 35 ผู้บริโภคส่วนใหญ่บริโภคข้าวเกรียบ 1 ครั้ง/เดือน คิดเป็นร้อยละ 45 และให้ความสำคัญต่อคุณลักษณะที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกรับประทานผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสมากที่สุดในด้านรสชาติ และให้ความสำคัญในระดับมากในด้าน สี กลิ่น องค์ประกอบต่างๆในส่วนผสม คุณค่าทางโภชนาการ ประโยชน์กับสุขภาพ บรรจุภัณฑ์/ฉลาก ราคา และความสะดวกในการซื้อหา

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

(n=100)

ปัจจัย	ความถี่	ร้อยละ
ท่านเคยรับประทานหรือรู้จักผลิตภัณฑ์จากใบขลู่หรือไม่		
ไม่รู้จัก ไม่เคยรับประทาน	70	70
รู้จัก แต่ไม่เคยรับประทาน	12	12
รู้จัก และเคยรับประทานผลิตภัณฑ์	18	18
ความคิดเห็นเกี่ยวกับ“ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่”(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ไม่แตกต่างจากข้าวเกรียบปรุงรสทั่วไป	11	6.22
มีความแปลกใหม่	55	31.07
เป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ	37	20.91
มีคุณค่าโภชนาการ	29	16.38
มีรสชาติดี	45	25.42
อื่นๆ	-	-
รวม	177	100

ตาราง 4.9 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่	ร้อยละ
ยอมรับผลิตภัณฑ์ “ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่”		
ยอมรับ	-	100
ไม่ยอมรับ	-	-
ถ้ามีผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่วางจำหน่ายตามท้องตลาด		
ซื้อ	-	92
ไม่ซื้อ	-	-
ไม่แน่ใจ	-	8
การยอมรับด้านราคาจำหน่ายของผลิตภัณฑ์ต่อ 1 ถุง (60 กรัม)		
30 บาท / ถุงพลาสติก	-	79
35 บาท / กล่องพลาสติกใส	-	11
40 บาท / กล่องกระดาษ	-	10

ผู้บริโภคส่วนใหญ่ ร้อยละ 70 ไม่รู้จัก ไม่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์จากใบขลู่ ผู้บริโภคร้อยละ 55 มีความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ “ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่”ในส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ ผู้บริโภค ร้อยละ 100 ให้การยอมรับข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ ถ้าหากมีวางขายในท้องตลาด ผู้บริโภคร้อยละ 92 ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ และผู้บริโภคร้อยละ 79 ยอมรับด้านราคาของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ ต่อ 1 ถุง (60 กรัม) ในราคา 30 บาท

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานข้าวเกรียบ ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบข้าวเกรียบสูตรที่ 3 (9 – point hedonic scale) ซึ่งมีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 57 น้ำตาลทรายร้อยละ 4 กระเทียมสับละเอียดร้อยละ 2 เกลือป่นร้อยละ 2 พริกไทยป่นร้อยละ 1 และน้ำเดือดร้อยละ 34

5.1.2 ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำสกัดจากใบขลู่ที่เหมาะสมในการทำข้าวเกรียบปรุงรส น้ำใบขลู่เตรียมจากการปั่นผสมน้ำกับใบขลู่สดที่อัตราส่วน 3 ระดับ พบว่า 1:0.5 เป็นอัตราส่วนที่ได้รับคะแนนความชอบมากกว่าอัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 ($p \leq 0.05$) คะแนนเฉลี่ยอัตราส่วน 1 : 0.5 ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.04 7.90 7.84 8.00 8.08 8.30 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ ค่าสี L* เท่ากับ 67.23 ค่า a* เท่ากับ -2.82 และค่า b* เท่ากับ 10.15 ปริมาณความชื้น เท่ากับร้อยละ 2.40 ปริมาณน้ำอิสระ 0.40

5.1.3 ผลการศึกษาผงปรุงรสที่เหมาะสมสำหรับปรุงรสข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ โดยใช้ผงปรุงข้าวเกรียบ 3 ชนิด คือ ผงปรุงรสปาปริก้า ผงปรุงรสสาหร่าย และผงปรุงรสต้มยำ ผลการทดลองพบว่า คะแนนเฉลี่ย ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.54 7.58 7.50 7.50 8.22 8.18 สัดส่วนในการใส่ผงปรุงรส คือ ข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่น้ำหนัก 50 กรัม: เครื่องปรุงรสต้มยำ 5 กรัม ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ ค่าสี L* เท่ากับ 64.22 ค่า a* เท่ากับ 5.12 และค่า b* เท่ากับ 15.40 ส่วนค่าความชื้นเท่ากับร้อยละ 2.73 ปริมาณน้ำอิสระ 0.34

5.1.4 ผลการศึกษาคุณภาพทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ พบว่า ผงปรุงรสต้มยำได้รับคะแนนความชอบมากกว่าผงปรุงรสปาปริก้าและผงปรุงรสสาหร่าย ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ที่พัฒนาได้ปริมาณ 100 กรัม มีไขมัน โปรตีน ใยอาหาร (dietary fibre) และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 40.5 1.49 2.01 และ 51.10 ตามลำดับ

5.1.5 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคซึ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 70 ช่วงอายุสูงสุด 15-29 ปี ร้อยละ 34 ระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 59 และเป็นนักเรียน/นักศึกษา มีรายได้ต่ำกว่า 5,001 บาท ร้อยละ 31 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ในด้านความแปลกใหม่และมีรสชาติดีมากที่สุด โดยให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 และผู้บริโภคร้อยละ 92

ตัดสินใจซื้อข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ โดยบรรจุภัณฑ์แบบถุงพลาสติกน้ำหนักบรรจุ 60 กรัม ราคาจำหน่าย 30 บาท ได้รับการยอมรับที่ร้อยละ 79 มากกว่าบรรจุภัณฑ์แบบกล่องพลาสติกใสและแบบกล่องกระดาษ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ขณะต้มสกัดน้ำสกัดจากใบขลู่ต้องใช้ความร้อน อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูง จะทำให้น้ำใบขลู่มีกลิ่นไหม้ ส่งผลต่อสี กลิ่น และรสชาติของข้าวเกรียบ และเวลาในการต้มสกัดไม่ควรเกิน 10 นาที ถ้าเวลาต้มนานเกินไป ความร้อนจะทำให้น้ำใบขลู่สีคล้ำ เนื้อข้าวเกรียบสีเข้มไม่สวย ไม่น่ารับประทาน

5.2.2 การหั่นแผ่นข้าวเกรียบเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ ควรหั่นให้บางเสมอกัน เวลานำข้าวเกรียบเข้าตู้อบลมร้อน ไม่ควรอบนานเกิน 3 ชั่วโมง เพราะจะทำให้ข้าวเกรียบมีรอยแตกและแห้งแข็งเกินไป

5.2.3 ในการทำข้าวเกรียบน้ำสกัดจากใบขลู่หรือนำใบขลู่ไปแปรรูปเป็นอาหารอื่นๆ ต้องระบุพื้นที่การเก็บใบขลู่ให้ชัดเจน เพราะต้นขลู่ที่ขึ้นในพื้นที่ติดทะเล น้ำสกัดใบขลู่ที่ได้จะมีรสเค็ม เวลานำน้ำสกัดจากใบขลู่ไปทำข้าวเกรียบ ต้องลดส่วนผสมของเกลือลง หรือตัดส่วนผสมของเกลือออก

5.2.4 ควรมีการศึกษาต่อยอดผลงานวิจัย โดยศึกษาอายุการเก็บของข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในทางการค้าต่อไป

5.2.5 ควรทดลองนำใบขลู่ไปใช้ประโยชน์ ในผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ ให้หลากหลายขึ้น

5.2.6 เป็นสินค้าประจำท้องถิ่น ผู้ประกอบการ และประชาชนในท้องถิ่นสามารถนำการศึกษานี้ ไปใช้ต่อยอดในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหรือผลิตภัณฑ์อื่นๆที่ใช้ใบขลู่ในการทำผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าจากพืชที่มีในท้องถิ่นและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. **ขลู่ สรรพคุณและประโยชน์ต้นขลู่.** กระทรวงเกษตรและสหกณ์ [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.mueang.samutsong kham.doae.go.th, 5 มิถุนายน 2560.

กรองจันทร์ รัตนประดิษฐ์ และ สมจิตต์ ปาละกาศ. 2557. **การตรวจสอบฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาใบขลู่และผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความสามารถในการออกฤทธิ์.** มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

กองโภชนาการ กรมอนามัย. 2554. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2550. **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2560. **ขลู่.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.phargarden.com, 9 มิถุนายน 2560.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2552. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จงทิพย์ อธิมุติสรรค์. 2547. **อาหารว่างไทย.** วิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต, ภูเก็ต.

จรรยา สุบรรณ์. 2542. **ตำรับอาหารชุดพิเศษ.** ศรีสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรนงค์ นัยวิกุล. 2549. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ฉวีวรรณ สีงาม และ ภริตา ชุ่มจิต. 2546. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวข้าวกล้องเสริมผัก.** แผนงานพิเศษปริญญาตรี. (ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร). คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

ชื่นจิต พงษ์พุล. 2556. “การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของการผลิตข้าวเกรียบมันแกว.” **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.** 3, 2 (ม.ค.- มิ ย.) : 51-61.

แดงน้อย คำสี. 2532. **อาหารว่าง**. วิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต, ภูเก็ต.

ธนภรณ์ อินทร์คง. 2543. **ข้าวเกรียบแป้งทุเรียน.** แผนงานพิเศษปริญญาตรี. (สาขาอาหารและโภชนาการ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช.

นิจศิริ เรืองรังษี. 2540. **เครื่องเทศ**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นิลตรา หาวารีย์. 2550. **ผลของลักษณะพื้นผิวผักต่อการเหลือรอดของ Salmonella ระหว่างการอบแห้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร). คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

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

_____. 2548. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

นันทวัน ชมโฉม และ วิภาวรรณ ทับยอง. 2546. **ข้าวเกรียบเสริมเต้าหู้ขาวหลอด.** แผนงานพิเศษปริญญาตรี. (สาขาอาหารและโภชนาการ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช.

เนื้อทอง วนานุวัธ. 2546. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

บุษยมาศ แท่นรัตน์. 2555. **ข้าวเกรียบซังขนุน.** แผนงานพิเศษปริญญาตรี. (สาขาอาหารและโภชนาการ). คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ปาริสุทธิ์ สงทิพย์. 2550. **การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร). คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรทิวา มณีศรี และ จุฑาทิพย์ จันทร์หอม. 2553. **ข้าวเกรียบเสริมก้านคะน้า.** แผนงานพิเศษปริญญาตรี. (สาขาอาหารและโภชนาการ). คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

เพชรรัตน์ จเรกุลศรี. 2553. **ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาคหกรรมศาสตร์). คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

เพลินใจ ตังคณะกุล, สมจิต อ่อนเหม และ ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์. 2537. **การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบโดยการเติมแป้งเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาคหกรรมศาสตร์). บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพลินใจ ตังคณะกุล. 2546. “สารพัดสารพันข้าวเกรียบ.” **วารสารอาหาร.** 33, 3 (ก.ค.- ก.ย. : 162-167.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์. 2550. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ (มก. – ธ.ก.ส. 008/2550).** การประกันคุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ภายใต้ความร่วมมือ มก.-ธ.ก.ส., กรุงเทพฯ.

มาโนช วามานนท์ และ เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2540. **ยาสมุนไพรสำหรับสาธารณสุขมูลฐาน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

ยุทธนา สุดเจริญ. 2553. **การประเมินคุณประโยชน์ผักและสมุนไพรพื้นบ้านจังหวัดสมุทรสงคราม.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http:// www.ssru.ac.th, 11 มิถุนายน 2560.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2549. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมการเกษตร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรพจน์ สุนทรสุข. 2546. **กรรมวิธีทำข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปและการอบข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปด้วยไมโครเวฟ**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

วชิมณี ยืนยงพุทธกาล, สิริมา ชินสาร และ นิสานารถ กระแสชล. 2558. “ผลของการใช้ใบขลู่ผงเป็นส่วนประกอบของไอศกรีมไขมันต่ำ. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 42, 3 (พิเศษ) : 249-252.

วิไล รังสาดทอง. 2552. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ.

ศิวพร แสนสุทธวิจิตร. 2541. **ข้าวเกรียบผัก.** แผนงานพิเศษปริญญาตรี. (สาขาอาหารและโภชนาการ). สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช.

ศิรินภา เอี่ยมวุฒิ และ อุทัย สุขสิงห์. 2549. **ข้าวเกรียบกล้วยหอมเสริมงาดำ.** แผนงานพิเศษปริญญาตรี. (สาขาอาหารและโภชนาการ). คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ศรีสุวรรณ นฤนาทวงศ์สกุล. 2547. **เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร**. TRIO Advertising & Medai Co., Ltd., เชียงใหม่.

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

สุดใจ สูนาสวน, ยรรยง สมบัติวิชาธร, สิริมา ธนพงศ์พิพัฒน์ และ คนางค์ ดวงมณี. 2554. **รายงานผลการศึกษาสินค้าเกษตรประเภทมันสำปะหลัง.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http:// www.thailandtapiocastarch.net, 13 มิถุนายน 2560.

สุทธิทัต, นามแฝง. 2553. “ข้าวเกรียบ 500 ล้าน ของ อภิวัฒน์ วังวิวัฒน์ ยืดอกรับมโนราห์แพงที่สุดในโลก.” เส้นทางเศรษฐี. **มติชน.** 16, 262 (ตุลาคม) : 14.

สุพาณี จตุรภุชาภรณ์. 2543. **การเสริมเศษกุ้งในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ.** แผนงานพิเศษปริญญาตรี. (สาขาอาหารและโภชนาการ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2554. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ข้าวเกรียบ มผช. 107/2554**. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน. 2552. **พืชในป่าชายเลนของประเทศไทย**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

เสาวนีย์ เลิศวรสิริกุล. 2546. **การพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบใบมะกรูด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์). คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรทัย เนียมสุวรรณ, นฤมน เส้งนนท์, กรกนก ยิ่งเจริญ และ พัชรินทร์ สิงห์ดำ. 2555. “พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของพืชกินได้จากป่าชายแลนและป่าชายหาด บริเวณคาบสมุทรสทิงพระ จังหวัดสงขลา.” **วารสารวิทยาศาสตร์ มข.** 40, 3 (ก.ค.-ก.ย.) : 981-991**.**

อรนุช สีหามาลา. 2545. **การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและยืดอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบปลา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร). คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล. 2544. **หลักการประกอบอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรสา สุริยาพันธ์. 2557. **ใบขลู่ คุณค่าทางโภชนาการ ฤทธิ์ทางชีวภาพและความเป็นพิษ**. ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://.mahidol.ac.th, 15 มิถุนายน 2560.

อรุณี ตรีศิริโรจน์. 2548. **การวิเคราะห์อาหารชั้นสูง.** คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อภิชาต ศรีปาน. 2550. **การใช้เครื่องบดและการคัดขนาดอนุภาคการวัดความหนืด การใช้งานและการดูแลตู้ควบคุมอุณหภูมิและเครื่องชั่งความละเอียดสูงสำหรับห้องปฏิบัติการ**. ไซแอนติฟิค โปรโมชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

อุไร จิรมงคลการ. 2541. **ผักพื้นบ้าน 2.** อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

อัจฉรา ดลวิทยาคุณ. 2550**.** “การพัฒนาคุณภาพข้าวเกรียบงาดำเสริมสมุนไพร.” **วารสารอาหาร.** 37, 1 (ม.ค. - มี ค.) : 83-92.

Ahem, S. A and Kamel, E. M. 2013. **Phenolic constituents and biological activity of the genuspluchea**. [Online] Available : http://www.derpharmachemica.com /vol5-iss5/dpc-2013-5-5-109-114.pdf.

Andarwulan, N., Kurniasih, D., Apriady, R. A., Rahmat, H., Roto, A. V. and Bolling, B. W. 2012. “Polyphenols, carotenoids and ascorbic acid in underutilized medicinal vegetables.” **Journal of Function Foods**. 4 : 339-347.

AOAC. 2000. **Offcial methods of analysis.** 17th edition. Association of official analytical chemist. Washington D. C.

Beynum, G. M and Roels, J. A. 1985. **Starch Conversion Technology**. Marcel Dekker, lnc. New York.

Fennema, O. 1996. **Food chemistry.** Marcel Dekker, lnc. New York.

Krokida, M. K. Orepoulou, V. Maroulis, Z. B. and Marrimmos-kouris. D. 2001. “Color changes during deep fat frying**.**” **Journal of Food Engineering**. 48 : 219-225.

Sudjaroen, Y. 2012. “Evaluation of ethnobotanical vegetables and herbs in Samut Songkram province.” **Procedia Engineering**. 32 : 160-165.

Suriyaphan, O. 2014. “Nutrition, health benefits and applications of *Pluchea indica* (L.) Less leaves. **Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences**.” 41, 4: 1-10.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Swinkels, J .J. M. 1985a. **“Sources of starch, its chemistry and physics.”** *In* Starch Conversion Technology, pp. 15–46. G. M. Van Beynum, and J. A. Roel (Eds.). Marcel Dekker, lnc. New York.

Swinkels, J. J. M. 1985b. “Composition and properties of commercial native starches.” **Starch/Starke**. 37: 1-5.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก สูตรผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี
ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์
ภาคผนวก จ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ภาคผนวก ฉ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. – ธ.ก.ส.

ภาคผนวก ก
สูตรผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

สูตรข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ (สูตรสำเร็จ)

ส่วนผสม

แป้งมันสำปะหลัง	57	กรัม
น้ำตาลทราย	4	กรัม
กระเทียมบดละเอียด	2	กรัม
เกลือป่น	2	กรัม
พริกไทยขาวบดละเอียด	1	กรัม
น้ำสกัดจากใบขลู่ (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส)	34	กรัม

วิธีทำ

1. นำแป้งมันสำปะหลังร่อนผ่านตะแกรง 3 ครั้ง
2. ผสมแป้งมันสำปะหลัง น้ำตาลทราย กระเทียมบดละเอียด เกลือป่น พริกไทยป่น เข้าด้วยกัน
3. เติมน้ำสกัดจากใบขลู่ตามสูตร นวดนาน 30 นาที
4. นำส่วนผสมที่นวดเสร็จแล้ว แบ่งเป็นก้อนๆละ 100 กรัม ได้ 10 ก้อน
5. คลึงเป็นท่อนยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ห่อด้วยพลาสติกทนความร้อน มัดหัวและท้าย
6. นึ่งในลังถึง ใช้ไฟแรง น้ำเดือดนาน 60 นาที
7. พักให้เย็น แล้วนำเข้าตู้เย็น แช่ไว้นาน 12 ชั่วโมง หั่นเป็นแผ่นบาง ประมาณ 0.2 มิลลิเมตร
8. อบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2.5 ชั่วโมง
9. นำไปทอดในกระทะแบบน้ำมันท่วม ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส
10. นำข้าวเกรียบทอดไปคลุกผงปรุงรส ตามอัตราส่วน
11. ใส่ภาชนะปิดสนิท หรือบรรจุถุง

ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

ส่วนผสม

แป้งมันสำปะหลัง	57	กรัม	ราคา	1.71	บาท
น้ำตาลทราย	4	กรัม	ราคา	0.08	บาท
กระเทียม	2	กรัม	ราคา	0.22	บาท
เกลือป่น	2	กรัม	ราคา	0.02	บาท
พริกไทยขาวป่น	1	กรัม	ราคา	0.28	บาท
เครื่องปรุงรสต้มยำ	10	กรัม	ราคา	1.80	บาท
ภาชนะบรรจุ			8.00	บาท	
		รวม	12.11	บาท	
ค่าโสหุ้ย ร้อยละ 40		ราคา	4.84	บาท	
		รวมต้นทุนทั้งหมด	16.95	บาท	

ราคาต้นทุนของการผลิตข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ รวมราคา 16.95 บาท ต่อ 1 สูตร ซึ่ง 1 สูตร นำข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่อบแห้งไปทอด ได้น้ำหนักข้าวเกรียบทอด ประมาณ 120 กรัม บรรจุใส่ถุงพลาสติก ถุงละ 60 กรัม บรรจุได้ 2 ถุง ต้นทุนถุงละ 8.47 บาท

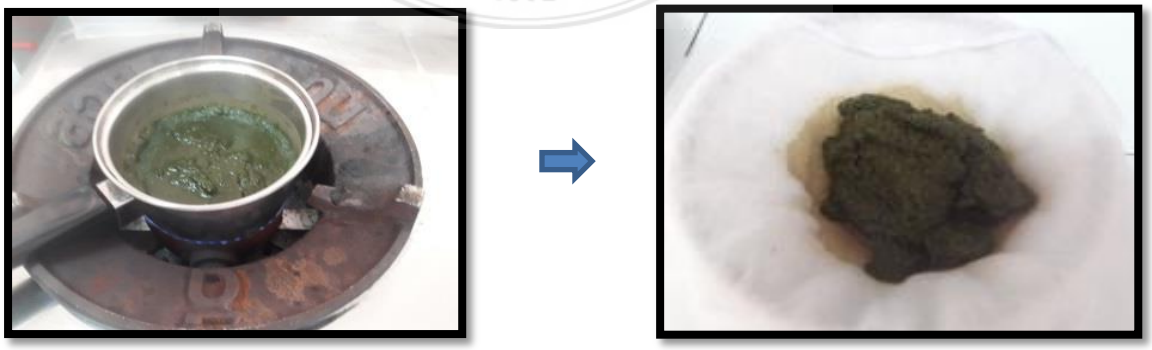
ขั้นตอนการทำข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

1. ขั้นตอนการสกัดน้ำจากใบขลู่

1.1 ใบขลู่ล้างให้สะอาด หั่นฝอย

1.2 บดใบขลู่รวมกับน้ำ ตามอัตราส่วนที่กำหนด

1.3 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง 3 ชั้น



1.4 น้ำสกัดใบขลู่

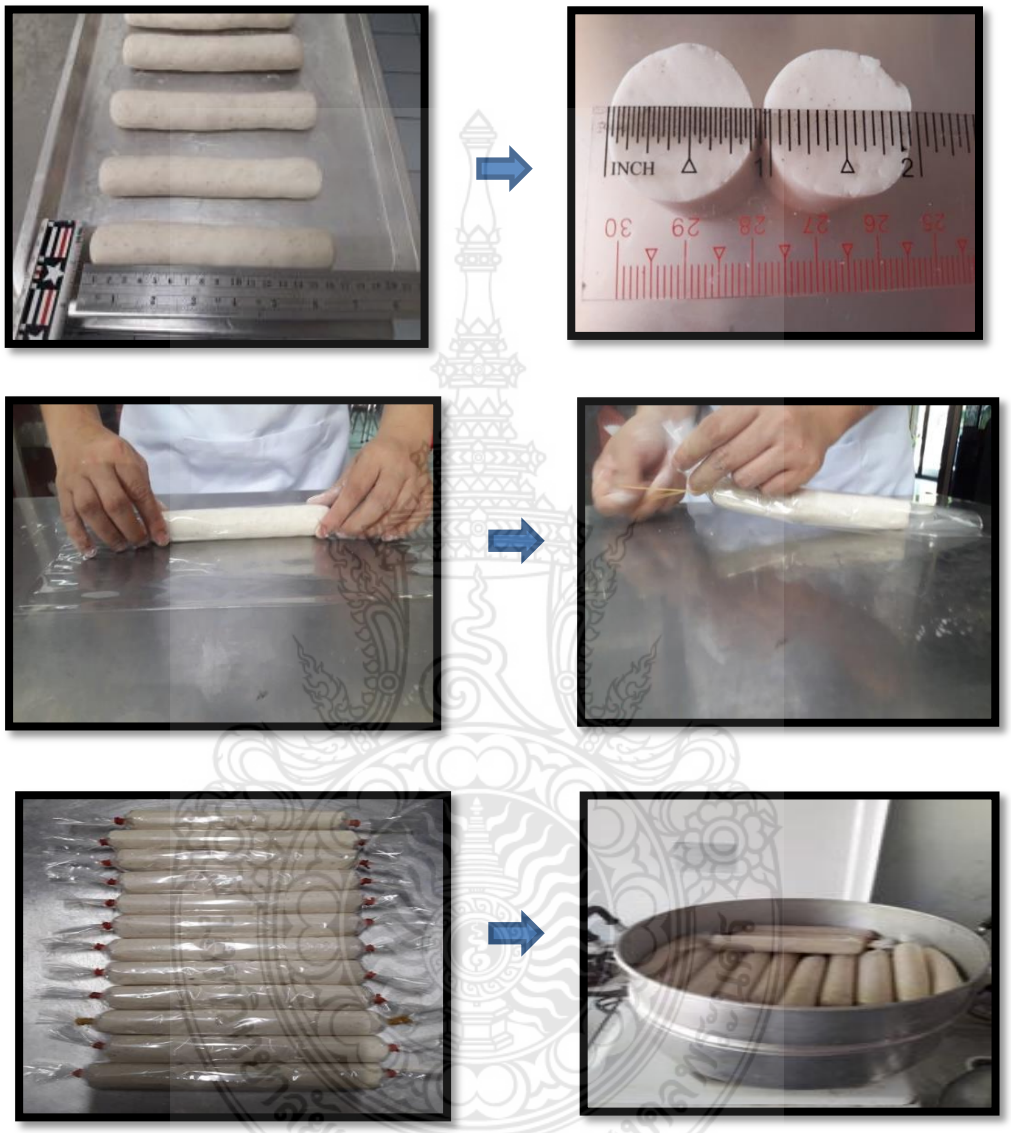
2. ขั้นตอนทำข้าวเกรียบ

2.1 เตรียมวัตถุดิบ แป้งมันสำปะหลัง น้ำตาลทราย กระเทียมบดละเอียด เกลือป่น พริกไทยขาวบดละเอียด และน้ำสกัดจากใบขลู่

2.2 ผสมแป้งมันสำปะหลัง น้ำตาลทราย กระเทียมบดละเอียด เกลือป่น พริกไทยป่น เข้าด้วยกัน เติมน้ำสกัดจากใบขลู่ตามสูตร

2.3 นวดนาน 30 นาที นำส่วนผสมที่นวดเสร็จแล้ว แบ่งเป็นก้อนๆละ 100 กรัม ได้ 10 ก้อน

2.4 คลึงให้เป็นแท่งยาว 15 เซ็นติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ห่อด้วยพลาสติกทนความร้อน มัดหัวท้าย นำไปนึ่งไฟแรง 60 นาที



2.5 พักให้เย็น แล้วนำเข้าตู้เย็น แช่ไว้นาน 12 ชั่วโมง

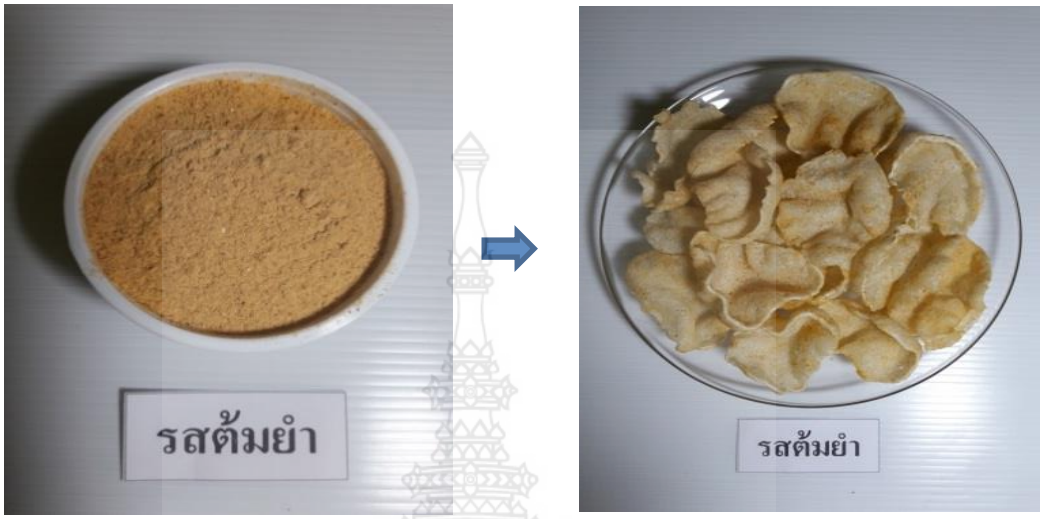
2.6 หั่นเป็นแผ่นบาง ประมาณ 0.2 มิลลิเมตร

2.7 อบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2.5 ชั่วโมง

2.8 นำไปทอดในกระทะแบบน้ำมันท่วม ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส

2.9 นำข้าวเกรียบทอดไปคลุกผงปรุงรส ตามอัตราส่วน

\



2.10 นำใส่ภาชนะปิดสนิท หรือบรรจุถุง

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ

การวัดค่าสี เครื่อง Spectrophotometer CM-3500d

วิธีการทดสอบค่าสี

1. เปิดสวิตซ์เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสี
2. เข้าโปรแกรม Spectra Magic ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ คลิกที่ปุ่ม Connect (ที่แถบด้านบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องวัดค่าสี จากนั้นสังเกตที่แถบล่างขวาจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นเขียว
3. ทำการสอบเทียบเครื่อง (Calibration) โดยคลิกปุ่ม Calibration (ที่แถบด้านบน) ใส่แผ่นกระจกใสไว้ที่ช่องด้านบนภายใน Target Mask
4. เมื่อสอบเทียบเสร็จแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่ พร้อมใส่ตัวอย่างชนิดแห้งหรือชนิดเหลวลงใน Target (ภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง)
5. จากนั้นปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีวัดการสะท้อนของวัตถุ ด้านบน), ปิดด้วยตลับสีขาวด้านบน (กรณีวัดการส่งผ่านของวัตถุ ด้านบน)
6. จากนั้นเข้าที่ปุ่ม Measure Sample ตั้งชื่อซ้ำของตัวอย่างเดิม (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง)
7. จากนั้นทำตามข้อที่ 6 บันทึกผลการทดลองจากตารางในคอมพิวเตอร์ ค่า L* a*b*

** กรณีวัดค่าการสะท้อนของวัตถุ (Reflectance Calibration) ตัวอย่างทึบแสง

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง คลิก OK

White calibration Plate คือ ตลับสีขาว จะใช้หลังจากที่ Zero calibration เสร็จแล้ว

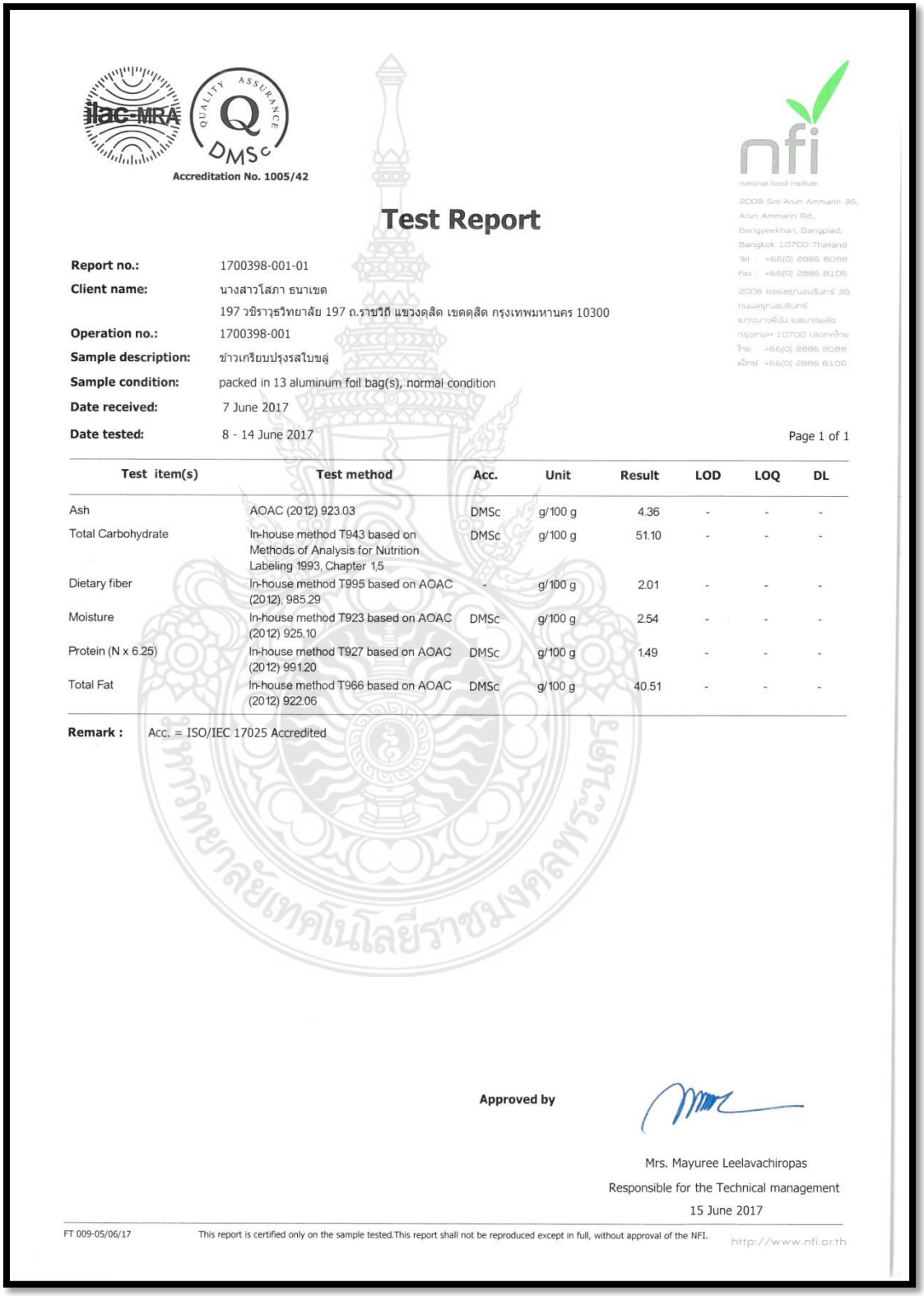
** กรณีวัดค่าการส่งผ่านของวัตถุ (Transmittance Calibration) ตัวอย่างโปร่งแสง หรือโปร่งใส

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง จากนั้นนำแผ่นสีดำมาเสียบไว้ในเครื่องคลิก OK

White calibration Plate คือ ตลับสีขาวจะใช้หลังจากที่ Zero Calibration เสร็จแล้วต้องนำแผ่นสีดำออกจากตัวเครื่องด้วย

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ผลการตรวจข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่



Accreditation No. 1005/42

Test Report

national food institute
2008 Soi Arun Ammarin 36,
Arun Ammarin Rd.,
Bangyeekhan, Bangplad,
Bangkok 10700 Thailand
Tel : +66(0) 2886 8088
Fax : +66(0) 2886 8105
2008 ซอยอรุณอมรินทร์ 36
ถนนอรุณอมรินทร์
แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด
กรุงเทพฯ 10700 ประเทศไทย
โทร. +66(0) 2886 8088
ฟิกซ์ +66(0) 2886 8105

Report no.: 1700398-001-01
Client name: นางสาวโสภา ธนาเขต
197 วชิราวุธวิทยาลัย 197 ถ.ราชวิถี แขวงดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
Operation no.: 1700398-001
Sample description: ข้าวเกรียบปรุงรสใบขลู่
Sample condition: packed in 13 aluminum foil bag(s), normal condition
Date received: 7 June 2017
Date tested: 8 - 14 June 2017

Test item(s)	Test method	Acc.	Unit	Result	LOD	LOQ	DL
Ash	AOAC (2012) 923.03	DMSc	g/100 g	4.36	-	-	-
Total Carbohydrate	In-house method T943 based on Methods of Analysis for Nutrition Labeling 1993, Chapter 1,5	DMSc	g/100 g	51.10	-	-	-
Dietary fiber	In-house method T995 based on AOAC (2012). 985.29	-	g/100 g	2.01	-	-	-
Moisture	In-house method T923 based on AOAC (2012) 925.10	DMSc	g/100 g	2.54	-	-	-
Protein (N x 6.25)	In-house method T927 based on AOAC (2012) 991.20	DMSc	g/100 g	1.49	-	-	-
Total Fat	In-house method T966 based on AOAC (2012) 922.06	DMSc	g/100 g	40.51	-	-	-

Remark : Acc. = ISO/IEC 17025 Accredited

Approved by

Mrs. Mayuree Leelavachiropas
Responsible for the Technical management
15 June 2017

This report is certified only on the sample tested.This report shall not be reproduced except in full, without approval of the NFI.

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น
(Determination of moisture content)

วิธีวิเคราะห์

อบจานหาความชื้นอะลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบลมร้อน(Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที ทำให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิด ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใส่ในจานอะลูมิเนียม ประมาณ 2 กรัม นำกลับไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 ชั่วโมง โดยเปิดฝาอะลูมิเนียมเล็กน้อย จากนั้นปิดฝาแล้วนำไปทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนทำการอบซ้ำครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักที่แตกต่างกันไม่ควรเกิน 2 มิลลิกรัม คำนวณปริมาณของความชื้น (ร้อยละ) ของตัวอย่างอาหาร

สูตรคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100 \times (W_1 - W_2)}{W_1 - W_2}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

วิธีวิเคราะห์

ทำการย่อย กลั่น และไทเทรตเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนดังนี้

ขั้นตอนการย่อย

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5 – 2 กรัม ถ้าตัวอย่างเป็นของแข็งให้ชั่งใส่ลงในกระดาษกรองปราศจากไนไตรเจน ห่อและนำตัวอย่างใส่ลงในหลอดกลั่น
2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (โพแทสเซียมซัลเฟส – ซีลีเนียม) และเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 15 มิลลิลิตร
3. สวม suction tube เข้ากับหลอดกลั่น และยึดหลอดกลั่นกับ suction tube ให้แน่นด้วย
4. วางหลอดกลั่นลงในเครื่องหยอดสารที่ปรับปุ่ม power control ไว้แล้ว ที่หมายเลข 5 ซึ่งความร้อนที่ตั้งไว้จะไม่ทำให้ตัวอย่างเดือดแรงขึ้นไปจนถึงคอของหลอด
5. ย่อยตัวอย่างไปอย่างน้อย 20 นาที หรือจนกระทั่งควันสีขาวเกิดขึ้นในหลอด แล้วปรับปุ่ม power control ไปที่หมายเลข 10 ย่อยตัวอย่างจนได้สารละลายใส และย่อยต่อไปอีกประมาณ 15 นาที
6. เมื่อย่อยตัวอย่างเสร็จ ทิ้งไว้ให้เย็น และจนไอแก๊สหายหมด
7. กลั่นโดยเครื่องกลั่น Buchi 323 หรือ Buchi 324 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร และเติมเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ 1 หยด
8. ใส่กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
9. นำหลอดกลั่นใส่ในเครื่องกลั่น เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 จนมีความเป็นด่างเกินพอ (สารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าอ่อนเป็นสีน้ำเงินเข้มหรือสีดำ)
10. ทำการกลั่นและเก็บของเหลวที่กลั่นได้ในขวดรูปชมพูที่มีกรดบอริกอยู่ได้ปริมาตรรวม 200 มิลลิลิตร
11. ทำ Blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง ลงในขวดรูปชมพู่ เพื่อเป็นตัวอย่างเทียบสีเพื่อทราบจุดยุติ
12. เติมสารละลายอินดิเคเตอร์ 2 หยด ลงในขวดรูปชมพูที่กลั่นแล้ว เขย่าให้เข้ากัน
13. ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนจนถึงจุดยุติ จะเปลี่ยนสีจากสีเขียว เป็นสีบานเย็น

การคำนวณ

$$\text{N (ร้อยละ)} = \frac{14 \times (V_1 - V_2) \times \text{normality of HCL(mol/L)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 1000}$$

เมื่อ V_1 คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตตัวอย่าง

V_2 คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรต blank

Protein (ร้อยละ) = N (ร้อยละ) × ตัวแฟคเตอร์ (F)

เมื่อ F คือ conversion factor ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแหล่งโปรตีน (โปรตีนในอาหารพวกข้าว 5.95)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

วิธีการวิเคราะห์

1. อบบิกเกอร์สำหรับทาไขมัน ในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ห่อให้มิดชิดแล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมตัวอย่างด้วยสำลี
3. นำหยดตัวอย่างใส่ลงในบิกเกอร์สำหรับทาไขมัน
4. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ประมาณ 130 มิลลิลิตร แล้วนำวางลงบนเตาให้ความร้อน ทำการสกัดไขมัน
5. นำบิกเกอร์ที่มีไขมันจากตัวอย่างไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาไว้ในโถดูดความชื่น
6. ชั่งน้ำหนัก แล้วอบซ้ำอีกครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักต่างกันไม่เกิน 0.01-0.05 มิลลิกรัม

การคำนวณ

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

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างที่สกัดเอาไขมันออกแล้วมาหาปริมาณเส้นใย โดยนำตัวอย่างใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.1275 โมลาร์ จำนวน 200 มิลลิลิตรแล้วต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาทีตลอดเวลาที่ต้มจะต้องรักษาปริมาตรให้คงที่โดยการเติมด้วยน้ำกลั่น
3. กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 54 หรือ 531 โดยใช้ suction ล้างด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้งจนหมดกรด แล้วเทกากกลับใส่ในบีกเกอร์ใบเดิม
4. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.313 โมลาร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร แล้วต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที รักษาปริมาตรให้คงที่โดยการเติมด้วยน้ำกลั่น
5. กรองผ่านกระดาษกรอง โดยใช้ suction ล้างด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้งจนหมดด่าง แล้วเทกากกลับใส่ในบีกเกอร์ใบเดิม
6. ล้างกากด้วยสารละลายไฮโดรคลอริกร้อยละ 1 แล้วล้างตามด้วยน้ำร้อนจนหมดกรด
7. นำกากล้างด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 95 จำนวน 2 ครั้ง 15-20 ml
8. นำกากใส่ลงกระดาษกรอง Whatman ชนิดปราศจากเถ้าเบอร์ 41 ซึ่งผ่านการอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียสและชั่งจนทราบน้ำหนักที่แน่นอน
9. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนักคงที่
10. จากนั้นนำกากไปเผาให้เป็นเถ้าในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสจนเป็นเถ้าสีขาว ปล่อยให้เย็นใน desiccater ชั่งหาน้ำหนักเถ้าที่ได้

การคำนวณ

น้ำหนักเส้นใย = น้ำหนักแห้งของกาก – น้ำหนักเถ้า

$$\text{ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นใย}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอาหาร}} \times 100$$

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

วิธีวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

1. อบ Crucible ที่อุณหภูมิประมาณ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ทำให้เย็นในdesiccator นำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ชั่งใส่ Crucibleที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำไปเผาด้วยไฟอ่อนๆ จนหมดควัน
3. นำไปเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว
4. นำออกมาใส่ใน desiccator ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

การคำนวณ

$$\text{เถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

วิธีหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

โดยวิธีการคำนวณจากสูตรเมื่อทราบค่าปริมาณของความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใย ในหน่วยร้อยละ

นำค่าดังกล่าวนี้มาคำนวณตามสูตร

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)= 100 - (ร้อยละของความชื้น+ โปรตีน + ไขมัน+ เถ้า+ เส้นใย)

ภาคผนวก ง
แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

วันที่ทดสอบ.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง : กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกและให้คะแนนตามระดับที่กำหนดให้และกรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่างอาหารทุกครั้ง

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

ลักษณะผลิตภัณฑ์	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**		
	รหัส.....	**รหัส.....**	**รหัส.....**
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส(ความข้นหนืด)			
การยอมรับโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

นางสาวโสภา ธนาเขต

แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์
ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเรื่อง “**การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่**” ของ นส.โสภา ธนาเขต นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ กลุ่มวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ ผู้ศึกษาใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตอบแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติที่มีต่อข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำแนะนำ: กรุณาทำเครื่องหมาย (√) ลงใน ( ) ที่ตรงกับข้อมูลของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1.1 เพศ

( ) 1.1.1 หญิง ( ) 1.1.2 ชาย

1.2 อายุ ..... ปี

1.3 ระดับการศึกษาสูงสุด

( ) 1.3.1 ต่ำกว่าปริญญาตรี ( ) 1.3.2 ปริญญาตรี

( ) 1.3.3 สูงกว่าปริญญาตรี

1.4 อาชีพ

( ) 1.4.1 นักเรียน / นักศึกษา ( ) 1.4.2 ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ

( ) 1.4.3 พนักงานบริษัทเอกชน ( ) 1.4.4 รับจ้างทั่วไป

( ) 1.4.5 ธุรกิจส่วนตัว ( ) 1.4.6 แม่บ้าน

( ) 1.4.7 เกษตรกร ( ) 1.4.8 อื่นๆ โปรดระบุ.....

1.5 รายได้ต่อเดือน

( ) 1.5.1 ต่ำกว่า 5,001 บาท ( ) 1.5.2 5,001 – 10,000 บาท

( ) 1.5.3 10,001 – 15,000 บาท ( ) 1.5.4 15,001 – 20,000 บาท

( ) 1.5.5 20,001 – 25,000 บาท ( ) 1.5.6 25,000 บาทขึ้นไป

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

2.1 ท่านชอบรับประทาน “ข้าวเกรียบปรุงรส” หรือไม่

( ) 2.1.1 ชอบ เหตุผล.....

( ) 2.1.2 ไม่ชอบ เหตุผล.....

2.2 ท่านซื้อข้าวเกรียบปรุงรสจากสถานที่ใด

( ) 2.2.1 ห้างสรรพสินค้า/ซุปเปอร์มาเก็ต ( ) 2.2.2 ร้านขายของฝาก

( ) 2.2.3 ร้านค้าสะดวกซื้อ ( ) 2.2.4 ตลาดสด

( ) 2.2.5 ร้านขายของชำ ( ) 2.2.6 อื่นๆ โปรดระบุ.....

2.3 ท่านบริโภคข้าวเกรียบปรุงรสบ่อยครั้งเพียงใด

( ) 2.3.1 1 ครั้ง / เดือน ( ) 2.3.2 1-2 ครั้ง / สัปดาห์

( ) 2.3.3 4-5 ครั้ง / สัปดาห์ ( ) 2.3.4 เกือบทุกวัน

2.4 โปรดระบุความสำคัญของคุณลักษณะที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกรับประทานผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรส (โดยทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องทางขวามือ)

คุณลักษณะ	**ระดับความสำคัญ**				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
2.4.1 สี					
2.4.2 กลิ่น					
2.4.3 รสชาติ					
2.4.4 องค์ประกอบในส่วนผสม					
2.4.5 คุณค่าทางโภชนาการ					
2.4.6 ประโยชน์กับสุขภาพ					
2.4.7 บรรจุภัณฑ์/ฉลาก					
2.4.8 ราคา					
2.4.9 ความสะดวกในการซื้อหา					

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

3.1 ท่านเคยรับประทานหรือรู้จักผลิตภัณฑ์จากใบขลู่หรือไม่

( ) 3.1.1 ไม่รู้จัก ไม่เคยรับประทาน

( ) 3.1.2 รู้จัก แต่ไม่เคยรับประทาน

( ) 3.1.3 รู้จัก และเคยรับประทานผลิตภัณฑ์

(ระบุ).....

3.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรกับผลิตภัณฑ์ “ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่” (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) 3.2.1 ไม่แตกต่างจากข้าวเกรียบปรุงรสทั่วไป ( ) 3.2.2 มีความแปลกใหม่

( ) 3.2.3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ ( ) 3.2.4 มีคุณค่าโภชนาการ

( ) 3.2.5 มีรสชาติดี ( ) 3.2.6 อื่นๆโปรดระบุ.....

3.3 ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ “ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่” หรือไม่

( ) 3.3.1 ยอมรับ เพราะ.....

( ) 3.3.2 ไม่ยอมรับ เพราะ.....

3.4 ถ้ามีผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ วางจำหน่ายตามท้องตลาดท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

( ) 3.4.1 ซื้อ เพราะ.....

( ) 3.4.2 ไม่ซื้อ เพราะ.....

( ) 3.4.3 ไม่แน่ใจ เพราะ.....

3.5 ท่านคิดว่าราคาและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการจำหน่าย “ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่” ควรมีราคาเท่าไร (ในซองบรรจุมีข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ 60 กรัม)

( ) 3.5.1 30 บาท / ถุงพลาสติก

( ) 3.5.2 35 บาท / กล่องพลาสติกใส

( ) 3.5.3 40 บาท / กล่องกระดาษ

ขอขอบคุณในความร่วมมือตอบแบบสอบถาม

โสภา ธนาเขต

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร โทร ๐ ๒๖๖๕ ๓๗๗๗ ต่อ ๕๒๓๖

ที่ ศธ ๐๕๘๑.๐๓/ ว ๑๗๐๗ **วันที่** ๑๕ มิถุนายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.วไลภรณ์ สุทธา

ด้วยนางสาวโสภา ธนาเขต รหัสประจำตัวนักศึกษา ๑๒๕๘๗๐๗๐๓๕๑๗-๙ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต เลือกเรียนแผน ก แบบ ก๒ กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมใบชลู โดยมี ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ พิจารณาเห็นว่าท่าน เป็นผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญและคุณสมบัติเหมาะสม จึงขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัยให้กับ นางสาวโสภา ธนาเขต จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอแสดงความขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย)
คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

ที่ ศธ ๐๕๘๑.๐๓/๑๗๐๖

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
๑๖๘ ถนนศรีอยุธยา เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๑๕ มิถุนายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.นิจฉรา ทูลธรรม

ด้วยนางสาวโสภา ธนาเขต รหัสประจำตัวนักศึกษา ๑๒๕๘๗๐๗๐๓๕๑๗-๙ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต เลือกเรียนแผน ก แบบ ก๒ กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมใบชลู โดยมี ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ พิจารณาเห็นว่าท่าน เป็นผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญและคุณสมบัติเหมาะสม จึงขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัยให้กับ นางสาวโสภา ธนาเขต จักเป็นพระคุณยิ่งและขอแสดงความขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย)
คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
โทร. ๐ ๒๖๖๕ ๓๗๗๗ ต่อ ๕๒๓๖
โทรสาร ๐ ๒๖๖๕ ๓๘๐๐
หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อนักศึกษา . หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘ ๙๖๔๖ ๖๒๐๕

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

ที่ ศธ ๐๕๘๑.๐๓/๑๗๐๖ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
๑๖๘ ถนนศรีอยุธยา เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๑๕ มิถุนายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.ธนภพ โสตรโยม

ด้วยนางสาวโสภา ธนาเขต รหัสประจำตัวนักศึกษา ๑๒๕๘๗๐๗๐๓๕๑๗-๙ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต เลือกเรียนแผน ก แบบ ก๒ กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมใบขลู่ โดยมี ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ พิจารณาเห็นว่าท่าน เป็นผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญและคุณสมบัติเหมาะสม จึงขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัยให้กับ นางสาวโสภา ธนาเขต จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอแสดงความขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย)
คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
โทร. ๐ ๒๖๖๕ ๓๗๗๗ ต่อ ๕๒๓๖
โทรสาร ๐ ๒๖๖๕ ๓๘๐๐
หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อนักศึกษา หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘ ๙๖๔๖ ๖๒๐๕

ภาคผนวก จ
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

THAI COMMUNITY PRODUCT STANDARD

มผช.107/2554

ข้าวเกรียบ

CRISPY SNACK, KHAOGRIAB

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม ICS 67.040 ISBN 978-616-231-175-8

ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ฉบับที่ 1654 (พ.ศ. 2554)
เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ข้าวเกรียบ

.....

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ข้าวเกรียบ มาตรฐานเลขที่ มผช.107/2546 และคณะอนุกรรมการพิจารณามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คณะที่ 1 มีมติในการประชุมครั้งที่ 21-1/2554เมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ.2554 และครั้งที่ 22-2/2554 เมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ.2554 ให้ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ข้าวเกรียบ มาตรฐานเลขที่ มผช.107/2546 และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ข้าวเกรียบ ขึ้นใหม่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจึงออกประกาศยกเลิกประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ 113 (พ.ศ. 2546) ลงวันที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ข้าวเกรียบ มาตรฐานเลขที่ มผช.107/2554 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลบังคับใช้นับแต่วันที่ประกาศ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2554

นายชัยยง กฤตผลชัย

เลขาธิการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ข้าวเกรียบ

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมข้าวเกรียบชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภคและชนิดข้าวเกรียบดิบที่ต้องนำไปทอดก่อนบริโภค ที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ข้าวเกรียบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้งผสมเครื่องปรุงรส อาจมีส่วนประกอบของเนื้อสัตว์ผัก หรือผลไม้ เช่น ปลา กุ้ง ฟักทอง เผือก งาดำ งาขาว ผสมให้เข้ากัน แล้วทำให้เป็นรูปทรงตามต้องการ นึ่งให้สุก ตัดให้เป็นแผ่นบางๆ หรือรูปทรงตามต้องการ ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น อาจทอดก่อนบรรจุหรือไม่ก็ได้

3. ชนิด

3.1 ข้าวเกรียบ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

3.1.1 ชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค

3.1.2 ชนิดข้าวเกรียบ

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ลักษณะทั่วไป

4.1.1 ชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค

ต้องกรอบ มีการพองตัวดีและสม่ำเสมอ อาจแตกหักได้เล็กน้อย

4.1.2 ชนิดข้าวเกรียบดิบ

ต้องแห้ง ไม่เกาะติดกัน อาจแตกหักได้เล็กน้อย การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

4.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส (เฉพาะชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค)ต้องกรอบ ไม่เหนียวหรือแข็ง กระด้างการทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและชิม

4.3 สีต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเกรียบ สม่ำเสมอ ไม่ไหม้เกรียม

4.4 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเกรียบ ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 9.1 แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

4.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

4.6 ความชื้น

4.6.1 ชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค ต้องไม่เกินร้อยละ 4.0 โดยน้ำหนัก

4.6.2 ชนิดข้าวเกรียบดิบ ต้องไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4.7 ค่าเพอร์ออกไซด์ (เฉพาะชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค)ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัมการทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4.8 วัตถุเจือปนอาหาร

4.8.1 ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

4.8.2 ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด เว้นแต่กรณีที่ติดมากับวัตถุดิบให้เป็นไปตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนดการทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4.9 จุลินทรีย์

4.9.1 ชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค

4.9.1.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^{6} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.9.1.2 ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

4.9.1.3 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.9.1.4 บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 1×10^{3} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.9.1.5 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน 1×10^{3} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.9.1.6 เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.9.1.7 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4.9.2 ชนิดข้าวเกรียบดิบ

4.9.2.1 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.9.2.2 บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 1×10^{3} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.9.2.3 เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 100 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.9.2.4 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 500 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

5 สุขลักษณะ

5.1 สุขลักษณะในการทำข้าวเกรียบ ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

6 การบรรจุ

6.1 ให้บรรจุข้าวเกรียบในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท สามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 น้ำหนักสุทธิของข้าวเกรียบในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

7 เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่ภาชนะบรรจุข้าวเกรียบทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

7.1.1 ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.) อาจตามด้วยชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ข้าวเกรียบกุ้งดิบ ข้าวเกรียบปลา ข้าวเกรียบฟักทอง

7.1.2 ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย

7.1.3 น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม

7.1.4 วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

7.1.5 ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท

7.1.6 เลขสาระบบอาหาร (เฉพาะชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค)

7.1.7 ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ข้าวเกรียบชนิดเดียวกันที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

8.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป ลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่นรสสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.1 ถึงข้อ 4.5 ข้อ 6. และข้อ 7. จึงจะถือว่าข้าวเกรียบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้น ค่าเพอร์ออกไซด์ และวัตถุเจือปนอาหารให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่ม

จากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ4.6 ถึงข้อ 4.8 จึงจะถือว่าข้าวเกรียบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด8.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มี น้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.9 จึงจะถือว่าข้าวเกรียบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างข้าวเกรียบต้องเป็นไปตามข้อ 8.2.1 ข้อ 8.2.2 และข้อ 8.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าข้าวเกรียบรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

9. การทดสอบ

9.1 การทดสอบสีและกลิ่นรส

9.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบข้าวเกรียบ 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

9.1.2 วางตัวอย่างข้าวเกรียบลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบสีโดยการตรวจพินิจและชิม ในกรณีข้าวเกรียบดิบให้นำไปทอดในน้ำมันที่ร้อนจนพองแล้วตรวจสอบกลิ่นรสโดยการชิม

9.1.4 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสีและกลิ่นรส
(ข้อ 9.1.4)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของข้าวเกรียบ สม่ำเสมอ ไม่ไหม้เกรียม	3
	สีพอใช้ใกล้เคียงกับสีตามธรรมชาติของข้าวเกรียบ	2
	สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	1
กลิ่น รส	กลิ่นรสดีตามธรรมชาติของข้าวเกรียบ	3
	กลิ่นรสพอใช้ใกล้เคียงกับกลิ่นรสตามธรรมชาติของข้าวเกรียบ	2
	กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม	1

ภาคผนวก ก.
สุขลักษณะ
(ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขัง แฉะ และสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน สำหรับวัตถุดิบ วัสดุบรรจุ ผลิตภัณฑ์รอการบรรจุ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขาซึ่งเปิดสู่บริเวณทำโดยตรง ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.1.2.4 ห้องสุขา อ่างล้างมือมีจำนวนเหมาะสม มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับทำความสะอาดหรือฆ่าเชื้อโรค

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด ก่อนและหลังการใช้งานต้องทำความสะอาดเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง และเก็บไว้ในที่เหมาะสม

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ ต้องสะอาด มีคุณภาพดี ได้จากแหล่งที่เชื่อถือได้ ปลอดภัย จัดเก็บในภาชนะสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนได้ แยกเก็บเป็นสัดส่วน

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.3.3 เครื่องชั่งที่ใช้ต้องตรวจสอบได้เที่ยงตรง

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผงในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีวิธีการป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยง เช่น สุนัข แมว เข้าไปในบริเวณที่ทำ

ก.4.4 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.4.5 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ก.5.1 ผู้ทำทุกคน ต้องมีสุขภาพดีทั้งร่างกายและจิตใจ รักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ก.5.2 ผู้ทำทุกคน ต้องไม่กระทำการใดๆ ที่ไม่ถูกสุขลักษณะในสถานที่ทำ เช่น รับประทานอาหาร สูบบุหรี่

ภาคผนวก ฉ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. – ธ.ก.ส.

มก.- ธ.ก.ส. 008/2550

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. – ธ.ก.ส.

ข้าวเกรียบ

1.ขอบข่าย

1.1 มาตฐานผลิตภัณฑ์ มก. – ธ.ก.ส. นี้ครอบคลุมข้าวเกรียบพร้อมบริโภค และข้าวเกรียบดิบที่ต้องนำไปทอดก่อนบริโภค

2.บทนิยาม

2.1 ข้าวเกรียบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก อาจมีส่วนประกอบของเนื้อสัตว์หรือผัก หรือผลไม้ เช่น ปลา กุ้ง ฟักทอง เผือก มันเทศ งาดำ งาขาว ขนุน มะละกอ สับปะรด บดผสมให้เข้ากับเครื่องปรุงรส แล้วทำให้เป็นรูปทรงตามต้องการ นึ่งให้สุก ตัดให้เป็นแผ่นบางๆ นำไปทำให้แห้งด้วยแสงแดดหรือวิธีอื่นที่เหมาะสม อาจทอดก่อนบรรจุหรือไม่ก็ได้

3.ชนิด

3.1 ข้าวเกรียบ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

3.1.1 ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป หรือข้าวเกรียบดิบ หมายถึง ข้าวเกรียบที่ยังไม่ได้ทอด

3.1.2 ข้าวเกรียบพร้อมบริโภค หมายถึง ข้าวเกรียบที่ทอดแล้ว พร้อมที่จะรับประทาน

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ลักษณะทั่วไป

4.1.1 ข้าวเกรียบดิบ ต้องเป็นแผ่นบาง กรอบ อาจแตกหักได้เล็กน้อย

4.1.2 ข้าวเกรียบพร้อมบริโภค ต้องเป็นแผ่นบางกรอบ มีการพองตัวดีและสม่ำเสมอ ไม่มีชิ้นที่ไหม้เกรียม อาจแตกหักได้เล็กน้อย

4.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ และสม่ำเสมอ

4.3 กลิ่นรส

ต้องมีรสเฉพาะของส่วนประกอบที่ใช่ และปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืนเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

4.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ชิ้นส่วนหรือปฏิกูลจากมนุษย์หรือสัตว์ ดิน ทราย กรวด

4.5 ความชื้น

4.5.1 ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปหรือข้าวเกรียบดิบ มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก

4.5.2 ข้าวเกรียบพร้อมบริโภค มีความชื่นไม่เกินร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก

4.6 วัตถุเจือปนอาหาร

4.6.1 ห้ามใช้วัตถุกันเสีย และสีผสมอาหารทุกชนิด

4.6.2 บิวทิเลเตดไฮดรอกซีอะนีโซล และบิวทิเลเตดไฮดรอกซีโทลูอีน อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันต้องไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.7 จุลินทรีย์

4.7.1 ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป (ข้าวเกรียบดิบ)

4.7.1.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 1X10 2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.7.1.2 เชื้อราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.7.2 ข้าวเกรียบพร้อมบริโภค

4.7.2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน1X10 2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.7.2.2 เชื้อราไม่เกิน 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 41 กรัม

5. สุขลักษณะ

5.1 สุขลักษณะในการผลิตข้าวเกรียบให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

6. การบรรจุ

6.1 ให้บรรจุข้าวเกรียบในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ผนึกได้เรียบร้อย สามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

6.2 น้ำหนักสุทธิของข้าวเกรียบในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่ภาชนะบรรจุข้าวเกรียบทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลขอักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- ชื่อผลิตภัณฑ์ เช่น ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลา ข้าวเกรียบฟักทอง ข้าวเกรียบเผือก
- น้ำหนักสุทธิ
- วัน เดือน ปี ที่ผลิต และ วัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
- ชื่อผู้ผลิตหรือสถานที่ผลิต พร้อมสถานที่ตั้ง

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

8.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ข้าวเกรียบชนิดเดียวกันที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ผลิตโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดดังต่อไปนี้

8.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.4 ข้อ5 และข้อ 6 จึงจะถือว่าข้าวเกรียบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สีและกลิ่น ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.1 ถึง ข้อ 4.3 จึงจะถือว่าข้าวเกรียบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้น ค่าเพอร์ออกไซด์ วัตถุเจือปนอาหาร และจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 หน่วยภาชนะบรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.5 ถึง ข้อ 4.7 จึงจะถือว่าข้าวเกรียบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.3 เกณฑ์การตัดสิน

ตัวอย่างข้าวเกรียบต้องเป็นไปตามข้อ 8.2.1 ข้อ 8.2.2 และข้อ 8.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าข้าวเกรียบรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานภายใต้เครื่องหมาย มก. – ธ.ก.ส.

9. การทดสอบ

9.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส

9.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบข้าวเกรียบอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

9.1.2 วางตัวอย่างข้าวเกรียบลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิมในกรณีข้าวเกรียบดิบให้นำตัวอย่างไปทอดในน้ำมันที่ร้อนจนพองกรอบแล้วชิม

9.1.3 เกณฑ์การให้คะแนนทางประสาทสัมผัส ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

9.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

9.3 การทดสอบ ความชื้นและวัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

9.4 การทดสอบจุลินทรีย์ ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

9.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ตารางที่ ก เกณฑ์การให้คะแนนทางประสาทสัมผัส

ลักษณะที่ตรวจ	เกณฑ์การตรวจสอบ	ระดับคะแนนที่ได้			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ข้าวเกรียบดิบต้องเป็นแผ่นบางกรอบ อาจแตกหักได้เล็กน้อย ข้าวเกรียบพร้อมบริโภค ต้องเป็นแผ่นบาง กรอบ มีการพองตัวดีและสม่ำเสมอ ไม่มีชิ้นที่ไหม้เกรียม อาจ แตกหักได้เล็กน้อย	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ และสม่ำเสมอ	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นเฉพาะของส่วนประกอบที่ใช้และปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืน	4	3	2	1

ภาคผนวก ก

สุขลักษณะ

(ข้อ 5)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ผลิต

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบสะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ผลิตมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงานโดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาพนัง และเพดานของอาคารที่ผลิต ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ผลิตออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ผลิต

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3 การควบคุมกระบวนการผลิต

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการผลิต สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.3.2 การผลิต การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสมเพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับส่งสู่ผลิตภัณฑ์

ก.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนสัมผัสข้าวเกรียบ

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นางสาวโสภา ธนาเขต
วัน เดือน ปี เกิด 28 มีนาคม 2517
ภูมิลำเนา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
คหกรรมศาสตรบัณฑิต (คศ.บ)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครใต้	2542
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครใต้	2540
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคชุมพร จ.ชุมพร	2536

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน
ตำแหน่งหัวหน้าแผนกโภชนาการ วชิราวุธวิทยาลัย (1 ตุลาคม 2553 - 30 มีนาคม 2560)
ตำแหน่งโภชนากร วชิราวุธวิทยาลัย (1 เมษายน 2560 ถึงบัจจุบัน)
วชิราวุธวิทยาลัย 197 ถ.ราชวิถี เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300