

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตและพัฒนาขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ
WAXY CORN SNACK SUPPLEMENTED SESAME PRODUCTION AND
DEVELOPMENT



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2546

ช.พ.

217831

2546

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 51215

วัน,เดือน,ปี- 7...0...2547

11783160
.b.....
ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้...
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2546

ชื่อเรื่อง การผลิตและพัฒนาขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ
Waxy Corn Snack Supplemented Sesame Production and Development

ชื่อ-สกุล นางสาวเบญจพร พรานชู

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** วิศวกรรมเกษตร

คณะ วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา บุนนาค
อาจารย์ปิยะนารถ จันทร์เล็ก

บทคัดย่อ

ข้าวโพดข้าวเหนียวเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และมีมากในท้องถิ่น อีกทั้งยังหาซื้อได้ง่ายราคาถูก และสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด จึงได้นำมาศึกษาทดลองในครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ และเพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ ผลที่ได้จากการทดลองนำข้าวโพดข้าวเหนียวและงาดำผลิตเป็นขนมอบกรอบ โดยใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียวที่แตกต่างกันคือ 0 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด แล้วนำตัวอย่างไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสการยอมรับของผู้บริโภค ทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน พบว่าผู้บริโภครยอมรับขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 % มากที่สุด ซึ่งมีลักษณะ สีครีมเข้ม มีกลิ่นเนยสด รสชาติหวานมัน และเนื้อสัมผัสกรอบ นอกจากนี้ยังพบว่าขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์ นั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางด้าน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมกับขนมอบกรอบที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ให้การช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านผู้จัดทำขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา นูนนาค และอาจารย์ปิยะนารด จันทร์เล็ก ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่สละเวลาอันมีค่า และกรุณาให้คำปรึกษาและช่วยเหลือแก้ไขสิ่งบกพร่องต่างๆ รวมทั้งให้คำแนะนำในการจัดทำปัญหาพิเศษจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ความดีและประโยชน์จากปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคน ที่ได้ให้การสนับสนุน ในด้านทุนทรัพย์ และให้กำลังใจตลอดมา รวมทั้งอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน

เบญจพร พรานชู
มีนาคม 2547

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ข้าวโพด.....	4
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	4
2.1.2 การจำแนกข้าวโพด.....	7
2.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพด.....	8
2.1.4 ความสำคัญทางอุตสาหกรรมของข้าวโพด.....	10
2.1.5 ประโยชน์ของข้าวโพดและคุณค่าทางโภชนาการ.....	10
2.2 อาหารขบเคี้ยว หรือ ขนมอบกรอบ.....	12
2.2.1 พัฒนาการและความหมายของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว.....	12
2.2.2 ความสำคัญของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในเชิงธุรกิจ.....	15
2.2.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว.....	17
2.2.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต.....	19
2.3 งา.....	25
2.3.1 คุณลักษณะของงา.....	25
2.3.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.3.3 ชนิดและพันธุ์งา.....	27
2.3.4 งาคำ.....	27
2.3.5 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงา.....	28
2.3.6 การใช้ประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการ.....	29
บทที่ 3 อุปกรณ์ และ วิธีการ.....	31
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	31
3.2 วิธีการ.....	32
3.3 สถานที่ทำการวิจัย.....	36
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	36
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	37
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	45
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	45
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	45
บรรณานุกรม.....	47
ภาคผนวก.....	49
ภาคผนวก ก.....	50
ภาคผนวก ข.....	51

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของธัญชาติ (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง).....	9
2	ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวโพด.....	9
3	แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพด.....	11
4	องค์ประกอบเคมีของแป้งชนิดต่างๆ.....	21
5	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงาคั่ว.....	28
6	ปริมาณสารอาหารของงาคั่วใน 100 กรัม.....	29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขนมอบกรอบสูตรมาตรฐาน.....	51
2	ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำโดยใช้ปริมาณข้าวโพด 40 %.....	51
3	ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำโดยใช้ปริมาณข้าวโพด 50 %.....	52
4	ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำโดยใช้ปริมาณข้าวโพด 60 %.....	52
5	ขนมอบกรอบทั้ง 4 ตัวอย่าง.....	53



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ขนมอบกรอบ เป็นสินค้าประเภทอาหารขบเคี้ยวซึ่งมีการพัฒนา รูปแบบและรสชาติใหม่ๆ ออกสู่ตลาดอยู่ตลอดเวลา เพื่อขยายฐานทางการตลาดให้กว้างขวางขึ้นเนื่องจากสภาพการแข่งขันในปัจจุบันที่รุนแรง ซึ่งนับว่าเป็นข้อดีที่จะทำให้สินค้ามีความหลากหลายเสนอเป็นทางเลือกแก่ผู้บริโภคขนมอบกรอบซึ่งจัดเป็นขนมขึ้นรูป ได้แก่ ขนมอบกรอบที่ผลิตจากวัตถุดิบประเภทแป้ง เช่น แป้งข้าวโพด และส่วนผสมอื่น มีการขึ้นรูปเพื่อให้มีรูปร่างต่างๆ กัน (<http://www.scb.co.th/~scbri/mkthai/mk00q2t.html>)

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับสามของโลกรองจากข้าวสาลี และข้าว ข้าวโพดใช้ประโยชน์เป็นอาหารมนุษย์และสัตว์ เมล็ดข้าวโพดสามารถใช้เป็นอาหารของมนุษย์ ประชากรในหลายประเทศนำเมล็ดข้าวโพดมาทำเป็นอาหารรับประทานโดยตรงเหมือนกับการรับประทานข้าว เช่น ทำเป็นขนมปัง โรตีส สำหรับฝึกศคนามาต้ม ปิ้ง หรือใช้ทำขนม ส่วนเมล็ดข้าวโพดสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างกว้างขวางทั้งด้านอาหาร เช่น แป้ง น้ำมัน น้ำตาล น้ำเชื่อม น้ำส้ม อาหารกระป๋อง และอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น แอลกอฮอล์ พลาสติก ฟิล์ม เครื่องเคลือบ พรหมน้ำมัน สารเหนียว กระจกยา เสื้อผ้า และในปัจจุบันการผลิตน้ำเชื่อมจากข้าวโพดที่เรียกกันว่า high fructose corn syrup ได้นำมาใช้ในการปรุงอาหารและเครื่องดื่มอย่างกว้างขวาง (ไสว พงษ์เก่า, 2534ก : 171) ข้าวโพดมีสารอาหารสำคัญหลายชนิดด้วยกัน เช่น วิตามินเอ ฟอสฟอรัส และวิตามินซี แคลเซียม ช่วยลดความชรา และส่งเสริมสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง ช่วยบำรุงผิวพรรณ และปรับความสมดุลของร่างกาย ส่งผลให้ อารมณ์ดี บำรุงสายตา เสริมสร้างกระดูกและฟัน เสริมสร้างเนื้อเยื่อ ช่วยในเรื่องคอเลสเตอรอลและการย่อยอาหาร นอกจากนี้พบว่าข้าวโพดมีแคลอรีและไขมันต่ำ เมื่อรับประทานข้าวโพดแล้วไม่ทำให้น้ำหนักหรือไขมันเพิ่ม (อกท. กาญจนบุรี, 2544 : 8)

งานเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่ง มีเมล็ดเล็กๆ สีขาว สีดำ หรือสีแดง ใช้ปรุงอาหารหรือสกัดน้ำมัน มีการใช้เมล็ดและน้ำมันงาอย่างแพร่หลาย ในประเทศไทยใช้งาในขนมไทยหลายชนิด นอกจากนี้ยังใช้งาโรยหน้าขนมต่างๆ เช่น ทองม้วน งามัด ถั่วตัด และกระยาสาทร (ไสว พงษ์เก่า, 2534 : 878) แร่ธาตุที่สำคัญในเมล็ดงาคือ ธาตุเหล็ก ไอโอดีน สังกะสี แคลเซียม ฟอสฟอรัส โดยเฉพาะแคลเซียมนั้นช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง และยังช่วยป้องกันการเกิดโรคกระดูกพรุนอีกด้วย ส่วนธาตุเหล็กก็สร้างเลือดให้สมบูรณ์ งายังช่วยแก้ปัญหาระบบประสาท นอนไม่หลับ อ่อนเปลี้ยเพลียแรง เป็นเหน็บชา ปวดตามเส้นตามตัว เพราะในงามีวิตามินบีอยู่มากมาย แล้วยังมีไบโอติน โคลีน ไอโนสิตอล กรด-พาราอะมิโนเบนโซอิก ซึ่งมีฤทธิ์บำรุงประสาททั้งสิ้น งาสามารถช่วยชลอความแก่เพราะมีกรดไขมันไลโนเลอิก ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโต ทำให้ผมดำสลวยเป็นเงางาม ผิวพรรณชุ่มชื้น อีกทั้งในงายังมีสารที่ช่วยต่อต้านมะเร็ง (อิสระ ชูศรี, 2541 : 17)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ธุรกิจขนมอบกรอบกำลังขยายฐานการตลาดให้กว้างขึ้น เพื่อผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน ซึ่งยังมีการเสริมสารอาหารเพื่อสุขภาพ และผู้บริโภคนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากวัตถุดิบตามธรรมชาติ ทั้งนี้พบว่างานนี้มีคุณค่าทางอาหารสูง ช่วยบำรุงสุขภาพได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังเป็นการใช้ข้าวโพดข้าวเหนียวซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นจำนวนมากให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้นด้วย ปัญหาพิเศษเรื่องนี้จึงได้ทำการศึกษาทดลองเกี่ยวกับการพัฒนาขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ด้วยวิธี hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่เพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร
2. เพิ่มมูลค่าของข้าวโพดข้าวเหนียวให้สูงขึ้น
3. ได้อาหารประเภทขนมอบกรอบที่มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าวโพด (corn)

ข้าวโพดเป็นพืชที่สำคัญพืชหนึ่งของโลกไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าข้าวสาลีและข้าว เนื่องจากข้าวโพดเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนจึงเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์และอาหารมนุษย์นอกจากนี้ยังนำข้าวโพดมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ อีกมากมาย เช่น ทำแป้ง น้ำมัน สบู่ สีทาบ้าน ก่ออิฐยาสูบ เครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ เป็นต้น (ประภา ศรีพิจิตต์, 2527 : 43)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ข้าวโพดเป็นพืชในตระกูล Family Gramineae อยู่ในวงศ์ Tribe Maydeae พืชในเผ่านี้มีลักษณะสำคัญคือมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกกันแต่อยู่ภายในต้นเดียวกัน เผ่า Maydeae ประกอบด้วย 8 สกุล (genus) คือ Cox, Schlerchne, polytocchinonachne, Trilobachne, Zea, Tripeacum (gamgrass) และ Euchlaena (teosinte) 5 สกุลแรกเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย ส่วน สกุลหลังมีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา ข้าวโพดจัดอยู่ในสกุล Zea และ ชนิด (species may) (เกษม สุขสถานและคณะ, 2533 : 44)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพดมีดังต่อไปนี้

ราก ข้าวโพดมีระบบรากแบบ Fiber root เมื่อเมล็ดงอก รากอันแรกที่ยื่นออกมาจาก Radicie เรียกว่า Primary root ซึ่งจะแตกแขนงให้ Lateral root ต่อมาจากรากที่เรียกว่า Seminal root เกิดขึ้นบริเวณ Scutallr node ของต้นอ่อนจำนวน 3-5 ราก รากเหล่านี้จะทำมุมกับผิวดินประมาณ 25-30 องศา รากสองชนิดนี้ทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารจากดินมาเลี้ยงต้นอ่อนในระหว่าง 2-3 สัปดาห์หลังงอก และรากเหล่านี้จะตายไป

ลำต้น เรียกว่า Culm หรือ Stalk ความสูงของลำต้นจะมีตั้งแต่ 30 เซนติเมตร จนถึง 7.5 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5-5 เซนติเมตร รูปร่างของลำต้นตรงและค่อนข้างกลมแต่จะเรียวเล็กขึ้นไปทางยอด ประกอบด้วยข้อ (node) และปล้อง

(internode) ปล้องแรกของข้าวโพดซึ่งอยู่ระหว่าง scutallr node และ coleptilamode เรียกว่า mesocotyl นี้จะยึดตัวอย่างในระยะแรกของการงอกเพื่อส่ง plumule ซึ่งมี coleoptile หุ้มอยู่ขึ้นมาเหนือระดับผิวดินปล้องที่อยู่ส่วน โคนของลำต้นมีขนาดสั้นกว่าปล้องที่อยู่ถัดไปปล้องที่ยาวที่สุดคือปล้องที่เกิดเป็นช่อดอกตัวผู้ นอกจากนี้ปล้องที่อยู่ส่วนล่างๆ ของลำต้นมักจะ เป็นร่อง (groove) ทุกมุมใบหรือที่ฐานของปล้องทุกปล้องยกเว้นปล้องสุดท้ายจะมีตาอยู่ 1 ตา ตาที่อยู่ใต้ดินจะเจริญเป็นหน่อ (tiller) ส่วนตาที่อยู่เหนือดินจะเจริญเป็นฝัก (ear shoot) (กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์, 2528 : 60)

ใบ มีลักษณะคล้ายใบพวกพืชตระกูลหญ้าทั่วไป คือประกอบด้วยดัด ใบ กาบใบ หูใบหรือ แผ่นใบ มีเยื่อเกี่ยวพันน้ำ (ligule) และเขี้ยวใบ (auricle) ลักษณะของใบ ข้าวโพดก็มีแตกต่างกันไปมากมายแล้วแต่พันธุ์ จำนวนใบก็เช่นเดียวกัน มีตั้งแต่ 8-48 ใบ พวกที่มีอายุสั้นจะมีจำนวนใบน้อยกว่าพวกที่มีอายุยาว ใบทำหน้าที่ปรุงอาหารและเป็นที่ระเหยของน้ำ เมื่อข้าวโพดกระทบแล้งใบจะม้วนขอบขึ้นด้านบนเพื่อลดการระเหยของน้ำให้น้อยลง

ดอก มี 2 ชนิด คือ ดอกตัวผู้จะเกิดที่ปลายยอดของลำต้น และดอกตัวเมียเกิด จากตาที่ซีกตามุมใบล่างๆ ช่อดอกตัวผู้เรียกว่า ทาสเซล (tassel) เป็นช่อแบบพานิกิล ส่วน ช่อดอกตัวเมียเรียกว่า เอียร์ (ear) เป็นช่อดอกชนิดสไปค์ จะมีก้านเกสรตัวเมียหรือไหมข้าวโพด (style) ที่ยาวขึ้นมาเพื่อรับการผสมเกสรข้าวโพดมีดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียอยู่แยกกัน แต่อยู่ใน ลำต้นเดียวกัน (monoecious) ดอกตัวผู้รวมกันอยู่เป็นช่อ เรียกว่าช่อดอกตัวผู้ (tassel) และอยู่ตอน บนสุดของลำต้น กลีบกรมักเรียกว่า “ดอกหั่ว” ดอกตัวผู้ดอกหนึ่งจะมีอับเกสร (anther) 3 อับ แต่ละอับยาวประมาณ 6 มิลลิเมตร และมีเรณูเกสร (pollen grain) ประมาณอับละ 2,500 เมล็ด ช่อดอกตัวผู้ของข้าวโพดธรรมดา 1 ต้นอาจจะผลิตละอองเกสรได้ถึง 25,000,000 เกสร หรือเฉลี่ย แล้วมีละอองเกสรมากกว่า 25,000 เกสรที่จะไปผสมเมล็ดบนฝักซึ่งมีเมล็ดประมาณ 800-1,000 เมล็ด การสกัดละอองเกสรจะเริ่มขึ้นก่อนการออกไหม 1-3 วัน บนข้าวโพดต้นเดียวกันการบาน ของดอกตัวผู้จะอยู่ติดต่อกันไปหลายวันหลังจากที่ไหมโผล่ออกจากฝัก อากาศที่ร้อนและแห้งแล้ง หรือลมแรงจะช่วยเร่งการสกัดละอองเกสรให้หมดเร็วขึ้น

ส่วนเกสรตัวเมียนั้น อยู่รวมกันเป็นช่อหรือฝักตอนซีกกลางๆ ลำต้น ดอกตัวเมีย แต่ละดอกประกอบด้วยรังไข่ (ovary) และเส้นไหม (silk หรือ style) ซึ่งมีความยาวประมาณ 5-15 เซนติเมตร และยื่นปลายโผล่ออกไปรวมกันเป็นกระจุกอยู่ตรงปลายช่อดอกซึ่งมีเปลือกหุ้มอยู่ และพร้อมที่จะผสมพันธุ์ทันทีที่งอกพ้นเปลือก เส้นไหมนี้จะมีลักษณะเป็นยางเหนียวๆ สำหรับ คอยรับละอองเกสรที่ปลิวมาสัมผัสเพื่อผสมเข้ากับไข่ และจะจับละอองเกสรได้ตลอดความยาวของ เส้นไหม และจะมีลักษณะดังนี้ประมาณ 2 สัปดาห์ ต่อจากนั้นก็ค่อยๆ แห้งตายไป เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังไข่ได้รับการผสมจากละอองเกสร และรังไข่ก็เติบโตเป็นเมล็ด ซ่อดอกตัวเมียที่ได้รับการผสมแล้วนี้เรียกว่าฝัก (ear) ข้าวโพดต้นหนึ่งอาจมีมากกว่า 1 ฝักขึ้นไป และฝักหนึ่งอาจมีมากถึง 1,000 เมล็ดหรือกว่านั้น แกนกลางของฝักเรียกว่าซัง (cob) (กรมวิชาการเกษตร, 2524 : 17)

ผลและเมล็ด ผลและเมล็ดข้าวโพดเรียกว่า caryopsis เช่นเดียวกับเมล็ดข้าว เมื่อดอกตัวเมียได้รับการผสมจะเจริญเป็นเมล็ด ภายหลังกการผสมเกสร 45 วัน เมล็ดจะหยุดการเจริญเติบโต รูปร่างของเมล็ดขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของเมล็ดบนฝัก เมล็ดที่อยู่ส่วนปลายและส่วนโคนจะมีลักษณะค่อนข้างกลม ส่วนเมล็ดที่อยู่ตรงกลางมักจะแบนและมีเหลี่ยม มีมุมที่ฐานของ pedicel จะพบเนื้อเยื่อสีดำเรียกว่า black layer ซึ่งจะปรากฏให้เห็นเมื่อเมล็ดแก่

ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวโพด

1. Pericarp เป็นเยื่อบางๆ หุ้มเมล็ด ไม่มีสี ที่ส่วนยอดของเมล็ดจะมีรอยอันเกิดจากเส้นไหมที่แห้งและหลุดร่วงไปเรียกว่า silk scar
2. Testa หรือ True seed coat เป็นชั้นที่อยู่ใต้ pericarp testa และ pericarp รวมกันเรียกว่า hull มีองค์ประกอบเป็นพวก cellulose และ hemicellulose เป็นส่วนใหญ่
3. Aleurone layer เป็นเยื่อบางๆ ที่อยู่ใต้ testa และหุ้มส่วนของ endosperm ทั้งหมด ไม่มีสีจึงยากแก่การสังเกตหรือแยกออกจาก testa หรือ pericarp มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับการงอกของเมล็ด เพราะเป็นที่สังเคราะห์ enzyme สำคัญๆ ที่ใช้ย่อยอาหารใน endosperm
4. Endosperm เป็นส่วนที่เก็บสะสมอาหารของเมล็ด มีสีต่างๆ เช่น เหลืองหรือขาว อาหารที่เก็บสะสมใน endosperm ส่วนใหญ่เป็นแป้งซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ
 - 4.1 แป้งอ่อน (soft starch) เป็นแป้งซึ่งรวมกันอยู่อย่างหลวมๆ โดยมากพบที่ส่วนบนหรือส่วนกลางของเมล็ด มีสีขาวขุ่น
 - 4.2 แป้งแข็ง (hard starch) เป็นแป้งซึ่งอยู่รวมกันแน่น พบที่ด้านข้างและด้านบนเมล็ด มีลักษณะค่อนข้างใส
5. Embryo ส่วนนี้มีลักษณะเป็นมัน (oily portion) อยู่ค่อนข้างด้านล่างของเมล็ด โดยฝังตัวอยู่ทางด้านหนึ่งของ endosperm ประกอบด้วยแกนกลาง (central axis) ปลายข้างหนึ่งคือ radicle ซึ่งมี coleorhiza หุ้มอยู่ไปทางด้าน pedicel อีกด้านหนึ่งเป็นส่วนของ stem tip ซึ่งมีใบอ่อน (embryonic leaves) ประมาณ 5 ใบม้วนติดกันเป็นกรวยและมี coleoptile หุ้ม ด้านข้างของแกนกลางด้านติดกับ endosperm จะพบ scutellum (cotyledon)

2.1.2 การจำแนกข้าวโพดตามลักษณะของ endosperm และ glume ได้ 7 ชนิดดังนี้

ข้าวโพดไร่ชนิดหัวแข็ง Flint corn (*Zea mays indurata*) ข้าวโพดชนิดนี้มี hard starch อยู่รอบนอก ส่วน soft starch ที่อยู่ตอนกลางเมล็ดนั้นจะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ การที่ข้าวโพดชนิดนี้มีส่วนของ hard starch มากและอยู่รอบนอกจึงทำให้เมล็ดแข็งมาก เมล็ดจะไม่นุ่มเมื่อแห้ง แต่จะเรียบและกลม

ข้าวโพดไร่ชนิดหัวบุบ Dent corn (*Zea mays indentata*) เมล็ดของข้าวโพดชนิดนี้มี soft starch อยู่ส่วนบนของเมล็ด และ hard starch (horny starch หรือ corneous starch) อยู่ด้านข้างของเมล็ด เมื่อเมล็ดแห้งส่วนบนของเมล็ดจะบุบลงไปเนื่องจากการหดตัวไม่เท่ากันของ soft และ hard starch ถ้าเปอร์เซ็นต์ของ soft starch มาก เมล็ดก็จะยิ่งนุ่มมาก

ข้าวโพดหัว Pop corn (*Zea mays everta*) ข้าวโพดชนิดนี้มีลักษณะเหมือน flint corn คือมีเปอร์เซ็นต์ของ hard starch สูง แต่ขนาดของเมล็ดเล็กกว่าและมีลักษณะพิเศษอีกอย่างหนึ่งคือเมื่อเมล็ดถูกความร้อนจะเกิดความดันขึ้นภายในเมล็ดทำให้เมล็ดระเบิดออก pop corn บางพันธุ์เมื่อคั่วแล้วอาจจะมีปริมาตร เพิ่มขึ้น 25-30 เท่า Pop corn มีอยู่ 2 ชนิดคือ Rice pop corn ลักษณะเมล็ดแหลม และ Pearl pop corn ลักษณะเมล็ดกลม

ข้าวโพดแป้ง Flour corn (*Zea mays amylacea*) เมล็ดของข้าวโพดชนิดนี้ประกอบด้วย soft starch เกือบทั้งหมด มี hard starch เป็นชั้นบางๆ อยู่ด้านข้างของเมล็ด ลักษณะคล้ายกับข้าวโพดชนิด flint เมื่อแก่หรือแห้งเมล็ดจะหดตัวเท่ากันหมดจึงไม่มีรอยบุบ

ข้าวโพดหวาน Sweet corn (*Zea mays saccharata*) ข้าวโพดหวานเป็นข้าวโพดที่มีลักษณะแปรปรวนมากกว่าข้าวโพดชนิดอื่นๆ คืออาจจะเกิดมาจากข้าวโพดชนิด dent, flint หรือ flour ก็ได้ ลักษณะสำคัญของข้าวโพดหวานเมื่อแก่เมล็ดจะเหี่ยวย่น (wrinkle) ข้าวโพดชนิดนี้เมื่อมีอายุประมาณ 20 วันหลังจากออกดอกเมล็ดจะมีรสหวานกว่าข้าวโพดชนิดอื่นๆ เพราะมี recessive gene ควบคุมอยู่ซึ่งทำให้น้ำตาลเปลี่ยนไปเป็นแป้งอย่างช้าๆ

ข้าวโพดป่า Pop corn (*Zea mays tunicata*) เมล็ดของข้าวโพดชนิดนี้จะมี glume ที่เจริญเติบโตได้มากกว่าข้าวโพดชนิดอื่นๆ ห่อหุ้มอยู่ เอนโดสเปิร์มของข้าวโพดชนิดนี้อาจจะมีลักษณะเหมือนชนิดอื่นๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ข้าวโพดชนิดนี้ไม่ปลูกเป็นการค้า

ข้าวโพดข้าวเหนียว Waxy corn (*Zea mays ceratina*) เมล็ดของข้าวโพดชนิดนี้มีลักษณะขุ่นมัวทั้งเมล็ด (uniformly dull) เอนโดสเปิร์มค่อนข้างอ่อนและเป็นขี้ผึ้งแข็งของ waxy corn ประกอบด้วย อไมโลแพคติน 78 เปอร์เซ็นต์ และ อไมโลส ประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ สำหรับโมเลกุลของอไมโลสจะจับกันเป็นแบบ straight chain และมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า

อไมโลแพคตินมาก เมื่อทดสอบเอนโคสเปิร์มและละอองเกสรตัวผู้ของ waxy com กับสารละลาย potassium iodide จะเปลี่ยนเป็นสีแดงแทนที่จะเป็นสีน้ำเงินเหมือนข้าวโพดชนิดอื่นๆ (ไสว พงษ์เก่า, 2534ก : 114)

ข้าวโพดข้าวเหนียว มีลักษณะเนื้อเมล็ดเหนียวคล้ายขี้ผึ้งซึ่งเป็นแป้งที่มีลักษณะคล้ายมันสำปะหลัง นิยมปลูกเพื่อรับประทาน ผักคูกคล้ายข้าวโพดหวาน ผักสดเมื่อต้มจะมีรสหวานแม้จะไม่หวานมากแต่เมล็ดนุ่มรสอร่อยไม่ติดฟัน และเมื่อกลิ้นคล้ายข้าวเหนียว เมล็ดมีสีต่างๆ กัน เช่น เหลือง ขาว ส้ม ม่วง หรือหลายสีในฝักเดียวกัน เช่น ข้าวโพดเทียน ข้าวโพดพันธุ์ข้าวเหนียว ข้าวโพดเทียนพันธุ์เซียงตุง ตาโล่ และขอนแก่น เป็นต้น (ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์, 2539 : 121)

ข้าวโพดข้าวเหนียวเป็นข้าวโพดที่ชาวไทยได้รู้จักรับประทานผักสดกันมาช้านานปัจจุบันมีปลูกทุกภาค เช่น พันธุ์เทียน พันธุ์ข้าวเหนียว หรือพันธุ์ตาโล่ในภาคกลาง พันธุ์เทียนเซียงตุงในภาคเหนือ และพันธุ์แขนอ่อนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นต้น อายุค่อนข้างสั้น ต้นเล็ก ผักตก เปลือกหุ้มเมล็ดบาง เมื่อรับประทานจึงไม่ค่อยติดฟันเหมือนข้าวโพดหวาน จึงเป็นที่นิยมของชาวบ้านทั่วไป

ข้าวโพดข้าวเหนียวมีปลูกกันมากในสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้ทำแป้งที่มีคุณภาพคล้ายแป้งมันดั่งกล่าว กล่าวกันว่าข้าวโพดพันธุ์นี้พบครั้งแรกในประเทศจีนและขณะนี้ก็ยังมีการปลูกกันมากในแถบภาคใต้ และตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศนั้น (กรมวิชาการเกษตร, 2524 : 19)

2.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงประมาณ 71% แต่มีโปรตีนค่อนข้างต่ำประมาณ 9.5% โดยเฉลี่ยปริมาณน้ำมันเกือบทั้งหมดจะอยู่ในต้นอ่อนของเมล็ด (germ) และปริมาณโปรตีนราว 20% ของเมล็ดก็จะอยู่ในต้นอ่อน โปรตีนในต้นอ่อนจะมีคุณภาพทางอาหารสูงในขณะที่โปรตีนในส่วนอื่นๆ ของเมล็ด (endosperm) มักจะขาดอะมิโนแอซิดที่สำคัญคือ ไลซีน และทริฟโตเฟน ดังนั้นถ้าหากใช้ข้าวโพดเป็นอาหารโดยมีส่วนของต้นอ่อนอยู่ด้วย ก็จะทำให้เกิดสมดุลทางคุณค่าอาหารได้ค่อนข้างดี แต่เนื่องจากข้าวโพดมีปริมาณแป้งอยู่สูงจึงถือว่าเป็นอาหารที่ให้พลังงานและควรมีการเสริมอาหารอื่นๆ เช่น เนื้อสัตว์ ถั่ว หรือกากเมล็ดของพืชน้ำมัน (oil-seed) และควรมีการเสริมอาหารอื่นๆ ที่ให้พวกวิตามินและเกลือแร่ ซึ่งจะทำให้เป็นอาหารที่มีความสมดุลในทางคุณค่าอาหารมากขึ้น เมื่อไม่กี่ปีมานี้ได้มีการค้นพบข้าวโพดพวกโอเพค-2 ซึ่งเมล็ดจะมีลักษณะของแป้งอ่อนมีปริมาณ ไลซีนและทริฟโตเฟนสูงกว่าข้าวโพดธรรมดามากหลังจากการทดลองใช้ข้าวโพดโอเพคเล็กที่เป็นโรคขาดสารอาหาร ผลปรากฏว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พวกข้าวโพดที่มีไลซีนสูงจะมีคุณค่าทางอาหารดีกว่าข้าวโพดธรรมดา สามารถป้องกันโรคขาดอาหาร เช่น keashiorkor และ marasmus ได้เป็นอย่างดี ในปัจจุบันได้มีโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในหลายๆ ประเทศพยายามจะนำเอาลักษณะนี้ไปถ่ายทอดให้กับพันธุ์ข้าวโพดต่างๆ และข้าวโพดที่มีไลซีนสูงก็ได้มีการปลูกกันเป็นการค้าแล้วในบางประเทศเช่น บราซิล โคลัมเบีย อเมริกา เวียดนาม และรัสเซีย

องค์ประกอบทางเคมีของธัญชาติ เมล็ดที่สุกเต็มที่แล้วจะประกอบด้วยสารอาหารหลักคือ คาร์โบไฮเดรตประมาณ 77-87% โปรตีน 9-16% ไขมัน 1-5% เส้นใยหยาบ 2-10% และแร่ธาตุ 1-7% นอกจากนี้ยังมีวิตามิน เอนไซม์และสารอาหารอื่นๆ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของธัญชาติ (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)

ธัญชาติ	โปรตีน	ไขมัน	เส้นใยหยาบ	แร่ธาตุ	คาร์โบไฮเดรต
ข้าวสาลี	16.0	2.9	2.6	1.8	74.1
ข้าวบาร์เลย์	11.8	1.8	5.3	3.1	78.1
ข้าวโอ๊ต	11.6	5.2	10.4	2.9	69.8
ข้าวไรย์	13.4	1.8	2.6	2.1	80.1
ข้าวทริคเคิล	15.0	1.7	2.6	2.0	78.7
ข้าว	9.1	2.2	10.2	7.2	71.2
ข้าวโพด	11.1	4.9	2.1	1.7	80.2
ข้าวฟ่าง	12.4	3.6	2.7	1.7	79.7

ที่มา : กฤษณา สัมพันธ์รักษ์, 2528 : 60

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)

ส่วนของเมล็ด	ทั้งเมล็ด	แป้ง	โปรตีน	น้ำมัน	น้ำตาล	เถ้าถ่าน
ทั้งหมด	100	73.5	9	4.3	1.9	1.5
เอนโดสเปิร์ม	82.6	87.6	7	0.83	0.62	0.33
คัพภะ	11.1	8.0	18.3	33.5	10.5	10.6
hull	6.2	7.0	4.3	1.4	-	0.9

ที่มา : คณาจารย์ ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542 : 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ความสำคัญทางอุตสาหกรรมของข้าวโพด

ในปัจจุบันมีผู้นิยมปลูกข้าวโพด ซึ่งส่วนใหญ่จะปลูกข้าวโพดไร่หรือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กันมาก ข้าวโพดอีกชนิดหนึ่งคือ ข้าวโพดรับประทานฝักสดซึ่งปัจจุบันนิยมปลูกเพื่อบริโภค ขณะนี้กำลังเพิ่มปริมาณและความสำคัญขึ้นเรื่อยๆ ตามความนิยมของผู้บริโภคและความต้องการทางด้านตลาดอุตสาหกรรมข้าวโพดมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ Zea mays ชาวลาตินอเมริกันใช้บริโภคเป็นอาหารหลัก ชาวไทยนิยมบริโภคเป็นอาหารว่างและอาหารหวานสำหรับพันธุ์ข้าวโพดหวาน ส่วนข้าวโพดพันธุ์อื่นๆ ที่ปลูกมากและส่งไปขายต่างประเทศจะเป็นพันธุ์ที่ใช้เลี้ยงสัตว์เป็นส่วนใหญ่ นอกนั้นยังนำข้าวโพดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น สตาร์ช ไชรับ น้ำตาล เบียร์ และวิสกี เป็นต้น (กฤษฎา สัมพันธรักษ์, 2528 : 60)

2.1.5 ประโยชน์ของข้าวโพดและคุณค่าทางโภชนาการ

ในบรรดาพืชอาหารที่ปลูกกันในโลกนี้อาจกล่าวได้ว่าข้าวโพดเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์เป็นอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์ รวมทั้งเพื่อการอุตสาหกรรมได้มากกว่าพืชอื่นๆ ทุกส่วนของข้าวโพดมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ โดยส่วนที่นำมาใช้เป็นประโยชน์มากที่สุดคือเมล็ด (ไสว พงษ์เก่า, 2534ก : 170) ซึ่งประกอบด้วยเอนโดสเปิร์ม คัพพะและ hull ในสัดส่วนร้อยละ 82.6, 11.1 และ 6.2 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบภายในเมล็ด (ตารางที่ 2) พบว่าส่วนใหญ่เป็นแป้งแต่ก็มีโปรตีนและไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ในเอนโดสเปิร์มจะประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่ แต่ในคัพพะมีโปรตีนและไขมันสูง จากองค์ประกอบเคมีของเมล็ดทำให้มีการนำข้าวโพดไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง

ตารางที่ 3 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพด

สารอาหาร	ปริมาณ
P	116 gm
Fe	0.4 mg
A	435 IU
B1	0.26 mg
B2	0.15 mg
Niacin	10 mg
C	10 mg
Cal	1.88 unit
Fat	1.9 gm
CHO	39.3 gm
Fiber	1 gm
Protein	4.9 gm
Ca	4 mg
Iodine	103-133 mg
Oil	2.5 %

ที่มา : อภท. กาญจนบุรี, 2544 : 8

จากตารางที่ 3 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพด ในส่วนกินได้ 100 กรัม พบว่าข้าวโพด มีสารอาหารครบถ้วนในปริมาณที่แตกต่างกัน แต่สารอาหารสำคัญหลายชนิดที่มีจำนวนมากและช่วยเสริมและบำรุงสุขภาพเฉพาะด้าน เช่น วิตามินเอ ฟอสฟอรัส และวิตามินซี แคลเซียม ฯลฯ ตามลำดับ ซึ่งผลต่อร่างกายคือ ช่วยลดความชรา และส่งเสริมสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง ช่วยบำรุงผิวพรรณ และปรับความสมดุลของร่างกาย ส่งผลให้ อารมณ์ดี บำรุงสายตา เสริมสร้างกระดูกและฟัน เสริมสร้างเนื้อเยื่อ ช่วยดูดซึมและการย่อยอาหาร และป้องกันโรคเหน็บชา เป็นต้น นอกจากนี้พบว่าข้าวโพดมีแคลอรีและไขมันต่ำเมื่อรับประทานข้าวโพดแล้วไม่ทำให้น้ำหนักหรือไขมันเพิ่ม

การใช้ประโยชน์ของข้าวโพดอาจแบ่งได้ดังนี้

ใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากเมล็ดข้าวโพดมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักและมีโปรตีนอยู่ด้วย จึงสามารถใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ที่มีคุณภาพดีและราคาถูกด้วย ร้อยละ 72 ของเมล็ดข้าวโพดที่ผลิตได้นำไปใช้ในการผลิตอาหารเลี้ยงสัตว์เช่น วัว หมู เป็นต้น นอกจากนี้ใช้เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แล้ว ในบางประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศยุโรปจะปลูกข้าวโพดแล้วตัดทั้งต้นทำเป็น silage สำหรับเลี้ยงสัตว์

ใช้เป็นอาหารมนุษย์ เมล็ดข้าวโพดสามารถใช้เป็นอาหารมนุษย์ได้ มีประชากรในหลายประเทศที่นำเมล็ดข้าวโพดมาทำเป็นอาหารรับประทาน โดยตรงเหมือนกับที่เรารับประทานข้าว เช่น ทำเป็นขนมปัง โรตีสี หรือทำเป็นอย่างอื่น ตัวอย่างประเทศที่ประชากรใช้ข้าวโพดปรุงอาหารประจำวัน เช่น เม็กซิโก สเปน อิตาลี ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย เป็นต้น สำหรับฝักสดนำมาต้ม ปิ้ง หรือใช้ทำขนม

ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เมล็ดข้าวโพดสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างกว้างขวางทางด้านอาหาร เช่น แป้ง น้ำมัน น้ำตาล น้ำเชื่อม น้ำส้ม อาหารกระป๋อง และอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น แอลกอฮอล์ พลาสติก ฟิล์ม เครื่องเคลือบ พรมน้ำมัน สารเหนียว กระดาษ เลื่อยผ้า และในปัจจุบันการผลิตน้ำเชื่อมที่เรียกกันว่า high fructose corn syrup ได้นำมาใช้ในการปรุงอาหารและเครื่องดื่มอย่างกว้างขวาง (ไสว พงษ์เก่า, 2534ก : 170 - 171)

2.2 อาหารขบเคี้ยว หรือ ขนมอบกรอบ (Snack food)

2.2.1 พัฒนาการและความหมายของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวนับว่ามีบทบาทในวิถีการดำรงชีวิตของผู้บริโภครุ่นใหม่เป็นอย่างยิ่งดังจะเห็นได้ว่า มีการจัดวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในร้านค้าทั่วไปจำนวนมากและมีผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เข้าสู่ท้องตลาดอยู่ตลอดเวลา

เทคโนโลยีการผลิตอาหารขบเคี้ยวนับได้ว่า เป็นกระบวนการที่ประยุกต์มาจากเทคโนโลยีการผลิตอาหารประเภทอื่น การทำความเข้าใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจะไม่ยุ่งยากมากนัก หากมีความเข้าใจพื้นฐานที่ดีเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหารชนิดอื่นมาแล้ว

2.2.1.1 พัฒนาการของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว (Snack food) พัฒนามาจากอาหารที่ใช้รับประทานระหว่างมื้อที่เรียกกันว่า อาหารว่าง

การรับประทานอาหารว่างมีเหตุผลแตกต่างกันไปแต่ละคน บางคนรับประทานด้วยเคยชินที่เป็นวัฒนธรรมในครอบครัวหรือในท้องถิ่น เป็นการใช้ออกาสในการพบปะพูดคุยเพื่อเพิ่มความใกล้ชิดสนิทสนม บางคนใช้เป็นโอกาสเพื่อกิจกรรมในสังคมในการได้พบปะผู้คนในสังคมตามความจำเป็นของหน้าที่การงานหรือธุรกิจ บางคนใช้เป็นเวลาเพื่อการพักผ่อน บางคนรับประทานด้วยเหตุผลในเชิงสุขภาพ เพื่อให้ได้รับอาหารมากขึ้น เป็นต้น

อาหารใดก็ตามที่นำมารับประทานระหว่างมื้ออาหารจะเรียกว่า อาหารว่าง ดังนั้นอาหารว่างจึงมีหลากหลายชนิด โดยมากเป็นอาหารที่จัดเตรียมได้ง่ายไม่มีส่วนประกอบมากมาย และมีปริมาณการบริโภคในแต่ละครั้งไม่มาก ตัวอย่างของอาหารว่างที่นิยม เช่น ขนมปังหรือคุกกี้กับ น้ำชา ขนมเค้กกับกาแฟ แชนด์วิชขนาดเล็กกับชาหรือกาแฟ ต่อมามีการพัฒนาอาหารชนิดอื่นๆ อีกหลายชนิด เช่น น้ำผลไม้ เครื่องดื่มนมปั่น ถั่วอบ หรือทอด มันฝรั่งทอด ข้าวโพดคั่ว สำหรับอาหารไทยที่นับว่าเป็นอาหารพื้นบ้านมีหลายชนิด เช่น สาเก ไล่หนู ข้าวเกรียบปากหม้อ กระทงทอง เมี่ยงคำ ข้าวต้มมัด ข้าวเกรียบทอด ทองม้วน นางเล็ด รวมไปถึงอาหารประเภทขนมจีบ ซาลาเปา หมูสะเต๊ะ ที่ประยุกต์มาจากอาหารของชาติอื่น และประเภทที่เป็นอาหารหวาน เช่น เต้าส่วน วุ้น ตะโก้ ขนมหม้อแกง ทองหยิบฝอยทอง สังขยาฝักทอง เป็นต้น

การพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารว่างในระดับสากลกล่าวกันว่าได้เริ่มกันอย่างจริงจังเมื่อหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต พัฒนาส่วนผสมที่ใช้ปรุงรส และรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้อาหารว่างน่ารับประทานและสะดวกมากยิ่งขึ้น มีการพัฒนาและทำการผลิตแบบต่อเนื่อง (continuous process) แทนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (batch process) เพื่อช่วยให้การผลิตเป็นไปอย่างรวดเร็วและสามารถผลิตอาหารได้จำนวนมาก การพัฒนาบรรจุหีบห่อที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เก็บรักษาได้นานขึ้นและมีคุณภาพดี

เทคโนโลยีการผลิตอาหารขบเคี้ยวที่ได้นำความรู้ทางเคมีและฟิสิกส์มาพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเป็นที่ยึดกันดี คือ เทคโนโลยีของเครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์ (extruder) ที่ช่วยผลิตอาหารประเภทพองกรอบโดยมีรูปร่างและขนาดต่างๆ กัน เป็นที่นิยมแพร่หลายของผู้บริโภค

อาหารว่างหลายชนิดที่ได้พัฒนารูปแบบที่เหมาะสมจึงสามารถเข้าสู่ความต้องการของผู้บริโภคได้โดยง่ายก่อให้เกิดพฤติกรรมในการรับประทานอาหารที่ไม่เป็นเวลาที่ไม่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนยากที่กำหนดว่าเป็นอาหารว่างในช่วงเวลาใด เพราะมีการรับประทานในทุกโอกาสตามแต่ ผู้บริโภคแต่ละคนต้องการ

จากพฤติกรรมกรบริโภคอาหารจุกจิก (nibble type products) ดังกล่าว จึงทำให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากอาหารว่างที่ไว้รับประทานทั่วไปให้มีลักษณะเฉพาะ ที่สะดวกต่อการบริโภคมากขึ้นในทุกโอกาสไม่ต้องเสียเวลาจัดเตรียม การจะเรียกว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่าง อาจก่อให้เกิดความสับสน เพราะไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการบริโภค การรับประทานมิใช่รับประทานเฉพาะในเวลาอาหารว่างเท่านั้น แต่มีการรับประทานในเวลาต่างๆ กัน และยังมีอาหารว่างอื่นอีกหลายชนิดที่ยังไม่ได้พัฒนารูปแบบที่เหมาะสมที่จะจัดอยู่ในอาหารกลุ่มใหม่นี้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการเรียกผลิตภัณฑ์กลุ่มใหม่นี้ว่า “ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว”

2.2.1.2 ความหมายของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ที่ผ่านมายังไม่มีกรให้ความหมายของคำว่า “อาหารขบเคี้ยว” อย่างชัดเจน เป็นเพียงความพยายามในการที่จะจัดกลุ่มของผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ ในการใช้คำภาษาอังกฤษเมื่อกล่าวถึงผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวนิยมใช้คำว่า Snack food หรือ Snack food products มากกว่าคำว่า Snack ที่รู้จักกันดีว่าหมายถึง อาหารว่าง แต่ทั้งนี้ไม่ได้มีการตกลงที่ชัดเจน จึงยังมีการใช้คำต่างๆ เหล่านี้ปะปนกันอยู่ตลอดเวลา

เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวพัฒนามาจากอาหารว่างที่ไว้รับประทานระหว่างมือและอาหารว่างหลายชนิดที่มีรูปแบบเหมาะสมสามารถจัดเป็นกลุ่มอาหารขบเคี้ยวได้ด้วยเช่นกัน เช่น ผลิตภัณฑ์ประเภทมันฝรั่งทอด ข้าวโพดคั่ว ถั่วทอด หรือที่เป็นอาหารไทย เช่น ข้าวเกรียบ ทองม้วน เป็นต้น ส่วนอาหารว่างบางชนิดที่รูปแบบเดิมยังไม่เหมาะสม ก็ได้มีความพยายามในการพัฒนากระบวนการผลิตและรูปแบบให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น การพัฒนาขนมเค้กที่เค็มต้องผลิตใหม่ๆ ร้อนๆ มาเป็นชนิดที่สามารถเก็บรักษาได้ บรรจุในห่อขนาดเล็กที่สามารถพกติดตัวนำไปรับประทานได้ในโอกาสต่างๆ กัน หรืออาหารไทยบางชนิดที่สามารถเก็บรักษาได้นาน เช่น ข้าวเหนียวแก้ว กาลละแม เพราะมีน้ำตาลสูง ก็ได้มีการพัฒนาเรื่องบรรจุภัณฑ์และขนาดบรรจุแทนที่จะผลิตเป็นถาด ตัดแบ่งขายเป็นชิ้น ก็ผลิตสำเร็จรูปในขนาดเป็นชิ้นหรือพอกำห่อด้วยกระดาษเคลือบพลาสติก บรรจุใส่ถุงทำให้รับประทานได้ง่ายขึ้น

ดังนั้นเมื่อกล่าวถึง “อาหารว่าง” และ “อาหารขบเคี้ยว” ในความหมายของการนำมารับประทานระหว่างมือก็สามารถหมายถึงอาหารชนิดเดียวกันได้เพราะอาหารขบเคี้ยวสามารถนำมารับประทานเป็นอาหารว่างได้ แต่อาหารที่ไว้รับประทานเป็นอาหารว่างมิใช่จะจัดเป็นอาหารขบเคี้ยวได้ ต้องพิจารณารูปแบบและลักษณะของอาหารเสียก่อน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารที่รับประทานได้โดยง่าย สามารถรับประทานได้ทันทีหรือไม่ต้องเสียเวลาจัดเรียงมากนัก สะดวกในการพกติดตัวไว้รับประทานเป็นอาหารว่างหรือในโอกาสต่างๆ ตามที่ผู้บริโภคต้องการ โดยไม่มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้เป็นอาหารหลัก

2.2.2 ความสำคัญของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในเชิงธุรกิจ

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทุกวัย โดยเฉพาะวัยเด็ก วัยรุ่น วัยทำงาน เนื่องจากมีการพัฒนารูปแบบที่สอดคล้องกับความต้องการ ทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และเกิดผลที่มีความสำคัญในเชิงธุรกิจ ดังนี้

2.2.2.1 การขยายตัวของธุรกิจการผลิตและจำหน่ายอาหารขบเคี้ยว

ธุรกิจผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างกว้างขวางทั้งในเชิงการผลิตและจัดจำหน่ายในปีพ.ศ. 2538 มีมูลค่าถึง 4,000 ล้านบาท และแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 6 ประเภท คือ อาหารขบเคี้ยวที่ทำจากแป้ง ถั่วอบกรอบ มันฝรั่งทอดกรอบ ข้าวเกรียบกุ้ง ปลาหมึก - ปลาเส้น และข้าวโพด โดยมีตลาดผลิตภัณฑ์ประเภทแป้งปรุงรสเป็นตลาดที่ใหญ่ที่สุด

ตลาดอาหารขบเคี้ยวนี้มีความแปรปรวนค่อนข้างสูง เพราะผู้บริโภคไม่ยึดติดกับชื่อหรือยี่ห้อมากนักจึงทำให้อาหารขบเคี้ยวมีอายุตลาดค่อนข้างสั้น เข้ามาในตลาดได้ง่ายแต่ในเวลาเดียวกันก็ออกจากตลาดได้ง่ายเช่นกัน จึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ สามารถเข้าสู่ตลาดได้ตลอดเวลา นับว่ามีการแข่งขันค่อนข้างสูง และมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในตลาดที่มีการแข่งขันกันสูงจึงจำเป็นที่ผู้ผลิตจะต้องสร้างจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ให้ชัดเจน กลยุทธ์ที่สำคัญ ได้แก่ การเน้นคุณภาพที่ไม่เหมือนใคร หรือแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น เช่น เน้นรสชาติ รูปแบบ คุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนภาชนะบรรจุให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย รวมไปถึงกลยุทธ์ทางการตลาดต่างๆ ที่จะช่วงชิงส่วนแบ่งตลาดให้ได้มากที่สุด

จากการที่ผลิตภัณฑ์มีอายุตลาดค่อนข้างสั้น จึงจะสังเกตเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีผู้ผลิตออกมาจำนวนมาก โดยอาจมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบไปบ้างเล็กน้อยและการใช้ชื่อทางการค้าต่างๆ กัน โดยที่ยังอาจเป็นผู้ผลิตรายเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้มีตัวแทนซึ่งกันและกัน หากสินค้าชนิดหนึ่งไม่ได้รับความนิยม ก็ยังมีสินค้าอีกชนิดหนึ่งอยู่ในตลาดเพื่อยึดครองตลาดบางส่วน ไว้ก่อนสำหรับเป็นช่องทางให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ ออกมาแทน

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ (health snack food) มีแนวโน้มที่จะได้รับความนิยมมากขึ้น เพราะนอกจากจะรับประทานเป็นอาหารว่างหรือรับประทานเพื่อประทังความหิวแล้วยังให้คุณค่าทางโภชนาการที่สอดคล้องกับพฤติกรรมผู้บริโภคใหม่ที่ให้ความสนใจในการดูแลสุขภาพของตนเองมากยิ่งขึ้น

2.2.2.2 การขยายตัวของธุรกิจส่วนประกอบอาหารและเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต

การที่ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายจึงทำให้เกิดความต้องการส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการผลิต โดยเฉพาะส่วนประกอบที่ใช้ในการปรุงรสที่จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์หรือจุดเด่นเฉพาะตัวนอกจากนี้ยังต้องการบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการพกติดตัวและการนำไปรับประทานและเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตที่สามารถผลิตอาหารได้จำนวนมาก ผลิตได้ง่าย และมีต้นทุนต่ำ

เทคโนโลยีการผลิตที่นับได้ว่าเป็นผลมาจากการพัฒนาธุรกิจอาหารขบเคี้ยว ได้แก่ เครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์ ที่พัฒนาอย่างรวดเร็ว และได้นำไปใช้ในการผลิตอาหารขบเคี้ยวหลายชนิด ทั้งในการผลิตอาหารชนิดใหม่ เช่น ประเภทอาหารพองกรอบ หรือนำไปใช้ทดแทนวิธีการผลิตเดิม เช่น นำไปแทนการทอด การอบ การคั่ว ดังเช่นตัวอย่างของมันฝรั่งทอดที่เคยใช้การหันเป็นชิ้นบางแล้วนำไปทอดก็สามารถนำส่วนผสมของเนื้อมันฝรั่งและเครื่องปรุงรสเข้าเครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์ออกมาเป็นชิ้นๆ รูปร่างต่างๆ กัน การขยายตัวของธุรกิจอาหารขบเคี้ยวจึงมีส่วนช่วยให้เกิดการขยายตัวของอุตสาหกรรมอาหารโดยรวม

2.2.2.3 การพัฒนาธุรกิจอาหารเสริม

จากการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคอาหาร พบว่าผู้บริโภคบางกลุ่ม คือ เด็กวัยรุ่น หญิงมีครรภ์ และหญิงให้นมบุตร มีความเสี่ยงต่อการได้รับสารอาหารบางชนิดไม่เพียงพอ และเกิดปัญหาสุขภาพได้ โดยเหตุนี้จึงได้มีการคิดค้นและพัฒนาอาหารขบเคี้ยวเพื่อช่วยให้ผู้บริโภคดังกล่าวสามารถได้รับสารอาหารเพิ่มขึ้น เช่น การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวที่มีโปรตีนและพลังงานสูงสำหรับเด็กและหญิงมีครรภ์ อาหารขบเคี้ยวที่มีวิตามินเอสูงสำหรับเด็กที่มีความเสี่ยงต่อการขาดวิตามินเอ

นอกจากนี้การที่ผู้บริโภครับประทานอาหารขบเคี้ยวกันมากจนเป็นสาเหตุให้ผู้บริโภครับประทานมากเกินไปจนไม่สามารถรับประทานอาหารมื้อหลักได้เพียงพอ และก่อให้เกิดปัญหาของการขาดสารอาหารได้เช่นกัน เพราะอาหารขบเคี้ยวที่ผลิตขึ้นมิได้มีจุดมุ่งหมายที่จะใช้เป็นอาหารหลัก จึงมิได้มีคุณค่าโภชนาการที่สมบูรณ์ ดังจะเห็นได้จากการวิเคราะห์คุณค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางโภชนาการของอาหารขบเคี้ยวประเภทแป้งปรุงรสที่จัดว่าเป็นกลุ่มใหญ่ในท้องตลาดมีโปรตีนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 5.3 ของน้ำหนักแห้งเท่านั้น จึงทำให้เกิดการตื่นตัวในการพัฒนาอาหารขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพขึ้นมาเป็นกลุ่มพิเศษอีกกลุ่มหนึ่ง ได้มีการทดลองใช้วัตถุดิบที่มีภายในประเทศหลายชนิด เช่นข้าวเหนียว ข้าวเจ้า ถั่วเขียว ถั่วเหลือง มันสำปะหลัง ช่วยปรับปรุงปริมาณโปรตีนขึ้นสูงถึงร้อยละ 15.0-21.8 ของน้ำหนักแห้ง

การพัฒนาธุรกิจอาหารเสริมประเภทอาหารขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ (Health snack foods) มีแนวโน้มในการขยายตัวมากยิ่งขึ้น ทั้งเพื่อคุณค่าทางโภชนาการให้มากขึ้นสำหรับผู้บริโภคทั่วไปดังที่กล่าวมาข้างต้นหรือสำหรับนักกีฬาที่ต้องการอาหารพลังงานสูงและการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการให้เหมาะสมกับผู้บริโภคบางกลุ่ม เช่น อาหารขบเคี้ยวที่มีไขมันต่ำ อาหารขบเคี้ยวสำหรับผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน อาหารขบเคี้ยวสำหรับผู้ที่ต้องการลดหรือควบคุมน้ำหนัก อาหารขบเคี้ยวที่มีใยอาหารสูง เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยได้มีการขยายตัวมากยิ่งขึ้นเช่นกัน มีการศึกษาทดลองหลายโครงการที่จะนำไปสู่การพัฒนาในอนาคต เช่น การทดลองนำวัตถุดิบที่มีภายในประเทศที่มีราคาถูก เช่น แคนสับปะรดที่เป็นส่วนเหลือจากโรงงานสับปะรดกระป๋อง และเปลือกถั่วเหลืองจากโรงงานผลิตนมถั่วเหลืองมาใช้ในการเสริมใยอาหารของอาหารขบเคี้ยวแทนการใช้รำข้าวสาลี รำข้าวโอ๊ต รำข้าวเจ้า ซึ่งส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การทดลองใช้แป้งถั่วเหลืองในการเสริมโปรตีนและกรดไขมันไม่อิ่มตัว เป็นต้น

2.2.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเป็นกลุ่มของผลิตภัณฑ์ที่มีหลายชนิด และเป็นกลุ่มที่อยู่ระหว่างการพัฒนา จึงทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ออกมาอยู่ตลอดเวลา การให้ความหมายหรือแม้แต่การจัดแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจึงยังไม่มีมีการกำหนดที่ชัดเจน แต่มีการจัดแบ่งประเภทที่แตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

การจัดแบ่งตามประเภทของส่วนประกอบหลักที่ใช้ในการผลิต เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทแป้ง มันฝรั่ง นม เนื้อสัตว์ ถั่ว ผลไม้ ช็อกโกแลต ลูกอมหรือลูกกวาด

การจัดแบ่งประเภทตามอุณหภูมิอาหารขณะเสิร์ฟ เป็นประเภทร้อน (hot snack) เช่น พิซซ่าขนาดเล็ก ก๋วยเตี๋ยวกิ่งสำเร็จรูป ปอเปี๊ยะทอด ครั้วของสอดไส้ (filled croissants) หรือที่เป็นประเภทเย็น เช่น โยเกิร์ต ลูกกี๊ ผลไม้อัดเป็นแท่ง ช็อกโกแลต

การจัดแบ่งตามอายุการเก็บรักษา โดยจัดแบ่งเป็นประเภทที่มีอายุการเก็บรักษาสั้นไม่เกิน 7 วัน เช่น พาสตา (pasta) พาย (pie) แซนดี้วิช ซึ่งเป็นกลุ่มของอาหารคาว (savory snack) และน้ำผลไม้ และเค้กผลไม้ซึ่งเป็นกลุ่มอาหารหวาน (sweet snack) และประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีอายุการเก็บรักษานาน คือ เก็บได้นานกว่า 7 วัน โดยมากเป็นประเภทอาหารหวานมากกว่าอาหารคาว เช่น ผลไม้อัดเป็นแท่ง (fruit bar)

การจัดแบ่งตามประเภทกรรมวิธีการผลิต โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทที่ผลิตด้วยวิธีเอกซ์ทรูดและประเภทที่ผลิตด้วยวิธีอื่นๆ ที่ไม่ใช่วิธีเอกซ์ทรูด เช่น อบ คั่ว ทำให้แห้ง ฯลฯ อย่างไรก็ตาม การจัดแบ่งตามวิธีอื่นที่ไม่ใช่วิธีเอกซ์ทรูดไม่เป็นที่นิยมมากนัก เพราะผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวแต่ละชนิดใช้กรรมวิธีการผลิตหลายๆ ชนิดด้วยกัน และผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันก็สามารถใช้วิธีหลายชนิดได้เช่นกัน จึงทำให้ยากต่อการจัดแบ่งที่ชัดเจน

ทั้งนี้ได้มีการจัดแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารตามส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อยู่แล้ว หากจะจัดแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวตามส่วนประกอบซึ่งเป็นวิธีที่นิยมทั่วไปตามที่ได้กล่าวข้างต้นแล้วอาจทำให้เกิดความสับสนได้ ด้วยเหตุนี้จึงขอจัดแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวตามวิธีการผลิตดังต่อไปนี้

2.2.3.1 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ผลิตด้วยวิธีเอกซ์ทรูด

ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้จัดเป็นกลุ่มอาหารขบเคี้ยวที่พบมากในท้องตลาด จากการสำรวจชนิดของอาหารขบเคี้ยวในปีพ.ศ. 2533 พบว่า อาหารแป้งปรุงรสและข้าวเกรียบกุ้งที่ผลิตด้วยวิธีเอกซ์ทรูดมีส่วนแบ่งของตลาดสูงถึงร้อยละ 45 โดยสูงกว่าอาหารขบเคี้ยวชนิดอื่น เช่น ถั่วอบกรอบ ข้าวโพดคั่ว ปลาหมึกเส้น ปลาเส้น และมันฝรั่งทอดอย่างชัดเจน

วิธีเอกซ์ทรูด (Extrusion) เป็นกรรมวิธีการผลิตอาหารที่ผสมผสานวิธีต่างๆ ให้เบ็ดเสร็จอยู่ในเครื่องที่ใช้ในการผลิต ที่เรียกว่า เครื่องเอกซ์ทรูดเคอร์ (Extruder) วัตถุดิบที่ใช้จะถูกผสม คลุกเคล้า นวดให้เข้ากันภายใต้สภาวะความดันและถูกทำให้สุกด้วยความร้อน และถูกแรงดันให้ไหลผ่านช่องหรือรูเล็กออกมากระทบกับบรรยากาศภายนอกที่ต่ำกว่า ทำให้อาหารเกิดการพองตัว มีน้ำหนักเบา และมีความกรอบ อาหารที่ได้สามารถนำไปคลุกเคล้ากับเครื่องปรุงรสเพิ่มเติมหรือนำไปทอดหรืออบได้หากต้องการวิธีเอกซ์ทรูดเป็นวิธีที่ผลิตได้ง่าย สะดวก มีประสิทธิภาพ และสามารถปรับใช้ส่วนผสมต่างๆ กันได้ง่าย เป็นที่นิยมของผู้ผลิตจำนวนมาก และยังได้รับความนิยมในการนำไปผลิตอาหารชนิดอื่นด้วย

2.2.3.2 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ผลิตด้วยวิธีอื่นที่ไม่ใช่วิธีเอกซ์ทรูด

นอกจากวิธีเอกซ์ทรูดแล้ว ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวยังสามารถผลิตได้ด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การทอด อบ คั่ว ทำให้แห้ง หมักเกลือ อัดเป็นแท่ง ฯลฯ หลายวิธีเป็นวิธีการดั้งเดิมที่ใช้ในการผลิตอาหารขบเคี้ยว และมีแนวโน้มว่าบางวิธีจะถูกทดแทนด้วยวิธีเอกซ์ทรูดมากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น การใช้เครื่องเอกซ์ทрудในการผลิตอาหารอบบางชนิด เช่น คุกกี้ ขนมปังกรอบเค็ม หรือในการผลิตอาหารประเภทข้าวเกรียบ เป็นต้น

วิธีการผลิตที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะพิจารณาจากกรรมวิธีที่มีส่วนให้ลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้น ในที่นี้จะขอก้าววิธีการผลิตบางวิธี ดังนี้

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ผลิตด้วยวิธีการทอด เช่น มันฝรั่งทอด ข้าวเกรียบกะหรี่ปั๊บ ถั่วทอด นัททอด เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ผลิตด้วยวิธีการอบหรือคั่ว เช่น ถั่วอบ นัทอบ ขนมปังกรอบ เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ผลิตด้วยวิธีการทำให้แห้ง เช่น ปลาหมึกเส้น ปลาเส้น เนื้อเค็ม เนื้อสวรรค์ ผลไม้แห้ง เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทอัดหรือปั้นเป็นแท่งหรือขึ้นรูป เช่น ช็อกโกแลต ลูกอม ผลไม้อัด เป็นแท่ง (คณะกรรมการกลุ่มผลิตสุวิชา, 2541 : 219-226)

2.2.4 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิต

แป้งข้าวโพด เป็นผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากผลิตผลทางการเกษตร นั่นก็คือข้าวโพด ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการ เช่นคาร์โบไฮเดรตค่อนข้างสูง

แป้งสาลี แป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมคือ กลูเตนิน และ ไกลออดิน (Glutenin & Gliadin) ซึ่งเมื่อแป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า “กลูเตน” (Gluten) มีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงร่างแบบฟองอากาศน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

แป้งสาลีที่สำคัญมีอยู่ 3 ชนิดคือ

1. แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูง 12-14 % ไม่จากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard Red Spring หรือ Hard Red Winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังจืด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือเมื่อถูด้วยมือจะรู้สึกคายมือคล้ายมีกรวด หรือหยาบเหมือนทราย มีสีครีม ไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู เพราะยีสต์เท่านั้นที่จะทำให้ก้อนโดพองตัวได้

2. แป้งสาลีอเนกประสงค์ มีโปรตีนสูงปานกลาง 10 - 11 เปอร์เซ็นต์ เป็นแป้งที่ได้จากการผสมขาวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์หลายๆ ชนิด ใช้ผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ขนมปังจืดและหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ ระเบิด เพสตรี้ ใช้เวลาในนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ด้วยยีสต์และผงฟู

3. แป้งเค้ก มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำประมาณ 7-9 % โม้จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก Soft Wheat และ Soft Red Winter ใช้ทำเค้ก ลูกก็ ลักษณะของแป้งเมื่อลูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่มเนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อน และคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ไม่ใช่ยีสต์ ซึ่งสารเคมีก็ได้แก่ ผงฟู เบคกิงโซดา เป็นต้น

หน้าที่ของแป้งสาลีอเนกประสงค์ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ส่วนใหญ่แล้วแป้งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการช่วยให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูปอยู่ได้เมื่ออบเสร็จแล้ว เป็นส่วนผสมหลักที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ถ้าปราศจากแป้งแล้วเราจะไม่สามารถทำผลิตภัณฑ์ได้เลย และเนื่องจากแป้งมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่าง ดังนั้นควรเลือกใช้แป้งที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ (จิตรณา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิบูล, 2539 : 25)

แป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้า มีอยู่ 3 ชนิดคือ

1. แป้งเก่า เป็นแป้งที่ทำจากข้าวค้างปี มีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำได้ดีเหมาะที่จะทำขนมที่ต้องใช้น้ำเป็นส่วนผสม เช่น ขนม น้ำดอกไม้ม้ ขนมทราย

2. แป้งใหม่ เป็นแป้งที่ทำจากข้าวใหม่ แป้งชนิดนี้จะดูดซึมน้ำได้น้อย เพราะจะมีความชื้นในตัวเหมาะที่จะทำขนมได้หลายประเภท

3. แป้งสด เป็นแป้งที่ไม่ทับน้ำ เหมาะที่จะทำขนมที่ดูดซึมน้ำได้มากถ้าใช้แป้งสดจะทำให้ขนมขึ้นไม่แห้ง เช่น ครอบแครงกะทิ (อรวิสุ นพพรงค์, 2524 : 3)

การหุงต้มแป้ง โดยใช้ความร้อนแห้ง เมื่อแป้งหรืออาหารที่ใส่แป้งถูกความร้อนจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล รสกลิ่นจะผิดไป ละลายน้ำได้ดีขึ้นและทำให้ขึ้นได้ยาก การอบอาหารที่ทำด้วยแป้งจะมี dextrin เกิดขึ้นมักจะมีที่ผิวที่ถูกความร้อน คือส่วนที่เป็นน้ำตาลหรือส่วนที่เริ่มจะไหม้ เช่น จะเกิดในขนมเค้ก ขนมปัง ข้าวเม้าทอด และอาหารที่ใส่แป้งแล้วนำไปทอด (จันทร ทศานนท์, 2531 : 12-13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 องค์ประกอบเคมีของแป้งชนิดต่างๆ

ชนิดแป้ง	ความชื้น				
	65% RH, 20 °C	%ไขมัน	%โปรตีน	%เถ้า	ฟอสฟอรัส
แป้งข้าวโพด	13	0.6	0.35	0.1	0.015
แป้งมันฝรั่ง	19	0.05	0.06	0.4	0.08
แป้งสาลี	14	0.8	0.4	0.15	0.06
แป้งมันสำปะหลัง	13	0.4	0.1	0.2	0.01
แป้งข้าวโพดข้าวเหนียว	13	0.2	0.25	0.07	0.007
แป้งข้าวฟ่าง	13	0.7	0.3	0.08	-
แป้งข้าวเจ้า	-	0.8	0.45	0.5	0.1
แป้งสาคู	-	0.4	0.1	0.2	0.02
แป้ง amylo maize	13	0.4	-	0.2	0.07
แป้งมันเทศ	13	-	-	0.1	-

ที่มา : อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ, 2539 : 117

น้ำตาล น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีขายในตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลนี้เป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ 99.9% มีอยู่หลายชนิด แต่ที่นำไปใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต่างๆ ไปมี 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. น้ำตาลทรายขาว (Granulated sugar) ใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ น้ำตาลทรายมีขนาดความละเอียดต่างๆ กัน มีตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ ในต่างประเทศจะบอกขนาดความละเอียดไว้ที่กล่องบรรจุ สำหรับเมืองไทยที่วางขายต่างๆ ไปมี 3 ขนาด คือ ขนาดธรรมดา ผลึกใหญ่หยาบ และเป็นผงละเอียด น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมเข้ากับส่วนผสมอื่นๆ ได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้มีขนาดผลึกใหญ่และหยาบ จะผสมเข้ากับครีมและเนยได้ไม่ดี เพราะผลึกที่ใหญ่จะละลายไม่หมดและมักจะคงอยู่ในรูปผลึกของน้ำตาล จะไม่ละลายโดยความร้อนจากตู้อบ และน้ำตาลที่อยู่ใกล้ๆ ผิวขนมจะเกิดเป็นจุดขึ้น นอกจากนั้นผลึกน้ำตาลที่หยาบจะไปอุดตันที่เคลือบเครื่องผสมหรือชามผสม ทำให้เกิดสีเทาขึ้นในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. น้ำตาลไอซิง (Icing or Confectionery sugar) น้ำตาลชนิดนี้เป็นผงละเอียดที่มีแป้งข้าวโพดปนอยู่ด้วยประมาณ 3% ทั้งนี้เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อน หรือป้องกันการเป็นผลึกของน้ำตาล ส่วนมากใช้ในการทำไอซิงและผสมกับแป้งเค้กสำเร็จรูป ความละเอียดของน้ำตาลชนิดนี้ช่วยให้ผสมง่ายขึ้นและมักใช้กับแองเจิลเค้ก

3. น้ำตาลทรายแดง (Yellow or Brown sugar) น้ำตาลชนิดนี้จะเป็นพวกคาราเมล แร่ธาตุและมีความชื้นปนอยู่ด้วย และยังเป็นน้ำตาลที่ไม่บริสุทธิ์หรือเรียกว่าน้ำตาลดิบ น้ำตาลชนิดนี้ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกลิ่นรส และสีของน้ำตาลทรายแดง ส่วนใหญ่ใช้ในการทำคุกกี้และเค้กบางชนิด เช่น ฟรุตเค้ก ไม่ใช้ในการทำเค้กที่มีความเบาตัว ถ้าจำเป็นต้องใช้ ต้องเพิ่มความระมัดระวังให้มากในการที่จะผสม

นอกจากน้ำตาลทั้ง 3 ชนิดนี้แล้ว ยังมีน้ำตาลอื่นๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ เช่น น้ำตาลข้าวโพด หรือเดกซ์โทรส (Corn Sugar or Dextrose) เป็นน้ำตาลที่ทำจากแป้งข้าวโพด น้ำตาลเดกซ์โทรสนี้จะมีความหวานประมาณ 75% ของน้ำตาลซูโครส ส่วนมากใช้ในการทำขนมปังหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ เพราะยีสต์สามารถนำน้ำตาลนี้ไปใช้โดยตรง ทำให้การหมักเกิดเร็วขึ้น

หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์
2. ช่วยให้นุ่มชื้น
3. ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน
4. ทำให้เปลือกนอกผลิตภัณฑ์มีสีสวย
5. เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

เกลือ

เกลือที่ใช้ในการทำเบเกอรี่นั้นเป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารต่างๆ ไป ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์และซัลเฟตอื่นๆ

ชนิดของเกลือ

1. เกลือธรรมดา (Normal salt) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมซัลเฟต
2. เกลือกรด (Acid salt) ได้แก่ โซเดียมคาร์บอเนตหรือเบคิงโซดา แคลเซียมแอซิก ไพรออสเฟต ซึ่งในการผสมทำผงฟูหรือเบคิงเพาเวอร์ และครีมออฟฟาร์ทาร์
3. เกลือเบส (Basic salt) เกลือชนิดนี้ไม่สำคัญสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เกลือผสม (Double salt) ได้แก่แก้อะลัม (Alum)

เกลือที่นำมาใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ได้แก่ เกลือธรรมชาติ และเกลือกรด

หน้าที่ของเกลือต่อผลิตภัณฑ์

1. ทำให้อาหารมีรสดี
2. เน้นรสกลืนของส่วนผสมอื่นๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ
3. ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป
4. ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์

ผงฟู เป็นสารช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูที่ผลิตขึ้นจากการผสมของ เบคกิ้งโซดา หรือ โซเดียมไบคาร์บอเนต กับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ซึ่งในการผสมนี้จะเติมแป้งข้าวโพดลงไป ด้วยส่วนหนึ่ง เพื่อป้องกันมิให้สารทั้งสองชนิดนี้สัมผัสกันโดยตรง ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้นได้ และแป้งข้าวโพดที่ใส่ลงไปนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวดูดความชื้นไว้ ทำให้ผงฟูไม่จับกันเป็นก้อน ดังนั้นส่วนผสมของผงฟู ก็จะประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 อย่างด้วยกัน คือ

1. เบคกิ้งโซดา
2. สารที่ทำให้ความเป็นกรด
3. แป้งข้าวโพด

ผงฟูมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับกรดที่นำมาผสม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจัดเป็น 2 แบบด้วยกันคือ

1. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยารวดเร็วหรือที่เรียกว่าผงฟูกำลังหนึ่ง (Single acting หรือ Fast action) ผงฟูชนิดนี้จะประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรดทาร์ทาริก หรือครีมออฟทาร์ทาร์ (Cream of tartar) หรือเกลือฟอสเฟต เช่น แคลเซียมแอซิกฟอสเฟต (Calcium acid phosphate) แคลเซียมแอซิดไพโรฟอสเฟต (Calcium acid pyrophosphate) ผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทันทีในขณะที่ผสม และจะผลิตก๊าซออกมาอย่างรวดเร็วในระหว่างที่ผลิตรอบการนำเข้าอบ ดังนั้นการใช้ผงฟูประเภทนี้จะต้องผสมส่วนผสมอย่างรวดเร็ว และนำเข้าอบทันทีที่ผสมเสร็จมิฉะนั้นแล้วการสูญเสียก๊าซจะเกิดขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบออกมาขึ้นฟูได้ไม่ดี

2. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาช้า หรือผงฟูกำลังสอง (Double acting) ผงฟูประเภทนี้ประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรด 2 ชนิด หรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็ว อีกชนิดหนึ่งเกิดปฏิกิริยาช้า กรดที่เกิดปฏิกิริยาเร็วได้แก่ แคลเซียมแอซิดฟอสเฟต ส่วนกรดที่เกิดปฏิกิริยาช้าอาจเป็นโซเดียมไพโรฟอสเฟตหรือโซเดียมอะลูมิเนียมซัลเฟต (S.A.S) ก็ได้ ในขณะที่กำลังผสมส่วนผสมเข้าด้วยกัน กรดที่ให้ปฏิกิริยาเร็วของผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาส่วน

หนึ่งและเมื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าอบ กรณีที่ให้ปฏิกิริยาช้าซึ่งเป็นพวกเกลือซัลเฟตจะผลิตก๊าซออกมา อีกส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ จึงเรียกผงฟูชนิดนี้ว่าผงฟูกำลังสอง หรือผงฟูที่ให้ปฏิกิริยา 2 ครั้ง ผงฟูชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในหมู่ผู้ประกอบการ เพราะไม่จำเป็นต้องรีบร้อนนำผลิตภัณฑ์เข้าอบในทันทีหลังจากที่ผสมแล้ว ดังเช่นการใช้ผงฟูชนิดแรก สามารถที่จะรอคอยการเข้าอบได้ระยะหนึ่ง

หน้าที่ของผงฟูต่อผลิตภัณฑ์

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเบา
2. ผลิตภัณฑ์ที่ใส่สารเหล่านี้จะมีลักษณะเนื้อในเป็นรูโปร่ง ดังนั้นน้ำย่อยจึงสัมผัสกับอาหารได้หมด ทำให้ย่อยง่ายขึ้น
3. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทานและอร่อย

เนยสด (Butter) ทำจากส่วนที่เป็นไขมันของน้ำนมวัว ประกอบด้วยไขมัน 80 เปอร์เซ็นต์ มีสีเหลือง มีกลิ่นรสหวาน มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้อง เนยสดใช้ได้ดีที่สุดในการให้กลิ่นรสแต่จะมีคุณสมบัติคือในการเป็นครีม

น้ำมันพืช (Vegetable oil) เป็นน้ำมันที่ได้จากเมล็ดแห้งของพืชที่ให้น้ำมัน นำมาผ่านขบวนการต่างๆ โดยทำให้บริสุทธิ์ ขจัดสีและกลิ่นแปลกปลอมออกไป แต่สีของน้ำมันก็จะต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ เช่น น้ำมันที่ได้จากถั่วลิสงและจากเมล็ดฝ้ายจะไม่มีสี ในขณะที่น้ำมันจากข้าวโพคและถั่วเหลืองอาจมีสีเหลืองอ่อนๆ มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง และมีปริมาณไขมันอยู่ 100 เปอร์เซ็นต์

หน้าที่ของไขมันต่อผลิตภัณฑ์

1. ให้ความอ่อนนุ่ม และให้กลิ่นรสที่ดี
2. เนยสดให้กลิ่นรสที่ดี

นมสด เป็นของเหลวที่มีทั้งชนิดมีไขมันเต็ม ซึ่งได้แก่ นมสดบริสุทธิ (Whole Milk) นมสดปราศจากไขมัน หรือที่เรียกว่าหางนมสด (Skim Milk) และบัตเตอร์มิลค์ (Butter Milk)

หน้าที่ของนมสดที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน
2. ช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆ เข้าด้วยกัน
3. ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความชื้นของน้ำมันนั้นไม่ได้เป็นทั้งตัวทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งขึ้นหรือนุ่มขึ้นแต่เมื่อรวมกับส่วนผสมอื่นๆ แล้วอาจช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีทั้งความแข็งและความนุ่มทั้ง 2 อย่างได้ (จิตรนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2539 : 25)

2.3 งา (Sesame)

งาเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในเขตที่มีปริมาณน้ำน้อย สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศทั้งนี้เพราะงาทนต่อสภาพความแห้งแล้งได้ดีพอสมควร มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Sesamum indicum* L. มีชื่อสามัญว่า sesame งาเป็นพืชล้มลุกในเขตร้อนและเขตอบอุ่นที่ใช้เป็นอาหารมาแต่โบราณ เป็นพืชที่ทั่วโลกต้องการ เป็นพืชน้ำมันที่ขายกันในรูปของเมล็ด ใช้เป็นอาหารหวานและนำมาประกอบอาหารชนิดต่างๆ แปรรูปเป็นน้ำมัน ผลิตภัณฑ์อาหารโปรตีน น้ำมันใส่ผม สบู่ และ เครื่องสำอางหลายชนิด (วาสนา วงษ์ใหญ่, 2528 : 111)

สำหรับแหล่งกำเนิดและการแพร่กระจายของงายังไม่ทราบแน่ชัด แต่คาดว่างามีแหล่งกำเนิดอยู่ที่ประเทศเอธิโอเปีย และถูกนำเข้าไปยังอินเดีย แล้วแพร่ต่อไปยังจีน แอฟริกาเหนือ และเอเชียใต้ ในราว 2,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช และถูกนำเข้าไปยังทวีปอเมริกาในราวศตวรรษที่ 17 สำหรับในประเทศไทยมีการปลูกงามาช้านานแล้ว ที่รู้จักกันแพร่หลายคือ งาขาว และงาดำ (วัชร เลิศมงคล, 2539 : 192)

2.3.1 คุณลักษณะของงา

เมล็ดงามีขนาดเล็ก มีรสหวานเล็กน้อย มีไขมัน เมล็ดงามีน้ำมันสูงประมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดงาเป็นน้ำมันพืชที่มีคุณภาพสูง มีความคงทนต่อการเหม็นหืน เนื่องจากน้ำมันงามีสาร sesamin และ sesamololn อยู่ตามธรรมชาติ ประมาณ 0.5-1 เปอร์เซ็นต์ และ 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สารทั้งสองชนิดเป็นสารกันหืนธรรมชาติ ทำให้มีความต้านทานต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) ดังนั้น น้ำมันงาจึงไม่จำเป็นต้องใช้สารกันหืนก็สามารถเก็บไว้ใช้ได้ตามปกติ นอกจากนี้ น้ำมันงายังประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ แต่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงโดยเฉพาะกรดลิโนเลอิก จะช่วยลดปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือด ซึ่งเป็นโรคที่เป็นสาเหตุการเสียชีวิต 1 ใน 10 ของโลกได้

งามีโปรตีนประมาณ 17-20 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย กรดอะมิโนที่สำคัญ (essential amino acid) เช่น lysine ประมาณ 2.9 เปอร์เซ็นต์ methyonine ประมาณ 3.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าโปรตีนจากธัญพืชและถั่วต่างๆ งามีแร่ธาตุประมาณ 4.1-6.5 เปอร์เซ็นต์ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุเหล็ก ไอโอดีน สังกะสี แคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินบีต่างๆ เช่น บี1 บี2 บี3 บี6 และบี9 (กรมวิชาการเกษตร, 2541 : 23)

2.3.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ราก มีระบบรากแบบรากแก้ว (tap root system) รากแก้ว (primary root หรือ tap root) ยาวประมาณ 90 เซนติเมตร หยั่งลึกลงไปใต้ดิน และมีรากแขนง (Secondary root หรือ lateral root) แดกออกมาจากรากแก้ว และรากแขนงด้วยตัวเองจำนวนมากบริเวณใกล้ระดับผิวดิน รากแขนงเหล่านี้ทำหน้าที่ในการดูดน้ำและแร่ธาตุอาหารเข้าสู่ลำต้นจึงเรียกราก แขนงเหล่านี้ว่า feeding root

ลำต้น งามเป็นไม้เนื้ออ่อน อายุฤดูเดียว ลักษณะตั้งตรงสูงประมาณ 1-2 เมตร รูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมมีร่องตรงกลางตลอดตามความยาวของลำต้น ลำต้นอาจเป็นเดี่ยว (uniculm) หรือมีการแตกกิ่ง (branching) ขึ้นอยู่กับพันธุ์ มีขน (glandular hair) ปกคลุมอยู่ทั่วไปบริเวณลำต้นและกิ่ง ทำให้รู้สึกเหนียวเหนอะหนะเมื่อเวลาสัมผัส และมีกลิ่นเหม็น โดยทั่วไปลำต้นมีสีเขียว แต่ในบางพันธุ์อาจมีสีม่วง

ใบ ใบงามเป็นใบเดี่ยว ไม่มีหูใบ ก้านใบยาว 3-100 เซนติเมตร รูปร่างของใบงามจะมีหลายแบบ เช่น รูปไข่ รูปแฉก รูปหัวใจ หรือเรียวยาว บางครั้งอาจพบใบประกอบแบบ trifoliate นอกจากนั้นขนาดของใบจะแตกต่างกันตามพันธุ์ บางสายพันธุ์อาจพบใบที่มีความแตกต่างกันทั้งขนาดและรูปร่างภายในต้นเดียวกัน โดยทั่วไปในใบงามจากส่วนล่างของลำต้นจนถึงประมาณ 2/3 ของความสูงต้นจะมีขนาดใหญ่ ใบมีความยาว 4-20 เซนติเมตร ความกว้าง 2-10 เซนติเมตร สำหรับส่วนบนของลำต้นจะมีขนาดเล็กรูปร่างใบแคบและเรียวยาว ก้านใบสั้นประมาณ 0.5-3 เซนติเมตร แผ่นใบอาจมีขน (glandular hair) หรือไม่มีขนขึ้นกับพันธุ์ สีของใบมีสีเขียวอ่อนจนถึงเขียวแก่ ขอบใบอาจเรียบหรือหยักเป็นฟันเลื่อย การเรียงตัวของใบในงามพันธุ์ที่ปลูกพบมากได้แก่ แบบตรงกันข้าม (opposite) และแบบสลับ (alternate)

ดอก ดอกของงามเป็นดอกเดี่ยวสมบูรณ์เพศแบบ zygomorphic เกิดตามมุมใบ (leaf axil) มีจำนวน 1-3 ดอกต่อมุมใบ ถ้ามีเพียง 1 หรือ 2 ดอกต่อมุมใบก็จะพบต่อมน้ำหวาน (extrafloral nectary gland) สีเหลือง หรือดำอยู่ที่โคนของก้านดอกจำนวน 2 หรือ 1 ต่อมุม น้ำหวานจะมี bract อยู่ใต้ต่อมมีขนาดเล็ก เรียว ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ก้านดอกงามจะสั้นมีความยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร ดอกยาวประมาณ 1.5-4.0 เซนติเมตร ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง (sepal) ซึ่งส่วนฐานเชื่อมติดกันเป็นรูปถ้วย (calyx tube) ส่วนปลายแยกเป็น 5 แฉก ยาวประมาณ 3-8 มิลลิเมตร หุ้มอยู่ที่ส่วนล่างของกลีบดอก (petal) กลีบเลี้ยงที่พบโดยทั่วไปมีสีเขียวแต่บางพันธุ์อาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีสีน้ำตาลแดงหรือสีเหลืองอ่อน กลีบดอกมี 5 กลีบเชื่อมติดกัน (corolla tube) มีรูปร่างคล้ายระฆัง ส่วนปลายของกลีบดอกที่เชื่อมติดกันส่วนล่างจะยาวกว่าส่วนบน เมื่อดอกบานปลายกลีบดอกจะเปิดออกเป็นสองส่วน โดยกลีบดอกส่วนบนจะโค้งมนมีรอยหยักเล็กน้อย กลีบดอกส่วนล่างจะมีรอยหยักแบ่งออกเป็นสามส่วน กลีบดอกตรงกลางจะมีขนาดใหญ่และยาวมากกว่ากลีบดอกกลีบอื่น กลีบดอกสีเขียวย่อนในขณะที่ดอกยังไม่บาน เมื่อดอกบานจะมีสีขาว ชมพู ม่วงอ่อน หรือพื้นขาวจุดม่วงขึ้นกับพันธุ์ ที่ดอกจะมีขนอ่อนกระจายปกคลุมทั่วไปบริเวณด้านนอกของทั้งกลีบเลี้ยงและกลีบดอก ดอกจะเริ่มบานจากส่วนล่างของลำต้นขึ้นสู่ส่วนยอด

ผลและเมล็ด ผลหรือฝักงาเป็นแบบ capsule เกิดตามมุมใบมีจำนวน 1-3 ฝักต่อมุมใบขึ้นอยู่กับพันธุ์ ลักษณะรูปร่างของฝัก ที่พบมากมี 2 แบบคือ รูปร่างแบบ 2 คาร์เพล (bicarpellate) และ 4 คาร์เพล (tetracarpellate) สำหรับรูปร่างฝักงาแบบ 3 คาร์เพล (tricarpace) นั้นจะพบน้อยมาก ฝักงา 1 คาร์เพล (tetracarpellate) สำหรับรูปร่างฝักงาแบบ 3 คาร์เพล (tricarpace) นั้นจะพบน้อยมาก ฝักงา 1 คาร์เพล จะมี 2 ลอคคูล ดังนั้นฝักงาที่มี 2 คาร์เพลจะมี 4 ลอคคูล ฝักงาที่มี 4 คาร์เพลมี 8 ลอคคูล ฝักงามีขนาดแตกต่างกันขึ้นกับพันธุ์ ความยาวประมาณ 0.9-4.6 เซนติเมตร ที่ฐานของฝักมีกลีบเลี้ยงติดอยู่จนฝักแห้ง เปลือกฝักมีผิวเรียบหรือมีขนอ่อนขึ้นอยู่กับพันธุ์ ผนังเปลือกฝักงามีร่องลึกตามความยาว จำนวนร่องขึ้นอยู่กับจำนวนของลอคคูล ฝักแก่มีสีน้ำตาลหรือม่วงดำ พันธุ์จำนวนมากเมื่อฝักแก่จะแตกปลายฝักลงมา

(กฤษฎา สัมพันธ์ราชภัฏ, 2541 : 99)

2.3.3 ชนิดและพันธุ์งา

ชนิดและพันธุ์งาที่มีปลูกในประเทศไทย เป็นงาพันธุ์พื้นเมืองที่มีทั้งพันธุ์หนักและพันธุ์เบา ซึ่งสามารถแบ่งงาที่ปลูกในประเทศไทยได้เป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. งาคำ ที่รู้จักกันทั่วไป ได้แก่พันธุ์นครสวรรค์ และบุรีรัมย์
2. งาขาว ได้แก่ พันธุ์ชัยบาดาล สมอทอด เมืองเลย และพันธุ์ส่งเสริม เช่น ร้อยเอ็ด และมหาสารคาม 60
3. งาคำ-แดง หรือางแดง หรือที่เรียกกันว่า งาเกษตร เมล็ดมีสีน้ำตาลแดงและสีคำปนกัน ได้แก่พันธุ์พิษณุโลก และสุโขทัย (วัชร เลิศมงคล, 2539 : 194)

2.3.4 งาคำ

งาคำเป็นพันธุ์ที่เปลือกหุ้มเมล็ดมีสีคำ พันธุ์ที่รู้จักกันทั่วไป ได้แก่ พันธุ์งาด่านนครสวรรค์ และงาคำบุรีรัมย์ งาด่านนครสวรรค์ มีปลูกมากแถบภาคกลางและภาคเหนือ เป็นพันธุ์ที่มีขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำต้นสูงใหญ่ อาจสูงถึง 150–200 เซนติเมตร แตกกิ่งก้านสาขามาก ทั้งนี้ขึ้นกับความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณน้ำฝนที่ได้รับ ทรงพุ่มกว้างประมาณ 50–100 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยว 90–100 วัน ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 100–130 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนงาดำบุรีรัมย์ มีปลูกแถบอำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ และอำเภอภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม อายุเก็บเกี่ยว 90–100 วัน ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 60–90 กิโลกรัมต่อไร่

2.3.5 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงา

งาเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงชนิดหนึ่ง เมล็ดงาโดยทั่วไปมีองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณดังนี้

น้ำมัน	35–57	เปอร์เซ็นต์
โปรตีน	19–25	เปอร์เซ็นต์
เส้นใย	5.7	เปอร์เซ็นต์
กาก	3.2	เปอร์เซ็นต์
คาร์โบไฮเดรต	18.0	เปอร์เซ็นต์
แคลเซียม	1.0	เปอร์เซ็นต์
ฟอสฟอรัส	0.7	เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงาดำ

องค์ประกอบทางเคมี (%)	งาดำ
ความชื้น	5.26
ไขมัน	48.10
คาร์โบไฮเดรต	21.25
เยื่อใย	6.01
เส้นใย	7.04
โปรตีน	17.62
แคลเซียม	0.71
ฟอสฟอรัส	0.54

ที่มา : ทรงยศ ดันพิพัฒน์, 2529 : 303

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมันในเมล็ดงานั้นจะประกอบไปด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมีอยู่สูงกว่ากรดไขมันชนิดอิ่มตัว ซึ่งเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันอื่นๆ แล้วก็นับว่าเมล็ดงามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่ในระดับสูง ชนิดของกรดไขมันพวกไม่อิ่มตัวที่สำคัญได้แก่ oleic acid และ linoleic acid รวมกันมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ชนิดกรดไขมันพวกอิ่มตัวได้แก่ palmitic acid และ stearic acid รวมกันประมาณ 14–16 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก นอกจากนั้นเป็นกรดไขมันชนิดอื่นๆ ชนิดไม่อิ่มตัวและอิ่มตัวในปริมาณน้อย เช่น arachidic acid, pamitoleic acid และ linolenic acid เป็นต้น

ตารางที่ 6 ปริมาณสารอาหารของงาดำใน 100 กรัม

สารอาหาร	งาดำ
Energy (k.cal.)	588
Protein (g.)	17.1
Fat ”	49.3
Carbohydrat ”	19.0
Crude Fiber ”	9.9
Calcium (mg.)	1100
Phosphorus ”	570
Iron (g.)	16.0

ที่มา : กระทรวงสาธารณสุข, 2536 : 28

2.3.6 การใช้ประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการ

งาเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เมล็ดมีไขมันประมาณ 35–57 % และมีโปรตีน 17–25 % เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองและไข่ไก่แล้วพบว่า งามีไขมันสูงกว่าถั่วเหลืองประมาณ 3 เท่า และสูงกว่าไข่ไก่ 4.6 เท่า มีโปรตีนสูงกว่าไข่ไก่ประมาณ 5 % แต่ต่ำกว่าถั่วเหลือง 2 เท่า

การใช้ประโยชน์จากงา

1. ใช้บริโภคโดยตรง งามีรสหวานเล็กน้อย ส่วนมากนิยมคั่วให้หอมแล้วเอามาผสมหรือตกแต่งขนมหวาน เช่น โรยหน้าขนมต่างๆ พวง ทองม้วน งาดัด ถั่วตัด และกระยาสารท ในภาคเหนือแถบจังหวัดแม่ฮ่องสอนนิยมนำงาปลูกผสมกับข้าวรับประทาน เรียกว่า

“ข้าวแดงงา” นอกจากนี้กรรมอนามัยยังแนะนำให้ใช้ผสมกับข้าวและถั่วเขียวในอัตราส่วน 6.5 ข้าว : 2.5 ถั่วเขียว : 1 งาม เพื่อใช้เป็นอาหารเสริมของคน

2. ใช้สกัดน้ำมัน การสกัดน้ำมันงาในสมัยโบราณ ชาวแอฟริกาและอินเดียสกัดน้ำมันโดยนำเมล็ดงาไปตำในครกไม้ เมื่อแตกดีแล้วใช้น้ำร้อนล้าง เทใส่ภาชนะทิ้งไว้เพื่อให้น้ำมันลอยตัวขึ้นข้างบนแล้วช้อนเอาน้ำมันไปใช้ ส่วนชาวจีนจะนำเมล็ดงาไปคั่ว และบดให้ละเอียดแล้วนำไปใส่กระทะน้ำร้อน และใช้แรงเหวี่ยงกระทะไปมา น้ำมันงาใช้วิธีบีบเมล็ดด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า สกรูเพรส (screw press) และไฮดรอลิกเพรส (hydraulic press) เพื่อบีบน้ำมันงาออกมาด้วยแรงอัด (ไสว พงษ์เก่า, 2534ช : 878)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท

ก. วัสดุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุดิบ

1. ข้าวโพดข้าวเหนียว
2. แป้งข้าวโพด
3. แป้งสาลี (แป้งอเนกประสงค์)
4. แป้งข้าวเจ้า
5. น้ำตาลทราย
6. เกลือ
7. เนยสด
8. นมสด
9. ผงฟู
10. น้ำมันพืช

อุปกรณ์

1. เครื่องปั่นผสม
2. เตาแก๊ส
3. หม้อ
4. ชามผสม
5. เครื่องชั่ง
6. ตะแกรงร่อนแป้ง
7. พายยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. แปรงทาพิมพ์
9. มีด
10. เขียง
11. ไม้ค้ำลิ้งแป้ง
12. ถาดอบ
13. คีมหยิบถาด
14. ตะแกรงฟักขนม
15. เตาทอบ

ข อุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษ

- | | | |
|-----------------|---|------|
| 1. กระดาษ A4 | 1 | ริม |
| 2. แผ่นคัสท์ | 3 | แผ่น |
| 3. เครื่องเขียน | 1 | ชุด |

3.2 วิธีการ

3.2.1 การวางแผนการวิจัย

วางแผนการวิจัยแบบ Randomized complete block design (RCBD) โดยทดลองทำขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาตำที่แตกต่างกันทั้ง 4 สูตร คือ ใช้เนื้อข้าวโพดข้าวเหนียว 0 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแป้งทั้งหมดเพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียวที่แตกต่างกันว่าจะมีผลต่อคุณภาพขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาตำอย่างไร โดยการวิเคราะห์คุณภาพจากการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

3.2.2 กรรมวิธีการผลิตขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาตำ

1. ขั้นตอนการเตรียมข้าวโพดข้าวเหนียว
 - 1.1 คัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวและล้างทำความสะอาด
 - 1.2 ต้มข้าวโพดข้าวเหนียว
 - 1.3 ผานข้าวโพดข้าวเหนียวและนำมาบดละเอียด

2. ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสม

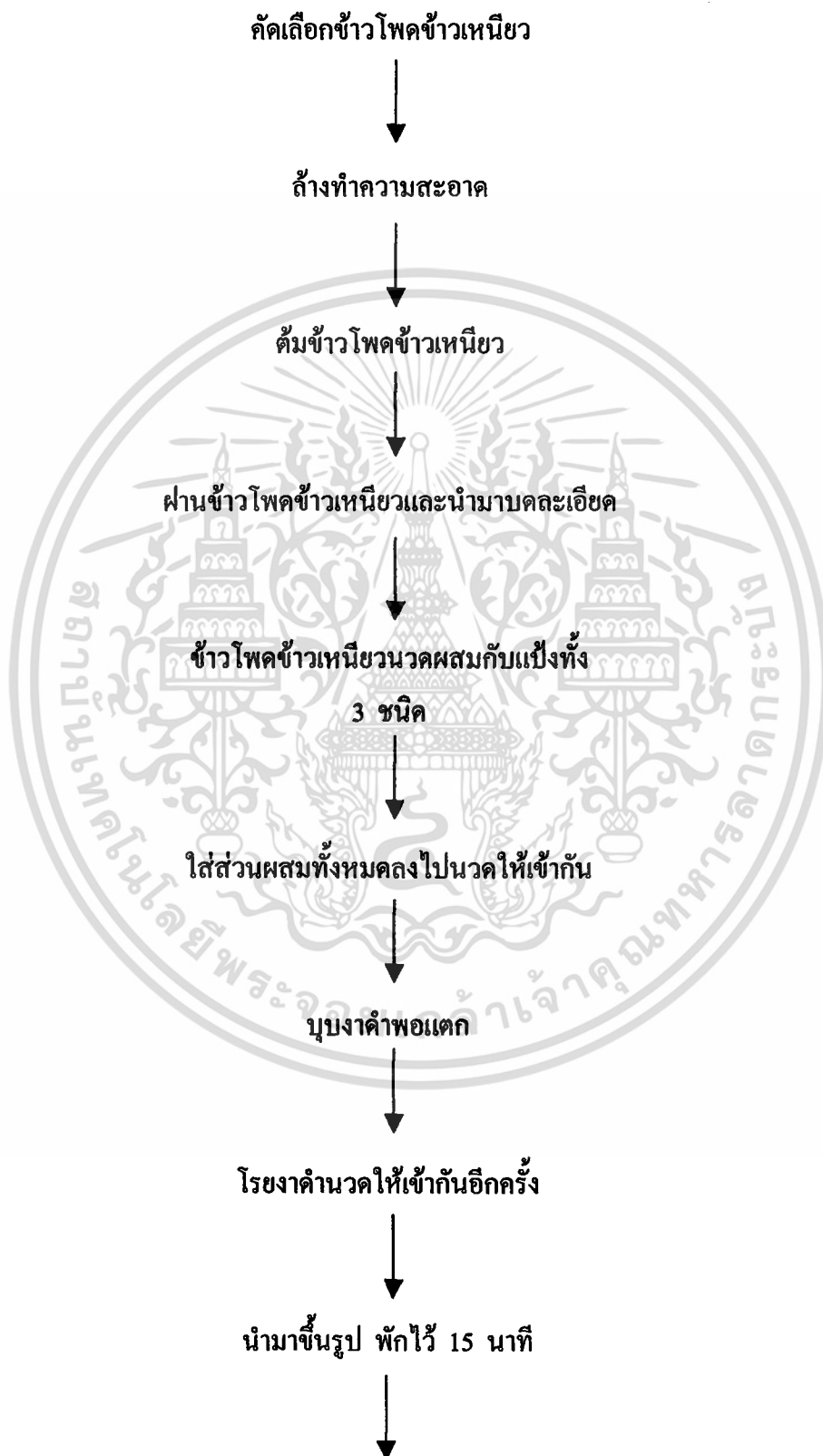
เตรียมส่วนผสมทั้งหมดได้แก่ ข้าวโพดข้าวเหนียวป่น แป้งข้าวโพดแป้งสาลี (แป้งอเนกประสงค์) น้ำมัน น้ำตาลทราย เกลือป่น นมสด ผงฟู และ เนยสด โดยชั่งน้ำหนักดังนี้

ส่วนผสม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ข้าวโพดข้าวเหนียวป่น	0 %	40 %	50 %	60 %
แป้งข้าวโพด	300 กรัม	300 กรัม	300 กรัม	300 กรัม
แป้งสาลี (อเนกประสงค์)	78 กรัม	78 กรัม	78 กรัม	78 กรัม
แป้งข้าวเจ้า	72 กรัม	72 กรัม	72 กรัม	72 กรัม
น้ำมัน	60 กรัม	60 กรัม	60 กรัม	60 กรัม
น้ำตาลทราย	120 กรัม	120 กรัม	120 กรัม	120 กรัม
เกลือ	9 กรัม	9 กรัม	9 กรัม	9 กรัม
นมสด	120 ml	90 ml	90 ml	90 ml
ผงฟู	21 กรัม	21 กรัม	21 กรัม	21 กรัม
เนยสด	30 กรัม	12 กรัม	12 กรัม	12 กรัม

3. ขั้นตอนการผลิตขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ

- นำข้าวโพดข้าวเหนียวบดละเอียดผสมกับแป้งข้าวโพด แป้งสาลี และแป้งข้าวเจ้าที่ร่อนแล้ว
- ใส่ผงฟู น้ำมันพืช น้ำตาลทราย เกลือป่น นมสด และ เนยสด นวดให้เข้ากันประมาณ 15 นาที จนกระทั่งส่วนผสมเข้ากันดี หรือมีลักษณะที่ไม่เหนียวติดมือ
- นึ่งงาดำพอแตกแล้วโรยงาดำลงไปนวดให้เข้ากันอีกครั้ง
- นำมาขึ้นรูป โดยการคลึงก้อนแป้งให้มีความบางประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งมีขนาดประมาณ 1 x 10 เซนติเมตร พักไว้ 15 นาที
- นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 15-20 นาที
- นำออกจากตู้อบนำพักไว้ที่ตะแกรงพักขนมร่อนเย็นแล้วนำมาบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท

ขั้นตอนการแสดงการทำขนมบอกรอบข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเข้าตู้อบ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

ประมาณ 15–20 นาที



รอไว้ให้เย็น



บรรจุ



ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ

3.2.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างทั้ง 4 สูตรมาหาสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด โดยให้ตัวแทนผู้บริโภค ซึ่งเป็นนักศึกษาในสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 25 คน เป็นผู้ทดสอบขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำในปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว คือ 0 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยนำนักแข่งทั้งหมด ทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ด้วยวิธี Hedonic scale โดยมีระดับคะแนน 1–9 คะแนน (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด)

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำโดยใช้ผู้ทดสอบ 25 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่ม (Randomized Complete Block Design : RCBD) และวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of variance (ANOVA) ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2546 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ.2547



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการทดลองทำขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำโดยใช้เนื้อข้าวโพดข้าวเหนียวในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแป้งทั้งหมด ทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ การยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสีของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำทั้ง 4 ตัวอย่าง ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน จากค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่าขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางด้านสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสีของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ยทางด้านสี	ลักษณะปรากฏ
A	7.32 ^a	สีครีมเข้ม
B	5.96 ^c	สีน้ำตาลเข้มค่อนข้างคล้ำ
C	6.72 ^b	สีน้ำตาลอ่อน
D	6.12 ^c	สีน้ำตาลเข้ม

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกันในแนวเดียวกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A = ขนมอบกรอบสูตรมาตรฐาน

B = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์

C = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์

D = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 60 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์ด้านสีของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดที่แตกต่างกัน คือ 0 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่าตัวอย่างที่ผู้บริโภครับมาดีที่สุดคือ ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสีครีมเข้ม (7.32 %) รองลงมาคือ ตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์ มีสีน้ำตาลอ่อน (6.72 %) ส่วนตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสีน้ำตาลเข้ม (6.12 %) ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ผู้บริโภครับน้อยที่สุดคือ ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์ มีสีน้ำตาลเข้มค่อนข้างคล้ำ (5.96 %) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าขนมอบกรอบทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางด้านสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ยกเว้นตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ นั้นสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ฉะนั้นในการจะผลิตขนมอบกรอบครั้งต่อไป หากต้องการขนมอบกรอบที่มีสีที่ผู้บริโภครับควรใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการใส่ข้าวโพดข้าวเหนียวลงไปอาจทำให้เนื้อสัมผัสแน่นแข็ง และส่วนที่เป็นข้าวโพดเมื่อถูกความร้อนแล้วอาจทำให้สีคล้ำขึ้นได้แต่ถ้าต้องการขนมอบกรอบที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นก็ควรที่จะผลิตขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์จะเหมาะสมที่สุด

4.2 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่าขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำทั้ง 4 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ยทางด้านกลิ่น	ลักษณะปรากฏ
A	6.64 ^a	มีกลิ่นเนยสด
B	6.60 ^a	มีกลิ่นของข้าวโพดน้อย
C	6.16 ^a	มีกลิ่นของข้าวโพดปานกลาง
D	6.48 ^a	มีกลิ่นของข้าวโพดมาก

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกันในแนวเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

A = ขนมอบกรอบสูตรมาตรฐาน

B = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์

C = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์

D = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 60 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์ด้านกลิ่นของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดที่แตกต่างกัน คือ 0 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่าตัวอย่างที่ผู้บริโภครอบรับมากที่สุดคือ ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีกลิ่นของเนยสด (6.64 %) รองลงมาคือ ตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์ โดยมีกลิ่นของข้าวโพดเล็กน้อย (6.60 %) ส่วนตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 60 เปอร์เซ็นต์ นั้นมีกลิ่นของข้าวโพดมาก (6.48 %) และตัวอย่างที่ผู้บริโภคให้การยอมรับน้อยที่สุดคือ ตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีกลิ่นของข้าวโพดปานกลาง (6.16 %) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าขนมอบกรอบทั้ง 4 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เพราะการใส่ข้าวโพดข้าวเหนียวในปริมาณใกล้เคียงกันมากทำให้กลิ่นของขนมอบกรอบนั้นไม่แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าต้องการจะผลิตขนมอบกรอบในครั้งต่อไปควรเลือกใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์ จะเหมาะสมที่สุด แต่ถ้าต้องการขนมอบกรอบที่ใส่ข้าวโพดข้าวเหนียวและงาดำเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ สัดส่วนที่เหมาะสมคือ ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ยังพบว่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีความแตกต่างกันในด้านกลิ่นกับตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.3 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่าขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำทั้ง 4 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ยทางด้านรสชาติ	ลักษณะปรากฏ
A	6.72 ^a	หวานมัน
B	6.24 ^a	หวานมันและมีรสเค็มมาก
C	6.36 ^a	หวานมันมีรสเค็มปานกลาง
D	6.28 ^a	หวานมันมีรสเค็มน้อย

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกันในแนวเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

A = ขนมอบกรอบสูตรมาตรฐาน

B = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์

C = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์

D = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 60 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์ด้านรสชาติของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดที่แตกต่างกัน คือ 0 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่าตัวอย่างที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุดคือ ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีรสชาติหวานมัน (6.72 %) รองลงมาคือตัวอย่างที่ใช้ปริมาณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์ รสชาติหวานมันมีรสเค็มปานกลาง (6.36 %) ส่วนตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 60 เปอร์เซ็นต์ มีรสชาติหวานมันมีรสเค็มน้อย (6.28 %) และตัวอย่างที่ผู้บริโภครับน้อยที่สุดคือ ตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีรสชาติหวานมันและมีรสเค็มมาก (6.24 %) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าขนมอบกรอบทั้ง 4 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เพราะการใส่ข้าวโพดข้าวเหนียวในปริมาณใกล้เคียงกันมากทำให้รสชาติของขนมอบกรอบนั้นไม่แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าต้องการจะผลิตขนมอบกรอบในครั้งต่อไปควรเลือกใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์ จะเหมาะสมที่สุดแต่ถ้าต้องการขนมอบกรอบที่ใส่ข้าวโพดข้าวเหนียวและงาคั่วเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ สัดส่วนที่เหมาะสมคือ ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ยังพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในด้านรสชาติกับตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่าขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางด้านสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่ว

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ยทางด้านเนื้อสัมผัส	ลักษณะปรากฏ
A	6.84 ^a	กรอบ
B	5.64 ^b	กรอบแข็งเล็กน้อย
C	6.20 ^{ab}	กรอบแข็งปานกลาง
D	5.84 ^b	กรอบแข็งมาก

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกันในแนวเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

A = ขนมอบกรอบมาตรฐาน

B = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์

C = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์

D = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 60 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัสของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วที่ใช้ปริมาณข้าวโพดที่แตกต่างกัน คือ 0 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่าตัวอย่างที่ผู้บริโภคมองรับมากที่สุดคือ ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์ (6.84 %) ลักษณะเนื้อสัมผัสจะกรอบ รongลงมาคือ ตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์ (6.20 %) ลักษณะเนื้อสัมผัสจะกรอบแข็งปานกลาง ส่วนตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 60 เปอร์เซ็นต์ (5.84 %) ลักษณะเนื้อสัมผัสจะกรอบแข็งมาก ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วที่ผู้บริโภคมองรับน้อยที่สุดคือ ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์ (5.64 %) ลักษณะเนื้อสัมผัสจะกรอบแข็งเล็กน้อย ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ใช้ที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางด้านเนื้อสัมผัสจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ยกเว้นกับตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนด้านเนื้อสัมผัสนั้นขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เพราะการใส่ข้าวโพดข้าวเหนียวในปริมาณใกล้เคียงกันมากทำให้เนื้อสัมผัสของขนมอบกรอบนั้น ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าต้องการผลิตขนมอบกรอบที่มีการยอมรับในด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุด ควรใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าต้องการขนมอบกรอบที่ใส่ข้าวโพดข้าวเหนียวและงาคั่วซึ่งทั้งสองอย่างนั้นมีคุณค่าทางโภชนาการก็ควรจะผลิตขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์จะเหมาะสมที่สุดและยัง ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านเนื้อสัมผัสกับตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.5 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวม

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่าขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางด้านสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับแสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ยทางด้านกรยอมรับรวม	ลักษณะปรากฏ
A	7.00 ^a	ยอมรับมากที่สุด
B	6.16 ^b	ยอมรับน้อยที่สุด
C	6.52 ^{ab}	ยอมรับมาก
D	6.32 ^{ab}	ยอมรับปานกลาง

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกันในแนวเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

A = ขนมอบกรอบสูตรมาตรฐาน

B = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์

C = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์

D = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 60 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์ด้านการยอมรับรวมของขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดที่แตกต่างกัน คือ 0 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่าตัวอย่างที่ผู้บริโภครับการยอมรับมากที่สุดคือ ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์ (7.00 %) รองลงมาคือ ตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์ (6.52 %) ส่วนตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 60 เปอร์เซ็นต์ (6.32 %) และผู้บริโภครับการยอมรับน้อยที่สุดคือ ตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์ (6.16 %) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความแตกต่างกันกับตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ยกเว้นกับตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เพราะการใส่ข้าวโพดข้าวเหนียวในปริมาณใกล้เคียงกันมากจึงทำให้ขนมอบกรอบนั้นไม่แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าต้องการผลิตขนมอบกรอบที่มีการยอมรับมากที่สุดควรใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าต้องการขนมอบกรอบที่ใส่ข้าวโพดข้าวเหนียวและงาดำเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการก็ควรที่จะผลิตขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์จะเหมาะสมที่สุดและยัง ไม่มีความแตกต่างกันกับตัวอย่างที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากที่ได้ทำการทดลองนำข้าวโพดข้าวเหนียวและงาคำผลิตเป็นขนมอบกรอบ ซึ่งใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียวที่แตกต่างกันคือ 0 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด แล้วนำตัวอย่างไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสการยอมรับของผู้บริโภค ทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน พบว่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคำ ทางด้าน สี เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ส่วนด้าน กลิ่น และรสชาติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทั้งนี้ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ผู้บริโภคยอมรับขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคำ ซึ่งใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 % มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราภรณ์ ดินนุ้ย (2544 : 24) ได้ศึกษาเรื่อง แครกเกอร์เสริมถั่วเหลือง และผลการทดลองพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับแครกเกอร์สูตรที่ไม่เสริมถั่วเหลืองมากที่สุด ส่วนขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์ นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางด้าน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม กับขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 0 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ดังนั้นขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคำที่ใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาพัฒนาเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรปั่นข้าวโพดข้าวเหนียวให้ละเอียด เมื่อผสมกับแป้งจะได้เป็นเนื้อเดียวกัน และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จะออกมาดี

2. ในการทำขนมอบกรอบที่ใส่ข้าวโพดข้าวเหนียวจะทำให้เนื้อสัมผัสแข็ง ดังนั้นควรจะใช้ปริมาณข้าวโพดข้าวเหนียวให้เหมาะสมกับสัดส่วนของแป้ง หรืออาจจะนำข้าวโพดชนิดอื่น ๆ มาเป็นส่วนผสมแทนข้าวโพดข้าวเหนียว เช่น ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดแป้ง เป็นต้น

3. วิธีการคลึงแป้งควรคลึงแป้ง และขึ้นรูปขนมอบกรอบควรทำให้สม่ำเสมอ เพื่อให้เวลาอบจะทำให้ผลิตภัณฑ์สุกพร้อมกัน

4. ควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ในภาชนะที่ปิดสนิท เช่น โหลแก้ว จะช่วยเก็บรักษาไว้บริโภคได้นาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการเกษตร. 2524. ข้าวโพด. เอกสารวิชาการ เล่มที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ประดิษฐ์
การพิมพ์. 185 น.
- กรมวิชาการเกษตร. 2541. งาพืชชีวจิต. อุบลราชธานี : ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี. 120 น.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2536. ตารางแสดงคุณค่าทางอาหารไทยส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กอง
โภชนาการกรมอนามัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว. 48 น.
- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2528. พืชไร่. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 60 น.
- _____. 2541. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 220 น.
- เกษม สุขสถานและคณะ. 2533. พืชเศรษฐกิจ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 46 น.
- คณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชา. 2541. ผลิตภัณฑ์อาหาร หน่วยที่ 8-15. นนทบุรี : โรงพิมพ์
สุโขทัยธรรมมาธิราช. 395 น.
- คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2542. พืชเศรษฐกิจ.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 471 น.
- จันทร์ ทศานนท์. 2531. อาหารไทย. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สิริวัฒนาการพิมพ์. 186 น.
- จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 224 น.
- จิราภรณ์ คินนุ้ย. 2544. แคร์กเกอร์เสริมถั่วเหลือง. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาตรีครุศาสตร์
เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 48 น.
- ทรงยศ ดันพิพัฒน์. 2529. พืชน้ำมัน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะ
เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 532 น.
- ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์. 2539. หลักการตัดสินใจพืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ฟิสทิสเซ็นเตอร์.
162 น.
- บริษัท ศูนย์วิจัย ไทยพานิชย์ จำกัด. 2543. “ขนมขบเคี้ยว”. วารสารการวิจัยตลาด. แหล่งที่มา :
[http:// www.scb.co.th/~scbri/mkthai/mk00q2t.html](http://www.scb.co.th/~scbri/mkthai/mk00q2t.html), 6 พฤศจิกายน 2546.
- ประภา ศรีพิจิตต์. 2527. พืชเศรษฐกิจ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 43 น.
- วัชร เลิศมงคล. 2539. พืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 300 น.

วาสนา วงษ์ใหญ่. 2528. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

115 น.

ไสว พงษ์เก่า. 2534ก. พืชเศรษฐกิจ 1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 478 น.

_____. 2534ข. พืชเศรษฐกิจ 2. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 904 น.

อกท. กาญจนบุรี. 2544 “น้ำมันข้าวโพด” วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีกาญจนบุรี. (อัครสำเนา)

อรวิสุ นพพรรค. 2524. ขนมไทย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 144 น.

อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2539. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 350 น.

อิสระ ชูศรี. “งาชะลามิ” ครัว. ปีที่ 5 ฉบับที่ 54. (ธันวาคม 2541) น. 16-17



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

HEDONIC SCALE SCORING TEST PREGFERENCE

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่ว

คำชี้แจง โปรดทดสอบดังต่อไปนี้ และให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่าง ใช้สเกลที่เหมาะสมเพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบในระดับใด

ระดับคะแนนความชอบ

- 1 = ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely)
- 2 = ไม่ชอบมาก (Dislike very much)
- 3 = ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately)
- 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย (Dislike slightly)
- 5 = เฉย ๆ (Nither like nor dislike)
- 6 = ชอบเล็กน้อย (Like slightly)
- 7 = ชอบปานกลาง (Like moderately)
- 8 = ชอบมาก (Like very much)
- 9 = ชอบมากที่สุด (Like eztre mely)

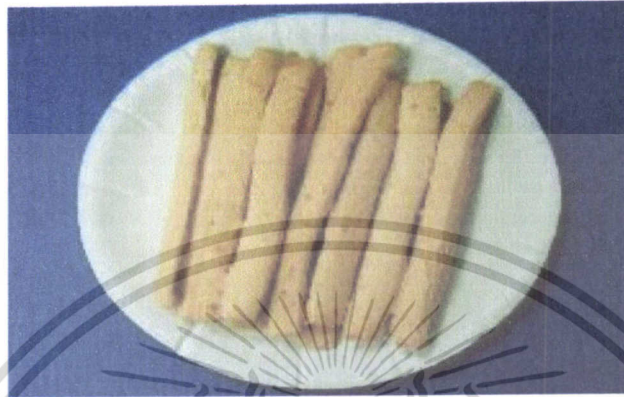
ปัจจัยคุณภาพ	รहित	รहित	รहित	รहित

สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
การยอมรับรวม				

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข



ภาพที่ 1 ขนมอบกรอบสูตรมาตรฐาน



ภาพที่ 2 ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วที่ใช้ปริมาณข้าวโพด 40 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วที่ใช้ปริมาณข้าวโพด 50 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4 ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาคั่วที่ใช้ปริมาณข้าวโพด 60 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A B C D

ภาพที่ 5 ขนมอบกรอบทั้ง 4 ตัวอย่าง

- A = ขนมอบกรอบสูตรมาตรฐาน
 B = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์
 C = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 50 เปอร์เซ็นต์
 D = ขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำที่ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว 60 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้