ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง

Carrot added Cereal Bar (Khao Mao Mee)

เพชรรัตน์ จงสกุลศรี

PHETCHARAT JONGSKULSRI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ (บัณฑิตศึกษา) คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2553

ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง

Carrot added Cereal Bar (Khao Mao Mee)

เพชรรัตน์ จงสกุลศรี

PHETCHARAT JONGSKULSRI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ (บัณฑิตศึกษา) คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแม่หมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง

ชื่อ นามสกุล เพชรรัตน์ จงสกุลศรี

ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา คหกรรมศาสตร์ (บัณฑิตศึกษา)

คณะ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ เจริญชัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์วลัย หุตะโกวิท)

..... กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ เจริญชัย)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ (บัณฑิตศึกษา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชญาภัทร์ กี่อาริโย)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง
ชื่อ สกุล เพชรรัตน์ จงสกุลศรี
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาและคณะ คหกรรมศาสตร์ (บัณฑิตศึกษา) คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

การพัฒนาข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง มีวัตถุประสงค์จะพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิต เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและสะดวกสำหรับการพกพา จากการศึกษาสูตรพื้นฐาน 3 สูตร โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) พบว่าสูตรที่ 2 คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ที่ระดับปานกลาง (7.67) การศึกษาแครอทอบแห้งแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) โดยขนาดชิ้นแครอทสด กว้าง 6 มิลลิเมตร ยาว 15 มิลลิเมตร หนาต่างกัน 3 ระดับคือ 2, 4 และ 6 มิลลิเมตร ระยะเวลาการอบคือ 5, 6 และ7 ชั่วโมง พบว่าแครอทสดความหนาที่ 2 มิลลิเมตร ระยะเวลาอบแห้ง 5 ชั่วโมง มีปริมาณน้ำอิสระ(a_w) 0.43 และ ความชื้นร้อยละ 3.47 มีความเหมาะสมนำมาเสริมในผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาปริมาณแครอทอบแห้งเสริมในผลิตภัณฑ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) โดยปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ร้อยละ 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักของส่วนผสมทั้งหมด พบว่า ปริมาณแครอทอบแห้งที่ร้อยละ10 คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ที่ระดับชอบมาก (8.15) การศึกษาน้ำเชื่อมประสาน 3 สูตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) โดยใช้อัตราส่วนของ ไฮฟรุกโทสไซรัป กลูโคสไซรัป และซูโครสปริมาณต่างกัน พบว่าน้ำเชื่อมประสานสูตรที่ 1 มีอัตราส่วนไฮฟรุกโทสไซรัปร้อยละ 58 กลูโคสไซรัปร้อยละ 28 และซูโครสร้อยละ14 คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ที่ระดับชอบมาก (8.12) ผลจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง พบว่าไขมันลดลงร้อยละ52.09 และเส้นใยหยาบเพิ่มขึ้นร้อยละ 59.73 โดยมีองค์ประกอบทางเคมี ร้อยละได้แก่ ความชื้น 2.28 โปรตีน 13.01 ไขมัน 19.56 เถ้า 2.25 เส้นใยหยาบ 1.49 คาร์โบไฮเดรต 62.90 และปริมาณน้ำอิสระ(a_w) 0.23 การศึกษาอายุเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่งบรรจุในซองอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณภูมิห้อง พบว่าเก็บรักษาได้นาน 6 สัปดาห์

คำสำคัญ : ข้าวเม่าหมี่, ธัญพืช

Thesis title Carrot added Cereal Bar (Khao Mao Mee)

Author Phetcharat Jongskulsri

Degree Master of Home Economics

Major Program Home Economics (Graduate School)

Academic Year 2010

ABSTRACT

The objective of Carrot added Cereal Bar (Khao Mao Mee) development project is developing formula and production process. - to increase nutritive value and convenience in carrying comfortably. According to the study of 3 basic formulas by Randomized Complete Block Design (RCBD), the results showed that the overall liking of like moderately (7.67) The study of hot air dried carrot at 70 °C by Randomized Complete Block Design (RCBD), the size of fresh carrot is 6 mm. in width 15 mm. in length with three different thicknesses; 2 mm., 4mm and 6 mm. By 3 levels of drying time; 5 hrs., 6 hrs. and 7 hrs. The result showed that the 2 mm. thickness with 5 hrs drying time fresh carrot has water activity 0.43 and 3.47 moisture. is most suitable for being the product ingredient. The study quantity of dried carrot by Randomized Complete Block Design (RCBD), with 3 levels; 5% 10% and 15% by weight of total ingredients. The result showed that the overall liking of like very much (8.15) is 10 % The study of 3 combined fluid formula (different ratio of high fructose syrup, glucose syrup and sucrose) by Randomized Complete Block Design (RCBD). The result is the 1st fluid formula ratio of high fructose syrup 58% glucose syrup 28% and sucrose 14% showed that the overall liking of like very much (8.12). The end result of Carrot added Cereal Bar (Khao Mao Mee) development project showed that fat decreased by 52.09% crude fiber increase by 59.73%, The chemical composition; 2.28% Moisture, 13.01% protein, 19.56% fat, 2.25% ash, 1.49% crude fiber, 62.90% carbohydrate. And water activity 0.23. Shelf-life of packed the product in aluminum foil, kept at room temperature -was 6 weeks.

Key words : Khao mao mee, Cereal

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาอย่างดียิ่ง จากศาสตราจารย์ ดร. อมรรัตน์ เจริญชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำทุกขั้นตอนจนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ และรองศาสตราจารย์ วลัย หุตะโกวิท ที่กรุณาเป็นประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ และตรวจสอบข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เพื่อทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรีพรรณ ตรีศักดิ์ศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดรุณี โอวจริยาพิทักษ์ อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ อาจารย์วไลภรณ์ สุทธา อาจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ และอาจารย์วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านคำปรึกษา และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนเป็นกำลังใจ และเพื่อนๆที่คอยอยู่เคียงข้างช่วยเหลือเกื้อกูลที่ดีเสมอมา ตลอดจนผู้มีพระคุณที่มิได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ทุกท่าน ที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ความดีใดๆ อันเนื่องมาจากใช้ประโยชน์จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแก่ครูบาอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

เพชรรัตน์ จงสกุลศรี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(2)
Abstract	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(4)
สารบัญ	(5)
สารบัญตาราง	(7)
สารบัญภาพ	(9)
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 นิยามศัพท์	3
1.5 คำสำคัญ	3
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ข้าว	4
2.2 ถั่วลิสง	7
2.3 งา	10
2.4 เมล็ดฟักทอง	12
2.5 กุ้งแห้ง	14
2.6 แครอท	15
2.7 การทำแห้งอาหาร	18
2.8 สารให้ความหวาน	23
2.9 บรรจุภัณฑ์อาหาร	27
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
3. วิธีดำเนินการ	32
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์	32
3.2 วิธีการ	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	43
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	44
4.2 การอภิปรายผล	61
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	64
5.1 สรุปผล	64
5.2 ข้อเสนอแนะ	66
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	72
ภาคผนวก ก แบบประเมินการทดสอบประสาทสัมผัส	73
ภาคผนวก ข การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	78
ภาคผนวก ค มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเม่าหมี่	82
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	89

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ปริมาณสารอาหารในข้าวเม่า (ข้าวเหนียวขาว) ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	7
2.2	ปริมาณสารอาหารในถั่วลิสงคั่ว (ไม่มีเปลือก) ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	9
2.3	ปริมาณสารอาหารในงาขาว ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	10
2.4	ปริมาณสารอาหารในเมล็ดฟักทองอบแห้ง ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	13
2.5	ปริมาณสารอาหารในกุ้งแห้ง ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	15
2.6	ปริมาณสารอาหารในแครอท ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	17
2.7	ลักษณะทางกายภาพ ของน้ำตาลซึ่งมีจุดเดือดต่างกันและวิธีทดสอบ	26
3.1	ปริมาณของวัตถุดิบชนิดต่างๆ สูตรพื้นฐานข้าวเม่าหมี่ธัญพืช	36
3.2	ปริมาณของน้ำเชื่อม ไฮฟรุกโทสไซรัป กลูโคสไซรัป และซูโครส ที่ใช้เพื่อเตรียมน้ำเชื่อมประสาน	39
4.1	ผลการพองตัวของข้าวเม่าคั่วด้วยเตาแม่เหล็กไฟฟ้าและเตาแก๊ส	43
4.2	คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของข้าวเม่าดิบเปรียบเทียบกับข้าวเม่าคั่ว	44
4.3	คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของถั่วลิสงอบที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส	45
4.4	คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของงาขาวอบที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส	46
4.5	คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของกุ้งแห้งอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	47
4.6	คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของแครอทอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เมื่อใช้แครอทขนาดชิ้น 6 x 15 x 2 มิลลิเมตร	50
4.7	คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของแครอทอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เมื่อใช้แครอทขนาดชิ้น 6 x 15 x 4 มิลลิเมตร	50
4.8	คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของแครอทอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เมื่อใช้แครอทขนาดชิ้น 6 x 15 x 6 มิลลิเมตร	50
4.9	ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชสูตรพื้นฐาน 3 สูตร	51
4.10	ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท ปริมาณต่างกัน 3 ระดับ	52
4.11	ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่งด้วยน้ำเชื่อมประสาน 3 สูตร	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.12 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง เปรียบเทียบกับข้าวเม่าหมี่สูตรพื้นฐานที่คัดเลือกได้ โดยมีเต้าหู้เหลืองทอดอยู่ในสูตร 55

4.13 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา กรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) ในผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง ในระหว่างศึกษาอายุการเก็บรักษา บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง 57

4.14 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง ในระหว่างการเก็บรักษา โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (0 สัปดาห์) กับผลิตภัณฑ์อายุเก็บรักษาที่ 2 สัปดาห์ 58

4.15 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง ในระหว่างการเก็บรักษา โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (0 สัปดาห์) กับผลิตภัณฑ์อายุเก็บรักษาที่ 4 สัปดาห์ 59

4.16 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง ในระหว่างการเก็บรักษา โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (0 สัปดาห์) กับผลิตภัณฑ์อายุเก็บรักษาที่ 6 สัปดาห์ 60

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะหัวผ่าตามขวางของแครอท	16
2.2	ลักษณะประจำพันธุ์ของแครอท	17
3.1	กรรมวิธีการผลิตข้าวเม่าหมี่ธัญพืช	37
3.2	กรรมวิธีการผลิตข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท	38
3.3	กรรมวิธีการผลิตข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง	40

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากกระแสความนิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพทั่วโลก ส่งผลให้ประเทศต่างๆ ให้ความสำคัญกับการหาส่วนผสมอาหารที่มีคุณภาพจากธรรมชาติมากขึ้น ประเทศไทยจึงนับได้ว่ามีความได้เปรียบจากการมีวัตถุดิบ เครื่องเทศ และสมุนไพรที่หลากหลาย ผนวกกับมีภูมิปัญญาชาวบ้านจึงมีความเป็นไปได้ในการส่งเสริมด้านการผลิตและการส่งออกผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (สุนิสา และคณะ, 2552) อาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต การบริโภคอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และมีความปลอดภัยย่อมเกิดผลดีต่อการเจริญเติบโตและสุขอนามัยที่ดีของชีวิต

จากการสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการของประเทศไทย ครั้งที่ 5 พ.ศ. 2546 พบว่าเด็กวัยเรียน อายุ 6-14 ปี ยังคงมีนักเรียนบางส่วนไม่บริโภคอาหารเช้า เหตุผลของการไม่บริโภคอาหารเช้าเพราะเป็นเวลาเช้าเกินไป และบริโภคอาหารว่างเช้าและมื้อบ่าย เป็นบางวันมากที่สุดโดยอาหารที่บริโภคจะเป็นขนมขบเคี้ยวเป็นส่วนใหญ่ และกลุ่มวัยทำงาน อายุ 15-59 ปี พบว่าเขตเมืองกินอาหารว่างเช้า อาหารว่างบ่าย และอาหารว่างก่อนนอน พบว่าการบริโภคอาหารในผู้ใหญ่ (อายุ 15-59 ปี) และผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) รูปแบบการบริโภคอาหารเหมือนกัน คือ ได้รับพลังงานจากอาหารอยู่ในระดับเพียงพอของเกณฑ์อ้างอิง และมีสารแคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินบี1 อยู่ในระดับไม่เพียงพอ (กรมอนามัย, 2549)

จะเห็นได้ว่า อาหารว่างมีบทบาทสำคัญในการบริโภค องคนในยุคปัจจุบันอย่างมาก ใช้รับประทานระหว่างมื้อ การรับประทานอาหารว่างมีเหตุผลแตกต่างกันในแต่ละคน โดยบางคนใช้ในโอกาสการพบปะพูดคุยเ พื่อเพิ่มความใกล้ชิดสนิทสนม บางคนใช้ในวลาเพื่อการพักผ่อน บ้างคนรับประทานอาหารด้วยเหตุผลในเชิงสุขภาพ (ไพศาลและคณะ, 2546) โดยไม่ได้มีวัตถุประสงค์จะใช้เป็นอาหารหลัก แต่เนื่องด้วยอาหารแบบพกพาเป็นผลิตภัณฑ์ที่รับประทานง่าย สามารถรับประทานได้ทันที ไม่ต้องเสียเวลาในการจัดเตรียม สะดวกในการนำติดตัว จึงเป็นเหตุให้ผู้ที่มีความเร่งรีบในการดำเนินชีวิตที่ไม่มีเวลามักรับประทานแทนอาหารมื้อเช้า หรือเพื่อปะทังความหิวระหว่างมื้อ

ข้าว เหมาะที่จะใช้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ เพราะมีคุณค่าทางอาหารย่อยง่าย โซเดียมต่ำไม่มีคอเลสเตอรอล (อรอนงค์, 2544) คนไทยในสมัยก่อน จะนำข้าวเหนียว และข้าวเจ้ามาเป็นส่วนผสมในอาหารว่าง และอาหารขบเคี้ยวอย่างหลากหลาย การใช้ในรูปเมล็ด ตั้งแต่เมล็ดยังอ่อน ๆ จะมีลักษณะเป็นน้ำนม โดยนำมาทำข้าวยาคู และเมื่อเมล็ดข้าวอ่อนเปลือกส่วนปลายเริ่มแข็งจะนำมาทำข้าวเม่า ซึ่งข้าวเม่าจะมีสีเขียวอ่อน กลิ่นหอม มีคุณค่าทางโภชนาการสูง จะนำมาทำขนม และอาหารว่างทั้ง หวาน และคาว ซึ่งข้าวเม่าหมี่เป็นหนึ่งในอาหารว่างคาวในสมัยโบราณที่หารับประทานได้ยากในปัจจุบัน โดยจะมีการทำข้าวเม่าหมี่ในช่วงเดือนสิบเพราะข้าวนาปีกำลังออกรวง และผ่านระยะน้ำนมมาช่วงหนึ่ง ประมาณ 5-7 วัน ข้าวเริ่มมีเมล็ดเต็มเมล็ด แต่ยังไม่แก่จัด ซึ่งข้าวในระยะนี้จะเรียกว่า “กำลังเม่า” (วิเชียรและชัยชาญ, 2542) นิยมนำมาเป็นส่วนผสมในการทำ กระยาสารท ข้าวเม่าทอด ข้าวเม่าหมี่ และขนมไทยอีกหลายชนิด ข้าวเม่าหมี่มีส่วนผสมคือ ข้าวเม่าซึ่งนำไปทอดหรืออบให้กรอบ กุ้งแห้งทอด ถั่วลิสงคั่ว น้ำตาลทราย กระเทียมเจียวและเต้าหู้หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ทอดให้กรอบ แล้วนำไปคลุกรวมกัน (สถาบันวิจัยข้าว, 2545) ข้าวเม่าหมี่ให้คุณค่าทางโภชนาการ คือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีนและแคลเซียม จะเห็นได้ว่าข้าวเม่าหมี่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ไขมันก็สูงเช่นกัน

จากรายงาน โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต และการแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าเพื่อเพิ่มมูลค่าและส่งเสริมอุตสาหกรรมพื้นบ้าน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ในด้านรสชาติ ควรปรับปรุงให้แปลกขึ้น มีอายุการเก็บรักษาได้นาน ๆ และควรเพิ่มสีสันให้ชวนรับประทาน (วิเชียร, 2545) และจากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่มีสารสีผสมอาหารเป็นส่วนประกอบ พบว่า สีสันของผลิตภัณฑ์อาหารมี อิทธิพลในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค (กิติมา, 2549)

ผู้วิจัยมีแนวคิดจะศึกษากรรมวิธีการผลิตข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่งโดยใช้งาขาวและเมล็ดฟักทอง ทดแทนเต้าหู้ทอดเนื่องจากเต้าหู้ทอดเก็บไว้นานจะหืนเร็วและไม่กรอบ มีผลทำให้เก็บผลิตภัณฑ์ไม่ได้นาน (สมจิต และคณะ, 2548) ซึ่งงาขาวและเมล็ดฟักทองมีคุณค่าทางด้านโภชนาการ ทั้งด้านโปรตีน และใยอาหาร เช่นเดียวกับเต้าหู้ โดยงาขาวให้ โปรตีนร้อยละ 19.7 กรัม ใยอาหารร้อยละ 2.9 กรัม และเมล็ดฟักทองให้โปรตีนร้อยละ 29.4 กรัม, ใยอาหารร้อยละ 2 กรัม เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ พร้อมทั้งเพื่อให้มีสีสันชวนรับประทานมากขึ้น จึงเพิ่มแครอทอบแห้งในข้าวเม่าหมี่ โดยเปลี่ยนกรรมวิธีการผลิตจากการทอด เป็นการอบแห้งและคั่วส่วนผสมทั้งหมดเพื่อลดไขมันบางส่วนและนำมาอัดแท่ง บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้นสะดวกบริโภคและพกพา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษากรรมวิธีการเตรียมวัตถุดิบ เพื่อนำมาใช้ในส่วนผสมข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท

1.2.2 ศึกษาสูตรพื้นฐานข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

1.2.3 ศึกษาปริมาณแครอทอบแห้งเสริมในส่วนผสมข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

1.2.4 ศึกษาสูตรน้ำเชื่อมประสานที่เหมาะสมต่อการอัดแท่งข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท

1.2.5 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง

1.2.6 ศึกษาอายุการเก็บรักษา ของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่งบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ผลิตภัณฑ์ที่สะดวกพกพาและบริโภค

1.3.2 เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแก่ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่

1.3.3 เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในท้องตลาดที่สามารถนำมาผลิตในเชิงพาณิชย์

1.3.4 เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ธัญพืช

1.4 นิยามศัพท์

1.4.1 ข้าวเม่าหมี่ คือข้าวเม่าทอดพอกรอบ ผสมกับน้ำตาล กุ้งแห้ง ถั่วลิสงคั่ว กระเทียมเจียว และเต้าหู้หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ทอดให้กรอบ

1.4.2 ธัญพืช คือพืชล้มลุกหลายชนิดหลายสกุลในวงค์ Gramineae เช่น ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด ให้เมล็ดเป็นอาหารหลัก

1.5 คำสำคัญ

ข้าวเม่าหมี่ , ธัญพืช

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่งผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเป็นหัวข้อต่อไปนี้

2.1 ข้าว

2.2 ถั่วลิสง

2.3 งา

2.4 เมล็ดฟักทอง

2.5 กุ้งแห้ง

2.6 แครอท

2.7 การทำแห้งอาหาร

2.8 สารให้ความหวาน

2.9 บรรจุภัณฑ์อาหาร

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าว

ข้าวเป็นธัญพืชที่ใช้เป็นอาหารสำคัญอย่างหนึ่งของโลก ตามหลักวิชาพฤกษศาสตร์ ข้าวเป็นพืชจำพวกใบเลี้ยงเดี่ยว ในวงศ์ *Gramineae* อยู่ในสกุล *Oryza* ชื่อเฉพาะของข้าว คือ sativa ดังนั้นข้าวจึงมีชื่อในภาษาละตินว่า *Oryza* sativa พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525 ให้คำจำกัดความข้าวว่า เป็นเมล็ดพืชพวกหญ้า มีใบยาว ต้นเป็นลำข้อ และมีดอกในฤดูเก็บเกี่ยวที่ปลายยอดของแต่ละข้อจะมีก้านอ่อนเล็ก ๆ มากกว่า 5 ก้าน แต่ละก้านจะมีเมล็ดข้าวติดอยู่เป็นแถว มีเปลือกสีน้ำตาลหุ้มเมล็ดข้างใน ถ้าเขย่าเบา ๆ จะทำให้เมล็ดหลุดจากช่อ เมล็ดข้างในจะหลุดออกจากเปลือกได้โดยการตำ หรือสีข้าว เมล็ดข้าวที่เอาเปลือกออกแล้ว ทำให้สุกโดยการต้ม หรือนึ่ง เพื่อรับประทานเป็นอาหาร

2.1.1 ข้าวที่ปลูกกันในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

2.1.1.1 ข้าวไร่ เป็นข้าวที่ไม่ต้องการน้ำหล่อเลี้ยงในการเจริญเติบโต และมักจะตายถ้ามีน้ำขังอยู่นาน แต่คงต้องการความชุ่มชื้นของดินทำนองเดียวกับพืชไร่ ข้าวไร่จึงมักนิยมปลูกกันบนที่สูงหรือตามไหล่เขา ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และทำกันเป็นหย่อมเล็ก ๆ

2.1.1.2 ข้าวนาสวน เป็นข้าวที่ต้องการน้ำหล่อเลี้ยงในระหว่างเจริญเติบโต มักปลูกกันเป็นส่วนมาก ทนความลึกของน้ำได้ไม่เกิน 1 เมตร บริเวณทำนาสวน มีประมาณร้อยละ 84 ของเนื้อที่นาในประเทศไทย

2.1.1.3 ข้าวนาเมือง เป็นข้าวที่ปลูกในแหล่งที่มีระดับน้ำสูงกว่า 1 เมตรขึ้นไป เป็นพันธุ์ข้าวพิเศษที่เรียกกันว่า ข้าวขึ้นน้ำ หรือ ข้าวลอย หรือข้าวฟางลอย เพราะเป็นพันธ์ที่มีลำต้นยาว และทอดออกไปแตกแขนงตามข้อและออกรากตามข้อได้ ลำต้นเจริญเติบโตได้รวดเร็วกว่าพันธุ์นาสวน เมื่อระดับน้ำเปลี่ยนแปลงสูงขึ้น ข้าวนาเมืองจึงปลูกกันบริเวณที่ลุ่มมากๆในภาคกลาง เช่น จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พิจิตร สุพรรณบุรี ลพบุรี อ่างทอง ชัยนาท สิงห์บุรี เป็นต้น รวมทั้งบริเวณที่ลุ่มมากๆในภาคอื่นๆ ที่ไม่สามารถปลูกข้าวนาสวนได้ การปลูกข้าวนาเมืองใช้วิธีหว่านและปลูกในเนื้อที่นาประมาณร้อยละ 16 ของเนื้อที่นาในประเทศ

2.1.2 ข้าวแบ่งตามคุณสมบัติของเมล็ดได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

2.1.2.1 ข้าวเจ้า เป็นข้าวที่มีเนื้อเมล็ดใส เมื่อหุงแล้วเมล็ดจะร่วนและสวยไม่ติดกัน ใช้รับประทานกันเป็นประจำ ในภาคกลาง ภาคใต้ และภาคอีสานตอนใต้ ของประเทศไทย ปริมาณข้าวเจ้าที่ผลิตตามภาคต่างๆ คิดเป็นร้อยละของผลผลิตทั้งหมดของภาค คือ ภาคเหนือประมาณร้อยละ 8 ภาคอีสานประมาณร้อยละ 26 ภาคกลางประมาณร้อยละ 95 ภาคใต้ประมาณร้อยละ 94

2.1.2.2 ข้าวเหนียว เป็นข้าวที่เนื้อเมล็ดขุ่นกว่าข้าวเจ้า เมื่อหุงหรือนึ่งแล้ว เมล็ดจะเหนียวติดกันใช้รับประทานกันเป็นประจำในภาคเหนือ และภาคอีสานตอนเหนือและใช้ทำขนมต่าง ๆ ในภาคกลาง และภาคใต้ ปริมาณข้าวเหนียวที่ผลิตตามภาคต่างๆ คิดเป็นร้อยละของผลผลิตทั้งหมดของแต่ละภาคมีดังนี้ คือภาคเหนือประมาณร้อยละ 92 ภาคอีสานประมาณร้อยละ 74 ภาคกลางประมาณร้อยละ 5 ภาคใต้ประมาณร้อยละ 6

2.1.3 ข้าวเม่า ต้นข้าวเหนียวที่ตั้งท้อง ออกรวงและผ่านระยะน้ำนมมาประมาณ 5-7 วัน ข้าวจะเริ่มมีเมล็ดแต่ยังไม่แก่จัด ชาวบ้านอีสานจะเรียกว่า "กำลังเม่า" เวลามี งานบุญประเพณีชาวบ้านจะใช้ข้าวในระยะนี้ มาแปรรูปเป็น " ข้าวเม่า " การแปรรูป จะเริ่มจากนำข้าวระยะนี้มารูดเอาเฉพาะเมล็ด นำไปคั่วแล้วตำด้วยครกกระเดื่อง หรือครกมองเพื่อแยกเปลือกข้าวออก ชาวบ้านในหลายจังหวัดของภาคอีสานมีการผลิตข้าวเม่าทั้งเพื่อการบริโภคในครัวเรือน และเพื่อการจำหน่าย จังหวัดที่มีการผลิตกันมากได้แก่ อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด นครพนม สกลนคร อุดรธานีและหนองคาย ข้าวเม่า

ที่ผลิตออกสู่ตลาด โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของข้าวเม่าสด หรือข้าวเม่าอ่อน ซึ่งเป็น ข้าวเหนียวที่ยังคงมีสีเขียวอยู่ มีลักษณะเฉพาะตัวที่ความหอมและสีเขียวธรรมชาติของเมล็ดข้าว จึงเป็นที่นิยมและยอมรับของผู้บริโภค (วิเชียร, 2543) พันธุ์ข้าวเหนียวที่ใช้ในการผลิตข้าวเม่าในแต่ละท้องถิ่นมีหลายพันธุ์ ซึ่งมีพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ข้าวส่งเสริมของหน่วยงานราชการ พันธุ์พื้นเมืองจะมีอายุสั้น ประมาณ 3 เดือน และมีผลผลิตไม่สูงนัก พันธุ์ข้าวเหนียวที่ใช้ในการผลิตข้าวเม่าในปัจจุบัน ได้แก่ พันธุ์ดอมะขาม พันธุ์เหลืองบุญมา พันธุ์ดอฮี พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์หางยี ตอนกลางพันธุ์อีขาว พันธุ์ กข 6 และพันธุ์ กข 10 (ข้าวอีเตี้ย) (สมคิด, 2540) สำหรับคุณภาพของข้าวเม่าจะเป็นอย่างไร ขึ้นกับสายพันธุ์ข้าว เช่นพันธุ์ กข 6 จะมีความหอมหวาน และนุ่มกว่าทุกพันธุ์ (อริยาภรณ์และนิตยา, 2543) ข้าวเม่ายังสามารถนำไปทำอาหารดัดแปลงได้อีกหลายชนิด ความเป็นมาของขนมไทยแต่ดังเดิมแปรรูปจากข้าว เนื่องจากคนไทยปลูกข้าวไว้กินมาช้านาน จึงนำส่วนหนึ่งมาทำขนม โดยการผสมผสานกับผลิตผลรอบข้าง เช่น น้ำตาลทราย น้ำตาลมะพร้าวและมะพร้าวเกิดเป็นขนมหวานมากมายใช้ในเทศกาลงานบุญต่าง ๆ ขนมไทยจึงทำมาจากข้าวทั้งในรูปเมล็ดและแป้ง (สถาบันวิจัยข้าว, 2545) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวไทยควรเป็นการปรับปรุงรูปแบบของผลิตภัณฑ์ข้าวแบบดั้งเดิมให้มีกระบวนการผลิตที่ทันสมัย สะดวกสำหรับผู้บริโภคและมีอายุการเก็บรักษาที่นานกว่าเดิม ข้าวเหมาะที่จะใช้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ เพราะมีคุณค่าทางอาหารย่อยง่าย โซเดียมต่ำ ไม่มีคอเลสเตอรอลและไม่ทำให้เกิดอาการภูมิแพ้ (อรอนงค์, 2544)

2.1.3 ข้าวเม่าหมี่ คือข้าวเม่าทอดพอกรอบผสมกับน้ำตาล กุ้งแห้ง ถั่วลิสงคั่ว กระเทียมเจียว เต้าหู้เหลือง หั่นชิ้นเล็กๆ ทอดให้กรอบ (สถาบันวิจัยข้าว, 2545) เป็นอาหารว่างที่ให้คุณค่าทางโภชนาการหลายอย่างได้ทั้ง คาร์โบไฮเดรตจากเมล็ดธัญพืช ได้โปรตีนจากทั้งเนื้อสัตว์ คือกุ้งแห้ง และจากพืชคือเต้าหู้และถั่วลิสง ข้าวเม่าหมี่เป็นของกินเล่นให้ประโยชน์ คนสมัยก่อนทำข้าวเม่าหมี่ใส่ขวดโหล มีถ้วยเล็กๆให้ลูกหลานตักเคี้ยวเล่นยามหิว (พลศรี, 2545)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณสารอาหารในข้าวเม่า (ข้าวเหนียวขาว) ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ (หน่วย)	
ความชื้น	12.5	เปอร์เซ็นต์
พลังงาน	352	กิโลแคลอรี
ไขมัน	1.7	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	78.4	กรัม
กากใย	0.4	กรัม
โปรตีน	5.6	กรัม
แคลเซียม	10	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	227	มิลลิกรัม
เหล็ก	2.0	มิลลิกรัม
เบต้า-แคโรทีน	-	ไมโครกรัม
วิตามินบีหนึ่ง	0.22	มิลลิกรัม
วิตามินบีสอง	0.04	มิลลิกรัม
ไนอาซีน	-	มิลลิกรัม
วิตามินซี	-	มิลลิกรัม

ที่มา : กรมอนามัย (2535)

2.2 ถั่วลิสง

ถั่วลิสง ถั่วดิน peanut ground หรือ arachide เป็นชื่อเรียกพืชที่อยู่ในตระกูลถั่วที่ผสมตัวเองเป็นส่วนใหญ่ พืชล้มลุกที่มีลักษณะแปลกเพราะออกดอกตามกิ่งเหนือดิน แต่เมื่อผสมแล้วกลับพัฒนาส่วนนี้ยืดยาวแทรกลงผิวดินเพื่อสร้างเป็นฝักถั่วใต้ผิวดิน ซึ่งในฝักมีเมล็ดที่ใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น เป็น ถั่วต้ม ถั่วป่น ถั่วอบ หรือเนยถั่วลิสง และผลิตภัณฑ์ต่างๆ (ธรรมศักดิ์, 2540)

2.2.1 พันธุ์ถั่วลิสง มีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะพันธุ์จะบ่งบอกถึงลักษณะของเมล็ด การใช้ประโยชน์ทางการตลาด สภาพพื้นที่ที่ต้องการ อายุการเก็บเกี่ยว ลักษณะของฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝักและอื่น ๆ ทำให้ผู้ปลูกใช้ประกอบการตัดสินใจก่อนปลูก ได้จำแนกตามลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.2.1.1 เมล็ดโต เป็นถั่วลิสงที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ย 60 กรัมขึ้นไป เจริญเติบโตได้ดี และให้ผลผลิตสูงเมื่อปลูกบนดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำทำให้ได้เมล็ดลีบมาก ถั่วลิสงในกลุ่มนี้ คือพันธุ์ขอนแก่น 60 -3

2.2.1.2 เมล็ดปานกลาง เป็นถั่วลิสงที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ย 35-60 กรัม มีการเจริญเติบโตได้ดี และให้ผลผลิตสูงในสภาพการปลูกในประเทศไทย พันธุ์ สข.38 ลำปาง ไทนาน 9 ขอนแก่น 60-1 ขอนแก่น 60-2 ขอนแก่น 4 และขอนแก่น 5

2.2.1.3 เมล็ดเล็ก เป็นถั่วลิสงที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ยต่ำกว่า 35 กรัม เจริญเติบโตได้ดี และให้ผลผลิตสูงในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ถั่วลิสงในกลุ่มนี้ คือ พันธุ์พื้นเมือง และถั่วอายุสั้นสายพันธุ์ดี (MGS9XChico) -12-16-5 (อำนาจ, 2545)

2.2.2 พันธุ์ถั่วลิสงที่เกษตรกรนิยมปลูกในแหล่งปลูกของภาคต่าง ๆ

2.2.2.1 ภาคเหนือ เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์ลำปาง ไทนาน 9 รองลงมาเป็นพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งเป็นถั่วต้มสด

2.2.2.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์ สข.38 ลำปาง ไทนาน 9 และมีเพียงเล็กน้อยที่ปลูกพันธุ์พื้นเมือง

2.2.2.3 ภาคกลาง เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 และ สข.38 ลำปาง เพื่อขายในรูปถั่วฝักสด หรือสำหรับเป็นถั่วต้ม และส่งโรงงานถั่วอบแห้ง

2.2.2.4 ภาคตะวันตก เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์ สข.38 ลำปาง สำหรับเป็นถั่วต้มสด ส่วนพันธุ์ไทนาน 9 ปลูกเพียงเล็กน้อยเพื่อส่งขายให้โรงงานถั่วอบ

2.2.2.5 ภาคตะวันออก เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์ สข.38 ลำปาง ไทนาน 9 ส่วนพันธุ์ พื้นเมืองพบปลูกเพียงเล็กน้อย

2.2.2.6 ภาคใต้ เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์ สข.38 ลำปาง และ ไทนาน 9 พบบ้างที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง (อำนาจ, 2545)

2.2.3 สารอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin) เป็นสารพิษที่มีอันตรายต่อคนและสัตว์ แม้ได้รับในปริมาณเล็กน้อยก็ตามโดยจะก่อให้เกิดมะเร็งในตับ หรือในระบบทางเดินอาหาร จะพบสารนี้ในอาหาร และพืชผลทางการเกษตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชน้ำมัน เช่น ถั่วลิสง ข้าวโพด มะพร้าวแห้ง สารพิษอะฟลาทอกซินที่ปะปนในถั่วลิสงนั้นสร้างขึ้นโดยเชื้อรา *Apergillus flavus* และ *A. parasiticus* ซึ่งพบโดยทั่วไปในสภาพร้อนชื้นของประเทศไทย การปนเปื้อนจะพบเชื้อราเหล่านี้รวมทั้งสารพิษอะฟลาทอกซินจะพบได้ตั้งแต่ในระยะปลูก ระยะเก็บเกี่ยว ระยะตากแห้ง ระหว่างขนส่ง และในระหว่างการเก็บรักษาก่อนถึงมือผู้บริโภค ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อและการผลิตอะฟลาทอกซินมากที่สุดคือ ความชื้น และ อุณหภูมิ (สมจิตนา, 2542)

2.2.4 การใช้ประโยชน์ของถั่วลิสง เมล็ดถั่วลิสงอุดมด้วยไขมันชนิดต่างๆที่สำคัญคือ oleic และ linoleic รวมกันประมาณร้อยละ 80 ของไขมันทั้งหมดที่มีอยู่ มีโปรตีนโดยทั่วไปประมาณร้อยละ 20-30 แต่มีคาร์โบไฮเดรตและกากต่ำดังนั้น จึงนิยมใช้น้ำมันบริโภคและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นแหล่งโปรตีน ในสหรัฐอเมริกาใช้ถั่วลิสงที่ผลิตได้ประมาณร้อยละ 60 สำหรับบริโภคในรูปต่างๆ เช่นเนยถั่วลิสง ถั่วอบ หรือคั่วใส่เกลือ ขนมไส้ถั่ว และถั่วทั้งฝักคั่วใส่เกลือเป็นต้น (อารีย์, 2544)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณสารอาหารในถั่วลิสงคั่ว (ไม่มีเปลือก) ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

สารอาหาร	**ปริมาณ**	**(หน่วย)**
ความชื้น	5.2	เปอร์เซ็นต์
พลังงาน	563	กิโลแคลอรี
ไขมัน	47.0	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	15.4	กรัม
กากใย	2.1	กรัม
โปรตีน	28.6	กรัม
แคลเซียม	45	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	401	มิลลิกรัม
เหล็ก	1.8	มิลลิกรัม
เบต้า-แคโรทีน	-	ไมโครกรัม
วิตามินบีหนึ่ง	0.24	มิลลิกรัม
วิตามินบีสอง	0.14	มิลลิกรัม
ไนอาซีน	14.5	มิลลิกรัม
วิตามินซี	3	มิลลิกรัม

ที่มา : กรมอนามัย (2535)

2.3 งา

ปัจจุบันประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ ตื่นตัวในเรื่องสุขภาพและคำนึงคุณค่าทางโภชนาการอาหารมากขึ้น เพื่อสุขภาพที่แข็งแรง “งา” เป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่ทั่วโลกบริโภคกันมาก และแพร่หลายมาเป็นระยะเวลานับพันปี เพราะคุณค่าทางโภชนาการ ที่สูงของงาปัจจุบันมีหลายประเทศนำงาไปประกอบอาหาร และแปรรูปหลากหลาย จึงมีการบริโภคกันอย่างกว้างขวาง (ศักดา, 2544) การแปรรูปผลิตภัณฑ์งา นอกจากจะเพิ่มมูลค่าของผลผลิตแล้ว ยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศได้ทั่วโลก (ประดิษฐ์, 2544)

ตารางที่ 2.3 ปริมาณสารอาหารในงาขาว ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

สารอาหาร	**ปริมาณ (หน่วย)**	
ความชื้น	7.0	เปอร์เซ็นต์
พลังงาน	594	กิโลแคลอรี
ไขมัน	50.9	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	14.2	กรัม
กากใย	2.9	กรัม
โปรตีน	19.7	กรัม
แคลเซียม	630	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	650	มิลลิกรัม
เหล็ก	16.0	มิลลิกรัม
เบต้า-แคโรทีน	-	ไมโครกรัม
วิตามินบีหนึ่ง	0.50	มิลลิกรัม
วิตามินบีสอง	0.10	มิลลิกรัม
ไนอาซีน	-	มิลลิกรัม
วิตามินซี	-	มิลลิกรัม

ที่มา : กรมอนามัย (2535)

เมล็ดงานำมาใช้บริโภคเมล็ดโดยตรงหรือสกัดน้ำมันจากเมล็ดมาใช้การบริโภคเมล็ดงา โดยนำมาใช้ตกแต่งขนมปังและอาหารหลากหลายชนิด นำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์งาชนิดต่าง ๆ เช่น เมล็ดงาคั่ว เมล็ดงาคั่วป่น งาบด หรือเนยงา ขนมงาตัด เป็นต้น แต่การนำเมล็ดงามาใช้โดยตรงมีปริมาณน้อยกว่าการใช้น้ำมันงา และคุณภาพของน้ำมันที่ดีประกอบด้วย ปริมาณน้ำมันองค์ประกอบของกรดไขมัน ปริมาณโปรตีน องค์ประกอบของกรดอะมิโน สารลิกแนน กลิ่นและรสชาติ งาเป็นพืชอาหารที่ให้พลังงานสูง มีปริมาณน้ำมันร้อยละ 34-64 ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยในงาขาว เท่ากับร้อยละ 55 และร้อยละ 47.5 ในงาดำ เปลือกหุ้มเมล็ดของงาดำส่วนมากหนากว่างาขาว เมล็ดงาที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดหนา จะมีปริมาณน้ำมันค่อนข้างต่ำ และปริมาณน้ำมันมีความสัมพันธ์กับสารลิกแนน (วาสนา, 2550) และยังพบว่ากลุ่มพันธุ์งาขาวมีปริมาณ สารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า พันธุ์งาสีอื่น (โสภิตา และคณะ, 2550)

2.3.1 องค์ประกอบสำคัญทางเคมีที่สำคัญในเมล็ดงา มีองค์ประกอบสารอาหารมีคุณค่าโภชนาการสูงในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1.1 กรดไขมัน (fatty acid) ที่สำคัญมี 4 ชนิดดังนี้ กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) ได้แก่ กรดปาล์มมิติก (palmitic acid 16 : 1) และกรดสเตียริค (stearic acid 18 : 0) และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ได้แก่กรดโอลิอิก (oleic acid 18 : 1) เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid, MUFA) และกรดลิโนเลอิก (linoleic acid) เป็นกรดไขมันเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid, PUFA) กรดไขมันทั้งสองชนิดนี้มนุษย์สร้างไม่ได้ แต่เป็นกรดไขมันที่ร่างกายต้องการจึงเรียกกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งสองนี้ว่า กรดไขมันที่จำเป็น (essential fatty acid) นอกจากนี้ กรดไขมันไม่อิ่มตัวโอลิอิก และลิโนเลอิก ช่วยลดระดับพลาสมาคอเลสเตอรอล(plasma cholesterol levels) สำหรับกรดลิโนเลอิก มีโอเมก้า 6 (omega6) ซึ่งช่วยไม่ให้คอเลสเตอรอลเกาะเส้นเลือด ควบคุมความดันโลหิตช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน และปรับระดับไขมันในร่างกาย ช่วยบำรุงผิวให้อ่อนนุ่ม ในน้ำมันงามีปริมาณ กรดโอลิอิกร้อยละ 32.7-53.9 และกรดลิโนเลอิกร้อยละ 29.9-59.0

2.3.1.2 โปรตีน งามีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่างร้อยละ 16-33 ปริมาณของกรดอะมิโนอาจแตกต่างกันขึ้นกับพันธุ์ โปรตีนในงามีกรดอะมิโนไลซินต่ำ แต่มีกรดอะมิโนตัวอื่นสูง โดยเฉพาะเมทไธโอนิน (methionine) cystine arginene และ leucine สำหรับเมล็ดงาที่สกัดน้ำมันออกแล้ว เรียกว่า กากงามีปริมาณโปรตีนอยู่สูง ประมาณร้อยละ 35 คาร์โบไฮเดรต ฟอสฟอรัส และเซซามิน กากงานำไปใช้ทำขนมต่างๆใช้ทำแป้งงา หรือนำไปเลี้ยงสัตว์ การนำแป้งงาใช้ร่วมกับแป้งถั่วเหลืองหรือแป้งธัญพืช ในการทำขนมปังกรอบชนิดต่าง ๆ เป็นการเสริมกรดอะมิโนให้สมบูรณ์

2.3.1.3 คาร์โบไฮเดรต ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเมล็ดงา มีประมาณร้อยละ 18-20 มีกลูโคสและฟรุคโทส (fructose) อยู่ในปริมาณน้อย ปริมาณสารอาหารเยื่อใย อยู่ประมาณร้อยละ 11

2.3.1.4 ธาตุอาหารและวิตามิน เมล็ดงาเป็นแหล่งที่ดีของแมงกานีสและทองแดง ธาตุอาหารที่รู้จักกันมากคือ แคลเซียมที่มีปริมาณสูง ธาตุอาหารอื่นที่มีในเมล็ดงาได้แก่ แมกนีเซียม เหล็ก

ฟอสฟอรัส สังกะสี วิตามินชนิดต่างๆ และอาหารเยื่อใย นอกจากนี้ยังมีสารสำคัญ 2 ชนิด คือ เซซามิน (sesamin) และเซซาโมลิน (sesamolin) สารทั้งสองชนิดนี้อยู่ในกลุ่มของสารเยื่อใย ที่เป็นประโยชน์ที่มีคุณสมบัติพิเศษ ซึ่งเรียกว่า ลิกแนน (lignans) ซึ่งพบว่าช่วยลดคอเลสเตอรอลและป้องกันความดันโลหิต

2.4 เมล็ดฟักทอง

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก ที่สำคัญของโลก โดยเฉพาะผักวงศ์แตงได้แก่ แตงกวา แตงโม แตงเทศ และฟักทอง ฟักทองเป็นผักที่ปลูกมากในประเทศไทยอย่างแพร่หลาย สามารถปลูกได้ดีในทุกภาค ตลอดจนการผลิตเมล็ดฟักทองเป็นการเพิ่มรายได้กับเกษตรกร

ฟักทองเป็นผักวงศ์แตง (Cucurbitaceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cucurbita* spp. และมีชื่อพื้นเมืองว่า น้ำเต้า (ภาคใต้) ฟักเขียว มะฟักแก้ว (ภาคเหนือ) ฟักทอง (ภาคกลาง) มะน้ำแก้ว (จังหวัดเลย) หมักคี้ล่า เหลืองเคล้า (ชาวกะเหรี่ยง จังหวัดแม่ฮ่องสอน) หมักอื้อ (จังหวัดเลย และจังหวัดปราจีนบุรี) หมากฟักเหลือง หมากอึ (ภาคอีสาน) ฟักทองเป็นพืชผสมข้ามตามธรรมชาติ โดยอาศัยลมและแมลง ดอกแสดงแยกเพศผู้และเพศเมียตามธรรมชาติ เป็นพืชล้มลุกปีเดียว ลำต้นเป็นเถาเลื้อยยาว 3-6 เมตร ที่ข้อปลายหนวดแยก 3-4 แฉก ลำต้นอ่อนมักเป็น 5 เหลี่ยมหรือกลม ใบมีขนอยู่ทั่วไป เนื้อใบนิ่ม มีรูปร่าง 5-7 เหลี่ยม หรือรูปร่างเกือบกลม ริมใบมีหยักเว้าลึก 5-7 หยักใบกว้าง 10-20 เซนติเมตร ยาว 15-30 เซนติเมตร ผลมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันตามพันธุ์ อาจมีรูปร่างตั้งแต่กลมจนถึงค่อนข้างแป้น ผิวผลมักเป็นตุ่มนูนและหยักเป็นร่อง เนื้อในผลมีสีเหลืองจนถึงสีเหลืองอมส้ม เหลืองอมเขียว เมล็ดมีจำนวนมาก รูปร่างคล้ายรูปไข่แบน (จานุลักษณ์, 2549)

2.4.1 คุณค่าทางโภชนาการ ฟักทองเป็นพืชที่มีสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเบต้าแคโรทีนที่อยู่ในกลุ่มพวกแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ซึ่งมีอยู่ในผักและผลไม้ที่มีสีเหลืองสด สีแดง และสีเขียว สารในกลุ่มแคโรทีนอยด์มีหลายร้อยชนิด แต่ในกระแสโลหิตของมนุษย์จะมีประมาณ 20 ชนิด ตับสามารถเปลี่ยนสารแคโรทีนอยด์บางตัว ให้เป็นวิตามินเอได้ตามความต้องการของร่ายกาย วิตามินเอ มีคุณสมบัติช่วยต้านทานโรค เพราะสามารถกำจัดออกซิเจนที่ทำลายเซลล์ในร่างกาย นอกจากนี้ฟักทองยังให้เกลือแร่ เช่น ฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อกระดูกและฟัน ส่วนของเนื้อฟักทองที่บริโภคได้ 100 กรัม ประกอบด้วยคุณค่าอาหาคือ พลังงาน 43 กิโลแคลอรี แคลเซียม 21 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 17 มิลลิกรัม เหล็ก 4.9 มิลลิกรัม วิตามินเอ 3,266 หน่วยสากล วิตามินบี1 0.1 มิลลิกรัม และวิตามินซี 52 มิลลิกรัม (ทิพวรรณ, 2549)

เมล็ดฟักทองมีคุณค่าทางโภชนาการ (ดังตารางที่ 2.4) และฟอสฟอรัสสูง เคยมีการนำเมล็ดฟักทองกวนไปใช้เป็นอาหารเสริมให้แก่เด็กๆ ทางภาคอีสานที่มีปัญหาขาดฟอสฟอรัส และได้รับอาหารบางอย่างที่ส่งผลให้มีโอกาสเกิดนิ่วในกระเพาะปัสสาวะมากกว่าคนภาคอื่น ๆ หลังจากที่เด็ก ๆ กินเมล็ดฟักทองกวนต่อเนื่องระยะหนึ่ง พบว่าผลึกนิ่วในปัสสาวะลดลง (สถาบันวิจัยโภชนาการ, 2549)

ตารางที่ 2.4 ปริมาณสารอาหารในเมล็ดฟักทองอบแห้ง ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ (หน่วย)	
ความชื้น	3.7	เปอร์เซ็นต์
พลังงาน	542	กิโลแคลอรี
ไขมัน	40.4	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	25.1	กรัม
กากใย	2	กรัม
โปรตีน	29.4	กรัม
แคลเซียม	33	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	714	มิลลิกรัม
เหล็ก	9.9	มิลลิกรัม
เบต้า-แคโรทีน	392	ไมโครกรัม
วิตามินบีหนึ่ง	0.40	มิลลิกรัม
วิตามินบีสอง	0.14	มิลลิกรัม
ไนอาซีน	3.2	มิลลิกรัม
วิตามินซี	-	มิลลิกรัม

ที่มา : กรมอนามัย (2535)

2.4.2 สรรพคุณทางยาของฟักทอง มีการนำส่วนต่าง ๆ ของฟักทองมาใช้ประโยชน์ทางยาเพื่อปรุงยาตำรายาไทย ดังนี้

2.4.2.1 เมล็ด รสมัน ใช้ขับพยาธิตัวตืด ขับปัสสาวะ บำรุงร่างกาย แก้พิษบวม

2.4.2.2 ราก รสเย็น ใช้ต้มน้ำดื่ม แก้ไอ ถอนพิษของผื่น ดับพิษสัตว์กัดต่อย

2.4.2.3 ขั้ว รสเย็น ใช้ฝนกับมะนาวผสมใยฝ้ายเผาไฟ รับประทานแก้พิษกิ้งกือกัด

2.4.2.4 น้ำมันจากเมล็ด รสหวานมัน ใช้รับประทานบำรุงประสาท

2.4.2.5 เยื่อกลางผล รสหวานเย็น ใช้พอกแก้ฟกช้ำ แก้ปวดอักเสบ

2.4.2.6 ยาง ใช้แก้พิษผื่นคัน เริมและงูสวัด

2.5 กุ้งแห้ง

ในน่านน้ำประเทศไทย มีกุ้งอาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำหลายชนิดด้วยกัน บางชนิดมีคุณค่าสูงทั้งทางเศรษฐกิจและทางอาหาร กุ้งที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด ได้แก่ กุ้งก้ามกราม กุ้งฝอย และที่อาศัยในน้ำทะเล ได้แก่ กุ้งกุลาดำ กุ้งกุลาลาย กุ้งแชบ๊วย กุ้งตะกาด (กรมอาชีวศึกษา, 2525) กุ้งที่ใช้ทำกุ้งแห้งได้แก่ กุ้งตัวเล็ก กุ้งทราย กุ้งลี่ กุ้งแชบ๊วย กุ้งกุลา และกุ้งโอคั๊ก (ปราณิศา, 2549) กุ้งแห้งได้จากการนำกุ้งสดมาต้มน้ำเกลือแล้วตากแห้งหรืออบแห้ง กุ้งแห้งมีคุณค่าทางอาหารสูง (ดังตารางที่ 2.5) รสชาติดี และราคาค่อนข้างสูง การนำมาประกอบอาหารมีทั้งนำไปผ่านความร้อนก่อน หรือบริโภคโดยตรงไม่ผ่านความร้อน (งามทิพย์, 2550)

2.5.1 ชนิดของกุ้งแยกตามที่อยู่อาศัยได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

2.5.1.1 กุ้งน้ำจืด ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูง สามารถนำมาเพาะเลี้ยง ได้แก่กุ้งก้ามกราม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *(Macrobrachium rosenbergi De Man)* กุ้งชนิดนี้มีแพร่หลายทั่วไปตามแหล่งน้ำจืด ที่มีทางติดต่อกับแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเลแทบทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคกลางเป็นเขตที่มีกุ้งชนิดนี้ชุกชุมมากที่สุด ในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำบางประกง และในเขตปทุมธานี อยุธยา สมุทรสงคราม และสมุทรปราการ เป็นต้น

2.5.1.2 กุ้งทะเลเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญ ทั้งทางด้านอาหารและด้านเศรษฐกิจ มีหลายชนิด ได้แก่ กุ้งกุลาดำ (*Peneaus monodon Fabricius*) กุ้งกุลาลาย (*Peneaus semisulcatus De Man*) กุ้งแชบ๊วยขาว (*Peneaus merguiensis De Man*) กุ้งแชบ๊วย (*Peneau indicus H. Milne-Edwards*) กุ้งเหลืองหางสีฟ้า (*Peneaus latsculcatus Kishinouye*) กุ้งเหลือง (*Peneaus esculentus Haswell*) กุ้งตะกาดกรีจุด (*Metapeneaus monoceros Fabricius*) กุ้งตะกาดกรีดำ (*Metapeneaus intermedius Kishinouye*) และกุ้งหัวมัน (*Metapeneaus brevicornis H. Milne-Edwards*)
(กรมอาชีวศึกษา, 2525)

2.5.2 การเสื่อมเสียคุณภาพของกุ้งแห้ง การเสื่อมเสียคุณภาพจากจุลินทรีย์ กุ้งแห้งจัดเป็นอาหารประเภทกึ่งแห้ง การเสื่อมเสียคุณภาพที่ พบมากเกิดจากเชื้อรา ซึ่งบางชนิดสามารถสร้างพิษได้ด้วย เชื้อราที่พบมากในกุ้งแห้ง คือ *Aspergillus, Penicillium* และ *Rhizopus* เชื้อราอื่น ๆ พบน้อยมาก นอกจากนี้พบเชื้อแบคทีเรียที่ทนเกลือ (Halophilic Bacteria) เช่น *Bacillus, Micrococcus* และ *Staphylococcus* ซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสียของกุ้งแห้งเช่นกัน กุ้งแห้งที่เก็บในสภาพที่มีความชื้นสูง จะเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพจากจุลินทรีย์ได้เร็วกว่ากุ้งแห้งที่เก็บในที่แห้ง การเกิดกลิ่นแอมโมเนีย เนื่องจาก

กุ้งแห้งมีโปรตีนสูง และแบคที่เรียที่พบในอาหารทะเล ส่วนใหญ่เป็นพวกที่สามารถสร้างเอนไซม์ย่อยโปรตีนได้เป็นอย่างดี ทำให้กุ้งแห้งมีกลิ่นผิดปกติ ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค สีซีดจาง สีแดงของกุ้งแห้งเป็นของแอสตาแซนทีนซึ่งถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย ทำให้กุ้งแห้งสีซีดจาง ปฏิกิริยานี้ถูกเร่งด้วยความร้อนและแสง การเก็บกุ้งแห้งในสภาพไร้ออกซิเจน จะช่วยชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของแอสตาแซนทีนได้ ทำให้กุ้งสีจางช้าลง (งามทิพย์, 2550)

ตารางที่ 2.5 ปริมาณสารอาหารในกุ้งแห้ง ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ (หน่วย)
ความชื้น	13.7 เปอร์เซ็นต์
พลังงาน	362 กิโลแคลอรี
ไขมัน	3.5 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	15.6 กรัม
กากใย	- กรัม
โปรตีน	62.4 กรัม
แคลเซียม	236 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	995 มิลลิกรัม
เหล็ก	4.6 มิลลิกรัม
เบต้า-แคโรทีน	- ไมโครกรัม
วิตามินบีหนึ่ง	0.16 มิลลิกรัม
วิตามินบีสอง	0.34 มิลลิกรัม
ไนอาซีน	9.5 มิลลิกรัม
วิตามินซี	- มิลลิกรัม

ที่มา : กรมอนามัย (2535)

2.6 แครอท

แครอท (carrot) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Daucus carotavar sativar* ชื่อไทยว่าหัวผักกาดแดง อยู่ในวงศ์พลาสเลย์ หรือ อัมเบลลิเฟอรี เช่นเดียวกับ บัวบก ผักชี และผักชีฝรั่งเป็นต้น มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียกลางถึงเอเชียตะวันตก จากนั้นแพร่เข้าไปในกลุ่มประเทศแถบยุโรป และประเทศจีน ในระยะแรกแครอท ถูกนำมาใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรค ต่อมาในต้นทศวรรษที่ 20 เริ่มมีการนำมาใช้

ประกอบอาหาร ส่วนของรากที่นำมาใช้ประกอบอาหารมีเนื้อค่อนข้างแข็ง มีรสหวาน และมีหลายสีตั้งแต่สีส้ม สีแดง ไปจนถึงสีเหลือง ทั้งนี้เนื่องจากรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอปริมาณมาก (นพวรรณและณัฏฐา, 2532)

2.6.1 ลักษณะทางพฤษศาสตร์ สายพันธุ์แครอทในปัจจุบัน ได้รับการพัฒนามาจากสายพันธุ์ป่า *Daucus carota* L. ซึ่งพบอยู่ทั่วไปในยุโรป เอเชียและอาฟริกา เริ่มแรกของการพัฒนาพันธุ์จะใช้พันธุ์ป่าสองสายพันธุ์คือ

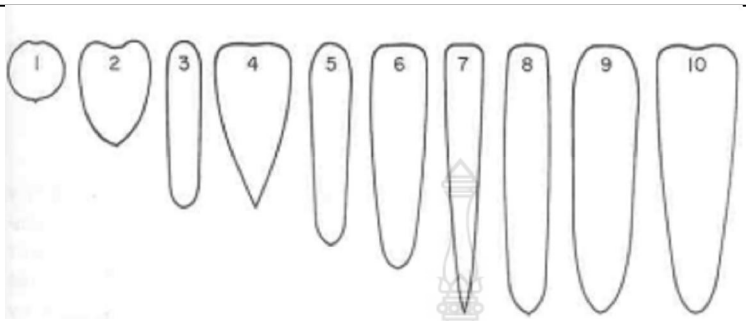
2.6.1.1 Anthocyanin carrots จากเอเชียโดยเฉพาะพันธุ์สีม่วงที่พบในอาฟกานิสถาน ซึ่งยังนิยมปลูกอยู่จนกระทั่งปัจจุบัน

2.6.1.2 Carotene carrots แครอทสีเหลืองจากยุโรปแครอทเป็นพืชสองฤดู โดยฤดูแรกเจริญทางต้น ใบ ราก ฤดูที่สองจะเป็นระยะการเจริญของดอก เมล็ด เมื่อตัดหัวตามขวาง จะแสดงให้เห็นส่วนประกอบของหัวอย่างเด่นชัดสองส่วนคือ

ภาพที่ 2.1 ลักษณะหัวผ่าตามขวางของแครอท
ที่มา : นิพนธ์ (2545)

2.6.2 พันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ โดยทั่วไปจะแบ่งกลุ่มสายพันธุ์ตามขนาด และรูปทรงของหัว หรือการตลาด หรือการแปรรูป เช่น Chantenay, Imperator, danvers หรือ Nantes types สายพันธุ์เหล่านี้จะมีเนื้อสีส้ม สามารถใช้ประกอบอาหารและแปรรูป Paris Market (อายุเก็บเกี่ยว 60 วัน) มีลักษณะหัวกลมขนาด 2-3 นิ้ว Amsterdam Forcing (อายุเก็บเกี่ยว 65 วัน) มีลักษณะกลมยาว ปลายป้าน ขนาดเล็ก ถึงกลาง (5 นิ้ว) แกนกลางเล็ก ผิวเรียบ ใบและทรงพุ่มขนาดเล็ก อายุเก็บเกี่ยวเร็ว นิยมปลูกสำหรับตลาดสด หรือปลูกเป็นเบบี้แครอท ใช้แปรรูป เช่น บรรจุกระป๋อง และแช่แข็ง Chantenay type (อายุเก็บเกี่ยว 80 - 180 วัน) มีลักษณะรูปทรงกรวย หัวสั้น ขนาดกลาง (เฉลี่ย 5 นิ้ว) ปลายป้าน เนื้อนุ่ม

กรอบ เก็บรักษาได้นาน มีแกนขนาดกลางจนถึงใหญ่ แกนกลางและเนื้อสีสด นิยมใช้แปรรูป เช่น บรรจุกระป๋อง แช่แข็งและอบแห้ง



1-Parisian market; 2-Oxheart; 3-Amterdam forcing; 4-Chantenay; 5-Nantes; 6-Danvers; 7-Imperator; 8-Flakkee; 9-Berlikum; 10-Kuroda.

ภาพที่ 2.2 ลักษณะประจำพันธุ์ของแครอท
ที่มา : นิพนธ์ (2545)

ตารางที่ 2.6 ปริมาณสารอาหารในแครอท ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ (หน่วย)	
ความชื้น	85.1	เปอร์เซ็นต์
พลังงาน	55	กิโลแคลอรี
ไขมัน	0.4	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	12.4	กรัม
กากใย	0.9	กรัม
โปรตีน	1.3	กรัม
แคลเซียม	60	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	28	มิลลิกรัม
เหล็ก	1.7	มิลลิกรัม
เบต้า-แคโรทีน	18,520	ไมโครกรัม
วิตามินบีหนึ่ง	0.04	มิลลิกรัม
วิตามินบีสอง	0.04	มิลลิกรัม
ไนอาซีน	0.6	มิลลิกรัม
วิตามินซี	9	มิลลิกรัม

ที่มา : กรมอนามัย (2535)

2.7 การทำแห้งอาหาร

อาหารแห้งจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตและบริโภคกันมาช้านาน นับเป็นอาหารที่เก็บถนอมไว้ชนิดแรก ๆ ของโลก ช่วยยืดอายุของอาหาร (อาณดี, 2546) ซึ่งการทำแห้ง (Drying) คือ การลดความชื้นในอาหาร หรือ การลด ค่า a_wของอาหาร ค่า a_w มาจากคำว่า Available Water หรือ Water Activity หมายถึง ปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์จะสามารถนำไปใช้การเจริญได้ (ชมภู่, 2550)

2.7.1 การจัดกลุ่มอาหารตามค่า a_w อาหารสามารถแบ่ง เป็นกลุ่มได้ตามค่า a_w ดังนี้

2.7.1.1 อาหารที่มีความชื้นสูง (High Moisture Foods : HMF) เป็นอาหาที่มีความชื้นมากกว่าร้อยละ 50 เปอร์เซ็นต์ หรือมีค่า a_w มากกว่าหรือเท่ากับ 0.95 เช่น อาหารสดทุกชนิด

2.7.1.2 อาหารที่มีความชื้นปานกลาง (Intermediate Moisture Foods : IMF) เป็นอาหารที่มีความชื้นร้อยละ 15-50 หรือ มีค่า a_w ระหว่าง 0.65-0.85 เช่นปลาหมึกแห้งปรุงรสมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 28

2.7.1.3 อาหารที่มีความชื้นต่ำ (Low Moisture Foods : LMF) เป็นอาหารที่มีความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 25 หรือมี a_w น้อยกว่า หรือเท่ากับ 0.65 เช่น นมผง แป้งมัน ไข่ผง และกาแฟสำเร็จรูป เป็นต้น มาตรฐานอุตสาหกรรมของไทยกำหนดให้กาแฟผงสำเร็จมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 45 ในกรณีที่มีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 13 หรือมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.62 จะไม่มีจุลินทรีย์ใด ๆ สามารถเจริญได้

2.7.2 ประโยชน์ของการทำแห้ง

2.7.2.1 ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมี การเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์

2.7.2.2 ทำให้มีผลิตภัณฑ์ไว้ใช้อุปโภค/บริโภคในยามขาดแคลน นอกฤดูกาลหรือในแหล่งห่างไกล

2.7.2.3 ทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่ต้องใช้ตู้เย็นให้เปลืองค่าใช้จ่าย

2.7.2.4 เป็นการลดน้ำหนักอาหาร ขนาดของอาหาร ทำให้สะดวกในการบรรจุ การเก็บรักษาการขนส่ง ลดพื้นที่ และค่าใช้จ่าย

2.7.2.5 เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ที่มีลักษณะ กลิ่นรสเฉพาะ เช่น ลูกเกด ซึ่งได้จากการทำแห้งองุ่น ลูกพรุน หมูแผ่น หมูหยอง กุนเชียง เป็นต้น

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

2.7.3 ข้อดีและข้อเสียของการทำให้อาหารแห้ง การทำให้อาหารแห้งนอกจากจะทำให้อาหารเก็บได้นานแล้วยังมีข้อดีและข้อเสียอื่น ๆ ดังนี้

2.7.3.1 ข้อดีของการทำให้อาหารแห้ง มีดังนี้

2.7.3.1.1 น้ำหนักเบา การทำแห้งสามารถลดน้ำหนักลงได้ประมาณร้อยละ 60-90 ของอาหารสดยกเว้นธัญพืชประกอบด้วยน้ำ และน้ำส่วนนี้เองจะถูกกำจัดออกไปโดยกระบวนการอบแห้งหรือตากแห้ง

2.7.3.1.2 มีความกระชับ คือ ผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งต้องการเนื้อที่น้อยกว่าอาหารสด อาหารแช่เยือกแข็ง หรืออาหารกระป๋อง โดยเฉพาะถ้าสามารถจัดเก็บในภาชนะบรรจุได้

2.7.3.1.4 ความคงตัวที่สภาวะการเก็บ ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งไม่จำเป็นต้องใช้ตู้เย็นในการเก็บรักษา แต่มีข้อจำกัดของอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้ในระหว่างการเก็บรักษา เพื่อให้ได้ระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น

2.7.3.2 ข้อเสียของการทำให้อาหารแห้ง แม้ว่าบางข้อจะสามารถแก้ไขโดยวิธีทำแห้งสมัยใหม่ การปฏิบัติก่อนการทำแห้งก็ตาม แต่ก็ยังมีข้อเสีย ดังนี้

2.7.3.2.1 ความไวต่อความร้อน เนื่องจากอาหารส่วนมากมีความไวต่อความร้อนในระดับหนึ่ง อาจทำให้เกิดกลิ่นรสไหม้ขึ้นได้ ถ้าควบคุมสภาวะไม่เหมาะสม

2.7.3.2.2 เกิดการสูญเสียกลิ่นรส สารระเหยที่ระเหยได้ และเกิดการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ได้

2.7.3.2.3 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ซึ่งรวมถึงการเกิดการแห้งกรอบอันเนื่องจากการหดตัว

2.7.3.2.4 เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดการหืนของไขมัน

2.7.3.2.5 เกิดการเสื่อมเสียอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ได้ ถ้าหากว่าอัตราการอบแห้งเริ่มต้นช้าปริมาณความชื้นสุดท้ายมีค่าสูง หรือเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง

2.7.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายน้ำมีผลต่ออัตราเร่งในการทำแห้ง มีดังนี้

2.7.4.1 ธรรมชาติของอาหาร อาหารมีเนื้อโปร่ง น้ำจะเคลื่อนที่แบบผ่านช่องแคบซึ่งเร็วกว่าการแพร่ผ่านเซลล์ในอาหารเนื้อแน่น อาหารเนื้อโปร่งจะแห้งเร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารมีน้ำตาลสูงจะเหนียวเหนอะหนะ กีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจะแห้งช้า อาหารที่ผ่านการลวก นวดคลึง จนเซลล์แตกจะแห้งได้เร็วขึ้น

2.7.4.2 ขนาดและรูปร่าง ขนาดและรูปร่างมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก ขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่ จึงแห้งได้เร็วกว่าความหนาของอาหารอาหารยิ่งหนามากเท่าไหร่ การอบแห้งก็ใช้เวลานานนอกจากนั้นต้องคำนึงพื้นผิว ที่สัมผัสกับอากาศ ที่จะเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วย

2.7.4.3 ตำแหน่งของอาหารในเตาอัตราการอบแห้งภายในตู้เกิดไม่สม่ำเสมอขึ้นกับชนิด ประสิทธิภาพ ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมร้อน อาหารที่สัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำ (ลมร้อนมีอุณหภูมิสูง) ย่อมระเหยได้ดี

2.7.4.4 ปริมาณอาหารต่อพื้นที่ (Loading) ปริมาณอาหารในถาดมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวที่จะสัมผัสกับลมร้อน การอบแห้งอาหารโดยใส่อาหารเข้าไปในตู้อบครั้งละมากๆทำให้การอบแห้งไม่ทั่วถึง โดยเฉพาะช่วงกลาง ๆ อาหารจะซ้อนทับกัน น้ำจะระเหยออกได้ไม่ดี อาหารจะสัมผัสกับอากาศร้อนไม่ทั่วถึง ไอน้ำไม่สามารถแพร่กระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนได้ จึงทำให้แห้งช้า นอกจากนี้การจัดเรียงอาหารเพื่อนำไปอบแห้ง มีผลต่ออัตราการอบแห้ง การจัดเรียงอาหารให้แผ่กระจายสม่ำเสมอ ไม่ซ้อนทับกัน อาหารจะสัมผัสกับลมร้อนได้อย่างทั่วถึงสม่ำเสมอ อาหารจะแห้งได้อย่างทั่วถึง

2.7.4.5 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative Humidity : RH) ความแตกต่างระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนกับอาหารมีผลต่อแรงขับดันความชื้นออกจากอาหารในการอบแห้งลมร้อนยิ่งมีความชื้นต่ำ (น้ำน้อย : ลมร้อนมีอุณหภูมิสูง) อัตราการอบแห้งยิ่งสูง แต่ถ้าลมร้อนมีความชื้นเข้าใกล้จุดอิ่มตัว (น้ำเยอะ) จะรับไอน้ำได้น้อย อัตราการอบแห้งจะต่ำ ความชื้นของอากาศจะเป็นตัวกำหนดว่าจะสามารถลดความชื้นของอาหาร ในกระบวนการอบแห้งให้ต่ำลงเท่าไหร่ อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มากจะรับไอน้ำเพิ่มได้น้อย ความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนจะเป็นตัวกำหนดความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ ทันทีที่อาหารและอากาศร้อนถึงจุดสมดุล การระเหยน้ำจะไม่เกิดขึ้น

2.7.4.6 อุณหภูมิของอากาศ ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของลมร้อนเท่ากับลดค่าความชื้นสัมพันธ์ เป็นการเพิ่มความสามารถในการขับไอน้ำ เพิ่มแรงขับดันน้ำ หรือความชื้นออกจากผิวหน้าอาหาร ถ้าใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้งโมเลกุลของน้ำจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น อัตราการอบแห้งจะสูงขึ้น อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่ใช้ต้องไม่สูงจนทำให้อาหารไหม้หรือเกิดความเสียหายจากปฏิกิริยาทางเคมีหรือกายภาพการกำหนดอุณหภูมิของอากาศร้อนที่ใช้ ขึ้นกับลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศร้อนและระยะเวลาในการอบแห้ง การอบแห้งผักและผลไม้อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 45-70 องศา-เซลเซียส ถ้าสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส น้ำจะระเหยเร็วเกินไป อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงซ้อนทางเคมีกายภาพ ที่ผิวหน้า ผิวหน้าเกิดเปลือกแห้งแข็งกระด้าง น้ำซึมผ่านไม่ได้ เรียกว่า Case Hardening อัตราการอบแห้งลดต่ำลง ผลิตภัณฑ์มีความชื้นอยู่ภายในสูง เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้จะเกิดการเน่าเสีย เกิดสีคล้ำ

2.7.4.7 ความเร็วของลมร้อนในการอบแห้งลมร้อน ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนให้กับอาหาร พาความชื้นออกไป ถ้าใช้ความเร็วลมสูงก็จะพาไอน้ำออกจากผิวหน้าของอาหาร สู่ภายนอกได้เร็วขึ้นและยังช่วยป้องกันการเกิดสภาวะอิ่มตัวในบรรยากาศเหนือผิวของอาหาร ช่วยลดเวลาในช่วงการอบแห้งคงที่

2.7.5 การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารขึ้นกับธรรมชาติของอาหาร และสภาวะที่ใช้ในการอบแห้ง คือ

2.7.5.1 การหดตัว เซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยธรรมชาติจะมีลักษณะเต่ง ผนังเซลล์มีความยืดหยุ่น สามารถต้านทานแรงได้ระดับหนึ่งถ้าแรงที่ได้รับมากเกินกว่าที่ผนังเซลล์จะรับได้ผนังเซลล์จะแตกเซลล์ผิดรูปไป ในการอบแห้งเมื่อน้ำระเหยไป จะเกิดช่องว่างขึ้นทำให้เซลล์ของอาหารซึ่งเชื่อมโยงติดกันถูกดึงให้เข้าไปแทนที่ช่องว่างนั้น เซลล์หดตัวแต่ไม่สามารถหดตัวเข้าไปได้เท่า ๆ กันทุกส่วน ส่วนที่หดตัวไม่ได้ก็จะเกิดการยืดตัวออก ทำให้เกิดแรงดึงผนังเซลล์ทนต่อแรงดึง (Tensile strength) ได้ระดับหนึ่ง ถ้าแรงที่ได้รับมากเกินกว่าที่ผนังเซลล์จะรับได้ทำให้เกิดการฉีกขาด ซึ่งมักเกิดกับอาหารที่มีโครงสร้างแข็งแรง หรือการอบแห้งที่เร็วเกินไป ถ้าทำการอบแห้งอย่างรวดเร็วโดยใช้อุณหภูมิสูงผิวหน้าจะแห้งแข็งก่อน ที่อาหารส่วนที่อยู่ใจกลางจะแห้ง ดังนั้นเมื่อบริเวณใจกลางแห้งและหดตัวจะดึงส่วนที่ผิวหน้า ทำให้เกิดการปริแตกภายใน เกิดช่องว่างทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะคล้ายรังผึ้ง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแข็งมีผิวหน้าที่โค้งเล็กน้อยมีลักษณะเหี่ยวมากกว่ามีช่องว่างมากถ้าอบอย่างช้าๆ จะมีผิวหน้าที่โค้งมากกว่ามีเนื้อแน่น การเสียน้ำทำให้เซลล์ของอาหารเกิดการหดตัวจากผิวนอกส่วนที่แข็งจะคงสภาพ ส่วนที่อ่อนจะเว้าลงไป อาหา ที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่มากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วอาหารจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งอย่างช้า ๆ

2.7.5.2 การเปลี่ยนสี สีของอาหารหลังการอบแห้งจะเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการอบแห้งทำให้ลักษณะผิวหน้าของอาหารเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการสะท้อนแสง สีเปลี่ยน และยังมีผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของรงควัตถุ คลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ที่เกิดขึ้นระหว่างการอบแห้งอาหารที่ผ่านการทำแห้งจะมีสีเข้มขึ้น เนื่องจากความร้อน ปฏิกิริยาทางเคมี เกิดสารสีน้ำตาล

2.7.5.3 การเกิดเปลือกแข็ง อาหารจะมีเปลือกแข็งหุ้มส่วนในที่ยังไม่แห้งไว้ เกิดจากในช่วงแรกที่ให้น้ำระเหยเร็วเกินไปน้ำจากด้านในของอาหารเคลื่อนที่มาที่ผิวไม่ทัน หรือมีสารละลายน้ำตาล โปรตีน เคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิว สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยไม่ใช้อุณหภูมิสูงในการทำแห้ง

2.7.5.4 การเสียความสามารถในการคืนรูป (Rehydration) อาหารแห้งบางชนิดต้องนำกลับมาคืนสภาพโดยการแช่น้ำ จะดูดน้ำกลับคืนได้ไม่ถึงร้อยละ 100 และใช้เวลานาน ผลิตภัณฑ์อาหารหลังคืนสภาพจะมีเนื้อเหนียว สูญเสียความนุ่ม ความฉ่ำน้ำ ความกรอบ สาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเช่น การหดตัว การบิดเบี้ยว การฉีกขาดของเซลล์ เซลล์อาหารจะเสียความยืดหยุ่นของผนังเซลล์

โปรตีนเสียสภาพในการดูดน้ำอัตราการคืนรูปอาจใช้เป็นดัชนีชี้คุณภาพของอาหาร อาหารถูกทำแห้งภายใต้สภาวะที่เหมาะสม จะเสียหายน้อย คืนรูปได้เร็วและสมบูรณ์กว่าอาหารที่ทำแห้งไม่เหมาะสม อาหารทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็งจะมีความสามารถในการคืนสภาพดีที่สุด เพราะไม่ได้ใช้ความร้อนในการทำลายผนังเซลล์ หรือเปลี่ยนโครงสร้างของสตาร์ช โปรตีน

2.7.5.5 การเสียคุณค่าทางอาหารและสารระเหยคุณค่าทางอาหารที่เหลืออยู่ในอาหารแห้งมีความแตกต่างกันเป็นผลมาจาก วิธีการเตรียมอุณหภูมิ ระยะเวลาในการทำแห้ง สภาวะในการเก็บรักษา มีการเสื่อมสลายของวิตามินซี แคโรทีน เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การเสื่อมสลายไรโบฟลาวินจากแสง ส่วนไทอะมีน โปรตีน เกิดจากความร้อน เมื่อใช้เวลาในการทำแห้งนาน การสูญเสียก็จะยิ่งมาก การสูญเสียสารระเหย เนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นหอม กลิ่นรส ของอาหารแห้งลดน้อยลงจากเดิม สารระเหยจะสูญเสียไปมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ปริมาณของแข็งที่มีอยู่ในอาหาร ความดันไอของสารละลายอาหารที่มีมูลค่าสูงมีราคาขึ้นอยู่กับกลิ่นรส ความหอม เช่น เครื่องเทศ สมุนไพร ควรทำการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ

2.7.6 การป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในอาหารแห้ง การเกิดสีน้ำตาลของอาหารแห้ง เกิดจากเอนไซม์และปฏิกิริยาเคมี การป้องกันการเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากเอนไซม์ทำได้โดยการลวกโดยใช้เวลาอุณหภูมิที่เพียงพอในการทำลายเอนไซม์การป้องกันการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเคมี จะใช้สารประกอบซัลเฟอร์ โดยจะทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์ (Reducing agent) ทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอนิล (Carbonyl group) ของโปรตีน และทำหน้าที่เป็นสารฟอกสี นิยมใช้โซเดียมซัลไฟต์ โพแทสเซียมซัลไฟต์ เมตาไบซัลไฟต์ ปริมาณ 2,000 ppm ถ้าใช้มากเกินจะทำให้สีชีดเกิดกลิ่นซัลเฟอร์ ข้อเสียของสารประกอบซัลเฟอร์ คือทำลายวิตามินบีและเกิดอาการแพ้ในบางคนชนิดของเครื่องทำอาหารแห้ง (Dryer)

2.7.7 ชนิดของเครื่องทำอาหารแห้ง (Dryer) จำแนกแบบของเครื่องทำแห้งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ เครื่องทำแห้งโดยอาศัยการพาความร้อน (Adiabatic Dryer) และเครื่องทำแห้งโดยอาศัยการนำความร้อน (Solid Surface Transfer Dryer) ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.7.7.1 เครื่องที่ทำให้แห้งด้วยวิธีการพาความร้อน (Adiabatic Dryer) เป็นเครื่องอบแห้งที่ให้ความร้อนโดยใช้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่ไปสัมผัสกับอาหารโดยอาหารอาจอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ด้วย ได้แก่

2.7.7.1.1 Cabinet dryer เป็นห้องหรือตู้อบ ภายในมีถาดหรือชั้นสำหรับใส่อาหาร อาจมีหลายชั้น มีพัดลมเป่าอากาศร้อนลงไปบนอาหาร เป็นเครื่องที่มีราคาถูก มีทั้งขนาดเล็กและใหญ่ แล้วแต่ความจุที่ต้องการ มักใช้กับผักและผลไม้

2.7.7.1.2 Tunnel dryer เป็นตู้ยาวๆ ประมาณ 35-50 ฟุต ภายในมีล้อเลื่อนหรือสายพานสำหรับใส่ถาดบรรจุอาหาร ขณะที่อาหารเลื่อนไปจะมีลมร้อนเป่าไปบนอาหาร เครื่องนี้มักใช้กับผักและผลไม้

2.7.7.1.3 Kiln dryer เป็นเครื่องสองชั้น ชั้นบนมีตะแกรงใส่อาหาร ชั้นล่างมีลมร้อนเป่าขึ้นไป อาหารถูกทำให้เคลื่อนไหวตลอดเวลา วิธีนี้นี้มักใช้กับอาหารที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ เช่น ผักหรือผลไม้ขนาดใหญ่ จึงต้องใช้เวลานาน

2.7.7.1.4 Fluidized – bed dryer นิยมใช้ในการทำแห้งพวกเมล็ดธัญพืชต่างๆ เนื่องจากหลักการทำแห้งด้วยเครื่องนี้ จะอาศัยลมร้อนที่พ่นผ่านขึ้นไปยังชิ้นของวัตถุดิบหรืออาหารที่จะทำแห้งอาหารจะลอยตัวอยู่ในลมร้อนเครื่องทำแห้งแบบนี้สามารถทำได้ทั้งแบบไม่ต่อเนื่องและแบบต่อเนื่อง

2.7.7.1.5 Spray dryer เป็นเครื่องที่ทำให้ของเหลวแห้งเป็นผง เช่น นม หรือไข่ อาหารถูกพ่นให้เป็นฝอยเล็กๆ สวนทางกับอากาศร้อน อาหารจะกลายเป็นผงทันที เนื่องจากใช้เวลาสั้นมาก สี กลิ่น รส คุณค่าทางโภชนาการของอาหารจึงเปลี่ยนแปลงไปไม่มากนัก

2.7.8 การเลือกวิธีการและเครื่องทำแห้งอาหาร สามารถกระทำได้หลายวิธีด้วยเครื่องทำแห้งที่แตกต่างกันอย่างไรก็ตาม ปัจจัยสำคัญที่ควรคำนึงถึง ในการเลือกวิธีการและเครื่องทำแห้งอาหารนั้นได้แก่

2.7.8.1 สภาพและคุณสมบัติของอาหารที่จะนำมาทำแห้ง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึง ว่าอาหารที่จะนำมาทำแห้งอยู่ในสภาพใดเป็นของแข็ง ของหนืด หรือของเหลว มีขนาดและรูปร่างเป็นอย่างไรองค์ประกอบของอาหารนั้นสามารถเสื่อมเสียคุณภาพ เนื่องจากผลของความร้อน และการเกิดออกซิเดชันได้เร็วมากน้อยเพียงใด

2.7.8.2 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่ต้องการควรทราบว่าผลิตภัณฑ์อาหารแห้งสุดท้ายนั้นต้องการให้มีสมบัติสภาพเป็นเช่นไร เช่น เป็นชิ้น ผง ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งดังกล่าวเวลานำมาบริโภคสามารถบริโภคได้เลย หรือต้องมีการทำให้คืนสภาพก่อน

2.7.8.3 ปัจจัยทางเศรษฐกิจได้แก่ ค่าใช้จ่าย ความสามารถ การใช้งานของวิธีการทำแห้งว่าเหมาะสมหรือไม่กับการทำแห้งอาหารดังกล่าว ผลิตภัณฑ์ที่นำมาจำหน่ายในราคาถูกเช่น กล้วยตาก ถ้าใช้เครื่องทำแห้งที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง จะไม่คุ้มต้นทุนในการผลิต เป็นต้น

2.8 สารให้ความหวาน

2.8.1 ไฮฟรุกโทสไซรัป (High fructose syrup) คือ สารให้ความหวานชนิดให้พลังงาน (Nutritive sweetener) ชนิดหนึ่ง ที่มีส่วนประกอบหลัก เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharides)

2 ชนิด คือ น้ำตาลฟรุกโทส และน้ำตาลกลูโคส / เด็กซ์โตส ส่วนประกอบอื่น ๆ คือ High saccharides และน้ำ

การผลิตในระดับอุตสาหกรรมจะทำการ Isomerization กลูโคสโดยเอนไซม์ กลูโคสอะมิเลส (Glucose isomerase) จะได้น้ำเชื่อมฟรุกโทสที่มีความเข้มข้นร้อยละ 42 ซึ่งน้ำตาลที่เป็นส่วนประกอบหลัก ได้แก่ น้ำตาลฟรุกโทสร้อยละ 42 และน้ำตาลกลูโคสร้อยละ 55 และน้ำเชื่อมฟรุกโทสความเข้มข้นร้อยละ 55 ตลาดมีขนาดใหญ่กว่า (ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำอัดลม) โดยมีน้ำตาลที่เป็นส่วนประกอบหลัก คือ มีน้ำตาลฟรุกโทสร้อยละ 55 และน้ำตาลกลูโคสร้อยละ 42 ซึ่งไม่สามารถผลิตได้จากน้ำเชื่อมกลูโคสโดยตรง แต่ผลิตได้โดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟฟีแยกฟรุกโทสออกจากกลูโคสโดยเรซิน แบบแลกเปลี่ยนประจุ นอกจากนี้ยังสามารถผลิตน้ำเชื่อมฟรุกโทสความเข้มข้นร้อยละ 90 ได้ด้วย (กล้าณรงค์, 2542)

คุณสมบัติของ High fructose syrup (HFS) ด้านความหวาน ฟรุกโทส เป็นน้ำตาลธรรมชาติที่มีความหวานที่สุด ในบรรดาน้ำตาลธรรมชาติด้วยกัน HFS นั้นมีความหวานที่มีลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งเป็นผลมาจากการรวมตัวกัน ของความหวานที่นุ่มนวล (Delicate sweetness) ของฟรุกโทส และความหวานสดชื่น (Refreshing sweetness) ของกลูโคส เป็นผล HFS ให้ความหวาน ที่มีลักษณะสดชื่นเนื่องจากเป็นความหวานที่มีลักษณะรับรูปรสได้ไวและจางหายได้เร็ว สำหรับความหวานน้ำตาลมีผลมาจากหลายปัจจัย เช่น ความเข้มข้น, อุณหภูมิ และค่าพีเอช ซึ่งความหวานของกลูโคสจะเพิ่มขึ้นในขณะที่ความเข้มข้นเพิ่ม แต่ในทางกลับกัน ฟรุกโทส จะมีแนวโน้มที่ตรงข้าม และเมื่ออุณหภูมิลดลง ความหวานของ HFS จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำตาลรีดิวซ์ นั้นเมื่อละลายในน้ำจะอยู่ในสมดุลระหว่าง α-type และ β-type และในกรณีของฟรุกโทส β-type จะมีความหวานมากกว่า α-type ที่ภาวะสมดุล เมื่ออุณหภูมิลดลง α-type จะเปลี่ยนไปเป็น β-type จึงเป็นผลให้ความหวานเพิ่มมากขึ้น (ปาริสุทธิ์, 2550)

2.8.2 กลูโคสไซรัป (Glucose syrup) กลูโคสไซรัปจะเป็นที่รู้จักกันในชื่อ D-Glucose หรือ dextrose ซึ่งมีสูตรทางเคมีว่า $C_6 H_{12} O_6$ และพบว่าเป็นหน่วยเล็กๆ ของแป้ง เซลลูโลส และไกลโคเจน (กล้าณรงค์, 2542)

วัตถุดิบที่ใช้ทำกลูโคสไซรัป คือแป้ง (starch) จะเป็นแป้งชนิดใดก็ได้ ขึ้นกับวัตถุดิบที่ท้องถิ่นนั้นมีอยู่ เช่นในสหรัฐอเมริกาจะใช้แป้งข้าวโพด ในยุโรปใช้ทั้งแป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง และแป้งสาลี ส่วนในประเทศไทยจะผลิตจากแป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว

กรรมวิธีการผลิตจากการเจลาติไนซ์แป้ง ในภาวะที่เหมาะสมกับการย่อย เติมตัวเร่งปฏิกิริยาเติมกรดหรือเอนไซม์ ตรวจเช็คปริมาณน้ำตาลตามขั้นตอนจนได้ผลผลิตตามต้องการ แยกส่วนที่ไม่ละลายออกโดยการปั่นหมุนเหวี่ยงหรือกรอง หรือทำทั้ง 2 อย่าง กำจัดสิ่งสกปรก (impurities) ด้วยถ่านกัมมันต์ (activated carbon) หรือใช้วิธีการแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange) ระเหยส่วน

ที่กรองได้จนมีความเข้มข้นตามต้องการถ้าเป็นสารละลายกลูโคสไซรัปบริสุทธิ์ เมื่อระเหยน้ำจนได้ความเข้มข้นเกินจุดอิ่มตัว ตกผลึกจะได้กลูโคสบริสุทธิ์ ซึ่งมีอยู่ 2 แบบ คือ ตกผลึกที่มีน้ำ (Monohydrate) และผลึกปราศจากน้ำ (Anhydrous dextrose) การวัด reducing power บอกค่าเป็น DE (Dextrose Equivalent)ว่าDE คือร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำตาลรีดิวซ์ ถ้าการย่อยแป้งทำให้โมเลกุลของแป้งกลายเป็นสายตรงทั้งหมด เรียกว่า เดกซ์ทริน ผลผลิตจะมีค่า DE เป็นศูนย์ และถ้าย่อยแป้งจนได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวทั้งหมด ผลผลิตจะมีค่า DE เป็น 100 ปกติกลูโคสไซรัปที่ผลิตได้ จะมี DE อยู่ในช่วงกว้างมาก จึงแบ่งเป็น 5 ชนิดตาม DE ที่ผลิตได้ คือ DE ต่ำ(Low conversion) DE 20-38 ปกติ (Regular conversion) DE 38-48 ปานกลาง (Intermediate conversion) DE 48-58 ชนิด DE สูง (High conversion) DE 58-68 และชนิด DE สูงมาก (Extra high conversion) ซึ่งมีค่า DE มากกว่า 68 ขึ้นไป ที่ใช้ในอุตสาหกรรมลูกกวาด จะใช้อยู่ 3 ชนิดคือ ชนิด DE ต่ำประมาณ 20 ชนิดปานกลาง DE 40-42 และชนิดสูง DE 60-65 ทั้งนี้ องค์ประกอบของกลูโคสไซรัป มีค่า DE เท่ากัน อาจแตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับวิธีการย่อยและตัวกลางที่ใช้ย่อย

ดังนั้นการใช้งานต้องคำนึงถึงการเลือกใช้ให้เหมาะสม กับผลิตภัณฑ์ลูกกวาดแต่ละประเภท กลูโคสไซรัปที่ขายกันทั่ว ๆไป จะมีความเข้มข้นประมาณ 43 Baume หรือประมาณ 80 Brix และชนิด 45 Baume หรือประมาณ 85 Brix ไม่นิยมใช้ที่มีความเข้มข้นสูงกว่านี้ เพราะหนืดและไหลได้ยากขนย้ายลำบาก ราคาแพงและเปลืองพลังงานในการขนถ่ายมาก (สุวรรณา, 2543)

2.8.3 ซูโครส (Sucrose) มีชื่อเรียกทั่วไปว่าน้ำตาลทรายที่ใช้กันทั่วไป ซูโครส มีสูตรโมเลกุล C_{12} H_{22} O_{11} เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide) เกิดจากการจับตัวของน้ำตาลกลูโครส และ ฟรักโทส มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 342 ปกติน้ำตาลบริสุทธิ์ จะอยู่ในรูปผลึกแบบ Monoclenic ไม่มีสีและมีลักษณะโปร่งแสง ปกติเมื่อพืชสังเคราะห์จะสร้างแป้งเก็บไว้เป็นอาหาร แต่ในพืชบางชนิดสามารถสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสได้ในปริมาณสูง และเก็บไว้ในลำต้นหรือหัวได้โดยเฉพาะ *Sassharum officinarum* (อ้อย) หรือพืชหัว *Beta vulgaris* (หัวบีท)เมื่อนำพืชประเภทนี้มาสกัดน้ำ น้ำตาลจะละลายออกมาและเมื่อสกัดสิ่งแปลกปลอมออกก็สามารถตกผลึกน้ำตาลออกมาได้ (กล้าณรงค์, 2542)

น้ำตาล จัดได้ว่าเป็นวัตถุดิบที่สำคัญมากในอุตสาหกรรมอาหาร นอกจากจะเป็นสารให้ความหวานแล้วยังมีหน้าที่อื่น ๆอีก ที่หาสารอื่นทดแทนไม่ได้ ทั้งนี้เพราะน้ำตาลมีคุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่นความหนืด ความแวววาว และน้ำตาลสามารถหยุดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยการเติมน้ำตาลลงในอาหารนอกจากจะเพิ่มแรงตึงผิว แรงดันออสโมติกแล้ว ยังลดความอิสระของน้ำลงอีกด้วย ค่า a_w ปกติของน้ำจะมีค่าเท่ากับ 1.00 และจะลดลงเมื่อมีตัวละลายเพิ่มขึ้น จุลินทรีย์จะมีความสามารถจำกัดในการเติบโตในช่วง a_w ต่ำ การเติมน้ำตาลในปริมาณมากๆในอาหารเชื่อมต่างๆ หน้าที่ของน้ำตาลทรายนอกจากจะให้ความหวานแล้วยังทำหน้าที่ลดความอิสระของน้ำ เพิ่มแรงดันออสโมติก และลดค่าa_w ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเติบโตในอาหารได้ (กล้าณรงค์, 2542) ซึ่ง

ในกระบวนการผลิตลูกกวาดจะต้องมีการต้มเคี่ยวน้ำตาล จุดเดือดของสารละลายหรือน้ำเชื่อมเป็นเรื่องสำคัญมาก ดังนั้นในวิธีการผลิตมักจะกำหนดอุณหภูมิในการต้ม ต้องติดตามตรวจดูอุณหภูมิหรืออ่านจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ เพราะเมื่อน้ำตาลเคี่ยวถึงอุณหภูมิขณะนั้น แสดงว่าในน้ำตาล จะมีเนื้อน้ำตาลอยู่ในปริมาณที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิเสมอ และยังมีลักษณะทางกายภาพเป็นเอกลักษณ์ ณ ที่อุณหภูมินั้นๆ (สุวรรณา, 2543)

ตารางที่ 2.7 ลักษณะทางกายภาพ ของน้ำตาลซึ่งมีจุดเดือดต่างกันและวิธีทดสอบ

จุดเดือด (องศาเซลเซียส)	ลักษณะทางกายภาพ	วิธีทดสอบ	ลักษณะที่จะสังเกตเห็นเมื่อทดสอบ
130	Thread (gloss)	1	เส้นบางใส
104	Large thread	1	เส้นหนาและแข็งขึ้น
105	Small pearl	2	น้ำตาลรวมตัวกันเป็นหยดเล็ก
106	Large pearl	2	น้ำตาลรวมตัวกันเป็นหยดใหญ่
110	Blow	3	มีฟองในไซรัป
111	Feather	2	เป็นเส้นแตกกระจายคล้ายขนนก
116	Soft ball	2	น้ำตาลรวมเป็นก้อนนิ่มๆ
120	Hard ball	2	น้ำตาลเป็นก้อนแข็ง
129	Light crack	2	เป็นแผ่นบางๆ
133	Medium crack	2	เป็นแผ่นเปราะเล็กน้อย
143	Hard crack	2	เป็นแผ่นแข็งเร็วมากหักแตกได้ง่าย
168	Extra hard crack	2	แผ่นแข็งมีสีน้ำตาล
180	Caramel	2	ของแข็งสีน้ำตาลกรอบ เปราะมาก

หมายเหตุ : วิธีทดสอบ

1. ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ที่จุ่มน้ำให้เปียก จับน้ำตาลที่ต้มเคี่ยวแล้ว กางนิ้วออก
2. ใช้ช้อนที่เปียกน้ำ จุ่มน้ำตาลที่เคี่ยวแล้ว จุ่มลงในน้ำเย็น
3. ใช้ช้อนตักน้ำตาลที่ต้มเคี่ยวแล้วขึ้นมาเป่า

ที่มา : Lees and Jackson (1973) อ้างถึงใน สุวรรณา, (2543)

2.9 บรรจุภัณฑ์อาหาร

2.9.1 บรรจุภัณฑ์มีหน้าที่สำคัญต่อผลิตภัณฑ์ 2 ประเด็นคือ

2.9.1.1 หน้าที่หลักของบรรจุภัณฑ์ ภาชนะบรรจุจะต้องสามารถบรรจุห่อหุ้ม และจะต้องช่วยถนอมอาหารได้ตั้งแต่การผลิต จนถึงการบริโภคคุณภาพในที่นี้หมายถึงคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส คุณภาพทางโภชนาการและคุณภาพด้านความสะอาด และความปลอดภัย ภาชนะบรรจุจะต้องสามารถคุ้มครองผลิตภัณฑ์จากปัจจัยภายนอกที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสีย คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปัจจัยภายนอกนี้แตกต่างกันออกไปตามลักษณะของการเสื่อมเสีย และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่สำคัญได้แก่ ก๊าซออกซิเจน ไอน้ำ แสง ความร้อน จุลินทรีย์ และแรงกระทำจากภายนอก (งามทิพย์, 2550) อาหารบางชนิดไวต่อความชื้น วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีความสามารถป้องกันความชื้นได้ ซึ่งวัดเป็นอัตราการซึมผ่านของความชื้น (WVTE – Water Vapor Transmission Rate) ส่วนอาหารบางชนิดที่มีไขมันมากจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศแล้วกลิ่นเหม็นหืน จำต้องเลือกวัสดุที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนที่วัดด้วยอัตราการซึมผ่าน (OTR-Oxygen Transmission Rate) (ปุ่นและสมพร, 2541)

2.9.1.2 หน้าที่รอง ของบรรจุภัณฑ์ บางครั้งมีความสำคัญมากสำหรับอาหารชนิดหนึ่ง แต่อาจไม่สำคัญกับอาหารอีกชนิดหนึ่งเลย ภาชนะบรรจุภัณฑ์อาหารจึงไม่จำเป็นต้องทำหน้าที่รองครบสมบูรณ์ หน้าที่รองจะแตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ หน้าที่รองที่สำคัญ คือ ดึงดูดใจผู้บริโภค หน้าที่นี้สำคัญมากสำหรับบางผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ลูกกวาด เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ในทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะให้ความสำคัญต่อหน้าที่รองมาก เพื่อเป็นการจูงใจผู้บริโภคให้ตัดสินใจซื้อสินค้า (งามทิพย์, 2550)

2.9.2 การบรรจุอาหารและผลิตภัณฑ์ อาหารแห้งและอาหารว่าง อาหารแห้งเป็นอาหารที่ผ่านกระบวนการ ลดความชื้น และค่า a_w ให้อยู่ในระดับที่จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ยากทำให้อาหารแห้งมีอายุการเก็บสูงกว่าอาหารสด ช่วยลดน้ำหนักและปริมาตรของอาหาร เป็นการลดต้นทุนค่าขนส่งและการเก็บรักษาเนื่องจากอาหารแห้งมีค่า a_w ต่ำ จึงไวต่อความชื้นมากหากเก็บรักษาไม่ถูกต้องเช่นเก็บไว้ในที่มีความชื้นสูงหรือบรรจุในภาชนะไม่เหมาะสม อาหารแห้งจะดูดซับความชื้นจากอากาศทำให้คุณภาพเสื่อมเสียได้เร็วยิ่งขึ้น ทั้งจากจุลินทรีย์ เอนไซม์ และการออกซิเดชันของไขมัน ระหว่างการเก็บอาหารแห้งมักพบ ปัญหาสำคัญอีกประการ คือ การเกิดสีน้ำตาล โดยเฉพาะจากปฏิกิริยาเมล์ลาร์ดทั้งนี้ขึ้นกับความชื้นของอาหาร ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์และอุณหภูมิเก็บรักษา

อาหารว่าง หมายถึงอาหารที่บริโภคระหว่างมื้อและรวมถึงอาหารขบเคี้ยวด้วย อาหารว่างจึงมีความหลากหลายประเภทในที่นี้ จะกล่าวเฉพาะอาหารขบเคี้ยว ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญได้แก่ แป้ง ไขมัน น้ำตาล เกลือและวัตถุเติมแต่งอื่น ๆ การผลิตหรือการแปรรูปใช้วิธีการทอด อบ และ

เอ็กซ์ทรูชัน เช่น ข้าวเกรียบทอด มันฝรั่งทอด ถั่วทอด ข้าวพอง เป็นต้นส่วนใหญ่ มีความชื้น และ a_w ต่ำจึงมักไม่มีปัญหาการเสื่อมสภาพทางจุลินทรีย์ แต่มักเสื่อมเสียคุณภาพจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันซึ่งมีปริมาณสูงทำให้เหม็นหืน เนื่องจากความชื้นที่เพิ่มขึ้นจะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและวิตามิน และเร่งปฏิกิริยาที่อาศัยเอนไซม์ ผลิตภัณฑ์สูญเสียความกรอบและจุลินทรีย์อาจเติบโตได้

วัสดุและภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุอาหารแห้งและอาหารขบเขี้ยว จะต้องป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดีมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุการเก็บของอาหารด้วย อาหารที่มีไขมันสูงจะเหม็นหืนได้ง่ายหากสัมผัสกับอากาศ เนื่องจากไขมันถูกออกซิไดซ์ การบรรจุอาหารเหล่านี้ จึงต้องไล่ออกซิเจนออกไปก่อนปิดผนึกหรือใช้วัตถุดูดออกซิเจน (Oxygen Absorber) และวัสดุบรรจุ ที่ใช้จะต้องป้องกันการซึมผ่านเข้ามาของออกซิเจนได้ดีด้วย วัสดุที่มีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจนปานกลางถึงต่ำ และนิยมใช้กับอาหารที่มีอายุการเก็บไม่สูงเช่น OPP / CPP, OPP / Mat.CPP และ K-OPP / CPP ถ้าต้องการอายุการเก็บสูงควรใช้วัสดุทึบแสงที่มีชั้นของอลูมิเนียมอยู่ด้วย เช่น OPP / PE / AI / PE / EVA, PET / AI / LLDPE, Paper / PE /AI / PE และ Met.PET / LLDPE เป็นต้น (งามทิพย์, 2550)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิรภา (2549) ศึกษาการทำแห้งฟักทองผงที่ดีและมีต้นทุนการผลิตต่ำ โดยใช้ฟักทองสุกผลแก่เต็มที่ พบว่าควรอบฟักทองในตู้อบแบบถาด (Tray Dryer) หรือตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการแผ่กระจายเนื้อฟักทองลงบนถาดให้สม่ำเสมอและหนาประมาณ 0.5 - 1.0 เซนติเมตร และตั้งอุณหภูมิตู้อบในช่วง 60 - 65 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบนาน 6 - 8 ชั่วโมง ฟักทองอบแห้งสุดท้ายควรมีความชื้นเหลือในช่วงร้อยละ 8-9 และมีปริมาณน้ำอิสระในช่วง 0.43 ซึ่งถ้าต่ำหรือสูงกว่านี้ฟักทองอบแห้งที่ได้ จะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและกลิ่นในระหว่างการเก็บรักษา

กิติมา (2549) ศึกษาผลของปัจจัยในการลวกแครอท ด้วยน้ำร้อน 2 ปัจจัยได้แก่ อุณหภูมิ 3 ระดับได้แก่ 50, 70, และ 90 องศาเซลเซียสโดยใช้อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ และระยะเวลา 3 ระดับได้แก่ 5, 10 และ 15 นาที โดยเตรียมแครอทสด หั่นเป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ 0.5 x 0.5 x 0.5 เซนติเมตรครั้งละ 200 กรัม แช่สารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (น้ำหนักต่อปริมาตร) นำตัวอย่างที่เตรียมได้ไปผ่านสภาวะที่กำหนด จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิการลวกด้วยน้ำร้อน มีอิทธิพลต่อปริมาณเบต้าแคโรทีน โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นปริมาณเบต้าแคโรทีนจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากความร้อนจะช่วยทำลายส่วนของ คลอโมพลาสต์ภายในเนื้อเยื่อแครอทได้ ทำให้สกัดรงควัตถุที่มีอยู่ในแครอท โดยเฉพาะส่วนของเบต้าแคโรทีนที่มีถึงร้อยละ 85-90 ได้เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณเบต้าแคโรทีนสูง ซึ่งค่าเฉลี่ยของปริมาณเบต้าแคโรทีนในแต่ละระดับอุณหภูมิ 50, 70 และ

90 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 4.83, 5.93 และ 6.47 มิลลิกรัม / กรัม ตามลำดับ ระยะเวลาในการลวกด้วยน้ำร้อนมีอิทธิพลต่อปริมาณเบต้าแคโรทีนโดยที่ระยะเวลาเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของปริมาณเบต้าแคโรทีน ในแต่ระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาทีซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.04, 5.66 และ 6.54 มิลลิกรัม / กรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปัจจัย โดยรวมในการลวกด้วยน้ำร้อน ระหว่างระดับอุณหภูมิ และระยะเวลา พบว่า มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กัน คือ ระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้น

Hatamipoiur และ Mowla (2002) อ้างถึงใน นิลตรา (2550) ศึกษาการหดตัวของแครอทในระหว่างการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบค ที่อุณหภูมิ 60, 65 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะการหดตัวของแครอทได้แก่ ความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่าง และเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวอย่าง ในขณะที่ความเร็วของอุณหภูมิของอากาศร้อนไม่มีผลต่อลักษณะการหดตัวของตัวอย่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นิลตรา (2550) ศึกษาผลของการอบแห้งกะหล่ำปลี ในตู้อบแห้งแบบใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ต่อการเหลือรอดของเชื้อ *Salmonella* ระหว่างอบแห้ง พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้น เป็นการเพิ่มอัตราการลดลงของปริมาณความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระ a_w ของกะหล่ำปลี อุณหภูมิของผิวกะหล่ำปลีมีความร้อนสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นกัน ดังนั้นจึงส่งผลต่อเพิ่มอัตราการถูกทำลาย ของ *Salmonella* สภาวะอบแห้งที่เหมาะสม คือที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ซึ่งเป็นสภาวะที่สามารถลดปริมาณความชื้นในกะหล่ำปลีได้ตามระดับที่ต้องการ (Final moisture contant) เท่ากับ 0.10 กิโลกรัม / กิโลกรัม น้ำหนักฐานแห้ง สภาวะอบแห้งนี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง สมบัติเชิงกายภาพของอาหาร และการหดตัวไม่มากนัก อีกทั้งยังสามารถทำลาย *Salmonella* ได้ทั้งหมด

จิราวรรณและอมรรัตน์ (2549) ได้ศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งต่อคุณภาพกุ้งแห้ง โดยอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40, 50, 60, 70 องศาเซลเซียส และแสงแดด (33-40 องศาเซลเซียส) ผลการศึกษาอุณหภูมิต่อคุณภาพกุ้งแห้ง ความชื้นที่สูญเสียขณะอบแห้งที่อุณหภูมิแสงแดด (35-40 องศาเซลเซียส), 40, 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้อบเหลือความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 15 จะใช้เวลาในการอบ 286, 350, 286, 216, และ 140 นาทีตามลำดับ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียสมีอัตราการทำแห้งที่คล้ายกัน และเวลาที่ใช้จะน้อยลงเมื่ออบที่อุณหภูมิสูงขึ้น สีของกุ้งที่อบที่อุณหภูมิแสงแดด (35-40 องศาเซลเซียส), 40, 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าค่าฮิวของกุ้งแห้ง จากการอบทุกอุณหภูมิจะไม่แตกต่างกัน ($p> 0.05$) ขณะที่ค่าโครมาของกุ้งแห้งจากแสงแดดจะมีค่าต่ำสุด และต่างจากการอบโดยใช้อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ($p> 0.05$) การใช้พลังงาน (Energy consumption) วัดโดย Kilowatt-hour ระหว่างการอบแห้ง กุ้งแห้งความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 76 ลดลงเหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 15 ซึ่งการใช้พลังงานจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งเพิ่มจาก 40 องศาเซลเซียส (8.29 จูล) เป็น 60 องศาเซียสเซียส (8.89 จูล) เนื่องจากเวลาในการอบแห้งน้อยลง ใช้เวลาเพียง 140 นาที ที่ทำให้ความชื้นในกุ้งแห้งมีปริมาณ

ร้อยละ 15 ดังนั้นการอบแห้งที่ดีควรใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะเหมาะสมที่สุด คือใช้พลังงานน้อย และผลิตภัณฑ์มีสี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และการยอมรับที่ดี

สมจิต และคณะ (2548) พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่สาหร่ายไก เพื่อทดแทนเต้าหู้ทอด ในส่วนผสมข้าวเม่าหมี่ เนื่องจากเต้าหู้ทอดเก็บไว้นานจะหืนเร็วและไม่กรอบมีผลทำให้เก็บผลิตภัณฑ์ได้ไม่นาน โดยศึกษาหาระดับปริมาณสาหร่ายไกทอดที่เหมาะสม และเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมี โดยประมาณของข้าวเม่าหมี่สูตรพื้นฐานได้แก่สูตรที่มีปริมาณสาหร่ายไกแผ่นทอดที่ร้อยละ 0 กับข้าวเม่าหมี่สูตรที่มีระดับปริมาณสาหร่ายไกแผ่นทอดที่เหมาะสมที่สุด โดยศึกษาข้าวเม่าหมี่ 4 สูตรที่มีระดับสาหร่ายไกแผ่นทอดต่างกัน 4 ระดับ คือร้อยละ 0, 6, 9, 12 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด และนำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏโดยรวม สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใช้วิธีทดสอบแบบ (9-point hedonic scale) พบว่าข้าวเม่าหมี่สูตรสาหร่ายไกแผ่นทอดที่ร้อยละ 9 ได้รับการยอมรับ ในด้านลักษณะปรากฏโดยรวม สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมจากผู้ทดสอบชิมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ กับข้าวเม่าหมี่สูตรสาหร่ายไกทอด ที่ร้อยละ 0, 6 และ 12 แต่ลักษณะโดยรวมจะมองดูดีกว่า เพราะมีสาหร่ายไกแผ่นทอดในข้าวเม่าหมี่ไม่มากไม่น้อยเกินไป จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเม่าหมี่สูตรสาหร่ายไกแผ่นทอดร้อยละ 0 กับข้าวเม่าหมี่สูตรสาหร่ายไกแผ่นทอดร้อยละ 9 พบว่าข้าวเม่าหมี่ทั้ง 2 สูตร อุดมด้วยสารอาหารจำพวก โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะไขมันจะมีปริมาณค่อนข้างสูงมาก และจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ที่เป็นเช่นนี้เพราะส่วนผสมของข้าวเม่าหมี่เป็นของทอดทั้งหมด ยกเว้นถั่วลิสงที่ใช้คั่ว และสูตรใดที่เพิ่มสาหร่ายไกแผ่นทอดสูตรนั้นย่อมมีปริมาณไขมันสูง กว่าสูตรที่ไม่ได้ใส่สาหร่ายไกแผ่นทอดตามไปด้วย และยังพบว่า ข้าวเม่าหมี่สูตรสาหร่ายไกแผ่นทอดร้อยละ 9 ให้สารอาหารพวกโปรตีน และเส้นใยอาหารสูงกว่า ข้าวเม่าหมี่สูตรสาหร่ายไกแผ่นทอดร้อยละ 0

จินดาพร และคณะ (2552) ได้ศึกษาการผลิตเผือกอบกรอบ ด้วยเทคนิคอบแห้งแบบชั้นบาง โดยให้ความหนาของเผือก 3 ระดับคือ 1, 2 และ 3 มิลลิเมตร แล้วใช้แม่พิมพ์ตัดเผือกแผ่นให้มีขนาด 30 x 30 มิลลิเมตร หนา 1-3 มิลลิเมตร ใช้อุณหภูมิอบแห้ง 3 ระดับคือ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เพื่อหาความชื้นของเผือกแผ่นระหว่างการอบแห้งความชื้นร้อยละ 6-8 (มาตรฐานแห้ง) ผลการศึกษาพบว่า การอบเผือกแผ่นที่มีความหนาน้อย และใช้อุณหภูมิอบแห้งสูง จะให้อัตราการอบแห้งสูงกว่า การอบแห้งเผือกที่มีความหนามากและใช้อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อผลิตภัณฑ์บาง น้ำจะสามารถแพร่จากภายในสู่ผิวของเผือกได้ง่ายเพราะระยะทางสั้น ส่วนอุณหภูมิอบแห้งที่สูง ทำให้ผลของอุณหภูมิระหว่างตัวกลางให้ความร้อนผิวเผือกแผ่นมีค่ามาก จึงเกิดการถ่ายเทความร้อนได้ดี โมเลกุลของน้ำในเผือกแผ่นจะได้รับพลังงานอย่างรวดเร็ว จึงทำให้น้ำมีอัตราการแพร่และการระเหยสูง ช่วงแรกของการอบแห้งทุกสภาวะความชื้นของเผือกแผ่นลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากผลิตภัณฑ์ยังมีความชื้นอยู่มาก ทำให้อัตราการแพร่น้ำจากภายในมาสู่ผิวของผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากับการระเหยของน้ำที่ผิวของผลิตภัณฑ์ไปสู่อากาศร้อน เมื่อเวลา

อบแห้งผ่านไปอัตราการอบแห้งลดลงเนื่องจากน้ำในผลิตภัณฑ์ลดน้อยลง ส่งผลให้การแพร่ของน้ำจากภายในมาสู่ผิวของผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นช้ากว่าการระเหยของน้ำที่ผิวของผลิตภัณฑ์ไปสู่อากาศร้อน และผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ พบว่าอุณหภูมิอบแห้งมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ โดยอุณหภูมิที่สูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะคล้ำขึ้น แดงน้อยลง และเหลืองมากขึ้น

ปาริสุทธิ์ (2550) ได้พัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพรโดย ศึกษาสัดส่วนสารให้ความหวาน ต่อคุณภาพของอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้อง และสมุนไพร เมื่อใช้สารให้ความหวาน 3 ชนิดได้แก่ ไฮฟรุกโทสไซรัป, กลูโคสไซรัป 100 และ ซูโครส ร้อยละ 0-100 พบว่า ซึ่งสัดส่วนของไฮฟรุกโทส ต่อกลูโคสต่อซูโครส เท่ากับ 0 : 100 : 0 มีค่าความแข็งเฉลี่ยสูงสุด 50.10 นิวตัน สัดส่วนของไฮฟรุกโทสไซรัป ต่อกลูโคสไซรัปต่อซูโครส เท่ากับ 100 : 0 : 0 ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถคงรูปเป็นแท่งได้ และสัดส่วนของไฮฟรุกโทสไซรัปต่อกลูโคสไซรัปต่อซูโครส เท่ากับ 0 : 0 : 100 มีปริมาณซูโครสมากเกินไป ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความร่วนมากไม่สามารถขึ้นรูปได้แท่งได้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งสัดส่วนของไฮฟรุกโทสไซรัปต่อกลูโคสไซรัปต่อซูโครสที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 51.15 กลูโคสไซรัปร้อยละ 28.57 และซูโครสร้อยละ 14.30 หรือสัดส่วนเท่ากับ 4 : 2 : 1 และอัตราของแห้งต่อปริมาณน้ำเชื่อม เท่ากับ 1 : 1.5 ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งเท่ากับ 14.6 นิวตัน และค่า a_w เท่ากับ 0.40 และระยะเวลาในการอบหลังขึ้นแท่ง ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา10 นาที จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งพอเหมาะ โดยมีค่าความแข็งเท่ากับ 64.0 นิวตัน และค่า a_w เท่ากับ 0.36

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ ประกอบด้วย

3.1.1.1 ข้าวเม่า (ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6)

3.1.1.2 กุ้งแห้งทะเล (น้ำหนัก 10 กรัม มีจำนวนกุ้งแห้งประมาณ 20 ตัว)

3.1.1.3 ถั่วลิสง (ตราไร่ทิพย์)

3.1.1.4 งาขาว (ตราไร่ทิพย์)

3.1.1.5 เมล็ดฟักทองอบแห้งสำเร็จรูป (ตราฟลาวเวอร์ฟู้ด)

3.1.1.6 แครอท (พันธุ์แชนทีเน)

3.1.1.7 กระเทียมผง (ตรายูไนเต็ด โพรเกรส)

3.1.1.8 ซูโครส (น้ำตาลทราย ตราวังขนาย)

3.1.1.9 เกลือป่น (ตราปรุงทิพย์)

3.1.1.10 ไฮฟรุกโทสไซรัป 42 % (ตรา C ใบไม้)

3.1.1.11 กลูโคสไซรัป (แบะแซ ตราแฟนซีคาร์ฟ)

3.1.1.12 เนยสดรสจืด (ตราออร์คิด)

3.1.2 อุปกรณ์สำหรับเตรียมวัตถุดิบ

3.1.2.1 ตู้อบแห้งชนิดลมร้อน (Binder, FED)

3.1.2.2 เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 3 ตำแหน่ง (Digi)

3.1.2.3 เทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิ -10 ถึง 250 องศาเซลเซียส (Brannan)

3.1.2.4 ถาดอลูมิเนียม

3.1.2.5 เตาแก๊ส และ เตาแม่เหล็กไฟฟ้า (Vzio, C16-20R)

3.1.2.6 กระทะเคลือบกันอาหารติด (Teflon เครื่องหมายการค้า)

3.1.2.7 มีด

3.1.2.8 เขียง

3.1.2.9 ตะหลิว

3.1.2.10 ช้อน

3.1.2.11 อ่างผสม

3.1.2.12 เครื่องมือหั่นผัก (Mighty)

3.1.2.13 ไม้คลึงแป้ง

3.1.2.14 กระดาษไข (Waxed Paper)

3.1.2.15 พายยาง

3.1.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

เครื่องวัดสี (Spectrophotometer, CM-3500d series)

3.1.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

3.1.4.1 เครื่องวัดปริมาณความชื้น (Moisture determination balance, FD-629)

3.1.4.2 เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, Aqua lab CX3TE)

3.1.5 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.1.5.1 อุปกรณ์เครื่องแก้วในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.1.5.2 ตู้อบความร้อน (Hot-air oven, Binder)

3.1.5.3 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Atoclave, Hirakawa Seisakusho)

3.1.5.4 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator, Memmert)

3.1.5.5 เครื่องเขย่าสารในหลอดทดลอง (Mixer, Uzusio VTX-3000LX)

3.1.5.6 สารเคมีใช้วิเคราะห์จุลินทรีย์

3.1.5.7 เครื่องตีผสมอาหาร (Stomacher 400 Circulator)

3.1.5.8 ตู้ปลอดเชื้อ (Biological safety cabinet, Heal Force)

3.1.5.9 เตาให้ความร้อนไฟฟ้า (Hot Plate, Schott)

3.1.5.10 อ่างน้ำอุ่น (Water bath)

3.1.6 อุปกรณ์วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพการเก็บรักษา คือ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์

3.1.7 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1.7.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง

3.1.7.2 แบบสอบถามทางประสาทสัมผัส

3.2 วิธีการ

3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบของข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

โดยหาภาวะ ที่เหมาะสมในการผลิตวัตถุดิบข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเ พื่อนำมาใช้ศึกษาในสูตรพื้นฐาน วัตถุดิบที่เตรียมได้แก่ ข้าวเม่าคั่ว ถั่วลิสงอบ งาขาวอบ กุ้งแห้งอบ และแครอทอบแห้ง ซึ่งวัตถุดิบแต่ละชนิดมีวิธีการเตรียมดังนี้

3.2.1.1 ศึกษาการเตรียมข้าวเม่าคั่ว นำข้าวเม่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 มาคัดเลือกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์และเอาเศษเปลือกหุ้มเมล็ดข้าวออกให้หมด และศึกษากรรมวิธีในการคั่วข้าวเม่าแทนการทอดจากสูตรดั้งเดิม เพื่อลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ โดยใช้การให้ความร้อน 2 ลักษณะ คือใช้เตาแม่เหล็กไฟฟ้าเปรียบเทียบกับการใช้เตาแก๊ส เพื่อควบคุมอุณหภูมิการคั่ว และใช้กระทะเทฟลอน เพื่อให้ได้ข้าวเม่าคั่วที่มีการพองตัวดีสมบูรณ์มากที่สุด จากนั้นนำข้าวเม่าคั่วที่ได้ มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ ความชื้น คุณภาพทางกายภาพได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และคุณภาพด้านสี L* a* b*

3.2.1.2 การศึกษาการเตรียมถั่วลิสงอบ โดยคัดเลือกเมล็ดถั่วลิสงที่มีเมล็ดสมบูรณ์ปราศจากรอยย่น เมล็ดลีบ ปราศจากรอยแผลและเน่าเสีย นำถั่วลิสง 200 กรัม มาล้างน้ำ และสงขึ้นจากน้ำนำมาผึ่งบนตะแกรงจนหมาด นำใส่ถาดอลูมิเนียม อบด้วยตู้ลม ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส กำหนดระยะเวลาในการอบ 3 ระดับ คือ 30, 45 และ 60 นาที จากนั้นนำถั่วลิสงอบที่ได้ มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ ความชื้น คุณภาพทางกายภาพได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และคุณภาพด้านสี L* a* b* เพื่อคัดเลือกเวลาที่เหมาะสมในการอบ ที่ทำให้ถั่วลิสงมีคุณภาพดีต่อการใช้เป็นวัตถุดิบในข้าวเม่าหมี่ธัญพืช วิธีการเตรียมดัดแปลงจากปาริสุทธิ์ (2550)

3.2.1.3 ศึกษาการเตรียมงาขาวอบ โดยนำงาขาวปริมาณ 100 กรัม ใส่ในถาดอลูมิเนียมอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียล กำหนดเวลาในการอบ 3 ระดับ คือ 25, 45 และ 65 นาที นำงาขาวอบที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ ความชื้น คุณภาพทางกายภาพได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และคุณภาพด้านสี L* a* b* เพื่อคัดเลือกเวลาที่เหมาะสมในการอบ ที่ทำให้งาขาว มีคุณภาพดีต่อการใช้เป็นวัตถุดิบในข้าวเม่าหมี่ธัญพืช วิธีการเตรียมดัดแปลงจากสุมนา (2547)

3.2.1.4 ศึกษาการเตรียมกุ้งแห้งอบ โดยนำกุ้งแห้งปริมาณ 200 กรัม ลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 2 นาที และนำมาผึ่งให้หมาดน้ำบนตะแกรงที่รองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำกุ้งแห้งลวกใส่ในถาดอลูมิเนียม อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียล กำหนดเวลาในการอบ 3 ระดับ ดังนี้ 60, 90 และ 120 นาที ระหว่างอบ ทำการกลับกุ้งแห้งทุก30 นาที จากนั้นนำกุ้งแห้งอบที่ได้ มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ ความชื้น คุณภาพทางกายภาพได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และคุณภาพด้านสี L* a* b* เพื่อคัดเลือกเวลาที่เหมาะสมในการอบ ที่ทำให้กุ้งแห้งมีคุณภาพดีต่อการใช้เป็นวัตถุดิบในข้าวเม่าหมี่ธัญพืช วิธีการเตรียมดัดแปลงจาก จิราวรรณและอมรรัตน์ (2549)

3.2.1.5 ศึกษาภาวะที่เหมาะ ในการเตรียมแครอทอบแห้ง โดยนำแครอทมาล้างให้สะอาด ปอกเปลือก และหั่นบาง ที่ความหนา 3 ระดับ ได้แก่ 2, 4 และ 6 มิลลิเมตรและตัดชิ้นขนาดความกว้าง 6 มิลลิเมตร ยาว 15 มิลลิเมตรเท่า ๆกันทั้ง 3 ระดับความหนา นำแครอทที่เตรียมได้ปริมาณ 600 กรัม มาลวกในน้ำเดือด 1 นาที ซึ่งการนำวัตถุดิบมาผ่านกระบวนการลวกก่อนการทำแห้งนั้นสามารถยับยั้งเอนไซม์ ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลหลังการทำแห้งได้ (สมบัติ, 2529) และนำแครอทลวกแช่ในน้ำเย็นทันที สงขึ้นจากน้ำเย็น ผึ่งบนตะแกรงปูด้วยผ้าขาวบาง ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เพื่อให้แครอทสะเด็ดน้ำ จากนั้นนำแครอทใส่ถาดอลูมิเนียมขนาด 30 x 40 เซนติเมตร จำนวน 3 ถาด อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ใช้ช่วงเวลาในการอบ 3 ระดับคือ 5, 6 และ 7 ชั่วโมง ทำการกลับแครอท ทุก 2 ชั่วโมง นำแครอทอบแห้งที่ได้ มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น คุณภาพทางกายภาพได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และคุณภาพด้านสี L* a* b* เพื่อคัดเลือกขนาดความหนาของแครอทอบแห้ง และเวลาที่เหมาะสมในการอบ ที่ทำให้แครอทอบแห้งมีคุณภาพดีต่อการใช้เป็นวัตถุดิบในข้าวเม่าหมี่ธัญพืช วิธีการเตรียมดัดแปลงจากนิลตรา (2550)

ในการเตรียมวัตถุดิบข้าวเม่าหมี่ธัญพืช วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multi Range Test

3.2.2 ศึกษาสูตรพื้นฐานข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

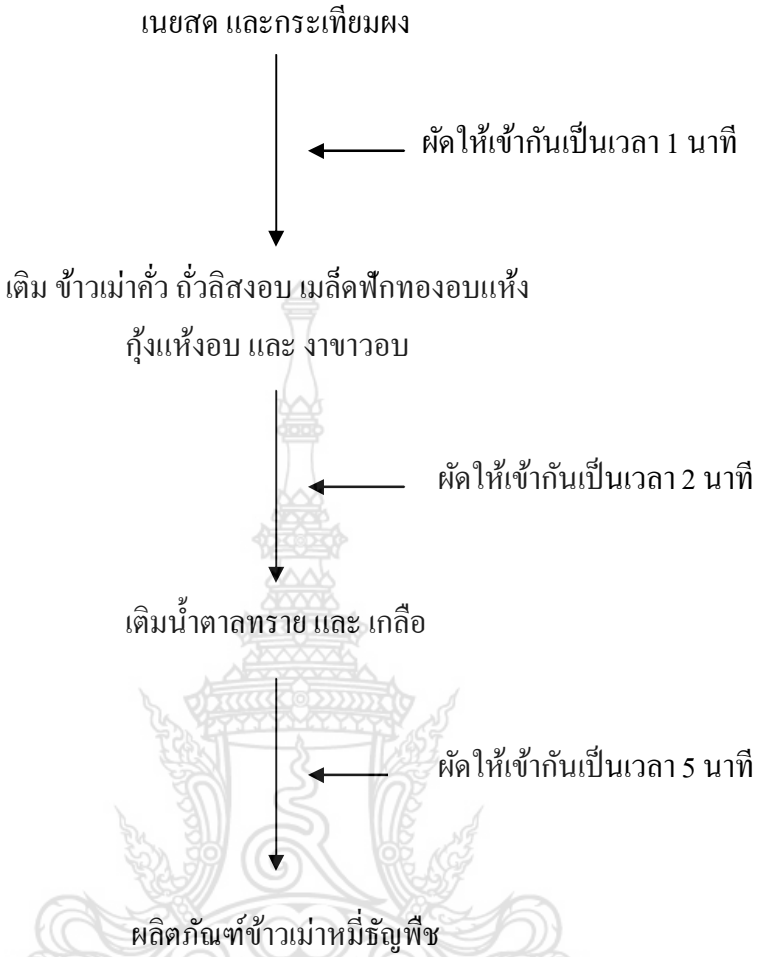
โดยใช้สูตรพื้นฐานข้าวเม่าหมี่ 3 สูตร ซึ่งใช้งาขาวและเมล็ดฟักทองอบแห้งสำเร็จรูปทดแทนส่วนของเต้าหู้เหลืองในสูตร ซึ่งมีปริมาณส่วนผสม (ดังตาราง 3.1) โดยปริมาณงาขาว และเมล็ดฟักทองอบแห้งสำเร็จรูป ที่ใช้ทดแทนเต้าหู้เหลือง ได้ศึกษาเบื้องต้นเพื่อแก้ปัญหาการหืน และอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ (สมจิต และคณะ, 2548) ดำเนินการผลิตตามกรรมวิธี (ดังภาพที่ 3.1) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชทั้ง 3 สูตร มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 40 คน เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานข้าวเม่าหมี่ธัญพืชที่เหมาะสม ในการพัฒนาข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multi Range Test

ตารางที่ 3.1 ปริมาณของวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ สูตรพื้นฐานข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (ร้อยละ)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ข้าวเม่าคั่ว (ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6)	28	34	54
งาขาวอบ *	30	18	10
เมล็ดฟักทองอบแห้งสำเร็จรูป *	15	9	5
กุ้งแห้งอบ	11	7	9
ถั่วลิสงอบ	-	14	9
กระเทียมผง	1	1	1
น้ำตาลทรายขาว	11	13	8
เกลือป่น	1	1	1
เนยสดรสจืด	3	3	3

หมายเหตุ สูตรที่ 1 : ดัดแปลงมาจากศรีสมรและมณี (2550)
สูตรที่ 2 : ดัดแปลงมาจากอุบล (2549)
สูตรที่ 3 : ดัดแปลงมาจากพลศรี (2545)
* งา และ เมล็ดฟักทอง เป็นส่วนผสมที่นำมาใช้ทดแทนเต้าหู้เหลืองทอดในแต่ละสูตร โดยปริมาณของงาขาวอบ และเมล็ดฟักทองอบแห้งสำเร็จรูป ใช้ในอัตราส่วน 2:1 ของน้ำหนักเต้าหู้เหลืองทอดในสูตรพื้นฐานเพื่อแก้ไขปัญหาการหืนของผลิตภัณฑ์ (สมจิตและคณะ, 2548)

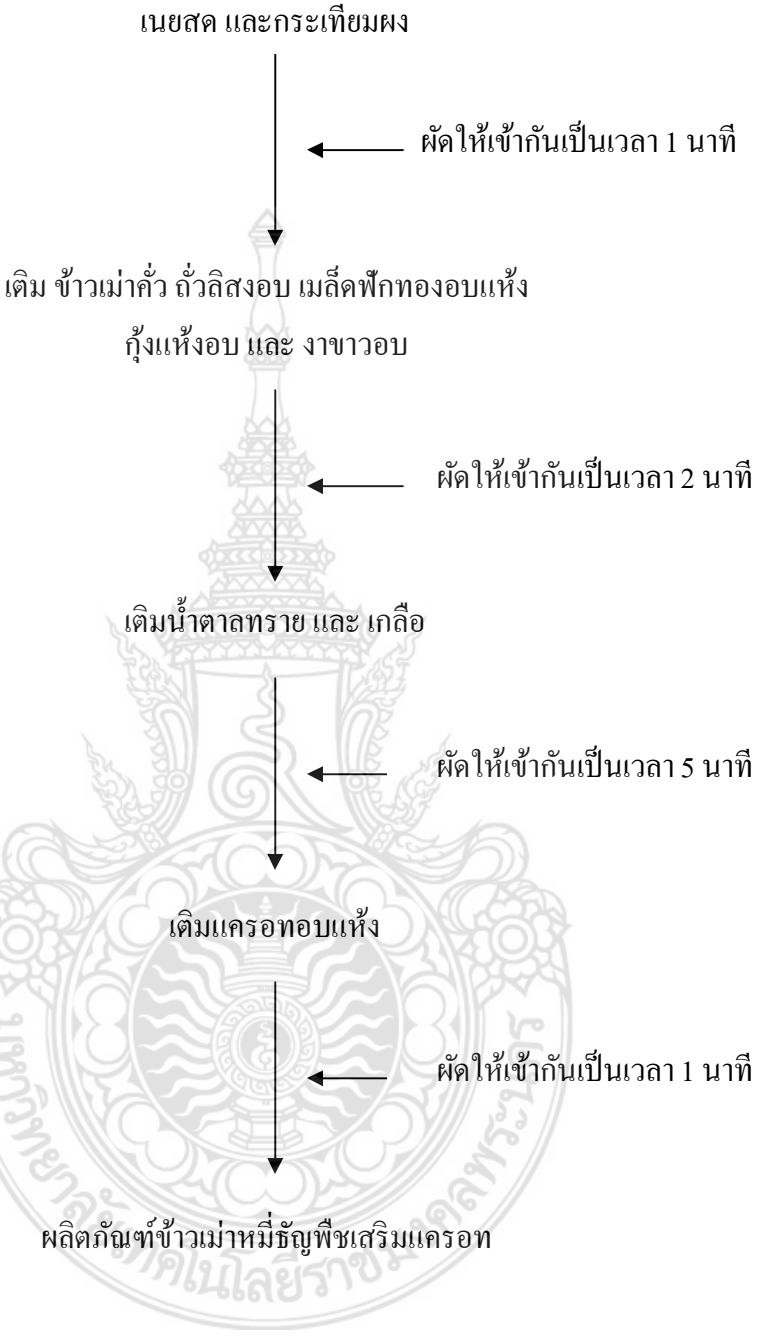


ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตข้าวเม่าหมี่ธัญพืช
ที่มา : ดัดแปลงมาจากสมจิต และคณะ (2548)

3.2.3 ศึกษาปริมาณแครอทอบแห้งเสริมในข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

ศึกษาปริมาณแครอทอบแห้งเสริมในผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืช โดยใช้สูตรพื้นฐานที่ได้รับคัดเลือก จากข้อ 3.2.2 และใช้แครอทอบแห้งที่มีภาวะเหมาะสมจากข้อ 3.2.1.5 นำมาเสริมในข้าวเม่าหมี่ธัญพืช โดยปริมาณแครอทอบแห้งที่ 3 ระดับในอัตราร้อยละ 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ดำเนินวิธีกาผลิตตามกรรมวิธี (ดังภาพที่ 3.2) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 40 คน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multi Range Test



ภาพที่ 3.2 กรรมวิธีการผลิตข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท

ที่มา : ดัดแปลงมาจากสมจิต และคณะ (2548)

3.2.4 ศึกษาสูตรน้ำเชื่อมประสานที่เหมาะสมต่อการอัดแท่งข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

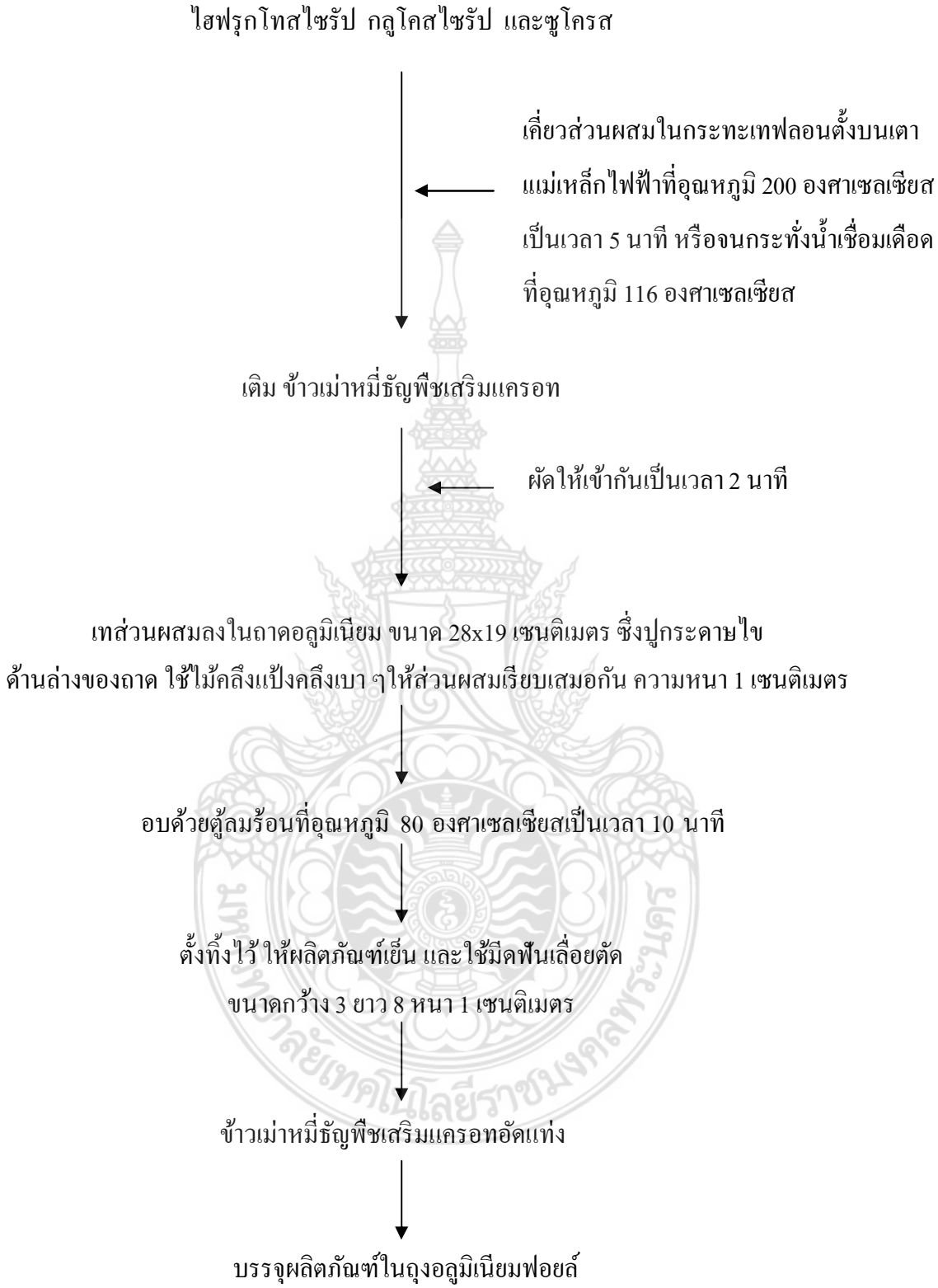
โดยนำข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท ที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2.3 มาศึกษาการเตรียมน้ำเชื่อมประสาน 3 สูตร ซึ่งใช้ ไฮฟรุกโทสไซรัป กลูโคสไซรัป และซูโครส ในอัตราร้อยละตามลำดับดังนี้ สูตรที่ 1 (58, 28,14) สูตรที่ 2 (50, 34, 16) และสูตรที่ 3 (42, 40, 18) ดังตารางที่ 3.2 โดยกำหนดอัตรา ปริมาณของส่วนผสมข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท ต่อน้ำเชื่อมประสานเท่ากับ 1:2โดยเตรียมน้ำเชื่อมประสาน 100 กรัม ต่อข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทปริมาณ 200 กรัม ดำเนินกรรมวิธีการผลิต (ดังภาพ 3.3) ดัดแปลงจากปาริสุทธิ์ (2550) จากนั้นนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 40 คน เพื่อคัดเลือกน้ำเชื่อมประสานที่เหมาะสม ในการอัดแท่งข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multi Range Test

ตารางที่ 3.2 ปริมาณของน้ำเชื่อม ไฮฟรุกโทสไซรัป กลูโคสไซรัป และซูโครส ที่ใช้เพื่อเตรียมน้ำเชื่อมประสาน

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (ร้อยละ)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ไฮฟรุกโทสไซรัป	58	50	42
กลูโคสไซรัป	28	34	40
ซูโครส	14	16	18

หมายเหตุ : ดัดแปลงมาจากปาริสุทธิ์ (2550)



ภาพที่ 3.3 กรรมวิธีการผลิตข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง

ที่มา : ดัดแปลงมาจากปาริสุทธิ์ (2550)

3.2.5 ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่งมีดังนี้

นำผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง ที่ได้รับคัดเลือกจาก ข้อ3.2.4 มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต และพลังงาน วัดคุณภาพทางกายภาพได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ ข้าวเม่าหมี่สูตรพื้นฐานที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2.2 แต่ยังคงใช้เต้าหู้ในสูตรดั้งเดิม โดยวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ไขมัน และเส้นใยหยาบ

3.2.6 ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง

ทำการผลิตข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง ตามภาวะที่เหมาะสมต่างๆ ที่ได้ศึกษาข้างต้น นำมาบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์โดยบรรจุถุงละ 100 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เพื่อศึกษาระยะเวลาเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยสุ่มตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ มาวิเคราะห์คุณภาพที่ระยะเวลา แตกต่างกัน 2 ช่วงเวลาคือ

3.2.6.1 สุ่มตัวอย่างที่เก็บรักษาทุก 1 สัปดาห์ นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ ความชื้น คุณภาพทางกายภาพได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และคุณภาพทางจุลินทรีย์ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา

3.2.6.2 สุ่มตัวอย่างที่เก็บรักษาทุก 2 สัปดาห์ นำมาวิเคราะห์ปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) และคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุก 2 สัปดาห์ โดยปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (0 สัปดาห์) จนกว่าตัวอย่างจะมีคุณภาพเสื่อมเสีย หรือไม่เป็นที่ยอมรับโดยผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 40 คน ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9- Point Hedonic Scale)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multi Rang Test

3.2.7 สถานที่ดำเนินงาน

3.2.7.1 สถานที่ทำการทดลอง ห้อง 521/621 และ 622 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.7.2 สถานที่ทำการทดสอบ คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ห้อง 521 และ 522 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.7.3 สถานที่ทำการทดสอบ คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต และพลังงาน สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.7.4 สถานที่ทำการทดสอบ ปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

3.2.8 สถานที่ทำการทดสอบ ทางกายภาพได้แก่ คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบชิมทั่วไปได้แก่ พนักงานบริษัทอาคารสินสาทร อาจารย์และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.9 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2552 ถึงเดือนสิงหาคม 2553

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.1 ผลการศึกษาการเตรียมวัตถุดิบของข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

4.1.1.1 ผลการเตรียมข้าวเม่าคั่วโดยใช้ความร้อน 2 ลักษณะคือใช้เตาแม่เหล็กไฟฟ้าและเตาแก๊ส โดยใช้กระทะเทฟลอน จากการทดลองคั่วข้าวเม่าปริมาณ 15 กรัม บนเตาแม่เหล็กไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 90, 120 และ 140 องศาเซลเซียส ข้าวเม่าพองตัวเล็กน้อย เมื่อคั่วนาน ข้าวเม่าจะมีสีเข้มขึ้น และเมื่อคั่วที่อุณหภูมิสูงขึ้น ข้าวเม่าพองตัวเล็กน้อย และไหม้ในบางเมล็ดมีรสขม ซึ่งมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมจะนำมาใช้ในส่วนผสมข้าวเม่าหมี่ธัญพืช ซึ่งเมื่อคั่วโดยใช้ความร้อนจากเตาแก๊ส คั่วด้วยความร้อนระดับสูง ข้าวเม่าคั่วที่ได้จะมีลักษณะพองตัวเล็กน้อย มีสีเหลืองออกน้ำตาล และไหม้ในบางเมล็ดมีรสขม และเมื่อคั่วด้วยความร้อนระดับปานกลาง ข้าวเม่าที่ได้มีลักษณะพองตัวดี มีสีขาวนวลสม่ำเสมอได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการพองตัวของข้าวเม่าคั่วด้วยเตาแม่เหล็กไฟฟ้าและเตาแก๊ส

ความร้อนในการคั่ว	ลักษณะของข้าวเม่าที่ได้ เมื่อคั่วด้วย	
	เตาแม่เหล็กไฟฟ้า	เตาแก๊ส
ต่ำ	90 องศาเซลเซียส (5นาที) ไม่พองตัวทั้งหมด	_____* (5นาที) ไม่พองตัวทั้งหมด
ปานกลาง	120 องศาเซลเซียส (5นาที) พองตัว 30 % กรอบแข็ง	_____* (3นาที) พองตัว 100 %
สูง	140 องศาเซลเซียส (3นาที) พองตัว 30 % ไหม้	_____* (2นาที) พองตัว 30 % ไหม้

หมายเหตุ : _____* อุณหภูมิของเตาแก๊สไม่สามารถควบคุมได้แน่นอน

จากตารางที่ 4.1 พบว่ากรรมวิธีการเตรียมข้าวเม่าที่เหมาะสมดังนี้ ตั้งกระทะเทฟลอนบนเตาแก๊สใช้ความร้อนระดับปานกลาง ตั้งกระทะให้ร้อนเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำข้าวเม่าปริมาณ 15 กรัม มาคั่ว ระยะเวลาในการคั่ว 3 นาที หรือจนกระทั่งข้าวเม่าพองตัวทั่วกันทั้งหมด จากนั้นนำข้าวเม่าคั่วที่ได้ มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของข้าวเม่าดิบเปรียบเทียบกับข้าวเม่าคั่ว

คุณภาพทางเคมีและกายภาพ		**ข้าวเม่าดิบ**	**ข้าวเม่าคั่ว**
ความชื้นร้อยละ		8.77 ± 0.18	1.53 ± 0.10
a_w		0.67 ± 0.00	0.15 ± 0.00
สี	L*	71.75 ± 0.57	75.21 ± 0.34
	a*	1.67 ± 0.10	1.57 ± 0.50
	b*	20.35 ± 0.60	21.17 ± 0.31

หมายเหตุ : ค่าความสว่าง L* ถ้ามีค่ามากขึ้น แสดงว่า มีค่าความสว่างมากขึ้น
ค่า a* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีแดง และค่า a* เป็นค่าลบ หมายถึง สีเขียว
ค่า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีเหลือง และค่า b* เป็นค่าลบ หมายถึงออกสีน้ำเงิน

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีได้แก่ ความชื้น ข้าวเม่าดิบมีความชื้นร้อยละ 8.77 และข้าวเม่าคั่วมีความชื้นร้อยละ1.53 และผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ข้าวเม่าดิบมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.67 และข้าวเม่าคั่วมีปริมาณน้ำอิสระ(a_w) 0.15 ดังนั้นการคั่วข้าวเม่ามีผลให้ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ลดต่ำลง ทำให้ข้าวเม่าสามารถเก็บรักษาได้นานไม่เสื่อมเสียโดยง่าย ข้าวเม่าคั่วที่ได้มีลักษณะพองตัวดี สีขาวนวล และผลการวิเคราะห์ คุณภาพด้านสี ค่าสี L* มีค่าความสว่างสูงขึ้น a* ค่าความเป็นสีแดงลดลง และ b* ค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเม่าดิบ โดยข้าวเม่าคั่วจะมีสีอ่อนกว่าข้าวเม่าดิบ เมื่อพิจารณาจาก ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) คุณภาพด้านสี และการพองตัว ข้าวเม่าคั่วมีความเหมาะสมนำมาใช้ในส่วนผสมข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

4.1.1.2 ผลการศึกษาการเตรียมถั่วลิสง อบที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับได้แก่ 30, 45 และ 60 นาที นำถั่วลิสงอบที่ได้ มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของถั่วลิสงอบที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส

คุณภาพทางเคมีและกายภาพ	**เวลาการอบแห้ง (นาที)**		
	30	**45**	**60**
ความชื้นร้อยละ	1.03 ± 0.03^{a}	0.69 ± 0.05^{b}	0.60 ± 0.00^{b}
a_w	0.37 ± 0.00^{a}	0.24 ± 0.00^{b}	0.20 ± 0.00^{b}
สี L*	69.83 ± 0.92^{a}	66.10 ± 0.42^{ab}	64.85 ± 0.46^{b}
a*	5.90 ± 035^{c}	8.84 ± 0.25^{b}	10.01 ± 0.89^{a}
b*	28.07 ± 0.48^{b}	29.56 ± 0.15^{b}	31.16 ± 0.41^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน หมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ค่าความสว่าง L* ถ้ามีค่ามากขึ้น แสดงว่า มีค่าความสว่างมากขึ้น
ค่า a* เป็นค่าบวก หมายถึงออกสีแดง และค่า a* เป็นค่าลบ หมายถึง สีเขียว
ค่า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีเหลือง และค่า b* เป็นค่าลบ หมายถึงออกสีน้ำเงิน

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพ พบว่าเมื่ออบถั่วลิสง ระยะเวลาในการอบเพิ่มขึ้น ความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ(a_w) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งถั่วลิสงอบแห้งที่ระยะเวลา 30, 45 และ 60 นาที มีความชื้นร้อยละ 1.03, 0.69 และ 0.60 ตามลำดับ และปริมาณน้ำอิสระ(a_w) ได้แก่ 0.37, 0.24 และ 0.20 ตามลำดับ โดยลักษณะปรากฏของถั่วลิสงอบ เป็นระยะเวลา 30 นาทีจะมีสีเหลืองอ่อนสม่ำเสมอทั่วทั้งเมล็ด มีกลิ่นหอม และกรอบ ซึ่งเมื่ออบเป็นระยะเวลา 45 นาที ถั่วลิสงจะมีสีเหลืองเข้มขึ้น มีกลิ่นหอม กรอบ และมีรสขมเล็กน้อย และเมื่ออบเป็นระยะเวลา 60 นาที ถั่วลิสงอบ มีสีเหลืองเข้มขึ้นออกสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอม กรอบ และมีรสขม ซึ่งผลวิเคราะห์คุณภาพด้านสี ของถั่วลิสงอบที่ระยะเวลาต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาในการอบถั่วลิสงเพิ่มขึ้น ค่าสี L* มีค่าความสว่างลดลง a* ค่าความเป็นสีแดงสูงขึ้น และ b* ค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้น ดังนั้นระยะเวลาในการอบมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ในด้านสี และรสของถั่วลิสง เมื่อถั่วลิสงอบ มีค่าความสว่างลดลง ค่าสีแดงสูงขึ้น

และค่าสีเหลืองสูงขึ้น ถั่วลิสงอบมีรสขมเพิ่มขึ้นเช่นกัน เมื่อพิจารณาความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของถั่วลิสงอบทั้ง 3 ช่วงเวลา พบว่าถั่วลิสงอบ ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส อบเป็นระยะเวลา 30 นาที มีความชื้นร้อยละ 1.03 และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.37 มีความเหมาะสมนำมาใช้ในส่วนผสมของข้าวเม่าหมี่ธัญพืช ซึ่งถั่วลิสงมีไขมันค่อนข้างสูงดังนั้นหากปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ต่ำจะช่วยลดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน และช่วงค่า a_w ต่ำกว่า 0.4 ปฏิกิริยาจะเกิดช้าลง (งามทิพย์, 2550) และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถั่วลิสงอบ (มผช.1146/2549)

4.1.1.3 ผลการศึกษาเตรียมงาขาวอบ ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับได้แก่ 25, 45 และ 65 นาที นำงาขาวอบที่ได้ มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของงาขาวอบที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส

คุณภาพทางเคมีและกายภาพ		**เวลาการอบแห้ง (นาที)**		
		25	**45**	**65**
ความชื้นร้อยละ		1.08 ± 0.05^{a}	1.01 ± 0.80^{a}	0.81 ± 0.01^{b}
a_w		0.27 ± 0.00^{b}	0.26 ± 0.00^{b}	0.23 ± 0.00^{a}
สี	L*	71.91 ± 0.17^{a}	72.16 ± 0.61^{a}	72.48 ± 0.46^{a}
	a*	2.94 ± 0.85^{a}	2.86 ± 0.07^{a}	2.91 ± 0.11^{a}
	b*	21.34 ± 0.27^{a}	21.05 ± 0.31^{a}	20.70 ± 0.16^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ค่าความสว่าง L* ถ้ามีค่ามากขึ้น แสดงว่า มีค่าความสว่างมากขึ้น
ค่า a* เป็นค่าบวก หมายถึงออกสีแดง และค่า a* เป็นค่าลบ หมายถึง สีเขียว
ค่า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีเหลือง และค่า b* เป็นค่าลบ หมายถึงออกสีน้ำเงิน

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพ พบว่าเมื่ออบงาขาว ระยะเวลาเพิ่มขึ้น ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งงาขาวอบ ที่ระยะเวลา 25, 45 และ 65 นาที มีความชื้นร้อยละ 1.08, 1.01, และ 0.81 ตามลำดับ และมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ดังนี้ 0.27, 0.26 และ 0.23 ตามลำดับ โดยลักษณะงาขาวอบ ระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับ มีสีขาวนวล คุณภาพด้านสีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าสี L* มีค่า

ความสว่างสูง a* ค่าความเป็นสีแดงต่ำ และ b* ค่าความเป็นสีเหลืองปานกลาง ดังนั้นระยะเวลาในการอบ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านสีของงาขาวอบ แต่มีผลต่อความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ลดลง เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางเคมีและกายภาพ พบว่างาขาวอบที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 25 นาที มีความเหมาะสมนำมาใช้ในส่วนผสม ข้าวเม่าหมี่ธัญพืช ทั้งนี้เพราะมีความชื้นต่ำและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนงาคั่ว (มผช.686/2547) ใช้ระยะเวลาในการอบน้อยประหยัดเวลาและพลังงาน

4.1.1.4 ผลการศึกษาการเตรียม กุ้งแห้งอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบเป็นระยะเวลาแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 60, 90 และ 120 นาที นำกุ้งแห้งอบที่ได้ มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพ ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของกุ้งแห้งอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

คุณภาพทางเคมีและกายภาพ		**เวลาการอบแห้ง (นาที)**		
		60	**90**	**120**
ความชื้นร้อยละ		15.17 ± 0.08^{a}	9.16 ± 0.05^{b}	6.60 ± 0.26^{c}
a_w		0.78 ± 0.00^{a}	0.63 ± 0.01^{b}	0.48 ± 0.00^{c}
สี	L*	71.15 ± 0.47^{c}	75.11 ± 0.60^{b}	76.59 ± 0.40^{a}
	a*	13.33 ± 0.23^{a}	11.62 ± 0.50^{b}	11.27 ± 0.08^{b}
	b*	28.33 ± 0.41^{a}	25.35 ± 0.55^{b}	24.56 ± 0.22^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน
หมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ค่าความสว่าง L* ถ้ามีค่ามากขึ้น แสดงว่า มีค่าความสว่างมากขึ้น
ค่า a* เป็นค่าบวก หมายถึงออกสีแดง และค่า a* เป็นค่าลบ หมายถึง สีเขียว
ค่า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีเหลือง และค่า b* เป็นค่าลบ หมายถึงออกสีน้ำเงิน

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพ พบว่าเมื่ออบกุ้งแห้ง ที่ระยะเวลาในการอบเพิ่มขึ้น ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยกุ้งแห้งอบที่ระยะเวลา 60, 90 และ 120 นาที มีความชื้นร้อยละ 15.17, 9.16 และ 6.60

ตามลำดับ และมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.78, 0.63 และ 0.48 ตามลำดับ โดยลักษณะปรากฏของกุ้งแห้งหลังอบมีสีส้มเข้ม และจะมีสีจืดจางลง และหดตัวมากขึ้น เมื่อระยะเวลาอบเพิ่มขึ้น ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านสี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งเมื่ออบระยะเวลานานขึ้น ค่าสี L* จะมีความสว่างมากขึ้น a* ค่าความเป็นสีแดงลดลง และ b* ค่าความเป็นสีเหลืองลดลง ดังนั้นระยะเวลาในการอบที่นานขึ้น มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของกุ้งแห้ง และการหดตัวของกุ้งแห้งเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาอบที่เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพ พบว่ากุ้งแห้งอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบเป็นระยะเวลา 120 นาที มีความเหมาะสมนำมาใช้เป็นส่วนผสมในข้าวเม่าหมี่ธัญพืช โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ต่ำกว่า 0.60 ซึ่งเกิดการเน่าเสียได้ยาก สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน (คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, 2539)

4.1.1.5 ผลการศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมแครอทอบแห้ง โดยแครอทสดหั่นชิ้นขนาด กว้าง 6 มิลลิเมตร ยาว 15 มิลลิเมตร หนาต่างกัน 3 ระดับได้แก่ 2, 4 และ 6 มิลลิเมตร อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 5, 6 และ 7 ชั่วโมง พบว่าแครอทสดหนา 2 มิลลิเมตร น้ำหนัก 100 กรัม อบระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับ หลังอบเหลือน้ำหนักร้อยละ 8 เท่ากันทั้ง 3 ช่วงเวลา ซึ่งแครอทสดหนา 4 และ 6 มิลลิเมตร น้ำหนัก 100 กรัม อบระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับ หลังอบเหลือน้ำหนักร้อยละ 9 เท่ากัน ทั้ง 3 ช่วงเวลา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ ความชื้น พบว่าขนาดความหนาของแครอทสดต่างกัน และระยะเวลาอบแห้งต่างกัน ความชื้นลดลง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่ออบแครอทเป็นระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับดังนี้ 5, 6 และ 7 ชั่วโมง แครอทหนา 2 มิลลิเมตร ความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 3.47, 1.59 และ 1.24 ตามลำดับ ซึ่งแครอทหนา 4 มิลลิเมตร ความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 4.40, 2.57 และ 2.53 ตามลำดับ และ แครอทหนา 6 มิลลิเมตร ความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 4.67, 2.97 และ 2.82 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) พบว่าขนาดความหนาของแครอทสดต่างกัน และระยะเวลาในการอบแห้งต่างกัน เมื่ออบระยะเวลาที่นานขึ้น ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ลดลง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่ออบแครอทเป็นระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับดังนี้ 5, 6 และ 7 ชั่วโมง แครอทหนา 2 มิลลิเมตร มีปริมาณน้ำอิสระ(a_w) ลดลงดังนี้ 0.43, 0.41 และ 0.40 ตามลำดับ ซึ่งแครอทหนา 4 มิลลิเมตร มีปริมาณน้ำอิสระ(a_w)ลดลง 0.47, 0.45 และ 0.43 ตามลำดับ และแครอทหนา 6 มิลลิเมตร มีปริมาณน้ำอิสระ(a_w)ลดลง 0.53, 0.48 และ 0.45 ตามลำดับ

ลักษณะปรากฏของแครอทอบแห้ง พบว่าความหนาของแครอทสดที่ต่างกัน หลังอบแห้ง รูปทรงชิ้นแครอทอบไม่คงเดิม โดยแครอทหนา 2 มิลลิเมตรหลังอบแห้ง มีลักษณะรูปทรงเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ซึ่งแครอทหนา 4 มิลลิเมตร มีรูปทรงเปลี่ยนแปลงจากเดิมโดยจะหดด้านความกว้างของชิ้น แต่จะหดตัวน้อยกว่า แครอทหนา 6 มิลลิเมตร สีของแครอทอบแห้งที่ความหนาต่างกัน 3 ระดับ สีจะเข้มขึ้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสีของแครอทก่อนอบแห้ง ทั้งนี้การอบแห้งมีผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของรงควัตถุได้แก่ แคโรทีนอยด์ ที่เกิดขึ้นระหว่างการอบแห้งอาหารที่ผ่านการทำแห้งจะมีสีเข้มขึ้น (ชมภู่, 2550) และเมื่ออบระยะเวลานานขึ้นแครอทจะมีสีจืดจางลง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพได้แก่ คุณภาพด้านสี (ดังตารางที่ 4.6, 4.7 และ4.8) พบว่าสีของแครอทอบ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแครอทอบที่ความหนาทั้ง 3 ระดับ มีค่าสี L* มีค่าความสว่างสูงขึ้น a* ค่าความเป็นสีแดงลดลง และ b* ค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาอบนานขึ้น ดังนั้นระยะเวลาในการอบแครอท มีผลต่อคุณภาพด้านสี เมื่ออบเป็นระยะเวลานานสีของแครอทจะจืดจางลง เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพ ของแครอทอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความหนาต่างกัน 3 ระดับและระยะเวลาอบต่างกัน 3 ระดับ พบว่าแครอทหนา 2 มิลลิเมตร อบเป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง ความชื้น 3.47 และปริมาณน้ำอิสระ(a_w) 0.43 มีความเหมาะสมนำมาเสริมในส่วนผสมข้าวเม่าหมี่ธัญพืช ซึ่งปริมาณน้ำอิสระ (a_w) สอดคล้องกับ จิรภา (2549) ศึกษาการอบฟักทอง พบว่าฟักทองอบแห้งควรมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.43 หากสูงหรือต่ำกว่านี้ ฟักทองอบแห้งที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้าน สี และ กลิ่น ในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งระยะเวลาอบน้อย จึงประหยัดเวลาและพลังงาน

ตารางที่ 4.6 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของแครอทอบแห้งอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เมื่อใช้แครอทสดขนาดชิ้น 6 x 15 x 2 มิลลิมตร

คุณภาพทางเคมีและกายภาพ		เวลาการอบแห้ง (ชั่วโมง)		
		5	**6**	**7**
ความชื้นร้อยละ		3.47 ± 0.33^{a}	1.59 ± 0.16^{b}	1.24 ± 0.23^{c}
a_w		0.43 ± 0.05^{a}	0.41 ± 0.00^{b}	0.40 ± 0.00^{c}
สี	L*	58.41 ± 0.18^{c}	59.15 ± 0.26^{b}	60.84 ± 0.24^{a}
	a*	37.81 ± 0.62^{a}	37.56 ± 0.31^{b}	35.81 ± 0.25^{a}
	b*	40.00 ± 0.32^{b}	41.49 ± 1.21^{a}	41.56 ± 0.31^{a}

ตารางที่ 4.7 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของแครอทอบแห้งอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เมื่อใช้แครอทสดขนาดชิ้น 6 x 15 x 4 มิลลิมตร

คุณภาพทางเคมีและกายภาพ		เวลาการอบแห้ง (ชั่วโมง)		
		5	**6**	**7**
ความชื้นร้อยละ		4.40 ± 0.27^{a}	2.57 ± 0.13^{b}	2.53 ± 0.24^{b}
a_w		0.47 ± 0.00^{a}	0.45 ± 0.00^{ab}	0.43 ± 0.00^{b}
สี	L*	55.49 ± 0.48^{a}	57.44 ± 0.08^{a}	58.80 ± 0.34^{a}
	a*	38.64 ± 0.12^{a}	38.04 ± 0.85^{c}	37.59 ± 0.25^{a}
	b*	42.54 ± 1.09^{a}	42.95 ± 0.23^{a}	42.99 ± 0.28^{a}

ตารางที่ 4.8 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของแครอทอบแห้งอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เมื่อใช้แครอทสดขนาดชิ้น 6 x 15 x 6 มิลลิมตร

คุณภาพทางเคมีและกายภาพ		เวลาการอบแห้ง (ชั่วโมง)		
		5	**6**	**7**
ความชื้นร้อยละ		4.67 ± 0.27^{a}	2.97 ± 0.05^{b}	2.82 ± 0.13^{b}
a_w		0.53 ± 0.01^{a}	0.48 ± 0.00^{b}	0.45 ± 0.00^{c}
สี	L*	52.59 ± 3.34^{a}	56.77 ± 0.49^{a}	57.73 ± 0.23^{a}
	a*	39.32 ± 0.25^{a}	39.48 ± 0.05^{a}	38.57 ± 0.14^{a}
	b*	42.61 ± 0.88^{a}	42.63 ± 0.31^{a}	42.69 ± 0.98^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.1.2 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

การศึกษาสูตรพื้นฐานที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้าวเม่าหมี่ธัญพืชทั้ง 3 สูตร มาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	สูตรพื้นฐาน		
	1	**2**	**3**
ลักษณะปรากฏ	6.57 ± 1.03^{b}	7.32 ± 1.07^{a}	6.22 ± 1.45^{b}
สี	6.92 ± 1.22^{b}	7.30 ± 1.24^{a}	6.17 ± 1.39^{b}
กลิ่น	6.40 ± 1.27^{b}	7.10 ± 1.49^{a}	6.12 ± 1.69^{b}
รสชาติ	6.57 ± 1.19^{b}	7.40 ± 1.05^{a}	6.42 ± 1.03^{b}
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.35 ± 0.97^{b}	7.70 ± 0.83^{a}	7.35 ± 0.97^{b}
ความชอบโดยรวม	6.60 ± 0.98^{b}	7.67 ± 0.94^{a}	6.62 ± 1.10^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)
9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 3 = ไม่ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

จากตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรพื้นฐานที่ 2 ได้รับคะแนนสูงที่สุดได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมดังนี้ 7.32, 7.30, 7.10, 7.40, 7.70 และ 7.67 ตามลำดับ โดยสูตรพื้นฐานที่ 1 และสูตรที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยความชอบในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม อยู่ระดับชอบเล็กน้อย ซึ่งคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสของสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร อยู่ในระดับเดียวกันคือ ชอบระดับปานกลาง ทั้งนี้ ส่วนผสมต่าง ๆ ในสูตรที่มีปริมาณแตกต่างกันไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) แต่มีผลต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม และจากคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะต่าง ๆ พบว่าข้าวเม่าหมี่ธัญพืชสูตรที่ 2 มีความเหมาะสม นำมาใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทต่อไป ซึ่งผู้ทดสอบชิมมีข้อเสนอแนะ สำหรับข้าวเม่า

หมี่ธัญพืชสูตรพื้นฐานดังนี้ คือควรปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีรสหวานเพิ่มขึ้น และควรเพิ่มสีสันให้น่ารับประทานมากขึ้น อาจเพิ่มผักหรือผลไม้เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีสันชวนรับประทาน และมีรสชาติหลากหลายมากขึ้น

4.1.3 ผลการศึกษาปริมาณแครอทอบแห้งที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

โดยเสริมแครอทอบแห้งปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ร้อยละ 5, 10 และ 15 ต่อน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืช ลักษณะข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอททั้ง 3 ระดับจะมีสีส้มมากขึ้น ตามปริมาณของแครอทอบที่เพิ่มขึ้น และเมื่อนำข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทปริมาณต่างกัน 3 ระดับ มาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท ปริมาณต่างกัน 3 ระดับ

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ปริมาณแครอทอบแห้ง (ร้อยละ)		
	5	**10**	**15**
ลักษณะปรากฏ	7.12 ± 1.06^{b}	7.97 ± 0.83^{a}	6.90 ± 1.10^{b}
สี	7.02 ± 1.12^{b}	7.95 ± 0.87^{a}	6.97 ± 0.94^{b}
กลิ่น	6.55 ± 1.39^{b}	7.25 ± 1.14^{a}	6.57 ± 1.33^{b}
รสชาติ	6.66 ± 1.19^{b}	7.70 ± 1.24^{a}	6.75 ± 1.17^{b}
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.25 ± 1.37^{b}	7.80 ± 0.79^{a}	7.20 ± 1.26^{b}
ความชอบโดยรวม	6.75 ± 1.25^{b}	8.15 ± 0.94^{a}	6.65 ± 1.05^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 3 = ไม่ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

จากตารางที่ 4.10 พบว่าปริมาณแครอทมีผลต่อความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทร้อยละ 10 มีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส สูงสุดทุกด้านได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมดังนี้ 7.97, 7.95, 7.25, 7.70, 7.80 และ 8.15 ตามลำดับ ซึ่งผู้ทดสอบมีความเห็นว่า ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทร้อยละ 10 มีสีสันสวยงาม มีความเหมาะสมดีน่ารับประทาน ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะปรากฏ และ สีของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทปริมาณร้อยละ 5 และร้อยละ 10 มีคะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบปานกลาง ซึ่งข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทร้อยละ 15 มีคะแนนเฉลี่ยด้านสี และความชอบโดยรวม อยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย ผู้ทดสอบชิมให้ความเห็นว่า ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทร้อยละ 15 มีปริมาณแครอทอบมากเกินไป ซึ่งผู้ทดสอบชิมมีอคติเกิดขึ้นตั้งแต่มองเห็นครั้งแรกว่า ผลิตภัณฑ์น่าจะมีรสเผ็ดคล้ายรสชาติของพริกมีผลให้ความชอบลดลง และผลการวิเคราะห์การยอมรับด้านเนื้อสัมผัส ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทที่ร้อยละ 5, 10 และ 15 มีคะแนนเฉลี่ยความชอบระดับปานกลางได้แก่ 7.25, 7.80 และ 7.20 ตามลำดับดังนั้นปริมาณแครอทอบแห้งเสริมในข้าวเม่าหมี่ธัญพืชที่ร้อยละ 5, 10 และ 15 เสริมในส่วนผสมข้าวเม่าหมี่ธัญพืชมีผลต่อ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมแต่ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ)

4.1.4 ผลการศึกษาสูตรน้ำเชื่อมประสานที่เหมาะสมต่อการอัดแท่งข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท

ซึ่งใช้ ไฮฟรุกโทสไซรัป กลูโคสไซรัป และซูโครส ที่แตกต่างกันจำนวน 3 สูตร ในอัตราส่วนร้อยละดังนี้ สูตรที่ 1 (58, 28, 14) สูตรที่ 2 (50, 34, 16) และสูตรที่ 3 (42, 40, 18) ตามลำดับเพื่อเตรียมน้ำเชื่อมประสานสำหรับการอัดแท่งข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท ลักษณะผลิตภัณฑ์หลังขึ้นรูปอัดแท่ง พบว่าการใช้อัตราส่วนด้วยน้ำเชื่อมประสานสูตรที่ 1 มีลักษณะส่วนผสมเกาะตัวกันหลวมๆ ผลิตภัณฑ์โค้งงอได้เล็กน้อย ทั้งนี้เพราะไฮฟรุกโทสไซรัปจะยับยั้งการตกผลึกของน้ำตาล และช่วยให้ผลิตภัณฑ์นุ่มและเหนียวขึ้น (Alexander, 1998) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปอัดแท่งด้วยน้ำเชื่อมประสานสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 มีลักษณะส่วนผสมเกาะตัวแน่นขึ้น ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถโค้งงอได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งตัวมากขึ้น เมื่อปริมาณของกลูโคสไซรัปเพิ่มขึ้น เนื่องจากกลูโคสไซรัปมีค่า Dextrose Equvalent ต่ำ จะมีความหนืดสูง และให้ลักษณะการติดแน่นกว่าผลิตภัณฑ์ ที่มีค่า Dextrose Equvalent สูง (Alexander, 1998) จึงมีผลให้ค่าของความแข็งเพิ่มขึ้น (สุวรรณา, 2543) นำข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่งด้วยน้ำเชื่อมประสานทั้ง 3 สูตร มาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่งด้วยสูตรน้ำเชื่อมประสาน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	สูตรน้ำเชื่อมประสาน		
	1	**2**	**3**
ลักษณะปรากฏ	7.60 ± 1.10^{a}	7.15 ± 1.23^{b}	6.90 ± 1.10^{b}
สี	7.57 ± 0.87^{a}	7.22 ± 1.09^{b}	6.92 ± 1.07^{b}
กลิ่น	7.10 ± 1.25^{a}	6.52 ± 1.13^{b}	6.25 ± 1.19^{b}
รสชาติ	7.72 ± 0.98^{a}	6.85 ± 1.05^{b}	6.80 ± 0.82^{b}
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.02 ± 1.38^{a}	6.37 ± 1.40^{b}	6.17 ± 1.44^{b}
ความชอบโดยรวม	8.12 ± 1.04^{a}	7.17 ± 1.34^{b}	6.52 ± 0.87^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

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

จากตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ของน้ำเชื่อมประสาน 3 สูตรที่มีอัตราส่วนของปริมาณ ไฮฟรุกโทสไซรัป กลูโคสไซรัป และซูโครสในสูตรแตกต่างกัน ในการอัดแท่ง มีผลต่อ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท ที่ใช้น้ำเชื่อมประสานสูตรที่ 1 ได้รับ การยอมรับโดยรวมอยู่ในระดับชอบมากและมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมดังนี้ 7.60, 7.57, 7.10, 7.72, 7.02 และ 8.12 ตามลำดับ และผู้ทดสอบชิมให้ข้อคิดเห็นว่า ชอบความกรอบ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่งด้วยน้ำประสานสูตรที่ 1 เพราะมีลักษณะกรอบนุ่ม เคี้ยวง่าย ซึ่งน้ำเชื่อมประสานสูตร 2 ได้รับการยอมรับโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง โดยลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ 7.15, 7.22, 6.52, 6.85, 6.37, และ 7.17 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนความชอบในด้าน กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำประสานสูตร 1 ผู้ทดสอบชิมมีความเห็นว่า ตัวผลิตภัณฑ์มีลักษณะกรอบแข็ง และเคี้ยวยาก โดยน้ำเชื่อมประสานสูตรที่ 3 ได้รับการยอมรับโดยรวมอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย โดยลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ

โดยรวม มีคะแนนเฉลี่ยดังนี้ 6.90, 6.92, 6.25, 6.80, 6.17, และ 6.52 ตามลำดับ ซึ่งผู้ทดสอบให้ความเห็นต่อผลิตภัณฑ์ว่า มีลักษณะแข็งมาก ไม่สามารถเคี้ยวได้ในทันที มีผลให้คะแนนความชอบโดยรวมน้อยที่สุด ดังนั้นน้ำเชื่อมประสานที่มีอัตราส่วนของ ไฮฟรุกโทสไซรัป กลูโคสไซรัป และซูโครส ปริมาณต่างกันมีผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง

4.1.5 ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่งมีดังนี้

จากการนำผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่งสูตรที่เหมาะสมจากการศึกษาในข้อ 4.1.4 และข้าวเม่าหมี่สูตรพื้นฐานที่ไม่ได้ดัดแปลงส่วนผสมและกรรมวิธีการผลิตมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี โดยเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านไขมัน และเส้นใยหยาบ ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง เปรียบเทียบกับข้าวเม่าหมี่สูตรพื้นฐานที่คัดเลือกได้ โดยมีเต้าหู้เหลืองทอดอยู่ในสูตร

คุณภาพทางเคมี	ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง	สูตรพื้นฐาน
ความชื้น	2.28 %	-
โปรตีน	13.01 %	-
ไขมัน	19.56 %	37.55 %
เถ้า	2.25 %	-
เส้นใยหยาบ	1.49 %	0.89 %
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	62.90 %	-
พลังงานทั้งหมด (แคลอรี/100 กรัม)	479.68	-
พลังงานจากไขมัน (แคลอรี/100 กรัม)	176.04	-
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.23	-

หมายเหตุ : เครื่องหมาย – หมายถึง ไม่ได้ทำการตรวจ

สูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 จากตารางที่ 3.1 โดยเปลี่ยนงาขาวอบและเมล็ดฟักทองอบแห้งเป็นเต้าหู้ทอดในส่วนผสมและกรรมวิธีการผลิตตามต้นตำรับ

จากตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง มีองค์ประกอบทางเคมีเทียบหน่วยเป็นร้อยละได้ดังนี้ ความชื้น 2.28 โปรตีน 13.01 ไขมัน 19.56 เถ้า 2.25 เส้นใยหยาบ 1.49 และ คาร์โบไฮเดรต 62.90 โดยข้าวเม่าหมี่สูตรพื้นฐานที่ไม่ได้ดัดแปลงส่วนผสม และไม่เปลี่ยนกรรมวิธีการผลิต มีองค์ประกอบทางเคมีเทียบหน่วยเป็นร้อยละได้แก่ ไขมัน 37.55 เส้นใยหยาบ 0.89 และจากผลการวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีก่อน และหลังพัฒนาผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ที่พัฒนาได้ มีปริมาณไขมันลดลงร้อยละ 52.09 และเส้นใยหยาบเพิ่มขึ้นร้อยละ 59.73 เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าเพิ่มทางอาหารเพิ่มขึ้น ตามวัตถุประสงค์

4.1.6 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้อง

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่งที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ โดยบรรจุถุงละ 100 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง โดยสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ที่เก็บรักษามาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา กรดไทโอบาร์บิทูริก(TBA) และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน 2 ช่วงเวลาดังนี้

4.1.6.1 ผลการสุ่มตัวอย่างที่เก็บรักษาทุก 1 สัปดาห์ ผลกการวิเคาะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ ความชื้น และคุณภาพทางกายภาพได้แก่ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และคุณภาพทางจุลินทรีย์ได้แก่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา โดยสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษามาวิเคราะห์ดังนี้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ ความชื้น ในผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง อายุการเก็บรักษา 0-7 สัปดาห์ มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 2.28-4.00

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพได้แก่ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ในผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง อายุการเก็บรักษา 0-7 สัปดาห์ มีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) อยู่ในช่วง 0.23-0.38 พบว่าเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีแนวโน้มสูงมากขึ้นเช่นกันซึ่งในสัปดาห์ที่ 7 ผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.38 ซึ่งเกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเม่าหมี่ (มผช.152/2546) ที่กำหนดไว้ต้องไม่เกิน 0.35 ดังนั้นผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง มีอายุการเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ โดยมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.34 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเม่าหมี่ (มผช.152/2546)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง อายุการเก็บรักษา 0-5 สัปดาห์ ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ซึ่งอายุการเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 6 และ 7 พบเชื้อจุลินทรีย์ <10 โคโลนีต่อกรัม โดย ยีสต์และราตรวจไม่พบ สอดคล้องกับค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีปริมาณต่ำกว่าที่จุลินทรีย์ยังเติบโตได้ แบคทีเรีย 0.91 ยีสต์ 0.60 และ รา 0.65 (เพ็ญขวัญ, 2550)

ตารางที่ 4.13 คุณภาพทางเคมีและกายภาพ คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา กรดไทโอบาร์บิทูริก(TBA) ในผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่เสริมแครอทอัดแท่งในระหว่างศึกษาอายุการเก็บรักษา บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความชื้น (ร้อยละ)	ค่า a_w	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) 10^{-1}	ยีสต์และรา (CFU/g) 10^{-1}	TBA มาโลนัลดีไฮด์ ต่อกิโลกรัม
0	2.28 ± 0.17	0.23 ± 0.01	ND	ND	0.01 ± 0.01
1	2.34 ± 0.19	0.24 ± 0.00	ND	ND	-
2	2.37 ± 0.25	0.26 ± 0.01	ND	ND	0.03 ± 0.01
3	2.58 ± 0.30	0.29 ± 0.04	ND	ND	-
4	2.69 ± 0.22	0.30 ± 0.00	ND	ND	0.08 ± 0.01
5	2.80 ± 0.02	0.32 ± 0.01	ND	ND	-
6	3.01 ± 0.20	0.34 ± 0.01	<10	ND	0.14 ± 0.01
7	4.00 ± 0.13	0.38 ± 0.00	<10	ND	-

หมายเหตุ: ND (not detectable)

- ไม่ได้ทำการตรวจ

4.1.6.2 ผลการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ที่เก็บรักษาทุก 2 สัปดาห์ โดยสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) ทุก 2 สัปดาห์ พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น โดยสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 6 มีปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริก(TBA) ดังนี้ 0.03, 0.08 และ 0.14 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง โดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (0 สัปดาห์) กับ (2สัปดาห์) ได้ผลดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่งในระหว่างการเก็บรักษา โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (0 สัปดาห์) กับผลิตภัณฑ์อายุการเก็บรักษาที่ 2 สัปดาห์

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	**อายุเก็บรักษา (สัปดาห์)**	
	0	**2**
ลักษณะปรากฏ	7.50 ± 1.10	7.25 ± 1.01
สี	7.35 ± 0.96	7.23 ± 0.71
กลิ่น	7.65 ± 0.90	6.57 ± 0.95
รสชาติ	7.22 ± 1.13	7.01 ± 1.09
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.75 ± 1.15	6.90 ± 1.20
ความชอบโดยรวม	7.72 ± 1.12	7.27 ± 1.05

หมายเหตุ: คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

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

จากตาราง 4.14 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่ 0 สัปดาห์ มีคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ 7.50, 7.35, 7.65, 7.22, 7.75 และ 7.72 ตามลำดับ ซึ่งอายุเก็บรักษาที่ 2 สัปดาห์ทมีค่าคะแนนเฉลี่ยลดลงได้แก่ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังนี้ 7.25, 7.23, 6.57, 7.01, 6.90 และ 7.27 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์คุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง พบว่าอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ 2 สัปดาห์ มีคะแนนเฉลี่ยด้าน กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ลดลงเมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่ 0 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ความชื้น และกรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) ที่มีค่าสูงขึ้น มีผลให้ความกรอบลดลงและมีกลิ่นหืน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง โดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (0 สัปดาห์) กับ (4สัปดาห์) ได้ผลดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่งในระหว่างการเก็บรักษา โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (0 สัปดาห์) กับผลิตภัณฑ์อายุการเก็บรักษาที่ 4 สัปดาห์

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	**อายุเก็บรักษา (สัปดาห์)**	
	0	**4**
ลักษณะปรากฏ	7.47 ± 1.00	7.37 ± 0.93
สี	7.46 ± 0.90	7.20 ± 0.96
กลิ่น	7.37 ± 1.34	6.55 ± 1.15
รสชาติ	7.42 ± 1.17	7.20 ± 1.04
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.69 ± 1.37	6.80 ± 1.15
ความชอบโดยรวม	7.67 ± 1.98	7.10 ± 1.04

หมายเหตุ: คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 3 = ไม่ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

จากตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่ 0 สัปดาห์ มีคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ 7.47, 7.46, 7.37, 7.42, 7.69 และ 7.67 ตามลำดับ ซึ่งอายุเก็บรักษาที่ 4 สัปดาห์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยลดลงได้แก่ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังนี้ 7.37, 7.20, 6.55, 7.20, 6.80 และ 7.10 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์คุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง พบว่าอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ 4 สัปดาห์ คะแนนเฉลี่ย ด้านกลิ่น และ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่ 0 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ความชื้น และกรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) ที่มีค่าสูงขึ้น มีผลให้ความกรอบลดลง และ มี กลิ่นหืน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง โดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (0 สัปดาห์) กับ (6 สัปดาห์) ได้ผลดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่งในระหว่างการเก็บรักษา โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (0 สัปดาห์) กับผลิตภัณฑ์อายุการเก็บรักษาที่ 6 สัปดาห์

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	**อายุเก็บรักษา (สัปดาห์)**	
	0	**6**
ลักษณะปรากฏ	7.60 ± 0.77	7.10 ± 0.87
สี	7.30 ± 0.76	7.10 ± 0.67
กลิ่น	7.71 ± 0.87	6.01 ± 0.84
รสชาติ	7.60 ± 0.70	7.01 ± 0.76
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.80 ± 0.69	6.52 ± 0.86
ความชอบโดยรวม	7.68 ± 0.73	6.42 ± 0.90

หมายเหตุ: คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

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

จากตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่ 0 สัปดาห์ มีคะแนนเฉลี่ยดังนี้ 7.60, 7.30, 7.71, 7.60, 7.80 และ 7.68 ตามลำดับ ซึ่งอายุเก็บรักษาที่ 6 สัปดาห์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยลดลงได้แก่ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมดังนี้ 7.10, 7.10, 6.01, 7.01, 6.52 และ 6.42 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์คุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง พบว่าอายุการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ที่ 6 สัปดาห์ คะแนนเฉลี่ยด้าน กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่ 0 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ความชื้น และกรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) ที่มีค่าสูงขึ้น มีผลให้ความกรอบลดลงและมีกลิ่นหืนเพิ่มขึ้น

ผลจากการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง อายุการเก็บรักษาที่ 2, 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยด้าน กลิ่น และเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ได้รับการยอมรับลดลงโดยผลิตภัณฑ์อายุการเก็บรักษาที่ 2 และ 4 สัปดาห์ ยังได้รับการยอมรับอยู่ในระดับเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (0 สัปดาห์) คือความชอบโดยรวมอยู่ที่ระดับปานกลาง แต่เมื่อผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษา 6 สัปดาห์ มีคะแนนความชอบโดยรวมลดลง อยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง มีความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ต่ำจึงดูดซับความชื้นในอากาศได้ง่ายและเมื่อผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น มีผลให้กรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) ความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีปริมาณสูงขึ้นมีผลให้เสื่อมเสียลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารขบเคี้ยว (รุ่งนภา, 2549) จากการดูดซึมความชื้นที่เพิ่มขึ้น จะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและวิตามินทำให้อาหารเหม็นหืน (งามทิพย์, 2550) การเสื่อมเสียคุณลักษณะในด้าน กลิ่น และ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลออัดแท่ง มีผลต่อการยอมรับ และความชอบโดยรวมลดลง แต่ยังได้รับการยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ สี และรสชาติ

4.2 การอภิปรายผล

ผลการศึกษาการเตรียมข้าวเม่าคั่ว โดยใช้ความร้อนจากเตาแก๊ส ข้าวเม่าพองตัวดีกว่าและกรอบกว่า การคั่วโดยใช้ความร้อนจากเตาแม่เหล็กไฟฟ้า ทั้งนี้หากนำข้าวเม่าคั่ว เปรียบเทียบกับข้าวเม่าทอด ข้าวเม่าคั่วพองตัวและกรอบน้อยกว่าข้าวเม่าทอด ซึ่งการคั่วสามารถลด ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ลดไขมันในผลิตภัณฑ์ และยังลดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (งามทิพย์, 2550) มีผลให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียช้าลง

ผลศึกษาการเตรียมถั่วลิสงอบ ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลซียส ด้วยตู้อบลมร้อนพบว่าคุณภาพด้านสี ของถั่วลิสงจะช่วยคาดคะเน ในด้านความกรอบ และรสชาติได้ เมื่อค่าสี L* มีค่าความสว่างลดลง a* ค่าความเป็นสีแดงสูงขึ้น และ b* ค่าความเป็นสีเหลืองสูงขึ้น รสถั่วลิสงจะมีรสขมและกรอบเพิ่มขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้เมื่อระยะเวลาอบที่นานขึ้น ค่าความเป็นสีแดงจะเพิ่มขึ้นตามลำดับเวลาที่อบเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยถั่วลิสงอบที่เหมาะสม ในผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง มีค่าสีดังนี้ L* 69.83 a* 5.90 และ b* 28.07 โดยมีคุณภาพด้านสีใกล้เคียงกับ ถั่วลิสงคั่ว ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้อง และสมุนไพรโดยมีค่าสีดังนี้ L* 74.10 a* 5.50 และ b* 27.40 (ปาริสุทธิ์, 2550)

ผลการศึกษาการเตรียมงาขาวอบ ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส อบระยะเวลาต่างกัน จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านสี พบว่าสีไม่แตกต่างกัน ซึ่งความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ลดลงตามระยะเวลาอบที่มากขึ้น ลักษณะงาขาวอบมีสีขาวนวล ไม่พองตัว มีกลิ่นหอมเล็กน้อย โดยงาคั่ว เมล็ดจะพอง มีกลิ่นหอมคล้ายถั่ว (สุมนา, 2547) ทั้งนี้การอบงา มีข้อดีคือสามารถควบคุมอุณหภูมิ และสีของเมล็ดงาอบ มีสีสม่ำเสมอ และสามารถลด ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ได้

ผลการศึกษาการเตรียมกุ้งแห้ง การลวกกุ้งแห้งก่อนอบ เพื่อลดความเค็ม และลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งการลวกกุ้งมากกว่า 2 นาทีขึ้นไปเพียงพอที่จะลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ (จิราวรรณและอมรรัตน์, 2549) กุ้งแห้งเป็นอาหารกึ่งแห้งดังนั้น จึงมีความชื้นสูงโดยมี เกณฑ์ดังนี้ความชื้นไม่เกินร้อยละ 20 โดยน้ำหนักตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุ้งแห้ง (มผช.309/2549) แต่เนื่องจากจะนำกุ้งแห้งไปใช้ในส่วนผสมของข้าวเม่าหมี่ธัญพืช ซึ่งมีวัตถุประสงค์ให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น จึงคัดเลือกโดยให้กุ้งแห้งอบมี ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ต่ำกว่า 0.60 ซึ่งปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ต่ำในอาหารที่จุลินทรีย์ยังสามารถเติบโตได้ แบคทีเรีย 0.91 ยีสต์ 0.60 และ รา 0.65 (เพ็ญขวัญ, 2550)

ผลการศึกษาแครอทอบ การเลือกใช้อุณหภูมิอบแห้งที่ 70 องศาเซลเซียส เพราะสภาวะอบแห้งนี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง สมบัติเชิงกายภาพของอาหาร และการหดตัวไม่มากนัก อีกทั้งยังสามารถทำลาย *Salmonella* ได้ทั้งหมด (นิลตรา, 2550) และเมื่ออบแครอทความหนาต่างกันอบระยะเวลาต่างกัน พบว่าแครอทหนา 2 มิลลิเมตร อบระยะเวลา 5, 6 และ 7 ชั่วโมง มีความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) น้อยกว่าแครอทหนา 4 มิลลิเมตรทุกระยะเวลาในการอบแห้ง และแครอทหนา 4 มิลลิเมตรมีความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) น้อยกว่าแครอทหนา 6 มิลลิเมตร ทุกช่วงเวลาเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับ (ชมภู่, 2550) กล่าวว่าขนาดและรูปร่างมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก ขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่ จึงแห้งได้เร็วกว่า ความหนาของ อาหารยิ่งหนามาก การอบแห้งก็ใช้เวลานาน ซึ่งสอดคล้องกับ (จินดาพรและคณะ, 2552) โดยการอบเผือกที่มีความหนาน้อย และอุณหภูมิสูง (70 องศาเซลเซียส) จะให้อัตราการอบแห้งสูงกว่าการอบแห้งเผือกที่มีความหนามาก ซึ่งการอบแห้งแครอทที่ความหนา 2 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบ 5 ชั่วโมง แครอทอบมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงรูปทรงน้อย และมีอัตราการอบแห้งสูงกว่า แครอทหนา 4 และ 6 มิลลิเมตร จึงประหยัดเวลาและพลังงาน

ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานข้าวเม่าหมี่ธัญพืช โดยเปลี่ยนกรรมวิธีการผลิตจากการทอดส่วนผสมทั้งหมด เป็นการอบ และคั่ว ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ของข้าวเม่าหมี่ธัญพืชทั้ง 3 สูตร ได้รับการยอมรับโดยรวมอยู่ที่ระดับชอบปานกลางเหมือนกัน โดยสูตรที่ 2 จะได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในทุกๆด้าน หากพิจารณาจากส่วนผสมของสูตรที่ 2 จะมีสัดส่วนอยู่ในปริมาณของส่วนผสมแต่ละชนิดไม่มากหรือน้อยไป เมื่อเทียบกับสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณส่วนผสมในข้าวเม่าหมี่ธัญพืชทั้ง 3 สูตรจะแตกต่างกัน แต่คะแนนเฉลี่ยความชอบด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ไม่แตกต่างกัน จากข้อเสนอแนะจากผู้ทดสอบชิม ต้องการให้เพิ่มสีสันในผลิตภัณฑ์เพื่อให้น่ารับประทานมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ จากโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าเพื่อเพิ่มมูลค่าเพิ่ม และส่งเสริมอุตสาหกรรมพื้นบ้าน (วิเชียร, 2545)

ผลการศึกษาปริมาณแครอทอบแห้งที่เหมาะสม ในผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท ปริมาณแครอทอบแห้งต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ร้อยละ 5, 10 และ15 ต่อน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ลักษณะปรากฏของข้าวเม่าหมี่ธัญพืช เมื่อมีแครอทอบแห้งในส่วนผสม มีสีสันน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น ซึ่งข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทปริมาณร้อยละ 10 มีปริมาณกำลังดี สีสันน่ารับประทาน และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสก่อนและหลังเพิ่มแครอทอบแห้งในส่วนผสมพบว่า เมื่อเพิ่มแครอทอบแห้งในข้าวเม่าหมี่ธัญพืชสูตรพื้นฐาน ที่ได้รับคัดเลือกมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นกว่าเดิมทุกด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังนั้นการเพิ่มแครอทอบแห้งในส่วนผสมข้าวเม่าหมี่ธัญพืช มีผลให้ผลิตภัณฑ์ชวนรับประทานมากยิ่งขึ้น และได้รับการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์มากขึ้นเช่นกัน ซึ่งปริมาณของแครอทเสริมในข้าวเม่าหมี่ มีปริมาณใกล้เคียงกับ สมจิตและคณะ (2548) ที่พบว่าปริมาณสาหร่ายไกทอดในส่วนผสมข้าวเม่าหมี่ร้อยละ 9 ต่ออัตราส่วนผสมทั้งหมด ได้รับการยอมรับสูงสุด ดังนั้นการเสริมส่วนผสมอื่นในข้าวเม่าหมี่ โดยส่วนผสมมีลักษณะชิ้นบางและน้ำหนักเบา ปริมาณที่ได้รับการยอมรับอยู่ในช่วงร้อยละ 9-10 ต่อน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดของข้าวเม่าหมี่

ผลการศึกษาน้ำเชื่อมประสานที่เหมาะสม ต่อการอัดแท่งข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท มีปริมาณส่วนผสมที่ใช้ ได้แก่ ไฮฟรุกโทสไซรัปร้อยละ 58 กลูโคสไซรัปร้อยละ 28 และซูโครสร้อยละ 14 ซึ่งสอดคล้องกับปาริสุทธิ์ (2550) ที่ใช้สูตรน้ำเชื่อมประสาน ในการอัดแท่งผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้อง และสมุนไพร โดยสูตรน้ำเชื่อมประสานมีอัตราส่วน ปริมาณใกล้เคียงกันดังนี้ ไฮฟรุกโทสไซรัปร้อยละ 57.15 กลูโคสไซรัปร้อยละ 28.57 และซูโครสร้อยละ 14.30 ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คือ ชอบลักษณะกรอบนุ่มเช่นเดียวกัน

ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง พบว่าการดัดแปลงกรรมวิธีการจากการทอดส่วนผสมเป็นอบ และคั่วส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืช และนำเมล็ดงาขาว กับเมล็ดฟักทองมาทดแทนเต้าหู้ทอดในส่วนผสมดั้งเดิม มีผลให้ข้าวเม่าหมี่ที่พัฒนาได้ มีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น โดยไขมันลดลงร้อยละ 52.09 มีเส้นใยหยาบเพิ่มขึ้นร้อยละ 59.73 และมีสีสันน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้องปกติ พบว่าเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากนำเต้าหู้เหลืองทอดออก และเปลี่ยนกรรมวิธีการผลิตโดยลดไขมัน จึงช่วยลดการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและวิตามิน เร่งปฏิกิริยาที่อาศัยเอนไซม์ ทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียความกรอบ (งามทิพย์, 2550)

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การเตรียมวัตถุดิบของข้าวเม่าหมี่ธัญพืช ได้แก่ จากการศึกษาการเตรียมข้าวเม่าคั่ว โดย คั่วข้าวเม่าในกระทะเทฟลอน ใช้เตาแก๊สความร้อนระดับปานกลาง พบว่าข้าวเม่ามีสีอ่อนลงหลังคั่ว และพองตัวดี มีความชื้นร้อยละ 1.53 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.15 และมีค่าสี L* 75.21 a* 1.57 b* 21.17 จากการศึกษาการเตรียมถั่วลิสงอบ พบว่าอบที่อุณหภูมิ160 องศาเซลเซียส อบเป็นระยะเวลา 30 นาที มีความชื้น 1.03 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.37 และมีค่าสี L* 69.83 a* 5.90 b* 28.07 จากการศึกษาการเตรียมงาขาวอบ พบว่าอบที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส อบเป็นระยะเวลา 25 นาทีมีความชื้น 1.08 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.27 และมีค่าสี L* 71.91 a* 2.94 b* 21.34 จากการศึกษาการเตรียมกุ้งแห้งอบ พบว่าอบแห้งอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบเป็นระยะเวลา 120 นาที มีความชื้น 6.60 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.48 และค่าสี L* 76.59 a* 11.27 b* 24.56 จากการศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมแครอทอบแห้ง พบว่าอบแครอทที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แครอทสดหนา 2 มิลลิเมตร อบเป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง แครอบอบแห้งมีสีส้มสด รูปทรงเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย มีความชื้น 3.47 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.43 และค่าสี L* 58.41 a* 37.81 b* 40.00 มีความเหมาะสมนำมาใช้ในส่วนผสมข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

จากการศึกษาสูตรพื้นฐาน พบว่าข้าวเม่าหมี่ธัญพืชสูตรพื้นฐานที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุดในทุกด้านได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ดังนี้ 7.32, 7.30, 7.10, 7.40, 7.70 และ 7.67 ตามลำดับ โดยมีส่วนผสมได้แก่ ข้าวเม่าคั่ว งาขาวอบ เมล็ดฟักทออบแห้ง กุ้งแห้งอบ ถั่วลิสงอบ กระเทียมผง น้ำตาลทรายขาว เกลือป่น และ เนยสดรสจืด เทียบหน่วยเป็นร้อยละได้ดังนี้ 34, 18, 9, 7, 14, 1, 13, 1 และ 3 ตามลำดับ

จากการศึกษาปริมาณแครอทอบแห้ง ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืช พบว่าปริมาณแครอทอบแห้งเสริมในข้าวเม่าหมี่ธัญพืชที่ร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมสูงสุด ได้แก่ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังนี้ 7.97, 7.95, 7.25, 7.70, 7.80 และ 8.15 ตามลำดับ

จากการศึกษาสูตรน้ำเชื่อมประสานที่เหมาะสม ต่อการอัดแท่งข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท พบว่าน้ำประสานสูตรที่ 1ได้คะแนนความชอบสูงสุดในทุกด้านได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมดังนี้ 7.60, 7.57, 7.10, 7.72, 7.02, 8.12 ตามลำดับ โดยน้ำเชื่อมประสานสูตร 1 มีอัตราส่วนผสมได้แก่ไฮฟรุกโทสไซรัปร้อยละ 58 กลูโคสไซรัปร้อยละ 28 และ ซูโครสร้อยละ 14

จากการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง ผลวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี มีองค์ประกอบทางเคมีเทียบหน่วยเป็นร้อยละได้ดังนี้ ความชื้น 2.28 โปรตีน 13.01 ไขมัน 19.56 เถ้า 2.25 เส้นใยหยาบ 1.49 คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 62.90 พลังงานทั้งหมด 479.68 พลังงานจากไขมัน 176.04 และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.23 โดยข้าวเม่าหมี่สูตรพื้นฐานที่คัดเลือกได้จากการทดสอบชิมยังคงใช้เต้าหู้เหลืองในสูตรดังเดิม มีปริมาณไขมันร้อยละ 37.55 และเส้นใยหยาบร้อยละ 0.89 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง พบว่าข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง มีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้นคือ ไขมันลดลงร้อยละ 52.09 และมีเส้นใยหยาบเพิ่มขึ้นร้อยละ 59.73

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ โดยบรรจุถุงละ 100 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าอายุการเก็บรักษาที่ 0-7 สัปดาห์ ความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 2.28-4.00 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) อยู่ในช่วง 0.23-0.38 โดยในสัปดาห์ที่ 7 ผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.38 ซึ่งเกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเม่าหมี่ (มผช.152/2546) ที่กำหนดไว้ต้องไม่เกิน 0.35 ดังนั้นผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง มีอายุการเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ โดยมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.34 พบเชื้อจุลินทรีย์ <10 โคโลนีต่อกรัม โดยยีสต์และราตรวจไม่พบ ปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริก(TBA)สัปดาห์ที่ 2-6 พบว่าอยู่ในช่วง 0.03 - 0.14 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม จากการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ 2, 4 และ 6 สัปดาห์ โดยทดสอบชิมเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (0 สัปดาห์) พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น และเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) ได้รับการยอมรับลดลงอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย ซึ่งความชอบโดยรวมในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ยังได้รับการยอมรับที่ระดับชอบปานกลาง แต่เมื่อผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่ 6 สัปดาห์ คะแนนความชอบโดยรวมลดลงอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง พบว่ามีข้อเสนอแนะดังนี้

5.2.1 ควรศึกษาการคั่วข้าวเม่าด้วยกระทะ และ เตาชนิดอื่น

5.2.2 ควรศึกษารูปทรงและขนาดชิ้นที่ผู้บริโภคให้การยอมรับเพื่อพัฒนารูปลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์ที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

5.2.3 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ในสภาวะปกติ พบว่าปริมาณน้ำอิสระ(a_w) ที่เพิ่มขึ้นมีผลต่ออายุการเก็บรักษาดังนั้นควรศึกษาการบรรจุในสภาวะสูญญากาศหรือบรรจุภัณฑ์อื่น เพื่ออายุเก็บรักษาที่นานขึ้น

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบประเมินการทดสอบประสาทสัมผัส

แบบประเมินผลโดยวิธีประสาทสัมผัส Hedonic Scaling Test

วันที่.....เดือน..... พ.ศ. .....

ผลิตภัณฑ์ : ข้าวเม่าหมี่ธัญพืช

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสม ในการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทต่อไป

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบ แต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อตัวอย่าง ดังระดับความชอบที่กำหนด กรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบแต่ละตัวอย่าง

ระดับความชอบ

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส ...	รหัส ...	รหัส ...
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

เพชรรัตน์ จงสกุลศรี

แบบประเมินผลโดยวิธีประสาทสัมผัส Hedonic Scaling Test

วันที่.....เดือน..... พ.ศ. .....

ผลิตภัณฑ์ : ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอท

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาปริมาณแครอทอบแห้งที่เหมาะสม ในการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่งต่อไป

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบ แต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อตัวอย่าง ดังระดับความชอบที่กำหนด กรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบแต่ละตัวอย่าง

ระดับความชอบ

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส …	รหัส …	รหัส …
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

เพชรรัตน์ จงสกุลศรี

แบบประเมินผลโดยวิธีประสาทสัมผัส Hedonic Scaling Test

วันที่.....เดือน..... พ.ศ. .....

ผลิตภัณฑ์ : ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาสูตรน้ำเชื่อมประสานที่เหมาะสมที่ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบ แต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อตัวอย่าง ดังระดับความชอบที่กำหนด กรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบแต่ละตัวอย่าง

ระดับความชอบ

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส ...	รหัส ...	รหัส ...
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

เพชรรัตน์ จงสกุลศรี

แบบประเมินผลโดยวิธีประสาทสัมผัส Hedonic Scaling Test

วันที่.....เดือน..... พ.ศ. .....

ผลิตภัณฑ์ : ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาอายุเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบ แต่ละคุณลักษณะของตัวอย่าง ให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อตัวอย่าง ดังระดับความชอบที่กำหนด กรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบแต่ละตัวอย่าง

ระดับความชอบ

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

คุณลักษณะ	รหัส ...	รหัส ...	รหัส ...
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

เพชรรัตน์ จงสกุลศรี

ภาคผนวก ข

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

การวัดค่าสี

เครื่องวัดสียี่ห้อ Minolta ประเทศญี่ปุ่น รุ่น CM-3500d series แสดงผลในรูป CIE LAB โดย นำตัวอย่างมาบดละเอียดใส่ลงในถ้วยแก้วใส
แสดงค่าที่วัดได้เป็น L* a* และ b* ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวัดค่าซ้ำละ 3 ตัวอย่าง

โดยมีค่า L* หมายถึงค่าสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) จนถึง 100 (สีขาว)

a* หมายถึงความเป็นสีแดงและความเป็นสีเขียว ถ้า +a* คือ ค่าความเป็นสีแดง (redness) ส่วน -a* คือ ค่าความเป็นสีเขียว (greeness)

b* หมายถึงความเป็นสีเหลืองและค่าเป็นสีน้ำเงิน ถ้า +b* คือ ค่าความเป็นสีเหลือง(yellowness) ส่วน –b* คือ ค่าความเป็นสีน้ำเงิน(blueness)

การหาปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

เครื่อง AquaLab CX2 ทำการบดตัวอย่างให้ละเอียดแล้วนำมาใส่ในถ้วยพลาสติกประมาณครึ่งถ้วย นำถ้วยตัวอย่างเปิดฝาออกใส่ในช่องวัดค่า a_w แล้วบิดที่ดึงช่องใส่ถ้วยตัวอย่างไปที่ READ รอจนเครื่องมีเสียงดัง หลังจากนั้นทำการบันทึกผล โดยการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำอิสระจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวัดค่าซ้ำอย่างละ 3 ตัวอย่าง

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

การหาปริมาณความชื้น

จานหาความชื้นชนิดอะลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 ± 5 องศาเซลเซียส หรือในตู้อบสูญญากาศอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ (dessicator) ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและปิดฝาให้ได้น้ำหนักแน่นอน

บดตัวอย่างให้ละเอียดชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใส่จานอะลูมิเนียม ประม าณ 1-3 กรัม ในตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 100 ± 5 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ (dessicator) แล้วชั่งน้ำหนักให้แน่นอน ทำการอบซ้ำครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนัก

จนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ น้ำหนักที่หายไปคือ ความชื้น นำมาคำนวณเป็นร้อยละ คิดเทียบจากน้ำหนักของตัวอย่างอาหารเริ่มต้น จากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

การหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธีการ Spread plate ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (AOAC, 2000)

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม เติมน้ำกลั่น sterlite 225 มิลลิลิตร ใส่ลงในถุงสำหรับตีผสมอาหาร บดตัวอย่างด้วยเครื่องตีป่นอาหารเป็นสารเจือจางขั้นต้น 1 : 10 และนำมาเจือจางต่อเป็น $1 : 10^{-1}$ $1 : 10^{-2}$, $1 : 10^{-3}$, $1 : 10^{-4}$, และ $1 : 10^{-5}$ โดยการทดลองนี้จะทำการทดลอง 2 ซ้ำ
2. ตรวจด้วยการ spread plate ในอาหาร PCA (plate count agar)
3. นำ plate ที่ spread plate แล้วจากข้อที่ 2 มา ทำการบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส
4. ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่ขึ้นในอาหาร PCA ซึ่งโคโลนีที่ขึ้นจะมีลักษณะกลมสีขาวขุ่น นับจำนวนโคโลนีที่ขึ้นในอาหาร PCA
5. นับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโคโลนีขึ้นอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี นำไปคำนวณหาจำนวนเชื้อที่มีอยู่ในตัวอย่างเป็น CFU/กรัม
6. การคำนวณปริมาณจุลินทรีย์

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

การหาปริมาณยีสต์และราโดยวิธีการ Spread plate ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose count agar (AOAC, 2000)

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม เติมน้ำกลั่น sterlite 225 มิลลิลิตร ใส่ลงในถุงสำหรับตีผสมอาหาร บดตัวอย่างด้วยเครื่องตีป่นอาหารเป็นสารเจือจางขั้นต้น 1 : 10 และนำมาเจือจางต่อเป็น $1 : 10^{-1}$ $1 : 10^{-2}$ $1 : 10^{-3}$ $1 : 10^{-4}$ และ $1 : 10^{-5}$ โดยการทดลองนี้จะทำการทดลอง 2 ซ้ำ

2. ตรวจด้วยการ spread plate ในอาหาร PDA (potato dextrose agar) ที่ผ่านการปรับกรดแล้ว มี pH ประมาณ 4.5
3. นำ plate ที่ spread plate แล้วจากข้อที่ 2 มา ทำการบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส
4. ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่ขึ้นในอาหาร PDA
5. นับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโคโลนีขึ้นอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี นำไปคำนวณหาจำนวนเชื้อที่มีอยู่ในตัวอย่างเป็น CFU/กรัม
6. การคำนวณปริมาณจุลินทรีย์

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

วิธีการ Spread plate มีขั้นตอนดังนี้

เท PCA และ PDA ปริมาณ 15 ml./ plate

↓

ทิ้งให้ agar แข็งตัว

↓

ฆ่าเชื้อในตู้ UV เป็นเวลา 30 นาที

↓

ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหาร 0.1 ml. เกลี่ยตัวอย่างอาหารให้กระจายทั่วผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยใช้แท่งแก้ว (hockey stick) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

↓

บ่มในตู้บ่มเชื้อ (incubator) อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เวลา 48 ชั่วโมง

ภาคผนวก ค

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเม่าหมี่

มผช.๑๕๒/๒๕๔๖

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ข้าวเม่าหมี่

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะข้าวเม่าหมี่ที่ทำจากข้าวเม่าคั่วปรุงรสพร้อมบริโภคที่บรรจุใน ภาชนะบรรจุ

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ ข้าวเม่าหมี่ หมายถึง อาหารว่างที่ทำจากข้าวเม่าคั่วให้พอง ผสมให้เข้ากันส่วนประกอบอื่นที่ทอดกรอบ เช่น เต้าหู้ ขนมปัง กุ้งแห้ง กระเทียม แล้วปรุงรสด้วยน้ำตาล เกลือ อาจผสมเครื่องเทศ เช่น พริกไทย แล้วบรรจุในภาชนะบรรจุ

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป ต้องมีการกระจายตัวของส่วนประกอบที่ใช้อย่างสม่ำเสมอ

๓.๒ สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีรอยไหม้

๓.๓ กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ มีรสหวานเค็มพอเหมาะ อาจมีรสเผ็ดของ พริกไทย และปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นสาบ

๓.๔ ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องกรอบตามลักษณะของส่วนประกอบที่ใช้ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๕ สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือ สิ่งปฏิกูลจากสัตว์

๓.๖ วอเตอร์แอกทิวิตี ต้องไม่เกิน ๐.๓๕

หมายเหตุ *วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ถึง*

ความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์

๓.๗ จุลินทรีย์

๓.๗.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน ๑ × ๑๐๓ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๒ เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๓ ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า ๑๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำข้าวเม่าหมี่ ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุข้าวเม่าหมี่ในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ผนึกได้เรียบร้อย และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของข้าวเม่าหมี่ในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุข้าวเม่าหมี่ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ข้าวเม่าทรงเครื่อง ข้าวเม่าหมี่เจ

(๒) น้ำหนักสุทธิ

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

(๔) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา

(๕) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ข้าวเม่าหมี่ที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้เครื่องหมายเลขฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่าง ต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าข้าวเม่าหมี่รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบ แล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่าข้าวเม่าหมี่รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตีและจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ หน่วยภาชนะบรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ และข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าข้าวเม่าหมี่รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างข้าวเม่าหมี่ต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ และข้อ ๗.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าข้าวเม่าหมี่รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบข้าวเม่าหมี่อย่างน้อย ๕ คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ เทตัวอย่างข้าวเม่าหมี่ลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	**เกณฑ์ที่กำหนด**	**ระดับการตัดสิน (คะแนน)**			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องมีการกระจายตัวของส่วนประกอบที่ใช้อย่างสม่ำเสมอ	๔	๓	๒	๑
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีรอยไหม้	๔	๓	๒	๑
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ มีรสหวานเค็มพอเหมาะ อาจมีรสเผ็ดของ พริกไทย และปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นสาบ	๔	๓	๒	๑
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ต้องกรอบตามลักษณะของส่วนประกอบที่ใช้	๔	๓	๒	๑

๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

๘.๓ การทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี

ให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ (๒๕ ± ๒) องศาเซลเซียส

๘.๔ การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๕ การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ

(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจเช่นบริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำควาสะอาดและซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็สนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล เพชรรัตน์ จงสกุลศรี

วัน เดือน ปีเกิด 12 มกราคม 2513

ภูมิลำเนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยช่างศิลป	พ.ศ. 2534
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยศิลปากร	พ.ศ. 2538

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

กราฟิกดีไซน์เนอร์ รับจ้างอิสระ

ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ

รางวัลเกียรตินิยมเหรียญเงินศิลปะกรรมร่วมสมัยของศิลปินรุ่นเยาว์ ครั้งที่ 13

ร่วมแสดงงานศิลปะกรรมร่วมสมัย “นำสิ่งที่ดีสู่ชีวิต”

ร่วมแสดงออกแบบ ตราสัญลักษณ์อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษไทย

ทุนการศึกษา

มูลนิธิจุมภฏ-พันธุ์ทิพย์ (วังสวนผักกาด)

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2545. **อาหารไทย ขนมไทย และเครื่องดื่มจากข้าว.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมอาชีวศึกษา. 2525. **คู่มือการเรียนการสอนวิชาการเลี้ยงกุ้ง กษ 028**. โรงพิมพ์คุรุสภา, กรุงเทพฯ.

กรมอนามัย. 2535. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** กองโภชนาการ. กระทรวงสาธารณสุข. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

กรมอนามัย. 2549. **รายงานการสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการของประเทศไทยครั้งที่ 5 พ.ศ. 2546**. กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. **สารให้ความหวาน.** จาร์พา เท็คเว็นเตอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

กิติมา เหมวงษา. 2549. **"การพัฒนาการผลิตผงสีจากแครอทและนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์. 2552. **การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์อาหาร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพ. (อัดสำเนา)

คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2539. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550. **การบรรจุอาหาร.** เอส.พี.เอ็ม. การพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

จานุลักษณ์ ขนบดี. 2549. การผลิตเมล็ดพันธุ์ฟักทอง. *ใน* **ฟักทอง :การผลิตเมล็ดพันธุ์และการใช้ประโยชน์.** 1-14. โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์, ชลิดา เนียมนุ้ย, และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2552. **การผลิตเผือกอบกรอบด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบชั้นบาง.** วิทยาศาสตร์การเกษตร. 40, 1 (มกราคม-เมษายน).

จิรภา พงษ์จันตา. 2549. การใช้ประโยชน์จากฟักทองในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก. *ใน* **ฟักทอง : การผลิตเมล็ดพันธุ์และการใช้ประโยชน์.** 100-109. โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

จิราวรรณ แย้มประยูร และ อมรรัตน์ สุขโข. 2549. **ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพกุ้งแห้ง.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2549. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ชมภู่ ยิ้มโต. 2550. **การถนอมอาหาร.** โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

ชาญวิทย์ รัตนราศรี. **นวัตกรรมข้าวไทย : ศักยภาพข้าวไทยในอนาคตสถานการณ์ข้าวไทยในปัจจุบัน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.nia.nia.or.th/innolink/200605/innovambassador.htm, 2 กันยายน 2552.

ชาญวิทย์ รัตนราศรี. 2547. **"อิทธิพลของสภาวะการแปรรูปต่อปริมาณแบต้าแคโรทีนในผักโมโรเฮยะอบแห้ง."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิพวรรณ มานนท์. 2549. การใช้ประโยชน์จากฟักทอง. *ใน* ฟักทอง : **การผลิตเมล็ดพันธุ์และการใช้ประโยชน์.** 88-91. โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

ธรรมศักดิ์ สมมาตย์. 2540. **โรคถั่วลิสง.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นพวรรณ สมิทธินันท์ และ นัฏฐา โคกเกษม. 2532. **ผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากแครอท**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ ไชยมงคล. 2545. **แครอท.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://k pwww.vegetweb.com/wp-content /carrot 2002.pdf, 24 กันยายน 2552.

นิลตรา หาวารีย์. 2550. **"ผลของลักษณะพื้นผิวผักต่อการเหลือรอดของ *Salmonella* ระหว่างการ อบแห้ง."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ประดิษฐ์ พีระมาน. 2544. การแปรรูปงา และเมล็ดทานตะวันเพื่อการส่งออก. *ใน* **การประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และ คำฝอย แห่งชาติครั้งที่ 2**, มหาวิยาลัยเกษตร ร่วมกับกรมส่งเสริมการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก. 2549. **ผลิตภัณฑ์พื้นบ้านจากสัตว์น้ำ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2551. **หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส.** พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ปาริสุทธิ์ สงทิพย์. 2550. **"การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพร."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร.** โรงพิมพ์หยี่เฮง จำกัด, กรุงเทพฯ.

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. **ธัญพืช,** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : htttp://www.rirs3.royin.go.th/new-search/worg-search-allx./asp, 20 เมษายน 2553.

พลศรี คชาชีวะ. 2545. **แนะทำขนมใส่ถุงพยุงเศรษฐกิจ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. แม่บ้านทันสมัย, กรุงเทพฯ.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. **การประกันคุณภาพในอุตสาหกรรม**. โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพศาล วุฒิจำนงค์, ธงชัย สุวรรณสิชณ, อนุวัตร แจ้งชัด, วาณี ชนเห็นชอบ และ กมล แจ้งชัด. 2546. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการอุดหนุนวิจัย มก. **การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารไทยแบบครบวงจร.** ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ และภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มัทนา แสงจินดาดาวษ์. 2545. **ผลิตภัณฑ์ประมงของไทย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

วันเพ็ญ ณัฐวุฒิ. 2548. **"การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยถั่วลิสงผสมรำข้าว."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วาสนา วงษ์ใหญ่. 2550. **งา พฤกษศาสตร์ การปลูก ปรับปรุงพันธุ์และการใช้ประโยชน์.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิมลศิริ ธนะสูตร. 2539. **"การพัฒนาอาหารเช้าสำเร็จรูปแบบผสมชนิดแท่ง."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิเชียร วรพุทธพร และ ชัยชาญ วงศ์สามัญ. 2542. **ข้าวเม่า : ผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านจากภูมิปัญญาอีสาน**. ศูนย์บริการวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 7, 4 (ตุลาคม-ธันวาคม) : 4-7.

วิเชียร วรพุทธพร. 2543. **การส่งเสริมอุตสาหกรรม ข้าวเม่าในท้องถิ่น.** มหาวิทยาลัยขอนแก่นวิจัย. 2, 3 (กันยายน-ธันวาคม) : 16-18.

วิเชียร วรพุทธพร. 2545. **โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าเพื่อเพิ่มมูลค่าเพิ่มและส่งเสริมอุตสาหกรรมพื้นบ้าน.** รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร. คณะเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศรีสมร คงพันธุ์ และ มณี สุวรรณผ่อง. 2550. **ตำราอาหาร-คาวหวาน เล่ม 1.** พิมพ์ครั้งที่ 19. อักษรสมัย, กรุงเทพฯ.

ศักดา ฤกษ์พูลสวัสดิ์. 2544. มุมมอง...ต่อการปลูกงาเพื่อให้มีคุณภาพดีและผลผลิตสูง. *ใน* **การประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และ คำฝอย แห่งชาติครั้งที่ 2**, มหาวิยาลัยเกษตร ร่วมกับ กรมส่งเสริมการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. **ทฤษฎีอาหาร หลักการประกอบอาหารเล่ม 1.** วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยข้าว. 2545. **อาหารไทย ขนมไทย และเครื่องดื่มจากข้าว**. กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยโภชนาการ. 2549. **มหัศจรรย์พืชผักสี108 โครงการหนูรักผักสีเขียว.** มหาวิทยาลัยมหิดล และมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

สมคิด มิสาโท. 2540. **เทคโนโลยีการผลิตข้าวเม่าของเกษตรกรบ้านแก่งโพธิ์.** สำนักงานเกษตรจังหวัดมหาสารคาม.

สมจิต อ่อนเหม, กัญญา สุจริตวงศานนท์, ช่อลัดดา เที่ยงพุก, และ ยุวดี พีรพรพิศาล. 2548. **"การพัฒนาผลิตภัณฑ์ : ข้าวเม่าหมี่สาหร่ายไก"** วารสารอาหาร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาเกษตรศาสตร์. 222-231.

สมจินตนา ทุมแสน. 2542. **ถั่วลิสง.** ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันพืชไร่, โรงพิมพ์พระธรรมขันต์, ขอนแก่น.

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

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. **มาตรฐานชุมชนผลิตภัณฑ์ข้าวเม่า มผช.๗๔๑/๒๕๔๘**, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps741_48.pdf, 5 ตุลาคม 2552.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. **มาตรฐานชุมชนผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ มผช.๑๕๒/๒๕๔๖**, [ออนไลน์] เข้าถึงได้ จาก : http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps152_46.pdf, 5 ตุลาคม 2552.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. **มาตรฐานชุมชนผลิตภัณฑ์ลูกยอแห้ง มผช.๗๓๖/๒๕๔๘**, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps736_48.pdf, 5 ตุลาคม 2552.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549. **มาตรฐานชุมชนผลิตภัณฑ์กุ้งแห้ง มผช. ๓๐๙/๒๕๔๙.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://app.tisi.go.th/otop/ pdf_file/tcps309_49.pdf, 5 ตุลาคม 2552.

สุนิสา ตามไท, ณัฐิยา มุติตาภรณ์, และ ลดาวัลย์ ยืนนาน. **การสำรวจและจัดเก็บข้อมูลอุตสาหกรรมส่วนผสมอาหาร และ ตลาดอาหารเพื่อสุขภาพ.** สำนักนโยบายอุสาหกรรมรายสาขา 2. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: htttp://www.oie.go.th/project/food_jopan.pdf, 10 กันยายน 2552.

สุมนา ฉัตรจรัญชัยศรี. 2547. **"การพัฒนาผลิตภัณฑ์สปองค์เค้กเสริมงาดำ."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวรรณา สุภิมารส. 2543. **เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต.** โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

โสภิตา สมคิด, สายสุนีย์ รังสิปิยกุล, อรรณพ กสิวิวัฒน์, อานนท์ มลิพันธ์, อ้อยทิน จันทร์เมือง, เบญจมาศ คำสืบ, และ นฤทัย วรสถิตย์. 2550. **การประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และ คำฝอย แห่งชาติครั้งที่ 2**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ร่วมกับมหาวิทยาลัยขอนแก่น, น่าน.

อภิรดา รินพล และ อภิชญา ทองทับ. **การศึกษาคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของธัญพืชแท่งพลังงานต่ำในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.research.cmru.ac.th/ris/rezin/arc/I-AGR-43_50-arc.pdf, 9 พฤษภาคม 2552.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2544. **“ผลิตภัณฑ์ข้าวไทย : จากอดีตถึงปัจจุบันสู่อนาคต” อาหารและยา.** 8, 3 (กันยายน-ธันวาคม) : 15-20.

อรอนงค์ นัยวิกุล และคณะ. 2548. **งานวิจัย...สู่ผลิตภัณฑ์ข้าว.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์ และ นิตยา วานิกร. 2543. **การศึกษาวัฒนธรรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวในจังหวัดอุบลราชธานี**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

อาณดี นิติธรรมยง. 2546, **ผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : htttp://www. inmu.mahidol.ac.th/th/knowledge/view.php?id=217, 5 ตุลาคม 2552.

อารีย์ วรัญญวัฒก์. 2544. **ถั่งเหลือง ถั่งลิสงและละหุ่ง.** โรงพิมพ์โชติวงศ์, กรุงเทพฯ.

อำนาจ ชินเวษฐ. 2545. **เทคโนโลยีการผลิตถั่วลิสง.** สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อุบล ดีสวัสดิ์, มล. 2549. **อาหารว่างเล่ม 2.** วี.พริ้นท์ (1991) จำกัด, กรุงเทพฯ.

Alexander, R.J. 1998. **Sweetener: Nutritive.** The American Association of Cereal Chemists, Ind., Minnesota.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis.** The Association of Official Analytical Chemisits, Washington, D.C.

Hatamipour, M.S. and Moela, D. 2002. “Shrinkage of Carrots during Drying in an Inert Medium Fluidized Bed” *in* **Journal of Food Engineering**, Vol.55, No. 3, pp. 247-252.

Lees, R. and Jackson, E.B. 1973. **Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture.** 1st ed. Plymouth: Lenard Hill Books.