



รายงานการวิจัย

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง
จากข้าวไรซ์เบอร์รี่

Study on the Optimum Condition of Cereal Bar from
Riceberry

เพ็ญศิริ คงสิทธิ์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยนี้สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับการเอื้อเฟื้อจากทุกฝ่ายที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และอำนวยความสะดวกมาตลอดจนงานวิจัยนี้สำเร็จ ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. จินตนา เวชมี อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ดร.พงษ์ศรีณย์ จันทร์ชุ่ม ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่สนับสนุนองค์ความรู้ และขอขอบพระคุณคณะกรรมการที่พิจารณาทุนสนับสนุนที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยอย่างยิ่ง

เพ็ญศิริ คงสิทธิ์
ผู้รับผิดชอบโครงการ

หัวข้อวิจัย	การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่
ชื่อผู้วิจัย	เพ็ญศิริ คงสิทธิ์
คณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัย	ราชภัฏเทพสตรี
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเตรียมข้าวพองข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ ศึกษาผลของสัดส่วนสารให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ ศึกษาระยะเวลาในการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ และพบว่าอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ พบว่า อัตราส่วนการพองตัวของข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีการพองตัวมากที่สุดภายหลังการทอด เท่ากับ 1.66 เท่า ใช้การทอดที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที มีส่วนประกอบของสารให้ความหวานที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด เท่ากับ ปริมาณกลูโคสไซรัป ร้อยละ 50 และน้ำผึ้ง ร้อยละ 50 ของส่วนผสมหลัก คือ ข้าวพอง ร้อยละ 59 ถั่วลิสง ร้อยละ 10 งาขาว ร้อยละ 10 เมล็ดทานตะวัน ร้อยละ 10 ลูกเกดสีทอง ร้อยละ 10 และเกลือ ร้อยละ 1 ใช้เวลาในการอบผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง จากข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 150 นาที

Research Title	Study on the Optimum Condition of Cereal Bar from Riceberry
Researcher	Phensiri Khongsit
Faculty	Science and Technology
University	Thepsatri Rajabhat University
Academic Year	2018

Abstract

The objective of this study were to prepare the optimum processing condition of crispy rice for producing cereal bar. To study the optimum ratio of sweetener. To study the effect of temperature and drying time for producing cereal bar. The result found that the optimum drying temperature for producing crispy rice was 60 °C and frying at 190 °C for 30 second. It had expansion ratio 1.66. The ratio of sweetener that consumers accept the most of the developed cereal bar composted of 50% glucose syrup and 50% honey. Mixed with the components of 59% crispy rice, 10% peanut, 10% white sesame, 10% sunflower seed, 10% golden raising and 1% salt and the product was dried by hot air oven at 80 °C for 150 minutes.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.5 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอด	2
โครงการ	
1.6 สถานที่ดำเนินการ	3
1.7 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ข้าวไรซ์เบอร์รี่	4
2.2 วัตถุดิบ และส่วนประกอบ	8
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต	17
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิต	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการวิเคราะห์	17
3.4 เครื่องมือในการประมวลผลงานวิจัย	18
3.6 วิธีการดำเนินการวิจัย	18
บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปราย	23
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุป	29
บรรณานุกรม	30
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	34
ภาคผนวก ข	36
ภาคผนวก ค	38

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 รวงข้าวและเมล็ดข้าวไรซ์เบอร์รี่	4
3.1 กรรมวิธีการเตรียมข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสม	19
3.2 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่	20
3.3 กรรมวิธีการศึกษาอุณหภูมิ และระยะเวลาการอบต่อ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่	22

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 อัตราส่วนของสารให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่	20
3.2 ส่วนผสมหลักของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่	21
3.3 การศึกษาอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่	21
4.1 ผลของการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ของข้าวพองไรซ์เบอร์รี่	23
4.2 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสัดส่วนสารให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่	25
4.3 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการศึกษาอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่	27

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

อาหารสุขภาพที่ประกอบด้วยธัญพืชกำลังเป็นที่นิยมแก่ผู้รักสุขภาพ มีการพัฒนาและผลิตจำหน่ายอย่างหลากหลาย ซึ่งในปัจจุบันผู้คนต่างคำนึงถึงสุขภาพ โดยเฉพาะผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตเมือง ซึ่งมีข้อจำกัดเรื่องเวลาและอิทธิพลของวัฒนธรรมจากประเทศตะวันตก ทำให้เกิดโรคที่เกิดจากความเสื่อมจากการเพิ่มขึ้นของอายุ ได้แก่ โรคอ้วน โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคไขมันในเส้นเลือดสูง เป็นปัญหาของผู้คนในปัจจุบันต้องเผชิญ ซึ่งโรคเหล่านี้เกิดจากพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่เหมาะสม เช่น การบริโภคขนมขบเคี้ยว ไม่ว่าจะเป็นในวัยเด็ก วัยรุ่น หรือผู้ใหญ่

ข้าวเป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่เป็นอาหารหลักของประชากรในหลายประเทศในทวีปเอเชีย โดยเฉพาะประเทศไทย ที่ประชากรบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก และประเทศไทยยังเป็นแหล่งปลูกข้าวที่ผลิตออกสู่ตลาดโลกเป็นอันดับ 1 ของโลก (International Rice Research Institute, 2010) ซึ่งเป็นสินค้าส่งออกที่มีปริมาณมากที่สุดในกลุ่มสินค้าเกษตร การปลูกข้าวในประเทศไทยส่วนใหญ่ปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวที่มีคุณภาพดีที่สุดในโลก เป็นศูนย์กลางของการศึกษาวิจัยพันธุ์ข้าว และยังได้มีการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวขึ้นมาใหม่หลายสายพันธุ์ เช่น “ข้าวไรซ์เบอร์รี่” เป็นพันธุ์ข้าวพัฒนาขึ้นจากการผสมข้าวข้ามสายพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งมีจุดเด่นอยู่ที่สารอาหาร คือ มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง อย่างเบต้าแคโรทีนซึ่งไม่พบในข้าวขาวและมีวิตามินอีสูงรวมทั้งสารประกอบโพลีฟีนอล สารประกอบ แอนโทไซยานินและสารแกมมา-โอโรซานอล ซึ่งสารเหล่านี้จะช่วยขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของโคเลสเตอรอลที่ไม่ดี (LDL-C) ช่วยลดระดับไตรกลีเซอไรด์และเพิ่มระดับโคเลสเตอรอลที่ดี (HDL-C) ซึ่งจะช่วยลดอัตราการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน หัวใจวาย ปัญหาโรคอ้วน เลือดข้น เลือดเป็นพิษ ป้องกันโรคเบาหวาน โรคกระดูกและข้อ เป็นต้น การเพิ่มมูลค่าจึงนำข้าวไรซ์เบอร์รี่มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นคุกกี้ ข้าวเกรียบ โดยนำเมล็ดข้าวไรซ์เบอร์รี่ลักษณะเป็นข้าวเจ้า สีม่วงเข้ม รูปร่างเมล็ดเรียวยาว ข้าวกล้องมีความนุ่มนวลมากปลูกได้ตลอดทั้งปี

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงสนใจในการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิตทางการเกษตร และเป็นการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรในจังหวัดลพบุรีให้เกิดประโยชน์มากที่สุด อีกทั้งยังเป็นการลดการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศ เนื่องจากอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเสริมด้วยธัญพืชชนิดแท่งที่วางจำหน่ายในท้องตลาดส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ แล้วยังได้พัฒนาวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์ที่ทำได้ในประเทศไทย สามารถพกพาไปรับประทานได้ง่าย และมีคุณค่าทางโภชนาการ จึงเป็นทางเลือกที่สามารถตอบสนองกับวิถีการดำเนินชีวิตในปัจจุบันได้ดี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมข้าวพองไรซ์เบอร์รี่

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของสัดส่วนสารให้ความหวานที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

1.2.3 เพื่อศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมข้าวพองไรซ์เบอร์รี่

1.3.2 ได้ทราบสัดส่วนสารให้ความหวานที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

1.3.3 ได้ทราบอุณหภูมิและระยะเวลาการอบที่เหมาะสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.4.1 งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ได้จากเกษตรกร ตำบลบางขันหมาก อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี

1.4.2 งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสัดส่วนของกลูโคสไซรัป และน้ำผึ้งในการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

1.4.3 งานวิจัยนี้ทำการศึกษาอุณหภูมิที่ระดับ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส และระยะเวลาการอบ 90, 120 และ 150 นาที ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

1.5 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลา (เดือน)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.ศึกษาและรวบรวมข้อมูล	←→											
2.ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตข้าวพองข้าวไรซ์เบอร์รี่			←→									
3.ศึกษาผลของสัดส่วนสารให้ความหวานที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่							←→					
4.ศึกษาอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบที่เหมาะสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่										←→		
5. จัดทำรูปเล่ม และรายงาน											←→	

1.6 สถานที่ดำเนินการ

1.6.1 ห้องปฏิบัติการแปรรูปทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร อาคารคหกรรม 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี

1.6.2 ห้องวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทดสอบทางประสาทสัมผัส สาขาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร อาคารคหกรรม 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี

1.7 นิยามศัพท์

1.7.1 ข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือ ข้าวสายพันธุ์ใหม่ที่เกิดจากการผสมระหว่างข้าวหอมนิลและข้าวหอมมะลิ 105 โดยลักษณะที่ดีและเด่น คือ เป็นข้าวเจ้าสีม่วงเข้ม เมล็ดข้าวเรียวยาวและมันวาว (กองบรรณาธิการการเกษตร, 2557)

1.7.2 ข้าวพอง หมายถึง ผลิตรัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเจ้า หรือข้าวเหนียวมาหุงให้สุก แล้วนำไปตากแดด หรืออบให้แห้ง จากนั้นนำมาทอด หรือคั่วให้พอง คลุกกับส่วนผสมของน้ำตาล และกลูโคสไซรัป ที่เคี่ยวจนเหนียวพอเหมาะ อาจเติมสีผสมอาหารหรือส่วนประกอบอื่น เช่น งาดำ อัดเป็นแผ่น ตัดเป็นชิ้น (มผช.723/2548)

1.7.3 กลูโคสไซรัป (glucose syrup) หรือเรียกอีกอย่างว่า แปะแซ หมายถึง สารให้ความหวาน (sweetener) ที่เป็นของเหลวใส และข้นหนืด เป็นผลิตรัณฑ์ที่ได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ชให้เล็กลง (starch hydrolysis) การผลิตน้ำเชื่อมกลูโคส มีวัตถุดิบหลัก คือ สตาร์ช (starch) จากแป้ง เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า นำมาผสมกับน้ำ แล้วทำให้สุก (gelatinization) หลังจากนั้นน้ำแป้งจะถูกย่อย (hydrolysis) ด้วยกรดหรือเอนไซม์ (enzyme) ที่ย่อยสตาร์ชได้ เช่น อะไมเลส (amylase) ทำให้สตาร์ชมีขนาดโมเลกุลเล็กลง (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงษ์ และนิธิยา รัตนปานนท์, 2557)

1.7.4 การพองตัวของข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพอย่างหนึ่งของผลิตรัณฑ์ ได้จากกำคำนวณการวัดปริมาตรโดยใช้กระบอกตวง (V1) นำข้าวพองไรซ์เบอร์รี่อบแห้งใส่ถ้วยใบเดิม วัดปริมาตรที่เหลือหลังนำข้าวอบแห้งออก (V2) ความแตกต่างของเมล็ดงา (V1-V2) คือ ปริมาตรข้าวพองก่อนทอด จากนั้นนำข้าวพองไปทอด และ หาปริมาตร (V3) จะได้ปริมาตรขนมขบเคี้ยวหลังทอด (V1-V3) (ธงชัย สุวรรณสิขินม์, 2535)

1.7.5 ความหนาแน่นโดยรวม (bulk density) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณของมวลสารต่อหน่วยปริมาตร เป็นสมบัติทางกายภาพ ซึ่งเป็นความหนาแน่นที่รวมที่ว่างระหว่างชิ้นวัสดุด้วย (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงษ์ และนิธิยา รัตนปานนท์, 2557)

1.7.6 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทดสอบโดยใช้ 9-point hedonic scale โดย 9 ถึง 1 คือ ชอบมากที่สุด ถึงไม่ชอบมากที่สุด ที่มีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตรัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ (เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2550)

บทที่ 2

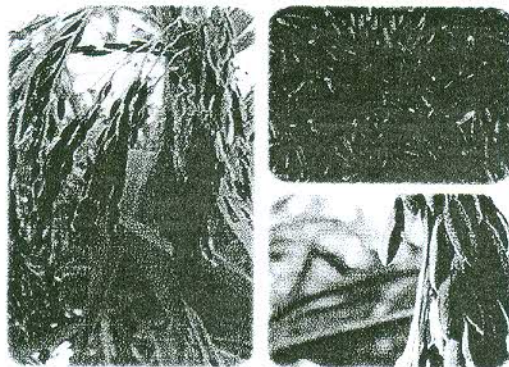
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (riceberry)

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (riceberry) มีลักษณะเป็นสีม่วงเข้มจึงเป็นที่มาของคำว่า ไรซ์ แบลว่า ข้าว และเบอร์รี่ คือ ผลเบอร์รี่จะมีสีม่วง ลักษณะของข้าวไรซ์เบอร์รี่จะมีเมล็ดเรียวยาว ถ้าเป็นข้าวกล้องจะมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวและมีความนุ่มนวลและยืดหยุ่นเพราะลักษณะของเส้นใย ทำให้มีรสชาติอมหวาน กลมกล่อมชวนรับประทานเป็นอย่างยิ่ง ข้าวไรซ์เบอร์รี่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี อายุเก็บเกี่ยว 130 วัน ให้ผลผลิตปานกลาง ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวเจ้าเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยได้รับการปรับปรุงพันธุ์จากศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าวโดยได้รับความร่วมมือจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดย รศ.ดร.อภิชาติ วรรณวิจิตร ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และคณะตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 จากนั้นได้ยื่นจดทะเบียนคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ห้ามนำไปขยายพันธุ์เชิงการค้าต่อหากไม่ได้รับอนุญาตจาก วช. และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งได้ทำการศึกษาค้นคว้าปลูกจนสามารถส่งเสริมให้เกิดการเพาะปลูกได้อย่างกว้างขวาง สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ด้านทานโรคไหม้ดีมาก จึงควรเปลี่ยนเมล็ดพันธุ์ทุกรอบของการปลูก การปลูกข้าวพันธุ์นี้จึงได้รับการเอาใจใส่เป็นพิเศษ ซึ่งการทำนาแบบเกษตรอินทรีย์จะทำให้ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีคุณค่าทางโภชนาการในปริมาณสูงตามลักษณะพันธุ์มากที่สุด (กองบรรณาธิการการเกษตร, 2557)

2.1.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวไรซ์เบอร์รี่

คุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการของข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอโรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสีและโฟเลตสูง มีดัชนีน้ำตาลต่ำ-ปานกลาง นอกจากนี้จะรับประทานเพื่อเสริมสร้างสุขภาพที่ดี ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งทางการแพทย์ยังนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารโภชนาบำบัด สารอาหารสำคัญที่อยู่ใน ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีประโยชน์ต่อร่างกายแสดงได้ดังตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.1 รวงข้าวและเมล็ดข้าวไรซ์เบอร์รี่

ที่มา : กองบรรณาธิการการเกษตร (2557)

ตารางที่ 2.1 สารอาหารสำคัญที่อยู่ในข้าวไรซ์เบอร์รี่

สารอาหาร	ปริมาณ
โอเมกา 3	25.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ธาตุสังกะสี	31.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ธาตุเหล็ก	13.00-18.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
วิตามินอี	678.00 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม
วิตามินบี 1	0.42 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
เบต้าแคโรทีน	63.00 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม
ลูทีน	84.00 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม
โพลีฟีนอล	113.50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
แทนนิน	89.33 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
แกมมา โอโรซานอล	462.00 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม
เส้นใยอาหาร	มีอยู่ปริมาณมากในข้าวกล้องข้าวไรซ์เบอร์รี่
สารต้านอนุมูลอิสระ ชนิดละลายในน้ำ	
ชนิดละลายในน้ำ	47.50 มิลลิกรัมสมมูลกรดแอสคอร์บิกต่อ 100 กรัม
ชนิดละลายในน้ำมัน	33.40 มิลลิกรัมสมมูลของแอสคอร์บิกต่อ 100 กรัม

ที่มา : กองบรรณาธิการการเกษตร (2557)

จากตารางที่ 2.1 ปริมาณสารอาหารที่อยู่ในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ประโยชน์ต่อร่างกายดังนี้

1) โอเมกา 3 เป็นกรดไขมันที่ช่วยควบคุมการขนส่งของสารอาหารต่างๆ จำเป็นต่อการป้องกันและรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคอัมพาต ลดการอักเสบของโรคไขข้อเสื่อม รูมาตอยด์ ปวดหัวไมเกรน ปวดประจำเดือน เพิ่มภูมิคุ้มกันร่างกาย ลดอาการของโรคภูมิแพ้ ตับและระบบประสาท ลดระดับคอเลสเตอรอล ซึ่งปริมาณโอเมกา 3 ในข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีอยู่ 25.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กองบรรณาธิการการเกษตร, 2557)

2) ธาตุสังกะสี เป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อร่างกายมากเพราะเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์มากกว่า 200 ชนิด มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีนที่ควบคุมการทำงานของร่างกายหลายระบบ เช่น การเจริญเติบโต ภูมิคุ้มกันโรคติดเชื้อ การสืบพันธุ์ ระบบประสาทที่ควบคุมพฤติกรรม สังกะสีกรดนิวคลีอิกและที่สำคัญ คือ มีบทบาทในกระบวนการเมตาบอลิซึมของโปรตีนไขมันและคาร์โบไฮเดรต ช่วยสังเคราะห์โปรตีน สร้างคอลลาเจน รักษาผิว ป้องกันผมร่วง กระตุ้นรากผม ซึ่งปริมาณสังกะสีในข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีอยู่ 31.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Jansen J, Karges and RinkL., 2009)

3) ธาตุเหล็ก เป็นตัวสร้างและจ่ายพลังงานในร่างกาย เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงและเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ออกซิเจนในร่างกายและสมอง เป็นแร่ธาตุสำคัญชนิดหนึ่งในร่างกายมีธาตุเหล็กเป็นส่วนประกอบในเม็ดเลือดแดงสีแดงที่มองเห็นอยู่ในเม็ดเลือด คือ สีที่เกิดจากธาตุเหล็กจับอยู่กับโปรตีนชนิดหนึ่งเรียกว่า ฮีโมโกลบิน

หรือเรียกกันสั้นๆ ว่า ฮีม (heme) ธาตุเหล็กที่ร่างกายสามารถดูดซึมเข้าไปจากอาหารนั้นจะกระจายไปอยู่ในไซโทโครมและถูกนำไปสร้างเม็ดเลือดแดงที่ไขกระดูกไปทั่วร่างกาย นำพาออกซิเจนในเลือดจากปอดไปเลี้ยงเซลล์ต่างๆ ซึ่งร่างกายจะทำงานดีได้นั้น ต้องมีระบบไหลเวียนของเลือดที่ดีและมีเม็ดเลือดแดงเหล่านี้มากพอ แหล่งของธาตุเหล็กก็คือเนื้อสัตว์ ตับ เลือด นอกจากนี้ก็ยังพบในพืชผัก (ข้าว, ถั่ว) ก็มีเหมือนกัน แต่ไม่ได้อยู่ในรูปของฮีมและจะถูกดูดซึมได้ไม่ดีเท่าธาตุเหล็กที่มาจากสัตว์ซึ่งปริมาณธาตุเหล็กในข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีอยู่ 13-18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (วันทนี เกรียงสินยศ, 2549)

4) วิตามินอี เป็นวิตามินที่ชะลอความแก่ ผิวพรรณสดใส ลดอัตราเสี่ยงของโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือด สมองและหัวใจ ทำให้ปอดทำงานดีขึ้น วิตามินอีหรือโทโคเฟอรอล เป็นวิตามินชนิดหนึ่งที่ร่างกายจำเป็นต้องได้รับเป็นประจำทุกวัน มีลักษณะเป็นน้ำมัน สีเหลืองและละลายได้ดีในไขมันเช่นเดียวกับ วิตามินเอ วิตามินดีและวิตามินเค วิตามินอีมีหลายชนิด ได้แก่ แอลฟา เบตา แกมมาและซิกมา โทโคเฟอรอล โดยชนิดที่ออกฤทธิ์ได้ดีที่สุด คือ แอลฟาโทโคเฟอรอล ซึ่งปริมาณวิตามินอีในข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีอยู่ 678 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม (สุนทร ตรีนันทวัน, 2544)

5) วิตามินบี 1 เป็นวิตามินที่จำเป็นต่อการทำงานของสมองและระบบประสาท ป้องกันโรคเหน็บชา วิตามินบี 1 หรือ ไทอามิน เป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต มีหน้าที่สำคัญ คือ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน ทำให้เกิดพลังงานเพื่อให้ร่างกายสามารถทำงานได้ นอกจากนี้ยังมีผลสำคัญต่อระบบประสาท โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านนำกระแสความรู้สึกของเส้นประสาท ถ้าร่างกายได้รับวิตามินบี 1 ไม่เพียงพอจะทำให้เป็นโรคเหน็บชา เป็นวิตามินที่ละลายในน้ำได้ จึงไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องของการสะสม สามารถพบวิตามินบี 1 ในข้าวกล้อง จมูกข้าวสาลี เมล็ดดอกทานตะวัน ถั่วชนิดต่างๆ เนื้อวัวไม่ติดมัน ตับ งา ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ข้าวโพด ข้าวโอ๊ตและรำข้าวเป็นต้น ซึ่งปริมาณวิตามินบี 1 ในข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีอยู่ 10.42 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม (เอมอร คชเสนี, 2549)

6) เบต้าแคโรทีน เป็นตัวที่ช่วยชะลอความแก่ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง บำรุงสายตา เบต้าแคโรทีน คือ สารตั้งต้นของวิตามินเอ (โปรวิตามินเอ) มีบทบาทสำคัญในการรักษาสุขภาพและเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้แข็งแรง โดยปกติร่างกายของมนุษย์สามารถเปลี่ยนเบต้าแคโรทีนไปเป็นวิตามินเอได้ตามปริมาณที่ร่างกายต้องการ นอกจากนี้ เบต้าแคโรทีนยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและพบว่าสามารถลดอัตราเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งได้อีกด้วย ในปัจจุบันมีการนำ เบต้าแคโรทีนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเสริมหลายชนิด โดยจะผสมวิตามินและเกลือแร่ชนิดอื่นหลายชนิดเข้าไปด้วยเพื่อบำรุงร่างกาย เบต้าแคโรทีนพบมากในผักและผลไม้ที่มีสีส้ม เหลืองหรือแดง เพราะเบต้าแคโรทีน คือ ตัวการทำให้พืชผักและผลไม้มีสีส้ม เช่น แครอท ฟักทอง หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพดอ่อน แดงโมแคนตาลูป มะละกอสุกและผักที่มีสีเขียว เช่น บรอกโคลี มะระ ผักบุ้ง ต้นหอม ผักคะน้า ผักตำลึง มีประโยชน์ต่อร่างกายและผิวพรรณอย่างมาก คือ ช่วยให้มองเห็นในที่มืดได้ดี ลดความเสี่ยงของเซลล์ของลูกตา ลดความเสี่ยงต่อการเป็นต่อกระจก ช่วยป้องกันผิวที่อาจเกิดจากอันตรายของรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มากับแสงแดดได้ จึงทำให้ผิวพรรณ มีสุขภาพดี ไม่มีริ้วรอย แก่ก่อนวัย แลดูสดใสอยู่เสมอ นอกจากนี้ยังช่วยรักษาสภาพปกติของเซลล์เยื่อบุตาขาว กระจกตา ช่องปาก ทางเดินอาหาร ทางเดินหายใจ รวมถึงทางเดินปัสสาวะให้เป็นปกติและยังช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำงานได้

คืออีกด้วย ซึ่งปริมาณเบต้าแคโรทีนในข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีอยู่ 63 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม (ลลิตา โรจนานุกยุตต์, 2550)

7) ลูทีน เป็นตัวที่ช่วยป้องกันจอประสาทตาเสื่อม บำรุงการไหลเวียนของเลือดในเส้นเลือดฝอยที่หล่อเลี้ยงตา เป็นสารสกัดจากธรรมชาติ จัดอยู่ในกลุ่มสารที่มีสีในตระกูลแคโรทีนอยด์ เป็นสารที่พบบริเวณตา ลูทีนเป็นแคโรทีนอยด์สีเหลือง ซึ่งมีส่วนอย่างมากในการต่อต้านสารต้านอนุมูลอิสระ ลูทีนพบได้ทั่วไปในผักใบเขียว ข้าวโพดและไข่แดง มีส่วนสำคัญในการบำรุงสายตา โมเลกุลของลูทีนพบในปริมาณสูงในจุดของดวงตา โดยที่ลูทีนจะฉาบบนผิวของเรตินา (retina) บริเวณจุดรับภาพของลูกตา (macula) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่สำคัญที่สุดในจอประสาทตา เพราะเป็นจุดที่รูปภาพและแสงสว่าง ส่วนมากจะมาตกบริเวณนี้ ซึ่งเป็นส่วนที่จอตารับภาพได้ชัดเจนที่สุด ลูทีนจะช่วยในการดูดซับ แสงสีน้ำเงินในแถบสีการมองเห็น และช่วยปกป้องการทำลายของคลื่นสั้นที่มีต่อเยื่อบุผิวเรตินา พบว่า ระดับลูทีน 2.0-6.9 มิลลิกรัมต่อวัน จะช่วยป้องกันความเสื่อมของจุดต่างในดวงตาได้ สารลูทีนจะช่วยสร้างสารต้านอนุมูลอิสระในการป้องกันเยื่อแก้วตา ซึ่งปริมาณเบต้าแคโรทีนในข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีอยู่ 84 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม (วินัย ดะห์ลัน, 2550)

8) โพลีฟีนอล เป็นตัวทำลายฤทธิ์ของอนุมูลอิสระป้องกันการเกิดโรคมะเร็งได้ โพลีฟีนอล (polyphenols) คือ สารเคมีมีคุณสมบัติที่ดีต่อสุขภาพ คือ ต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง ลดระดับของคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือด กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ต้านแบคทีเรียไวรัส ป้องกันฟันผุ ซึ่งปริมาณโพลีฟีนอลในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีอยู่ 113.5 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม (จารณีย์ พณิชยกุลและคณะ, 2550)

9) แทนนิน เป็นตัวช่วยแก้ท้องร่วง แก้บิด สมานแผล แผลเปื่อย แทนนินเป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่และโครงสร้างซับซ้อน มีสถานะเป็นกรดอ่อนรสฝาดเป็นสารให้ความฝาดในพืช พบได้ในพืชหลายชนิด แทนนิน มี 2 ชนิด คือ คอนเดนส์แทนนิน (condensed tannins) หรือ โปรแอนโทไซยานิน (proanthocyanin) พบได้ในส่วนเปลือกต้นและแก่นไม้เป็นส่วนใหญ่และสารไฮโดรไลซ์แทนนิน (hydrolysable tannins) คือ แบบที่สามารถถูกแยกออกเป็นโมเลกุลเล็กๆ ได้ พบมากในส่วนใบฝักและส่วนที่ปูดออกมาจากปกติ เมื่อต้นไม้ได้รับอันตราย (gall) แทนนินมีคุณสมบัติตกตะกอนโปรตีนทำให้หนังสือตัวไม่เนาเปื่อย จึงมีการใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนังด้วย แทนนินมีฤทธิ์ฝาดสมานจึงใช้เป็นยารักษาโรคท้องเสียได้ แทนนินมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ตัวอย่าง แทนนิน ได้แก่ ไทโอแกลลิก กรดแกลลิกและกรดเอลลาจิก ซึ่งปริมาณแทนนินในข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีอยู่ 89.33 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม (วิริยะ สิริสิงห, 2554)

10) แกมมาโอโรซานอล เป็นตัวช่วยลดระดับคอเรสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในหลอดเลือด ทำให้เลือดหมุนเวียนไปเลี้ยงอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายได้อย่างเป็นปกติลดอัตราเสี่ยงของโรคหัวใจ เบาหวาน ความดันโลหิตสูงและสมองเสื่อม เป็นสารธรรมชาติที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งแปลว่า ข้าวเพราะโอโรซานอลพบมากในผิวของเมล็ดข้าวกล้อง หรือที่เรียกว่า ราข้าว จึงพบ โอโรซานอลในน้ำมันรำข้าวเท่านั้น โอโรซานอลเป็นสารที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับวิตามินอีในการต้านอนุมูลอิสระและยังเป็นสายโซ่ธรรมชาติที่ดีในการป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (antioxidant) ของน้ำมันที่สำคัญและยังป้องกันการออกซิเดชันของกรดไขมันอิ่มตัวได้ดีกว่าวิตามินอีกลุ่มโทโคฟีรอลและกลุ่มโทโคไตรอีนอลซึ่งการเกิดออกซิเดชัน เป็นสาเหตุของการเกิดสภาวะที่ผิดปกติใน

ร่างกาย เช่น โรคมะเร็งและโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือด นอกจากนี้โอรีซานอลยังมีคุณสมบัติช่วยลดโคเลสเตอรอลที่ไม่ดี (LDL-C) ให้กับร่างกาย โอรีซานอลสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าวิตามินอีถึง 6 เท่า ซึ่งปริมาณแทนนินในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีอยู่ 462 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม (นัยนา บุญทวิยวัฒน์ และเรวดี จงสุวัฒน์, 2545)

11) เส้นใยอาหาร เป็นตัวช่วยลดระดับไขมันและโคเลสเตอรอลป้องกันโรคหัวใจ ช่วยควบคุมน้ำหนัก ช่วยระบบขับถ่าย เส้นใย คือ ส่วนผนังเซลล์ของพืช เช่น ผัก ผลไม้ เมล็ดธัญพืชที่ไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหาร จึงไม่ให้พลังงานซึ่งมีปริมาณอยู่มากในข้าวไรซ์เบอร์รี่ ประเภทของเส้นใยอาหารแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำ (insoluble dietary fiber) หมายถึง เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำ แต่จะพองตัวในน้ำเหมือนฟองน้ำไม่ให้ความหนืด ทำให้เพิ่มปริมาณน้ำในกระเพาะอาหารจึงรู้สึกอึด แนบคที่เรียในลำไส้ใหญ่ไม่สามารถย่อยได้ ช่วยเพิ่มเนื้ออุจจาระ ลดปัญหาท้องผูกได้และลดความเสี่ยงของมะเร็งลำไส้ใหญ่ ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin) ประเภทที่ 2 เส้นใยอาหารที่ละลายได้ในน้ำ (soluble dietary fiber) หมายถึง เส้นใยอาหารที่เมื่อละลายในน้ำแล้วดูดซับน้ำไว้กับตัวทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้นสารเหล่านี้ร่างกายย่อยไม่ได้แต่แบคทีเรียที่อาศัยในลำไส้ใหญ่สามารถย่อยได้ (วินัย ดะห์ลัน, 2550)

2.2 วัตถุประสงค์ และส่วนประกอบ

2.2.1 ข้าวพอง

ข้าวพอง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวมาหุงให้สุก ผึ่งแดดหรืออบให้แห้งนำมาทอด หรือคั่วให้พอง คลุกกับส่วนผสมของน้ำน้ำตาล และกลูโคสไซรัป ที่เคี่ยวจนเหนียวพอเหมาะ อาจเติมสีผสมอาหารหรือส่วนประกอบอื่น เช่น งาดำ อัดเป็นแผ่น ตัดเป็นชิ้น (พิมพ์ เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธยา รัตนาปนนท์, 2556)

1) ลักษณะทั่วไปของข้าวพอง

ข้าวพองต้องพองแห้ง แต่ละชิ้นไม่ติดกันแน่น สามารถแยกออกได้ง่ายด้วยมือโดยไม่เสียรูปทรง ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน อาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อย ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวพอง ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของข้าวพอง ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม ต้องเหนียวพอเหมาะ ไม่ร่วนหรือแข็งกระด้าง

2) ประโยชน์ของข้าวพอง

ข้าวจัดเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นจึงให้พลังงานได้ตลอดทั้งวัน แตกต่างจากธัญพืชอื่นๆ ที่จะถูกย่อยได้อย่างรวดเร็ว ข้าวพองจัดเป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับคนที่ต้องการลดน้ำหนัก เนื่องจากให้แคลอรีที่ต่ำมาก ไม่มีส่วนประกอบของเกลือ และไขมัน อีกทั้งยังช่วยให้อิ่มนาน ซึ่งสามารถลดการกินนอกเหนือจากความจำเป็น นอกเหนือจากประโยชน์ด้านสุขภาพ ข้าวพองยังมีส่วนช่วยในด้านของอารมณ์ได้เป็นอย่างดี ช่วยในการควบคุมอารมณ์ เนื่องจากการบริโภคข้าวพองมีส่วนช่วยในการหลั่งสารในประสาทอย่าง ซีโรโทนิน ซึ่งมีส่วนช่วยในการปรับปรุงด้านอารมณ์

3) วิธีการทำข้าวพอง

ล้างข้าวให้สะอาด แช่น้ำไว้ประมาณ 1 วัน แล้วนำไปนึ่งให้สุก จากนั้นนำไปใส่ในภาชนะ แฉีกข้าวกระจายเพื่อไม่ให้ติดกัน แล้วนำไปทำให้แห้งโดยการตากแดด หรืออบด้วยตู้อบแบบ

ไฟฟ้าจนแห้ง เมื่อแห้งแล้วนำไปทอดด้วยน้ำมันที่ร้อนจัดจนข้าวเริ่มพองลอยขึ้นมาเหนือบผิวของน้ำมัน จึงค่อยตักขึ้น

2.2.2 งาขาว

งาขาว (white sesame seeds) เป็นพืชสมุนไพรจำพวกต้น ที่มีชื่อเรียกตามท้องถิ่นต่างๆ ซึ่งงานั้นเป็นพืชสมุนไพรที่รู้จักกันดี ส่วนมากงานั้นมักจะโรยอยู่ในขนมต่างๆ เพราะมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน อีกทั้งยังมีคุณค่าทางด้านโภชนาการสูง ปัจจุบันยังมีการนำเมล็ดงามาใช้เพื่อประกอบอาหารกันมากโดยเฉพาะในแถบตะวันออกกลาง และเอเชีย

1) ลักษณะทั่วไปของงาขาว

สำหรับต้นงาขาวนั้นจัดเป็นพืชล้มลุก มีความสูงของลำต้นประมาณ 0.5-2.5 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศที่ปลูกบางพันธุ์จะมีกิ่งก้านในขณะที่บางพันธุ์ไม่มีในแกนหนึ่งจะมีดอกอยู่ประมาณ 3 ดอก ส่วนผลจะเป็นฝัก มีเมล็ดเล็กๆ สีขาว และเมล็ดสีขาวนั้นยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อแห้งเปลือกเมล็ดจะเปิดอ้าออก แล้วเมล็ดนั้นจะร่วงหลุดออกมาทำให้การเก็บงาต้องอาศัยแรงงานคนเพื่อไม่ให้เมล็ดงาร่วงหล่น และเมื่อไม่นานมานี้ได้มีการพัฒนาพันธุ์ใหม่ขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้เมล็ดแตกกระจาย เพื่อให้สามารถเก็บเมล็ดงาขาวนี้ได้ด้วยเครื่องจักร

2) ประโยชน์ของงาขาว

2.1) เมล็ดของงา จะช่วยบำรุงกำลังให้แข็งแรง ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย

2.2) น้ำมัน ใช้ทำเป็นน้ำมันเพื่อใส่บาดแผล

2.2.3 เมล็ดทานตะวัน

ทานตะวัน (sunflower) เป็นพืชล้มลุก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *helianthus annus* L. อยู่ในวงศ์ *compositae* เมล็ดทานตะวันจัดเป็นอาหารสุขภาพชั้นดี รับประทานวันละ 40-60 กรัม จะช่วยให้มีสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่มากพอ เมล็ดดอกทานตะวันไม่เพียงรับประทานเป็นของขบเคี้ยวเท่านั้น ยังสามารถปรุงเป็นอาหารได้ เช่น อาจจะไปใส่ในสลัด ยำ ข้าวอบ ใช้คลุกเนื้อสัตว์แทนเกล็ดขนมปัง หรือทำขนมหวานก็ได้ เมื่อบริโภคจากเมล็ดดอกทานตะวันจึงมีมากมาย ทำให้เมล็ดดอกทานตะวันมีขายหลายรูปแบบทั้งที่อบพอสุกใส่เกลือเล็กน้อย มีรสมัน รสเค็มอ่อนๆ รับประทานเป็นของขบเคี้ยว และแบบเคลือบน้ำตาล รับประทานเป็นขนมหวาน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558)

1) ลักษณะทั่วไปของเมล็ดทานตะวัน

เมล็ด (หรือผล) ประกอบด้วยเนื้อใน ซึ่งถูกห่อหุ้มไว้ด้วยเปลือกที่แข็งแรง เมื่อผลสุกส่วนของดอกที่อยู่เหนือรังไข่จะร่วง ผลที่มีขนาดใหญ่จะอยู่วงรอบนอก ส่วนผลที่อยู่ข้างในใกล้ๆ กึ่งกลางจะมีผลเล็กลง เมล็ดทานตะวัน แบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ

1.1) เมล็ดใช้สกัดน้ำมัน จะมีเมล็ดเล็ก สีดำ เปลือกเมล็ดบางให้น้ำมันมาก

1.2) เมล็ดใช้รับประทาน จะมีเมล็ดโตกว่าพวกแรก เปลือกหนาไม่ติดกับเนื้อในเมล็ด เพื่อสะดวกในการแกะแล้วใช้เนื้อในรับประทาน โดยอบหรือปรุงแต่งขนมหวาน หรือ ทำเป็นแป้งประกอบอาหาร หรือใช้เมล็ดคั่วกับเกลือแล้วแกะเปลือกออกรับประทานเนื้อข้างในเป็นอาหารว่างเช่นเดียวกับเมล็ดแตงโม

1.3) เมล็ดใช้เลี้ยงนก ใช้เมล็ดเป็นอาหารเลี้ยงนก หรือไก่โดยตรง

2) ประโยชน์ของเมล็ดทานตะวัน

2.1) มีวิตามินอี และกรดไขมัน โคลิโนเลอิก (linoleic acid) ซึ่งมีประโยชน์มากในการป้องกันโรคหลอดเลือด โรคหัวใจ และโรคมะเร็ง

2.2) มีวิตามินอีช่วยป้องกันหัวใจวาย วิตามินอียังเป็นแอนตี้ออกซิแดนท์ที่ช่วยป้องกันมะเร็ง และโรคต่อกระดูก

2.3) มีกรดโคลิโนเลอิกที่ช่วยลดระดับทั้งคอเลสเตอรอลรวม และคอเลสเตอรอลร้าย LDL อันเป็นสาเหตุของหลอดเลือดหัวใจตีบ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการแข็งตัวของเกล็ดเลือดอีกด้วย

2.2.4 ถั่วลิสง

ถั่วลิสง (peanut หรือ groundnut) อาจเรียกว่า ถั่วดิน ถั่วชุดหรือถั่วยี่สง เป็นพืชล้มลุกที่เป็นพืชไร่ตระกูลถั่ว (leguminosae) เช่นเดียวกับถั่วเหลือง และถั่วเขียว มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *arachis hypogaea* L. เป็นถั่วเมล็ดแห้ง (legume) ซึ่งมีน้ำมันสูงจัดอยู่ในกลุ่มพืชน้ำมัน (oil crop) สำหรับถั่วลิสงนั้นนับเป็นพืชที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารเป็นอย่างมาก และมีผู้นิยมรับประทานถั่วลิสงกันเป็นจำนวนมาก (คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2557)

1) ลักษณะทั่วไปของถั่วลิสง

ถั่วลิสง จัดเป็นพืชล้มลุกมีลำต้นสูงตั้งแต่ 15-70 เซนติเมตร ซึ่งส่วนต่างๆ ของต้นถั่วลิสง โดยทั่วไปแล้วจะมีขนเกิดขึ้น เช่น ตามลำต้น กิ่งก้านใบ หูใบ ใบประดับ ริวประดับ และกลีบรองดอก ยกเว้นเพียงกลีบดอกเท่านั้นที่จะไม่มีขน โดยลำต้นของถั่วลิสงจะมีอยู่ 2 ประเภทอย่างแรกคือ มีลำต้นเป็นพุ่ม ลำต้นตรง แตกกิ่งก้านสาขามาก และฝักออกเป็นกระจุกที่โคน ส่วนอีกแบบเป็นลำต้นแบบเลื้อยหรือกึ่งเลื้อย เจริญเติบโตตามแนวอนทอดไปตามพื้นผิวดิน มีลักษณะเป็นพุ่มเตี้ย ฝักจะกระจายตามข้อของลำต้น

2) ประโยชน์ของถั่วลิสง

2.1) ถั่วลิสงมีสารโคเลสเตอรอล ซึ่งมีส่วนช่วยในการควบคุมความจำ บำรุงสมอง และสายตาได้เป็นอย่างดี

2.2) ถั่วลิสงมีสารอาหารประเภทโปรตีน ทำให้การเจริญเติบโตของร่างกายเป็นไปได้เป็นอย่างดี

2.3) ในถั่วลิสงมีเอนไซม์ที่ชื่อว่าโปรตีเอส ซึ่งสารตัวนี้จะช่วยต้านการเกิดมะเร็งได้

2.4) ช่วยลดปริมาณไขมันชนิดร้าย หรือที่เราเรียกว่า LDL การกินถั่วลิสง จึงทำให้มีสารไปช่วยต้านการเกิดโรคหัวใจได้

2.5) ช่วยลดอาการของแผลในกระเพาะอาหารได้ จึงเป็นพืชที่เหมาะสมกับ คนที่เป็นโรคกระเพาะ หรือมีแผลในกระเพาะเป็นอย่างยิ่ง

2.6) เปลือกถั่วลิสงสามารถทำเป็นปุ๋ย และอาหารสัตว์ได้

2.7) ช่วยลดการเกิดโรคเบาหวาน เพราะช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และอินซูลินในร่างกายได้

2.8) ช่วยควบคุมฮอร์โมนเพศ ในถั่วลันเตาจะมีแมกนีเซียมที่ช่วยรักษาสมดุลของฮอร์โมนทางเพศให้คงที่ได้

2.9) มีสารที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยในการชะลอวัย ด้านความร่วงโรยแห่งวัยได้เป็นอย่างดี

2.2.5 ลูกเกดสีทอง

ลูกเกดสีทอง (golden raisins) คือ ผลองุ่นที่นำมาตากแห้ง หรืออบแห้งด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ รสชาติหวานของลูกเกด เกิดจากน้ำตาลฟรุกโทสซึ่งสามารถดูดซึมในร่างกายได้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการย่อย ลูกเกดมีธาตุฟอสฟอรัส และแคลเซียมสูง รวมทั้งวิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ทั้งธาตุเหล็ก แคลเซียมที่ช่วยบำรุงกระดูก โพแทสเซียม แมกนีเซียม ไนอาซิน โฟลาซิน ไฟเบอร์ ที่ช่วยในการขับถ่ายสูง และโบรอน ที่ช่วยทำให้ร่างกายดูดซึมแร่ธาตุอื่นๆ

1) ลักษณะทั่วไปของลูกเกด

ลูกเกดมีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับชนิดขององุ่นที่ใช้ ซึ่งมีสีส้มที่หลากหลายของสายพันธุ์เช่น สีเขียว ดำ น้ำเงิน ม่วง และเหลือง ชนิดที่ไม่มีเมล็ดพันธุ์ที่รู้จักกันคือ (ทอมสันซีดเลส) thompson seedless ในประเทศสหรัฐอเมริกา และเฟรม เกรป (flame grapes) ลูกเกดทั่วไปมักจะเป็นการอบแห้ง แต่ก็ยังมีบ้างที่ผลิตด้วยการจุ่มน้ำแล้วนำไปผ่านกรรมวิธีอบแห้ง เช่น

1.1) ลูกเกดสีทอง จะถูกเก็บรักษาด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หลังจากการอบแห้งเพื่อรักษาสีเหลืองทองเอาไว้

1.2) ลูกเกดพันธุ์โครินธ์สีดำ (black corinth) หรือลูกเกดซานเต้ (zante currant) เป็นลูกเกดพันธุ์จิวซึ่งสีจะเข้มกว่า รสจัด และอมเปรี้ยว จึงมักจะถูกเรียกว่าผลเคอแรนท์

1.3) ลูกเกดบางสายพันธุ์ที่ผลิตในเอเชีย ก็สามารถหาซื้อในฝั่งตะวันตกตามร้านชำที่ขายของเฉพาะถิ่น รวมถึงลูกเกดที่ผลิตด้วยองุ่นพันธุ์ โมนุกกะ (monukka) ด้วย

2) ประโยชน์ของลูกเกด

2.1) มีสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งช่วยยับยั้งการเกิดโรคความเสื่อมทั้งหลาย รวมทั้งชะลอความแก่ได้

2.2) มีธาตุฟอสฟอรัส และแคลเซียม สูงกว่าองุ่นประมาณ 7 เท่า

2.3) มีน้ำตาลฟรุกโทส ซึ่งสามารถดูดซึมได้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการย่อยในระบบทางเดินอาหาร จึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยทางเดินอาหาร เบาหวาน และบุคคลทุกวัย ที่สำคัญยังทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดไม่เพิ่มมากเท่ากับแป้ง และน้ำตาล

2.4) มีฟรุกโทส ไม่ทำให้ฟันผุ เพราะแบคทีเรีย ไม่สามารถนำไปเปลี่ยน เป็นกรดแลคติกได้

2.5) มีธาตุเหล็ก ช่วยรักษาโรคโลหิตจาง

2.6) มีไฟเบอร์ ช่วยในเรื่องระบบขับถ่าย

2.7) มีโบรอน ช่วยทำให้ร่างกายดูดซึมแร่ธาตุอื่นๆ ได้ดีขึ้น

2.8) มีเส้นใย ช่วยในเรื่องของระบบขับถ่าย

2.9) มีกรดทาร์ทาริก ช่วยในการย่อยอาหาร

2.10) มีเบต้าแคโรทีน ช่วยบำรุงผิวพรรณ และสายตา

2.2.6 น้ำผึ้ง

น้ำผึ้ง (honey) คือ ผลผลิตของน้ำหวานจากดอกไม้ และจากแหล่งอื่นๆ ที่ผึ้งงานนำมาเก็บสะสมไว้ โดยผ่านขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และทางเคมีแล้วสะสมไว้ในรังผึ้งซึ่งปกติแล้วน้ำผึ้งจะมีกลิ่น รส สี ที่ต่างกันออกไปตามชนิดของพืชนั้นๆ จึงทำให้สามารถระบุชนิดของน้ำผึ้งตามชนิดของพืชนั้นได้ เช่น น้ำผึ้งจากดอกส้ม ดอกลำไย ดอกลิ้นจี่ ก็จะแตกต่างกันออกไป ซึ่งนิยมนำมาใช้เป็นสารให้ความหวานในอาหารหรือเครื่องดื่มนานาชนิด

1) ประโยชน์ของน้ำผึ้ง

ประโยชน์ของน้ำผึ้งนั้นมีมากมาย เพราะน้ำผึ้งมีส่วนผสมของน้ำตาล และสารประกอบอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นฟรักโทสกับกลูโคส และมีวิตามิน และแร่ธาตุผสมอยู่ด้วย เช่น วิตามินเอ วิตามินบี2 วิตามินบี3 วิตามินบี5 วิตามินบี6 กรดโฟลิก วิตามินซี ธาตุแคลเซียม ธาตุแมกนีเซียม ธาตุโซเดียม ธาตุโพแทสเซียม ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก ธาตุทองแดง ธาตุสังกะสี เป็นต้น สำหรับสารประกอบอื่นๆ ที่มีอยู่ในปริมาณเพียงน้อยนิดนั้นจะเป็นสารที่ทำหน้าที่ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระเป็นหลัก เช่น

- 1.1) ช่วยเพิ่มความสดชื่นให้แก่ร่างกาย
- 1.2) มีสารต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอวัย
- 1.3) ช่วยลด และป้องกันการเกิดริ้วรอยแห่งวัย
- 1.4) ช่วยบำรุงผิวพรรณให้เปล่งปลั่งสดใส คุมไขมันในเลือดเป็นธรรมชาติ
- 1.5) ช่วยบำรุงสมอง ช่วยในเรื่องของความจำ
- 1.6) ช่วยปกป้องผิวจากรังสี UV และช่วยเสริมสร้างเซลล์ผิวหนัง
- 1.7) ช่วยบำรุงเสียงให้ใส ลดอาการเจ็บคอ
- 1.8) นำมาใช้เป็นส่วนผสมในขนมหวานต่างๆ หรือผลิตภัณฑ์ธัญพืชต่างๆ
- 1.9) ใช้น้ำผึ้งแทนสารกันบูดในน้ำสลัด ซึ่งจะทำให้น้ำสลัดไม่เสีย และเก็บได้นานถึง 9

เดือน

- 1.10) ช่วยให้ร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง ด้านทานโรคต่างๆได้ดี
- 1.11) ช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตในวัยเด็ก
- 1.12) ช่วยเพิ่มพลังงานให้แก่ร่างกาย
- 1.13) ช่วยผ่อนคลายความเหนื่อยล้าอ่อนเพลียจากการทำงานหรือเล่นกีฬา

2.2.7 กลูโคสไซรัป

กลูโคสไซรัป เป็นชื่อทางวิทยาศาสตร์ของ แปะแซ เป็นที่รู้จักกันในชื่อว่า D-glucose หรือ เด็กซ์โทส ทำจากแป้งมันสำปะหลังนำมาผสมกับน้ำแล้วมาปรับ pH แล้วเติมเอนไซม์ เช่น อะไมเลส เพื่อช่วยในการย่อยหรือตัดพันธะ จากนั้นนำไปต้มด้วยระบบหม้อหุงเจ็ท (jet cooker) เพื่อให้แป้งสุก จะได้น้ำเชื่อมที่มีลักษณะคล้ายแป้งเปียกแต่จะมีความหนืดน้อยกว่า และจะเข้าสู่กระบวนการหมัก เพื่อให้เอนไซม์ทำงาน โดยเติมเอนไซม์อะไมเลส กลูโคส เพื่อช่วยการย่อย และตัดพันธะจนได้ DE (dextrose equivalent) ตามที่ต้องการ ขึ้นอยู่กับปริมาณเอนไซม์ที่จะเติมลงไปผ่านการกรองนำเข้าสู่กระบวนการพอกสีขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ด้วยเรซิน จากนั้นนำมาทำให้ระเหยหรือต้มเคี่ยวจนกว่าจะได้อ้อยละลายปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (°brix) ตามที่ต้องการ ลักษณะเหนียวใส และมีรสหวาน

มาก ส่วนมากจะใช้ในอุตสาหกรรม ที่ต้องการความหวานเพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะกลูโคสไซรัป ราคาถูกกว่าน้ำตาล ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ทำกลูโคสไซรัป คือ แป้ง (starch) จะเป็นแป้งชนิดใดก็ได้ ขึ้นกับวัตถุดิบที่ท้องถิ่นนั้นมีอยู่ เช่นในสหรัฐอเมริกาจะใช้แป้งข้าวโพด ในยุโรปทั้งแป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง และแป้งสาลี ส่วนในประเทศไทยจะผลิตจากแป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว (สุวรรณา สุภิมารส, 2543)

2.3.8 เกลือ

เกลือ (salt) หมายถึง เกลือแกง หรือโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) มีสูตร NaCl ในเกลือที่ใช้บริโภคที่ไม่มีความชื้นอยู่เลยจะมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 95.5-98.5 และมีสารอื่นเจือปนในปริมาณน้อย เช่น แมกนีเซียม (Mg) แคลเซียม (Ca) และซัลเฟต (SO₄) เกลือที่ใช้ในอาหาร จะมีเกลือสมุทรเกลือสินเธาว์ เกลือบริโภคเสริมไอโอดีน ปริมาณเกลือที่แนะนำให้บริโภค คือ ควรบริโภค โซเดียม น้อยกว่า 2,400 มิลลิกรัม

1) ประโยชน์ของเกลือในอาหาร

เกลือโซเดียมคลอไรด์มีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากราคาถูก และใช้ได้หลากหลายเพื่อเป็นเครื่องปรุงรส หรือใช้เพื่อการถนอมอาหาร เช่น การหมักเกลือ (salt curing) ช่วยลดแอกทิวิตีของน้ำ (water activity) ทำให้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธิดารัตน์ ลพพูน และปิยพร บัวคำ (2559) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์บาร์พลังงานต่ำ จากส่วนผสมของข้าวกล้อง สับปะรด และสารสกัดจากหญ้าหวาน มีวัตถุประสงค์ คือ การพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์บาร์พลังงานต่ำ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงจากข้าวกล้อง สับปะรดอบแห้ง และสารสกัดจากหญ้าหวาน เริ่มดำเนินการจากการทำแบบสอบถามเพื่อสำรวจระดับความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ บาร์พลังงานต่ำ พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับผลิตภัณฑ์บาร์พลังงานต่ำ จากนั้นพัฒนาผลิตภัณฑ์บาร์ พลังงานต่ำ เป็น 3 สูตรโดยใช้สารสกัดจากหญ้าหวานและ/หรือน้ำผึ้ง แล้ววิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภค ผลการศึกษา พบว่า ทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันด้านคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ค่าพลังงานในสูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ 140 กิโลแคลอรีต่อแท่ง ค่าดัชนีน้ำตาล มีค่าเท่ากับ 67.64 และสูตรที่ 3 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด (ใช้สารสกัดจากหญ้าหวานร้อยละ 2)

ประภัสสร เจริญกิจ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองจากข้าวกล้องสังข์หยดเมืองพัทลุงที่ปรุงหน้าด้วยปลาทะเล มีปริมาณการพองตัวภายหลังการทอดเท่ากับ 10.37 ± 0.11 มิลลิลิตรต่อกรัม มีร้อยละการพองตัวเท่ากับ 1.23 ± 0.04 และมีค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็งเท่ากับ 160.39 ± 56.05 นิวตัน โดยจากการวัดค่าสีพบว่า การทำแห้งไม่มีผลต่อค่าความสว่าง ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองลดลง และเมื่อนำข้าวกล้องอบแห้งมาทอดแบบน้ำมันท่วมพบว่า การทอดส่งผลให้ค่าความสว่างของข้าวกล้องลดลง ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า โยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 3.90 ± 0.02 , 13.53 ± 0.20 , 17.85 ± 0.04 , 3.67 ± 0.03 , 2.06 ± 0.03 และ 62.90 ± 0.21 ของน้ำหนักแห้ง

ตามลำดับ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และ 40 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 64 วัน และ 52 วัน ตามลำดับ โดยจากการทดลองพบว่า การห็นเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ข้าวพองเสื่อมคุณภาพ

พงษ์เทพ เกิดเนตร และจินตนา เจริญเนตรสกุล (2555) ได้ศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวย่ำเครื่องแกงกรอบ โดยคัดเลือกสูตรข้าวย่ำที่เหมาะสม จาก 5 สูตร ที่มีส่วนผสมสำคัญ ได้แก่ ข้าวร้อยละ 50-65 เครื่องแกงร้อยละ 30-40 และผักร้อยละ 5-15 ทำการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอดข้าวอบแห้ง และศึกษาพัฒนาสูตรที่ใช้ในการผลิตที่มีการจัดสิ่งทดลองแบบ Mixture Design นอกจากนี้ศึกษาคูณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์และทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าข้าวย่ำเครื่องแกงสูตรที่ 2 เหมาะสมที่สุดในการพัฒนา อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทอดข้าวอบแห้ง คือ 240 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที อัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวพองต่อเครื่องแกงและผัก คือ ร้อยละ 65:30:5 ตามลำดับ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าข้าวย่ำเครื่องแกงกรอบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งด้านสีรสชาติความกรอบ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม ยกเว้นด้านกลิ่น โดยสูตรที่ 1 เป็นสูตรที่เหมาะสม โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสีรสชาติความกรอบ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคะแนนความชอบรวม มากที่สุด ผลิตภัณฑ์ มีความชื้นร้อยละ 9.06 ± 0.03 , $a_w 0.42 \pm 0.02$, ความเป็นกรด-ด่าง 6.12 ± 0.02 , ความกรอบ 22.25 ± 2.61 นิวตัน, ความแข็ง $1,781.56 \pm 467.25$ นิวตัน และมีค่าสี L 67.17 ± 0.5 , ค่า a^* 0.52 ± 0.02 และค่า b^* 5.40 ± 0.11

วิลาสินี ตีปัญญา (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้งเพื่อชุมชนเขาค้อโดยมีการใช้ข้าวพองร้อยละ 50 มะขามหวานร้อยละ 20 ถั่วทองร้อยละ 10 งาขาวคั่วร้อยละ 10 กล้วยตากร้อยละ 10 โดยนำมาผสมกับน้ำเชื่อม โดยมีอัตราส่วนของของแข็ง และน้ำเชื่อมเป็น 95.5:0.5 ซึ่งปริมาณน้ำเชื่อมร้อยละ 0.5 ที่ใช้นั้นมีส่วนผสมของฟรุคโทสไซรัปร้อยละ 45 กลูโคสไซรัปร้อยละ 20 และน้ำตาลทรายร้อยละ 10 ใช้เวลาในการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 120 นาที ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ ค่าสี L^* , a^* , b^* มีค่าเท่ากับ 46.9, 11.1 และ 11.3 ตามลำดับ คุณภาพด้านเคมีพบว่าผลิตภัณฑ์มี คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 42.03 ไขมันร้อยละ 26.22 โปรตีน ร้อยละ 13.45 ความชื้นร้อยละ 9.46 โยอาหารร้อยละ 7.68 และเถ้าร้อยละ 1.16 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.1×10^2 โคโลนีต่อกรัม และปริมาณยีสต์รา < 10 โคโลนีต่อกรัม มีการยอมรับโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง

สุธิดา กิจจาวรเสถียร (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชผสมใบชะพลูอัดแห้ง ผลิตภัณฑ์สุดท้ายประกอบด้วยข้าวเม่าคั่วร้อยละ 22 เมล็ดฟักทองอบร้อยละ 12 เมล็ดทานตะวันอบร้อยละ 8 งาขาวคั่วร้อยละ 8 น้ำตาลมะพร้าวร้อยละ 20 แปะแซร้อยละ 10 กะทิร้อยละ 20 ใบชะพลูอบแห้ง ร้อยละ 5 กรรมวิธีการผลิตเริ่มจากการนำน้ำตาล มะพร้าว กะทิ แปะแซ นำมาผสมรวมกัน และให้ความร้อนจนกระทั่งอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที และนำน้ำเชื่อมที่ได้มาผสมกับข้าวเม่าคั่ว เมล็ดฟักทองอบแห้ง เมล็ดทานตะวันอบแห้ง งาขาวคั่ว และใบชะพลูอบแห้งเข้าด้วยกัน จากนั้นนำอัดในถาดอะลูมิเนียมขนาด 6×10 นิ้ว ที่ปูด้วยกระดาษไขแล้วใช้ไม้คลึงแบ่งคลึงให้มีความหนา 1 เซนติเมตร ใช้มีดตัดเป็นชิ้นขนาด $3 \times 6 \times 1$ ลูกบาศก์เซนติเมตร หนัก

ขึ้นละ 10 กรัม และนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที พักไว้ให้เย็น บรรจุในถุงออลูมิเนียมพอยล์ในสภาวะบรรยากาศ เก็บได้ 6 สัปดาห์

สุกัญญา กลุ่มจอหอ (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารธัญพืชชนิดแห้งจากข้าวพองทั้งในด้านกระบวนการผลิต สูตรที่เหมาะสม ความยอมรับของผู้บริโภค และอายุการเก็บรักษา จากผลการศึกษาสูตรที่เหมาะสม คือ ข้าวพองร้อยละ 16.30 ผลไม้อบแห้งร้อยละ 16.30 น้ำตาลปี๊บร้อยละ 9.78 กลูโคสไซรัปร้อยละ 39.14 และกะทิลอยละ 39.14 คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารธัญพืชชนิดแห้งจากข้าวพอง พบว่า มีปริมาณความชื้นร้อยละ 6.43 โดยน้ำหนัก ค่า a_w 0.48 ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ 0.383 นิวตัน ค่าสี L^* 41.81 ค่าสี a^* 3.18 และค่าสี b^* 21.09 เมื่อวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 1.05 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 80.70 ปริมาณไขมันร้อยละ 7.17 ปริมาณเถ้าร้อยละ 2.07 และปริมาณใยอาหารร้อยละ 2.57 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.5×10^2 CFU/g และปริมาณยีสต์ และรา 0.05×10^{-2} CFU/g ผู้บริโภคยอมรับในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง (34-37 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บได้ประมาณ 20 วันในถุงพลาสติก

วรรณภา วงศ์แสงธรรม (2547) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญชาติชนิดแห้งจากคัพพะข้าวโพดโดยมีส่วนผสมของสารยึดเกาะที่เหมาะสมดังนี้ น้ำตาลปี๊บ กะทิ แปะแซ และเกลือป่น ปริมาณร้อยละ 45, 45, 9 และ 1 ตามลำดับ บรรจุผลิตภัณฑ์ที่ได้ในถุงออลูมิเนียมพอยล์ลามิเนท พลาสติก 2 ชนิด คือ พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate) หนา 12 ไมโครเมตร และ เมทัลไลซ์พอลิโพรพิลีน (metalize polypropylene) หนา 25 ไมโครเมตร โดยทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และเก็บรักษาเท่ากับ 35 วัน ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่สภาวะเร่งอุณหภูมิ 35 และ 45 องศาเซลเซียส อายุการเก็บรักษาเท่ากับ 26 และ 14 ตามลำดับ สาเหตุที่ผลิตภัณฑ์ธัญชาติ ชนิดแห้งจากคัพพะข้าวโพดมีอายุการเก็บที่สั้น เป็นผลเนื่องมาจากส่วนประกอบที่เป็นกะทิ และน้ำตาลสูง จึงมีผลต่อกลิ่น และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เมื่อทำการเก็บรักษาไว้ผู้บริโภคไม่ยอมรับกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ เมื่อค่า TBA เท่ากับ 0.26 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมไขมัน และไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และราในผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบทุกสภาวะ เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

จริยา คุณะวิภากร (2543) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากข้าวพองที่ทำจากข้าวกล้องหักหอมมะลิผสมเนยถั่วลิสง โดยสูตรอาหารว่างประกอบด้วยข้าวพอง เนยถั่วลิสง แปะแซ น้ำตาลซูโครสและ น้ำตาลกลูโคสร้อยละ 32.5, 27.5, 16, 12 และ 12 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่ได้สารอาหารสำคัญคือ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 12.63, 17.74, 0.91 และ 65.73 ตามลำดับ พบว่าผู้บริโภคมองมีความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง ผลการศึกษาอายุการเก็บสภาวะเร่ง คาดว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ได้ 91 วัน

รัชดา สาดตะกุลวัฒนา (2542) ได้ศึกษาการพัฒนาอาหารเข้าพร้อมบริโภคอัดแห้งจากธัญชาติ ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าพร้อมบริโภคอัดแห้งจากธัญชาติ ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าพร้อมบริโภคอัดแห้งจากธัญพืช โดยศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการอบจุ่มข้าวสาลี คือ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที และสภาวะที่ใช้ในการเตรียมข้าวเหนียวพองโดยการให้ความร้อนด้วยน้ำนาน 10 นาที แล้วทอดที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส จากนั้นหาสัดส่วนที่เหมาะสม

ของจมูกข้าวสาลี ปลายข้าวเหนียวพอง และถั่วลิสงคั่ว พบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมคือ 20:40:40 แล้วศึกษาสัดส่วนของน้ำเชื่อมมอลโตส และน้ำผึ้ง จากนั้นทำการคัดเลือกสูตรโดยใช้การทดลองทางประสาทสัมผัส พบว่าสูตรที่มีอัตราส่วนของน้ำเชื่อมมอลโตส และน้ำผึ้งเป็น 20:14 โดยใช้แรงในการกดอัด ผลิตรัณฑ์ที่ 3 กิโลกรัมต่อ 144 ตารางเซนติเมตร เมื่อนำผลิตรัณฑ์มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าผลิตรัณฑ์ประกอบด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และเยื่อใย ร้อยละ 18.8, 46.5, 27.3, และ 6.7 ตามลำดับ ผลการศึกษาอายุการเก็บ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ผลิตรัณฑ์สามารถเก็บไว้ในถุง OPP/Metallized/PP และ OPP/Metallized/Pet ได้นาน 30 วัน และ 64 วัน ตามลำดับ

วิมลศิริ ธนะสูติ (2539) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตรัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปชนิดแท่ง โดยหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตรัณฑ์ที่มีส่วนประกอบดังนี้ ข้าวเม่าคั่ว ร้อยละ 15 ถั่วลิสง ร้อยละ 20 เมล็ดทานตะวัน ร้อยละ 18 แปะแซ ร้อยละ 3.2 แยมสับปะรด ร้อยละ 15 น้ำ ร้อยละ 5 น้ำผึ้ง ร้อยละ 4.3 และเกลือ ร้อยละ 0.5 ผสมทุกอย่างจนเป็นเนื้อเดียวกันอัดลงในแม่พิมพ์ขนาด 3x5x7.5 เซนติเมตร แล้วอบผลิตรัณฑ์ให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ได้ผลิตรัณฑ์ที่มีคุณสมบัติดังนี้ ความแข็ง 62.82 นิวตัน ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.37 ความชื้น ร้อยละ 5.96 คะแนนการยอมรับของผลิตรัณฑ์อยู่ในระดับปานกลาง

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

- 3.1.1 ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ตำบลบางขันหมาก อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี)
- 3.1.2 งาขาว (ตราไรท์พรี, บริษัทไทยซีเรียลส์เวิลด์, ประเทศไทย)
- 3.1.3 ถั่วลิสง (ตราข้าวทอง, บริษัทอุตสาหกรรมอาหารไทย, ประเทศไทย)
- 3.1.4 เมล็ดทานตะวัน (ร้านกิมกีเบเกอร์รี่, ตำบลท่าศาลา อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี, ประเทศไทย)
- 3.1.5 ลูกเกดสีทอง (ร้านกิมกีเบเกอร์รี่, ตำบลท่าศาลา อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี, ประเทศไทย)
- 3.1.6 น้ำผึ้ง (ตราน้ำผึ้งเทพกัศติ, โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ จังหวัดลพบุรี, ประเทศไทย)
- 3.1.7 กลูโคสไซรัป (ตราช้างห้าดาว, บริษัทนครหลวงกลูโคสจำกัด, ประเทศไทย)
- 3.1.8 เกลือ (ตราปรุททิพย์, บริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์, ประเทศไทย)
- 3.1.9 น้ำมัน (ตรามรกต, บริษัทมรกตอินดัสตรีส์จำกัด, ประเทศไทย)

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการผลิต

- 3.2.1 อุปกรณ์เครื่องครัว
- 3.2.2 เครื่องทอดสแตนเลส (deep fryer; ยี่ห้อ มีโนย่า, รุ่น FMD01, ประเทศไทย)
- 3.2.3 ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า (hot air oven; ยี่ห้อ JSR, รุ่น JSOF-100, ประเทศไทย)
- 3.2.4 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (precision balance; ยี่ห้อ Mettler Toledo, รุ่น OL202-L, ประเทศสวิตเซอร์แลนด์)

3.3 เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการวิเคราะห์

- 3.3.1 เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ
 - 1) เครื่องวัดความชื้น (moisture analyzer; ยี่ห้อ Ohaus, รุ่น MB45, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
 - 2) เครื่องมือวัดอัตราส่วนการพองตัว: เครื่องชั่งน้ำหนัก และกระบอกตวง
 - 3) เครื่องมือวัดความหนาแน่นโดยรวม (bulk density: เครื่องชั่งน้ำหนัก และกระบอกตวง
 - 4) เครื่องวัดสีระบบ CIE L*, a*, b* (color measure quality: ยี่ห้อ Hunter Lab, รุ่น color hex Z2, ประเทศญี่ปุ่น)
 - 5) เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analyzer; ยี่ห้อ stable microsystem, รุ่น TX-XT plus, ประเทศอังกฤษ)
- 3.3.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพประสาทสัมผัส

- 1) แบบทดสอบ
- 2) อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดสอบ

3.4 เครื่องมือในการประมวลผลงานวิจัย

- 3.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- 3.5.2 โปรแกรมประมวลผลทางสถิติสำเร็จรูป SPSS version 20
- 3.5.3 โปรแกรม Microsoft Excel 2010

3.5 วิธีดำเนินงานวิจัย

ตอนที่ 1 ศึกษาการเตรียมข้าวพองข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสม

ข้าวที่ใช้ในการทำข้าวพอง เป็นข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในจังหวัดลพบุรี ซึ่งผ่านการกะเทาะเปลือก มาแช่น้ำอัตราส่วน 2:1 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วนำไปนึ่งเป็นเวลา 2 ชั่วโมงจนข้าวสุก จากนั้นนำมาอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน ศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง 3 ระดับ คือ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จากนั้นนำข้าวไรซ์เบอร์รี่สุกที่ผ่านการอบแห้งแล้วไปทอดในเครื่องทอดแบบควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที นำข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการทอด ดังแสดงในภาพที่ 3.1 แล้วนำมาศึกษาคุณภาพดังนี้

1) อัตราส่วนการพองตัว โดยใช้การแทนที่เมล็ดงา

นำเมล็ดงาใส่ถ้วยแก้วปากเรียบให้เต็ม ปาดให้เรียบ วัดปริมาตรโดยใช้กระบอกตวง (V1) นำข้าวพองไรซ์เบอร์รี่อบแห้งใส่ถ้วยใบเดิม วัดปริมาตรที่เหลือหลังนำข้าวอบแห้งออก (V2) ความแตกต่างของเมล็ดงา (V1-V2) คือ ปริมาตรข้าวพองก่อนทอด จากนั้นนำข้าวพองไปทอด และหาปริมาตร (V3) จะได้ปริมาตรขนมขบเคี้ยวหลังทอด (V1-V3) ดัดแปลงมาจากวิธีการของ (ธงชัย สุวรรณสิขณณ์, 2553)

$$\text{อัตราส่วนการพองตัว (เท่า)} = \frac{\text{ปริมาตรของข้าวพองหลังทอด}}{\text{ปริมาตรของเมล็ดงา}}$$

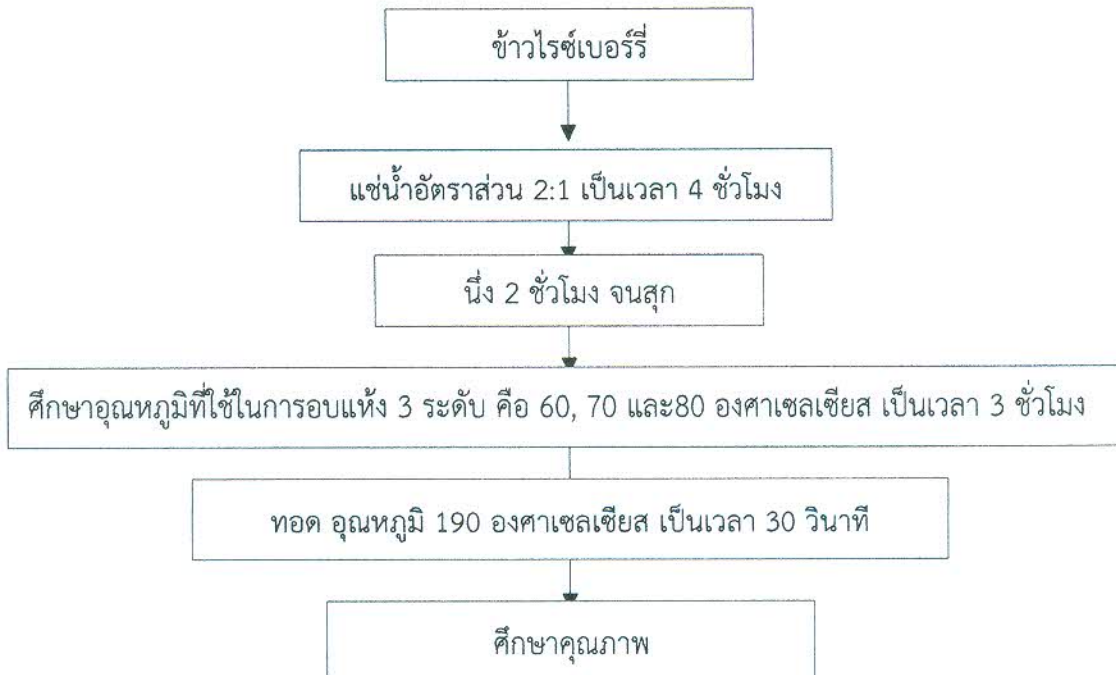
2) ความหนาแน่นโดยรวม (bulk density)

โดยใช้กระบอกตวงขนาด 25 มิลลิลิตร เทตัวอย่างลงไปประมาณ 2/3 ของกระบอกตวง จากนั้นเคาะ 15 ครั้ง เติมตัวอย่างที่เหลือให้ล้นแก้วแล้วทำการเคาะอีก 5 ครั้ง แล้วปาดตัวอย่างที่เกินขอบแก้วออก ชั่งน้ำหนักแล้วนำค่าไปหารด้วยปริมาตรของแก้ว จะได้ความหนาแน่น หน่วยเป็น กรัมต่อมิลลิลิตร ดัดแปลงมาจากวิธีการของ (ธงชัย สุวรรณสิขณณ์, 2553)

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวพอง (กรัม)}}{\text{ปริมาตรของข้าวพอง (มิลลิลิตร)}}$$

3) วัดค่าสีของข้าวพองหลังการทอด ได้แก่ ค่าสี L* หมายถึง ค่าความสว่าง (0 หมายถึง มืด และ 100 หมายถึง สว่าง) a* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีแดง, - หมายถึง วัตถุที่มีสีเขียว) และ b* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุที่มีสีน้ำเงิน) โดยใช้เครื่องวัดสี

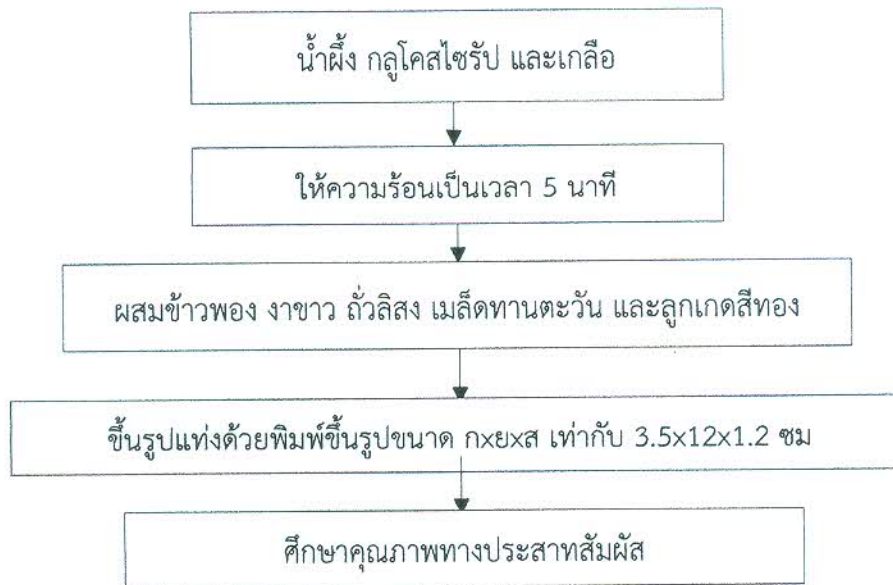
4) วิเคราะห์หาปริมาณความชื้นโดยเครื่องวัดความชื้น moisture analyzer



ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการเตรียมข้าวฟองข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสม

ตอนที่ 2 ศึกษาผลของสัดส่วนสารให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

สัดส่วนสารให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ ได้ทำการศึกษาสัดส่วนสารให้ความหวาน 5 สิ่งทดลอง คือ กลูโคสไซรัปต่อน้ำผึ้งร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ต่อส่วนผสมหลัก ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ดัดแปลงกรรมวิธีมาจาก จริยา คุณะวิภากร (2543) โดยส่วนผสมหลักมีปริมาณ คือ ปริมาณข้าวฟอง ร้อยละ 59 งาขาว ร้อยละ 10 ถั่วลิสง ร้อยละ 10 เมล็ดทานตะวัน ร้อยละ 10 ลูกเกดสีทอง ร้อยละ 10 และเกลือ ร้อยละ 1 ดังแสดงในตารางที่ 3.2 ดัดแปลงกรรมวิธีมาจาก กมลวรรณ แจ่มชัด และคณะ (2547) โดยมีกรรมวิธีการผลิตดังนี้ นำน้ำผึ้ง กลูโคสไซรัป และเกลือ มาผสมให้เข้ากัน โดยให้ความร้อนเป็นเวลา 5 นาที กวนผสมจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วยกลงจากเตา จากนั้นผสมข้าวฟอง งาขาว ถั่วลิสง เมล็ดทานตะวัน และลูกเกดสีทองลงไป แล้วนำไปขึ้นรูปแท่งด้วยพิมพ์ขึ้นรูปขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 3.5x12x1.2 เซนติเมตร ให้น้ำหนักปริมาณ 30 กรัมต่อแท่ง ดังแสดงในภาพที่ 3.4 และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) จากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ในด้าน สี กลิ่น ความหวาน ความแข็ง และความชอบโดยรวม



ภาพที่ 3.2 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนของสารให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

สิ่งทดลอง	กลูโคสไซรัป (ร้อยละ)	น้ำผึ้ง (ร้อยละ)
1	100	0
2	75	25
3	50	50
4	25	75
5	0	100

ที่มา : ดัดแปลงจาก จริญญา คุณะวิภากร (2543)

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมหลักของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

วัตถุดิบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
ข้าวพอง	59
งาขาว	10
ลูกเกดสีทอง	10
เมล็ดทานตะวัน	10
ถั่วลิสง	10
เกลือ	1

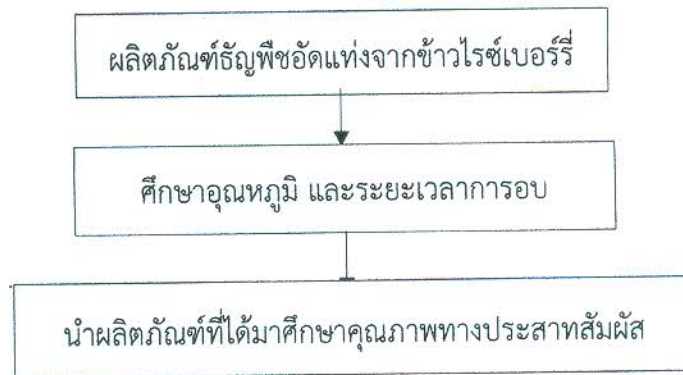
ที่มา : ดัดแปลงจาก กมลวรรณ แจ่มชัด และคณะ (2547)

ตอนที่ 3 ศึกษาอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

ใช้อัตราส่วนที่เหมาะสมจากตอนที่ 3 ศึกษาระยะเวลาในการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งโดยจัดทำสิ่งทดลองแบบ (3x3) Factorial in CRD ศึกษาอุณหภูมิในการอบ 3 ระดับคือ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการอบ 3 ระดับ คือ 90, 120 และ 150 นาที ดังแสดงในตารางที่ 3.3 และภาพที่ 3.5 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) จากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ในด้าน สี กลิ่น ความหวาน ความกรอบ และความชอบโดยรวม

ตารางที่ 3.3 การศึกษาอุณหภูมิ และระยะเวลาการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

สิ่งทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)
1	60	90
2	60	120
3	60	150
4	70	90
5	70	120
6	70	150
7	80	90
8	80	120
9	80	150



ภาพที่ 3.3 กรรมวิธีการศึกษาอุณหภูมิ และระยะเวลาการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

บทที่ 4

ผลการทดลอง และการอภิปราย

ตอนที่ 1 การศึกษาการเตรียมข้าวพองข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.1 ผลของการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ของข้าวพองไรซ์เบอร์รี่

อุณหภูมิ (°C)	การพองตัวของ ข้าวไรซ์ เบอร์รี่ (เท่า)	ความ หนาแน่น โดยรวม (กรัม/ มิลลิลิตร)	ค่าสี			ปริมาณ ความชื้น (ร้อยละ)
			L*	a*	b*	
60	1.66 ^a ±0.16	9.01 ^c ±0.06	28.02 ^a ±0.01	5.50 ^c ±0.01	3.90 ^c ±0.02	2.35 ^c ±0.27
70	1.05 ^b ±0.01	9.82 ^b ±0.02	24.88 ^b ±0.01	6.09 ^b ±0.03	5.12 ^b ±0.02	2.82 ^b ±0.43
80	0.52 ^c ±0.09	16.48 ^a ±0.01	20.78 ^c ±0.01	6.57 ^a ±0.02	6.28 ^a ±0.02	3.52 ^a ±0.48

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 ผลของการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของ ข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ พบว่า การพองตัวของข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการอบทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 0.52-1.66 เท่า พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่าการพองตัวมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.66±0.16 เท่า รองลงมาคือ การอบที่อุณหภูมิ 70 และ 60 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.05±0.01 เท่า และ 0.52±0.09 เท่า ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้การพองตัวมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรอนงค์ นัยวิกุล และคณะ (2526) ได้ทำการศึกษาข้าวพองสไตล์ญี่ปุ่น จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิในการอบที่สูงขึ้น ทำให้เกิดการพองตัวน้อยลง

ความหนาแน่นโดยรวมของข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการอบทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 9.01-16.48 กรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่นโดยรวมมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 16.48±0.01 กรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือการอบที่อุณหภูมิ 70 และ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.82±0.02 กรัมต่อมิลลิลิตร และ 9.01±0.06 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่นมากที่สุด แสดงให้เห็นว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้มีความหนาแน่นมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับอัตราส่วนการพองตัวของข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยเมื่ออัตราส่วนการพองมากจะทำให้ความหนาแน่นโดยรวมของข้าวพองมีค่าน้อย

ค่าความสว่าง (L^*) ของข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการอบทั้ง 3 อุณหภูมิมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 20.78-28.02 พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่าความสว่างมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 28.02 ± 0.005 รองลงมาคือการอบที่อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 24.88 ± 0.01 และ 20.78 ± 0.01 ตามลำดับ พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ข้าวพองไรซ์เบอร์รี่มีการพองมากที่สุด ทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดของข้าวไรซ์เบอร์รี่แตกออกทำให้เห็นเนื้อของข้าวที่มีสีอ่อนกว่าเยื่อหุ้มเมล็ด จึงทำให้มีค่าความสว่างมากขึ้น

ค่าสีแดง และสีเขียว (a^*) ของข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการอบทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 5.50-6.57 พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าสี a^* มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.57 ± 0.02 จะแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นสีแดงมากที่สุด รองลงมาคือการอบที่อุณหภูมิ 70 และ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.09 ± 0.03 และ 5.50 ± 0.01 ตามลำดับ พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ข้าวพองไรซ์เบอร์รี่มีการพองน้อยที่สุด เยื่อหุ้มเมล็ดข้าวของข้าวไรซ์เบอร์รี่จึงแตกออกน้อย จึงทำให้มีความเป็นสีแดงมากกว่า

ค่าสีเหลือง และสีน้ำเงิน (b^*) ของข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 3.90-6.28 พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าสี b^* มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.28 ± 0.02 จะแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นสีเหลืองมากที่สุด รองลงมาคือการอบที่อุณหภูมิ 70 และ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.12 ± 0.02 และ 3.90 ± 0.02 ตามลำดับ

ร้อยละปริมาณความชื้นของข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 2.35-3.52 พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าร้อยละปริมาณความชื้นมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 3.52 ± 0.48 รองลงมาคือการอบที่อุณหภูมิ 70 และ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.82 ± 0.43 และ 2.35 ± 0.27 ตามลำดับ เนื่องจากการทอดเป็นทำแห้งอีกวิธีหนึ่ง ทำให้การทอดข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่อบอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งเกิดอัตราการพองตัวน้อย ไม่สามารถไล่น้ำออกได้ จึงทำให้มีความชื้นมากที่สุด

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ ได้คัดเลือกอุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในการอบข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ซึ่งเป็นอุณหภูมิ และระยะเวลาเหมาะสมที่ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีอัตราส่วนการพองตัวมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.66 ± 0.16 เท่า และมีร้อยละปริมาณความชื้นน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.35 ± 0.27 ความหนาแน่นโดยรวมมีค่าเท่ากับ 9.01 ± 0.06 กรัมต่อมิลลิลิตร และค่าสี L^* มีค่าเท่ากับ 28.02 ± 0.005 ซึ่งมีค่าความสว่างมากที่สุด a^* มีค่าเท่ากับ 5.50 ± 0.01 ซึ่งมีค่าไปในทิศทางสีแดงมากที่สุด และ b^* มีค่าเท่ากับ 3.90 ± 0.02 ซึ่งมีค่าไปในทิศทางสีเหลืองมากที่สุด และนำมาศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาสัดส่วนสารให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

ตารางที่ 4.2 ผลของการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสัดส่วนสารให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

สิ่งทดลอง	สัดส่วน (ร้อยละ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (คะแนน)				
		สี	กลิ่น	ความหวาน	ความแข็ง	ความชอบโดยรวม
1	100:0	5.76 ^c ±1.20	6.23 ^c ±0.98	3.86 ^c ±0.80	4.60 ^d ±0.95	4.96 ^c ±1.04
2	75:25	6.53 ^{ab} ±1.17	6.30 ^{bc} ±0.90	5.06 ^b ±0.85	5.23 ^b ±0.95	5.46 ^b ±0.99
3	50:50	6.76 ^a ±0.88	6.93 ^a ±0.77	6.60 ^a ±0.91	6.66 ^a ±0.78	6.50 ^a ±0.92
4	25:75	6.00 ^{bc} ±1.39	6.76 ^{ab} ±0.84	4.90 ^b ±0.90	5.06 ^{bc} ±0.77	5.23 ^{bc} ±0.80
5	0:100	6.40 ^{ab} ±0.87	6.33 ^{bc} ±0.94	4.83 ^b ±0.93	4.73 ^{cd} ±0.77	5.46 ^b ±0.49

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ใช้การทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด, 2=ไม่ชอบมาก, 3=ไม่ชอบปานกลาง, 4=ไม่ชอบเล็กน้อย, 5=เฉยๆ, 6=ชอบเล็กน้อย, 7=ชอบปานกลาง, 8=ชอบมาก, 9=ชอบมากที่สุด)

จากตารางที่ 4.2 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสัดส่วนสารให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่า

คุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งทั้ง 5 สิ่งทดลอง โดยสิ่งทดลองที่ 2, 3 และ 5 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และสิ่งทดลองที่ 1 และ 4 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งทุกสิ่งทดลองมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.76-6.76 คะแนน โดยสิ่งทดลองที่ 3 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.76±0.88 คะแนน หมายถึงชอบเล็กน้อย สิ่งทดลองที่ 2, 5 และ 4 ผู้บริโภคให้คะแนนรองลงมา มีค่าเท่ากับ 6.53±1.17, 6.40±0.87 และ 6.00±1.39 คะแนน ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ 1 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 5.76±1.20 คะแนน ซึ่งหมายถึงระดับเฉยๆ

คุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งทั้ง 5 สิ่งทดลอง โดยสิ่งทดลองที่ 3 และ 4 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และสิ่งทดลองที่ 1, 2 และ 5 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งทุกสิ่งทดลองมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.23-6.93 คะแนน โดยสิ่งทดลองที่ 3 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.93±0.77 คะแนน หมายถึงชอบเล็กน้อย สิ่งทดลองที่ 4, 5 และ 2 ผู้บริโภคให้คะแนนรองลงมา มีค่าเท่ากับ 6.76±0.84, 6.33±0.94 และ 6.30±0.90 คะแนน ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ 1 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.23±0.98 คะแนน ซึ่งหมายถึงระดับชอบเล็กน้อย

คุณลักษณะด้านความหวานของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งทั้ง 5 สิ่งทดลอง โดยสิ่งทดลองที่ 2, 4 และ 5 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 1 และ 3 ซึ่งทุกสิ่งทดลองมีคะแนนอยู่ในช่วง 3.86-6.60 คะแนน โดยสิ่งทดลองที่ 3 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านความหวานมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.60 ± 0.91 คะแนน หมายถึงชอบเล็กน้อย สิ่งทดลองที่ 2, 4 และ 5 ผู้บริโภคให้คะแนนรองลงมา มีค่าเท่ากับ 5.06 ± 0.85 , 4.90 ± 0.90 และ 4.83 ± 0.93 คะแนน ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ 1 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.86 ± 0.80 คะแนน ซึ่งหมายถึงระดับไม่ชอบปานกลาง

คุณลักษณะด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งทั้ง 5 สิ่งทดลอง โดยสิ่งทดลองที่ 2 และ 4 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และสิ่งทดลองที่ 1 และ 5 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 3 ซึ่งทุกสิ่งทดลองมีคะแนนอยู่ในช่วง 4.60-6.66 คะแนน โดยสิ่งทดลองที่ 3 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านความแข็งมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.66 ± 0.78 คะแนน หมายถึงชอบเล็กน้อย สิ่งทดลองที่ 2, 4 และ 5 ผู้บริโภคให้คะแนนรองลงมา มีค่าเท่ากับ 5.23 ± 0.95 , 5.06 ± 0.774 และ 4.73 ± 0.77 คะแนน ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ 1 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.60 ± 0.95 คะแนน ซึ่งหมายถึงระดับไม่ชอบเล็กน้อย

คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งทั้ง 5 สิ่งทดลอง โดยสิ่งทดลองที่ 2, 4 และ 5 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และสิ่งทดลองที่ 1 และ 4 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 3 ซึ่งทุกสิ่งทดลองมีคะแนนอยู่ในช่วง 4.96-6.50 คะแนน โดยสิ่งทดลองที่ 3 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.50 ± 0.92 คะแนน หมายถึงชอบเล็กน้อย สิ่งทดลองที่ 5, 2 และ 4 ผู้บริโภคให้คะแนนรองลงมา มีค่าเท่ากับ 5.46 ± 0.49 , 5.46 ± 0.99 และ 5.23 ± 0.80 คะแนน ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ 1 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.96 ± 1.04 คะแนน ซึ่งหมายถึงระดับไม่ชอบเล็กน้อย

จากการคัดเลือกผลของการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสัดส่วนสารให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เพื่อนำมาคัดเลือกเป็นสูตรพื้นฐานทั้ง 5 สิ่งทดลอง โดยสิ่งทดลองที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ใส่กลูโคสไซรัปปริมาณ ร้อยละ 50 และน้ำผึ้ง ร้อยละ 50 ต่อส่วนผสมหลัก โดยส่วนผสมหลักมีข้าวพอง ร้อยละ 59 งาขาว ร้อยละ 10 ถั่วลิสง ร้อยละ 10 เมล็ดทานตะวัน ร้อยละ 10 ลูกเกดสีทอง ร้อยละ 10 และเกลือ ร้อยละ 1 ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีความหวานที่เหมาะสม และผู้บริโภครับได้ มีคะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น ความหวาน ความแข็ง และความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.76 ± 0.88 , 6.93 ± 0.77 , 6.60 ± 0.91 , 6.66 ± 0.78 และ 6.50 ± 0.92 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งเป็นสิ่งทดลองที่ผู้บริโภครับมากที่สุด และนำมาทำการศึกษาระยะเวลาในการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

ตารางที่ 4.3 ผลของการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (คะแนน)				
	สี	กลิ่น	ความหวาน	ความแข็ง	ความชอบโดยรวม
1	5.80 ^{bc} ±0.79	6.20 ^c ±0.70	6.76 ^{bc} ±0.55	4.63 ^f ±0.75	6.00 ^e ±0.51
2	5.70 ^c ±0.82	6.16 ^c ±0.68	6.76 ^{bc} ±0.61	5.00 ^{ef} ±1.03	6.20 ^{de} ±0.47
3	5.70 ^c ±0.78	6.16 ^c ±0.68	6.66 ^c ±0.69	5.23 ^e ±1.20	6.23 ^{de} ±0.61
4	5.90 ^{bc} ±0.83	6.23 ^c ±0.55	6.83 ^{bc} ±0.53	5.60 ^{cd} ±0.98	6.43 ^{de} ±0.61
5	5.86 ^{bc} ±0.84	6.36 ^{bc} ±0.54	6.80 ^{bc} ±0.60	5.66 ^{cd} ±0.97	6.40 ^{cd} ±0.61
6	5.90 ^{bc} ±0.90	6.36 ^{bc} ±0.60	6.76 ^{bc} ±0.61	6.10 ^c ±0.94	6.66 ^c ±0.53
7	6.16 ^{bc} ±1.00	6.53 ^{bc} ±0.66	6.90 ^{bc} ±0.53	6.73 ^b ±0.99	7.00 ^b ±0.51
8	6.23 ^b ±0.98	6.66 ^b ±0.64	7.03 ^b ±0.54	7.16 ^b ±0.58	7.16 ^b ±0.52
9	6.86 ^a ±0.80	7.03 ^a ±0.54	7.56 ^a ±0.49	8.40 ^a ±0.75	8.03 ^a ±0.60

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ใช้การทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด, 2=ไม่ชอบมาก, 3=ไม่ชอบปานกลาง, 4=ไม่ชอบเล็กน้อย, 5=เฉยๆ, 6=ชอบเล็กน้อย, 7=ชอบปานกลาง, 8=ชอบมาก, 9=ชอบมากที่สุด)

จากตารางที่ 4.3 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่า

คุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งทั้ง 9 สิ่งทดลอง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.70-6.86 คะแนน โดยสิ่งทดลองที่ 9 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.86±0.80 คะแนน หมายถึง ชอบเล็กน้อย สิ่งทดลองที่ 8, 7, 4, 6, 5 และ 1 ผู้บริโภคให้คะแนนรองลงมา มีค่าเท่ากับ 6.23±0.98, 6.16±1.00, 5.90±0.83, 5.90±0.90, 5.86±0.84 และ 5.80±0.79 คะแนน ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 5.70±0.82 และ 5.70±0.78 คะแนน ซึ่งหมายถึง ระดับเฉยๆ

คุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งทั้ง 9 สิ่งทดลอง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งทุกสิ่งทดลองมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.16-7.03 คะแนน โดยสิ่งทดลองที่ 9 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.03 ± 0.54 คะแนน หมายถึงชอบเล็กน้อย สิ่งทดลองที่ 8, 7, 5, 6, 4 และ 1 ผู้บริโภคให้คะแนนรองลงมา มีค่าเท่ากับ 6.66 ± 0.64 , 6.53 ± 0.66 , 6.36 ± 0.54 , 6.36 ± 0.60 , 6.23 ± 0.55 และ 6.20 ± 0.70 คะแนน ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.16 ± 0.68 และ 6.16 ± 0.68 คะแนน ซึ่งหมายถึงระดับชอบเล็กน้อย

คุณลักษณะด้านความหวานของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งทั้ง 9 สิ่งทดลอง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งทุกสิ่งทดลองมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.66-7.56 คะแนน โดยสิ่งทดลองที่ 9 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านความหวานมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.56 ± 0.49 คะแนน หมายถึงชอบเล็กน้อย สิ่งทดลองที่ 8, 7, 4, 1, 2 และ 6 ผู้บริโภคให้คะแนนรองลงมา มีค่าเท่ากับ 7.03 ± 0.54 , 6.90 ± 0.53 , 6.83 ± 0.53 , 6.76 ± 0.55 , 6.76 ± 0.61 และ 6.76 ± 0.61 คะแนน ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ 3 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.66 ± 0.69 คะแนน ซึ่งหมายถึงระดับชอบเล็กน้อย

คุณลักษณะด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งทั้ง 9 สิ่งทดลอง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งทุกสิ่งทดลองมีคะแนนอยู่ในช่วง 4.63-8.40 คะแนน โดยสิ่งทดลองที่ 9 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านความแข็งมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 8.40 ± 4.63 หมายถึงชอบเล็กน้อย สิ่งทดลองที่ 8, 7, 6, 5, 4, 3 และ 2 ผู้บริโภคให้คะแนนรองลงมา มีค่าเท่ากับ 8.40 ± 0.75 , 6.73 ± 0.99 , 6.43 ± 0.61 , 6.10 ± 0.94 , 6.10 ± 0.94 , 5.23 ± 1.20 และ 5.00 ± 1.03 คะแนน ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ 1 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.63 ± 0.75 คะแนน ซึ่งหมายถึงระดับไม่ชอบเล็กน้อย

คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งทั้ง 9 สิ่งทดลอง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งทุกสิ่งทดลองมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.00-8.03 คะแนน โดยสิ่งทดลองที่ 9 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 8.03 ± 0.60 คะแนน หมายถึงชอบเล็กน้อย สิ่งทดลองที่ 8, 7, 6, 4, 5, 3 และ 2 ผู้บริโภคให้คะแนนรองลงมา มีค่าเท่ากับ 7.16 ± 0.52 , 7.00 ± 0.51 , 6.66 ± 0.53 , 6.43 ± 0.61 , 6.40 ± 0.61 , 6.23 ± 0.61 และ 6.20 ± 0.47 คะแนน ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ 1 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.00 ± 0.51 คะแนน ซึ่งหมายถึงระดับไม่ชอบเล็กน้อย

จากผลของการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอุณหภูมิตั้งแต่ระยะเวลาในการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ทั้ง 9 สิ่งทดลอง พบว่า สิ่งทดลองที่ 9 ผู้บริโภคให้คะแนนยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ อุณหภูมิในการอบที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 150 นาที ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น ความหวาน ความแข็ง และความชอบโดยรวมที่ผู้บริโภคยอมรับได้ มีคะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น ความหวาน ความแข็ง และความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.86 ± 0.80 , 7.03 ± 0.54 , 7.56 ± 0.49 , 8.40 ± 0.75 และ 8.03 ± 0.60 คะแนน ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ทั้ง 3 อุณหภูมิ โดยอัตราส่วนการพองตัวที่ดีที่สุด คือ ข้าวพองไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการอบที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยมีอัตราส่วนการพองตัวเท่ากับ 1.66 เท่า ความหนาแน่นโดยรวมมีค่าเท่ากับ 9.01 กรัมต่อมิลลิลิตร การวัดค่าสี พบว่ามี ค่าสี L* เท่ากับ 28.02 ค่าสี a* เท่ากับ 5.50 และค่าสี b* เท่ากับ 3.90 และร้อยละปริมาณความชื้นมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.35

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสัดส่วนสารให้ความหวานต่อผลิตภัณฑ์ ัณูพีชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ทั้ง 5 สิ่งทดลอง โดยสิ่งทดลองที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดคือ ผลิตภัณฑ์ัณูพีชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ ที่ใส่กลูโคสไซรัปปริมาณ ร้อยละ 50 และน้ำผึ้ง ร้อยละ 50 ต่อส่วนผสมหลัก โดยส่วนผสมหลักมี ข้าวพอง ร้อยละ 59 งาขาว ร้อยละ 10 ถั่วลิสง ร้อยละ 10 เมล็ดทานตะวัน ร้อยละ 10 ลูกเกดสีทอง ร้อยละ 10 และเกลือ ร้อยละ 1 มีคะแนน คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น ความหวาน ความแข็ง และความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.76, 6.93, 6.60, 6.66 และ 6.50 คะแนน ตามลำดับ

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากการศึกษาอุณหภูมิ และระยะเวลา ในการอบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ัณูพีชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ทั้ง 9 สิ่งทดลองที่ได้รับการ ยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด และที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ คือ ระยะเวลาในการ อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 150 นาที มีคะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น ความหวาน ความแข็ง และความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.86, 7.03, 7.56, 8.40 และ 8.03 คะแนน ตามลำดับ

บรรณานุกรม

- กมลวรรณ แจ่มชัด, อนุวัตร แจ่มชัด และประชา บุญยสิริกุล. (2547). การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจาก
ข้าวผสมผลไม้โดยวิธีเอกซ์ทรูชัน. น.61-72. ในการใช้ประโยชน์จากข้าวในการสร้างมูลค่า
เพิ่มเพื่อการส่งออก. กองโครงการและประสานงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัย
แห่งชาติ.
- กองบรรณาธิการการเกษตร. (2557). ไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมสายพันธุ์ใหม่ พลิกชีวิตชาวนาไทย.
กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ปัญญาชน.
- จรียา คุณะวิภากร. (2543). การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากข้าวพองที่ทำจากข้าวกล้องหัก
หอมมะลิผสมเนย ถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- จรียา คุณะวิภากร. (2543). การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากข้าวพองที่ทำจากข้าวกล้องหัก
หอมมะลิผสมเนย ถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ธิดารัตน์ ลบภู และปิยพร บัวคำ. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บาร์พลังต่ำ จากส่วนผสมของ
ข้าวกล้อง สับปะรด และสารสกัดจากหญ้าหวาน. คณะอุตสาหกรรมและการเกษตร
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ประภัสสร เจริญกิจ. (2556). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองจากข้าวกล้องสังข์หยดเมืองพัทลุงที่
ปรุงหน้าด้วยปลาหูแหง โดยใช้เทคนิคไมโครเวฟในการทำแห้ง. วิทยานิพนธ์.
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.
- นัยนา บุญทวีวัฒน์และเรวดี จงสุวัฒน์. (2545). น้ำมันรำข้าวทางเลือกเพื่อสุขภาพของคนไทย.
กรุงเทพฯ.
- พงษ์เทพ เกิดเนตร และจินตนา เจริญเนตรสกุล. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวย่ำเครื่องแกง
กรอบ. วารสารอุตสาหกรรมเกษตรพระจอมเกล้า, 4(1), 19-27.
- เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2550). การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค.
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัชดา สาดตะกั่ววัฒนา. (2542). การพัฒนาอาหารเข้าพร้อมบริโภคอัดแท่งจากธัญชาติ.
วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีการอาหาร), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
กรุงเทพฯ.
- ลลิตา โรจนานุกุล. (2550). ปริมาณเบต้าแคโรทีนและคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผักสดและ
ผักที่ทำให้สุก. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรรณภา วงศ์แสงธรรม. (2547). การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญชาติชนิดแท่งจากคัพภะ
ข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- วิมลศิริ ธนะสูติ. (2539). การพัฒนาอาหารเข้าสำเร็จรูปแบบชนิดแท่ง. วิทยาศาสตร์บัณฑิต.
สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วินัย ดะห์ลัน. (2550). เอกสารประกอบการบรรยาย โภชนาการพื้นฐานเพื่อการมีสุขภาพสมบูรณ์
สูงสุด.

- วิลาสินี ดีปัญญา. (2553). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน อำเภอ
เขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์. รวมบทความวิชาการวิจัยทุนประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์ประจำปีงบประมาณ พศ. 2552.-2554
- สุวรรณา สุภิमारส. (2543). เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อคโกแลต. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุกัญญา กล่อมจ้อหอ. (2552). การพัฒนาอาหารธัญพืชชนิดแท่งจากข้าวพอง. มหาวิทยาลัย
รามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- สุธิตา กิจจาวรเสถียร. (2553). ผลิตภัณฑ์ธัญพืชผสมใบชะพลูอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ .
- Montgomery, J.D. (1991). Equilibrium wage dispersion and interindustry wage
differentials. Quarterly Journal of Economics. 106,163-179
- AOAC. (2000). Official Method of Analysis of AOAC International. 17th edition.
Gaithersburg, MD, U.S.A.
- Jansen J, Karges W and Rink L. 2009. Zinc and diabetes-clinical links and molecular
mechanisms. J Nutr Biochem. 20: 399-417.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2558) .ทานตะวัน. สืบค้น ตุลาคม 24, 2559, จาก:www.ssnet.doae.go.
th/ssnet/2Library/plant/sun.htm.
- คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2557). บทปฏิบัติการเรื่องถั่วลิสง. สืบค้น
ตุลาคม 24, 2559, จาก :www.natres.psu.ac.th.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. (2556).ข้าวพอง สืบค้น ตุลาคม 24,
2559, จากhttp://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3733/%E0%B8%82
%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B8%9E%E0%B8%AD%E0%B8%
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. (2556).น้ำเชื่อมกลูโคส. สืบค้น ตุลาคม 24, 2559,
จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1175/glucose-syrup-
%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B9%80%E0%B8%8A%E0%B8%B7
%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%B
9%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%AA
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. (2556) ความหนาแน่นรวม. สืบค้น ตุลาคม 24,
2559, จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0747/bulk-density-
%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%AB%E0%B8%9
9%E0%B8%B2%E0%B9%81%E0%B8%99%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B8%A
3%E0%B8%A7%E0%B8%A1
- วิริยะ สิริสิงห. (2554). วิทยาศาสตร์ : แทนนิน. สืบค้นเมื่อ พฤษภาคม 4, 2558, จาก
http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=629
- ศูนย์สุขภาพธรรมชาติบำบัด. (2555). สาร Gamma-Oryzanol คืออะไร. สืบค้น กรกฎาคม,
5, 2559. จาก http://www.npcse.co.th/read npc_read_detail.asp?read_id=1172

& cateid=2.

สุนทร ตรีนนันทวัน. (2544). วิตามิน-วิตามิน. นิตยสารชีวจิต, 32(64), หน้า 58-60 สืบค้นเมื่อ พฤษภาคม 4, 2558, จาก <http://edtech.ipst.ac.th/index.php/2011-07-29-04-02-00/18-2011-08-09-06-29-06/763-2012-12-18-07-18-41.html>

เอมอร คชเสนี. (2549). วิตามินบี 1. นิตยสารชีวจิต, 37(191), หน้า 40-42 สืบค้นเมื่อ พฤษภาคม 4, 2558, จาก <http://www.manager.co.th/QOL/ViewNews.aspx?NewsID=9490000107504>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

โดยวิธี 9-point hedonic scale

ชื่อผู้ทดสอบ.....อายุ.....

วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่าง

สเกลความชอบ

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

ลักษณะของผลิตภัณฑ์	ตัวอย่าง				
	100	752	505	257	001
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
ลักษณะเนื้อสัมผัส					
การยอมรับโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. การวัดค่าสี L*, a*, b*

เครื่องมือที่ใช้วัด

- เครื่องวัดสี CLE L*, a*, b* (color measure: ยี่ห้อ Hunter lab ; รุ่น Color Flex EX , ประเทศญี่ปุ่น)

วิธีการวัด

1. กดที่ main menu ให้เลือก product setup
2. หน้าจอจะถามว่า ต้องการแก้ไขค่า configure ของ setup หรือไม่
3. หน้าจอจะขึ้น setup number ให้เลือก setup number ที่ต้องการ กดปุ่มสายฟ้า (สมมติเลือก setup 1)
4. จะเข้าหน้าจอ setup hunter
5. ทำการปรับแต่งตามคู่มือ
6. เมื่อทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่มสายฟ้า กลับเข้า main menu

2. อัตราส่วนการพองตัว โดยการใช้การแทนที่เมล็ดงา

นำเมล็ดงาใส่ถ้วยแก้วปากเรียบให้เต็ม ปาดให้เรียบ วัดปริมาตรโดยใช้กระบอกลง (V1) นำข้าวอบแห้งใส่ถ้วยใบเดิม วัดปริมาตรที่เหลือหลังนำข้าวอบแห้งออก (V2) ความแตกต่างของข้าวไรซ์เบอร์รี่ดิบ (V1-V2) คือ ปริมาตรข้าวพองก่อนทอดจากนั้นนำข้าวพองไปทอด และหาปริมาตร (V3) จะได้ปริมาตรขนมขบเคี้ยวหลังทอด (V1-V3) (ธงชัย สุวรรณสิขณณ์, 2553)

$$\text{อัตราส่วนการพองตัว (เท่า)} = \frac{\text{ปริมาตรของข้าวพองหลังทอด}}{\text{ปริมาตรของข้าวไรซ์เบอร์รี่ดิบก่อนทอด}}$$

3. ความหนาแน่นโดยรวม (bulk density)

โดยใช้กระบอกลงขนาด 25 มิลลิลิตร เทตัวอย่างลงไปประมาณ 2/3 ของกระบอกลง จากนั้นเคาะ 15 ครั้ง เติมตัวอย่างที่เหลือให้ล้นแก้วแล้วทำการเคาะอีก 5 ครั้ง แล้วปาดตัวอย่างที่เกินขอบแก้วออก ชั่งน้ำหนักแล้วนำค่าไปหารด้วยปริมาตรของแก้ว จะได้ความหนาแน่น หน่วยเป็น กรัมต่อมิลลิลิตร ดัดแปลงมาจากวิธีการของ (ธงชัย สุวรรณสิขณณ์, 2553)

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวพอง (กรัม)}}{\text{ปริมาตรของข้าวพอง (มิลลิลิตร)}}$$

ภาคผนวก ค
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ข้าวพอง

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมข้าวพองที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ข้าวพอง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวมาหุงให้สุก ผึ่งแดดหรืออบให้แห้งนำมาทอดหรือคั่วให้พอง คลุกกับส่วนผสมของน้ำน้ำตาล และเบะแซ่ที่เกี่ยวข้องจนเหนียวพอเหมาะ อาจเติมสีผสมอาหารหรือส่วนประกอบอื่น เช่น งาดำ อัดเป็นแผ่น ตัดเป็นชิ้น

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องพอง แห้ง แต่ละชิ้นไม่ติดกันแน่น สามารถแยกออกได้ง่ายด้วยมือโดยไม่เสียรูปทรง ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน อาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อย

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวพอง

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของข้าวพอง ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องเหนียวพอเหมาะ ไม่ร่วนหรือแข็งกระด้าง

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3.6 ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

3.7 วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้สีให้ใช้ได้ตามชนิด และปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.8 จุลินทรีย์

3.8.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.2 ราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำข้าวพอง ให้เป็นไปตามคำแนะนำตาม GMP

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุข้าวพองในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของข้าวพองในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมาย และฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุข้าวพองทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

6.1.1 ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ข้าวพอง ปี่พ้าง

6.1.2 ส่วนประกอบที่สำคัญ

6.1.3 ชนิด และปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร

6.1.4 น้ำหนักสุทธิ

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

6.1.6 ข้อเสนอแนะในการเก็บรักษา

6.1.7 ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ข้าวพองที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอมการบรรจุและเครื่องหมาย และฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อ

ตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าข้าวพองรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สีกลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 จึงจะถือว่าข้าวพองรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้น และวัตถุเจือปนอาหารให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 และข้อ 3.7 จึงจะถือว่าข้าวพองรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.8 จึงจะถือว่าข้าวพองรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างข้าวพองต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าข้าวพองรูนนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สีกลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบข้าวพองอย่างน้อย 5 คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจ และให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 วางตัวอย่างข้าวพองลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1
ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน (ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง

ลักษณะทั่วไป	ต้องพอง แห้ง แต่ละชั้นไม่ติดกัน แน่น สามารถแยกออกได้ง่าย ด้วยมือ โดยไม่เสียรูปทรงใน ภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาด ใกล้เคียงกัน อาจแตกหักได้บ้าง เล็กน้อย	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติ ของข้าวพอง	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติ ของข้าวพอง ปราศจากกลิ่นรสอื่น ที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่น หืน รสขม	4	3	2	1
ลักษณะเนื้อ สัมผัส	ต้องเหนียวพอเหมาะ ไม่ร้อนหรือ แข็งกระด้าง	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอมภาชนะบรรจุ และเครื่องหมาย และฉลาก
ให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบความชื้น และวัตถุเจือปนอาหาร
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบจุลินทรีย์
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ
ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ถั่วลิสงอบ

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมถั่วลิสงอบที่อยู่ในสภาพทั้งฝัก และที่แกะเปลือกออกแล้ว บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ถั่วลิสงอบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำถั่วลิสงทั้งฝักที่อยู่ในสภาพดีมาล้างให้สะอาด หรือใช้เมล็ดถั่วลิสงที่ลอกเยื่อออกแล้ว และอยู่ในสภาพดีมาลวกในน้ำหรือน้ำเกลือแล้วอบให้สุก อาจปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยส่วนประกอบอื่น เช่น เกลือเนย

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องแห้ง ไม่เหม็น กรณีเป็นฝัก ฝักต้องสะอาด สมบูรณ์ ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรง และขนาดใกล้เคียงกัน

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของถั่วลิสงอบ

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของถั่วลิสงอบ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืนรสขม

3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องกรอบ ไม่แข็งกระด้าง

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วน หรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3.6 ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

3.7 อะฟลาทอกซิน

ต้องไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

3.8 จุลินทรีย์

3.8.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.2 ยีสต์ และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำถั่วลิสงอบ ให้เป็นไปตามคำแนะนำตาม GMP

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุถั่วลิสงอบในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของถั่วลิสงอบในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมาย และฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุถั่วลิสงอบทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

6.1.1 ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ถั่วลิสงอบ ถั่วลิสงอบเกลือ ถั่วลิสงมีเปลือกอบเกลือ ถั่วลิสงอบเนย

6.1.2 ส่วนประกอบที่สำคัญ

6.1.3 น้ำหนักสุทธิ

6.1.4 วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)"

6.1.5 ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ถั่วลิสงอบที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไป

7.2.1 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอมการบรรจุ และเครื่องหมาย และฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าถ้าลิสงบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สีกลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 จึงจะถือว่าถ้าลิสงบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้น และอะฟลาทอกซินให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 และข้อ 3.7 จึงจะถือว่าถ้าลิสงบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.8 จึงจะถือว่าถ้าลิสงบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างถ้าลิสงบต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าถ้าลิสงบรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สีกลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส

8.1.1) ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบถ้าลิสงบอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจ และให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2) วางตัวอย่างถ้าลิสงบลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบลักษณะทั่วไป และสี โดยการตรวจพินิจ กรณีเป็นฝักให้แกะเปลือกออก นำเมล็ดมาตรวจสอบกลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการชิม

8.1.3) หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1
ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน (ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง

ลักษณะทั่วไป	ต้องแห้ง ไม่ไหม้ กรณีที่เป็นฝัก ฝักต้องสะอาด สมบูรณ์ ในภาชนะ บรรจุเดียวกันต้องมีรูปร่าง และ ขนาดใกล้เคียงกัน	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติ ของของถั่วลิสงอบ	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติ ของถั่วลิสงอบ ปราศจากกลิ่นรส อื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม	4	3	2	1
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ต้องกรอบ ไม่แข็งกระด้าง	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอมภาชนะบรรจุ และเครื่องหมาย และฉลาก

ให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบความชื้น และอะฟลาทอกซิน

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

งาคั่ว

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมงาคั่วที่มีงาเป็นส่วนประกอบหลัก บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 งาคั่ว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเมล็ดงาดำหรือเมล็ดงาขาวมาล้างให้สะอาด ทำให้แห้งโดยการใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น นำไปคั่วหรืออบให้สุก แล้วนำมาบดหรือไม่บดก็ได้ อาจเติมส่วนประกอบอื่น เช่น สมุนไพรเกลือน้ำตาล

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องแห้ง ไม่เกาะติดกันเป็นก้อน

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับกลิ่นหืนรสขม

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดที่ได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3.5 ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

3.6 อะฟลาทอกซิน (aflatoxin)

ต้องไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

3.7 จุลินทรีย์

- 1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- 2) ยีสต์ และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

- 4.1 สุขลักษณะในการทำงานคว่ำ ให้เป็นไปตามคำแนะนำตาม GMP

5. การบรรจุ

- 5.1 ให้บรรจุจากคว่ำในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้
- 5.2 น้ำหนักสุทธิของงาคั่วในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมาย และฉลาก

- 6.1 ที่ภาชนะบรรจุจากคว่ำทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
 - 6.1.1 ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น งาคั่ว งาพร้อมบริโภค งาปรุงรส งาสามรส งาอบ
 - 6.1.2 ส่วนประกอบที่สำคัญ
 - 6.1.3 น้ำหนักสุทธิ
 - 6.1.4 วัน เดือน ปีที่ผลิต และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี) "
 - 6.1.5 ข้อแนะนำในการเก็บรักษา
 - 6.1.6 ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสิน

- 7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง งาคั่วที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน
- 7.2 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
 - 7.2.1 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอมการบรรจุ และเครื่องหมาย และฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.4 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่างาคั่วรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้ว ทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.3 จึงจะถือว่าค่ารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้น และอะพลาทอกซิน ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมี น้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวม

ตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 และข้อ 3.6 จึงจะถือว่า ค่ารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ให้ชักตัวอย่างโดยวิธี สุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวม ตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.7 จึงจะถือว่าค่ารุ่นนั้นเป็นไปตาม เกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างงาคั่วต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าค่ารุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบงาคั่ว อย่างน้อย 5 คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจ และให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างงาคั่วลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ และชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน (ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องแห้ง ไม่เกาะติดกันเป็นก้อน	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติ ของส่วนประกอบที่ใช้	4	3	2	1

กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติ ของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจาก กลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม	4	3	2	1
---------	--	---	---	---	---

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอมภาชนะบรรจุ และเครื่องหมาย และฉลาก
ให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบความชื้น และอะฟลาทอกซิน (aflatoxin)
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบจุลินทรีย์
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ
ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ผลไม้แห้ง

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมผลไม้ทุกชนิดที่นำมาทำให้แห้ง โดยอาจผ่านกรรมวิธีการดองหรือแช่ก่อนการทำแห้งก็ได้ บรรจุในภาชนะบรรจุทั้งนี้รวมถึงผลไม้แห้งที่มีการปรุงแต่งกลิ่น (flavoring agent) หรือรสด้วย

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ผลไม้แห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ที่อยู่ในสภาพดี ไม่เน่าเสีย โดยอาจนำมาผ่านกรรมวิธีการหมักดองหรือแช่ก่อนหรือไม่ก็ได้ าลลดความชื้นตามต้องการโดยใช้แสงแดด หรือนำไปอบ ทั้งนี้อาจปรุงแต่งกลิ่น (flavoring agent) หรือรสด้วยส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น น้ำตาลเกลือพริกด้วยก็ได้

ผลไม้แห้ง เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากรากผลไม้ จัดอยู่ในกลุ่มอาหารแห้ง (dried food) หรืออาหารกึ่งแห้ง (intermediate moisture food) ตาม มผช. 1471-2550 ผลไม้แห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ที่อยู่ในสภาพดี ไม่เน่าเสีย โดยอาจนำมาผ่านกรรมวิธีแปรรูปเป็น ผลไม้ดองหรือผลไม้แช่ก่อน หรือไม่ก็ได้ มาทำแห้ง (dehydration) เพื่อ ลดความชื้นตามต้องการโดยใช้แสงแดด (sun drying) หรือนำไปอบแห้ง ทั้งนี้อาจปรุงแต่งกลิ่นหรือรสด้วยส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น น้ำตาลเกลือพริก ด้วยก็ได้ มีค่า water activity ไม่เกิน 0.75

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องคงลักษณะเนื้อที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ผิวหน้าแห้ง ไม่เกาะติดกัน เนื้อไม่แข็งกระด้าง ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปร่าง และขนาดใกล้เคียงกัน

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ และส่วนประกอบที่ใช้อย่างสม่ำเสมอ

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ และส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วน หรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ เช่น แมลง หนู นก

3.5 วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส และวัตถุกันเสียให้ใช้ได้ตามชนิด และปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.6 ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ 18 โดยน้ำหนัก

3.7 วอเตอร์แอกทิวิตี (water activity)

ต้องไม่เกิน 0.75

หมายเหตุ วอเตอร์แอกทิวิตี (water activity) เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหารโดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างพิษของจุลินทรีย์

3.8 จุลินทรีย์

3.8.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.2 เอสเชอริเชีย โคลิ (*Escherichia coli*) โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.3 ยีสต์ และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำผลไม้แห้ง ให้เป็นไปตามคำแนะนำตาม GMP

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุผลไม้แห้งในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้ง ผนึกได้เรียบร้อย สามารถป้องกันความชื้น และการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของผลไม้แห้งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมาย และฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุผลไม้แห้งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- 6.1 ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น มะม่วงแช่อิ่มแห้ง ชมพู่สามรส ฝรั่งหยี มะม่วงเค็ม
- 6.2 น้ำหนักสุทธิ
- 6.3 วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)"
- 6.4 ข้อเสนอแนะในการเก็บรักษา
- 6.5 ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสิน

- 7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ผลไม้แห้งที่ทำจากผลไม้ชนิดเดียวกัน ที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน
- 7.2 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
 - 7.2.1 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอมการบรรจุ และเครื่องหมาย และฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.4 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าผลไม้แห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
 - 7.2.2 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้ว ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.3 จึงจะถือว่าผลไม้แห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
 - 7.2.3 การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหารความชื้นวอเตอร์แอกทิวิตี (water activity) และจุลินทรีย์ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 หน่วยภาชนะบรรจุนำมาทำเป็นตัวอย่างรวม โดยน้ำหนักรวมต้องไม่น้อยกว่า 800 กรัม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ถึงข้อ 3.8 จึงจะถือว่าผลไม้แห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 7.3 เกณฑ์ตัดสิน
ตัวอย่างผลไม้แห้งต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และข้อ 7.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าผลไม้แห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

- 8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส
 - 8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบผลไม้แห้งอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจ และให้คะแนนโดยอิสระ
 - 8.1.2 วางตัวอย่างผลไม้แห้งในงานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ และชิม
 - 8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน (ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องคงลักษณะเนื้อที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ ผิวหน้าแห้งไม่เกาะติดกัน เนื้อไม่แข็งกระด้างในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกัน	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ และส่วนประกอบที่ใช้อย่างสม่ำเสมอ	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ และส่วนประกอบที่ใช้ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอมภาชนะบรรจุ และเครื่องหมาย และฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร และความชื้น

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี (water activity)

ให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตี ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ (25±2) องศาเซลเซียส

8.5 การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.6 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม