

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก**

Development of a Cereal Bar Product from Broken Organic Brown Rice**

ทุติยาภรณ์ จิตตะปาโล*¹ วราภรณ์ วิทยาภรณ์² และวีระพงศ์ วิรุฬห์ธนภณ²
¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ ²โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

Thutiyaporn Chittapalo*¹, Varaporn Vittayaporn² & Weerapong Wirunthanakrit²
¹Faculty of Science, Payap University ²School of Culinary Arts, Suan Dusit University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่อธัญพืชแท่ง เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักโดยใช้ต้นแบบจากธัญพืชแท่งที่จำหน่ายในท้องตลาด วิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก และวิเคราะห์ต้นทุนของธัญพืชแท่ง การสำรวจทัศนคติของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 78.5 สนใจบริโภคธัญพืชแท่ง สูตรผลิตภัณฑ์สุดท้ายประกอบด้วย ข้าวพองจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก ร้อยละ 66 น้ำผึ้ง ร้อยละ 15 ข้าวตอก ร้อยละ 9 กลูโคสไซรัป ร้อยละ 4 งาขาว งาดำ และงาขี้ม่อน อย่างละร้อยละ 2 องค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ไขมัน โปรตีน ความชื้น และเถ้า ร้อยละ 69.66, 19.17, 6.18, 4.24 และ 0.75 ตามลำดับ และให้พลังงาน 475.89 กิโลแคลอรี ต่อ 100 กรัม การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลอดภัยต่อการบริโภค และพบว่าผู้บริโภค ร้อยละ 73.7 สนใจบริโภคธัญพืชแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยวิธี 9 Point Hedonic Scale เท่ากับ 6.7 ต้นทุนการผลิตธัญพืชแท่งเมื่อใช้ข้าวพองจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก ข้าวตอก น้ำผึ้ง งาขาว งาดำและงาขี้ม่อน เป็นวัตถุดิบจากระบบเกษตรอินทรีย์เท่ากับแท่งละ 10 บาท ในขณะที่ เมื่อใช้เฉพาะข้าวพองจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก และข้าวตอกเป็นวัตถุดิบจากระบบเกษตรอินทรีย์และวัตถุดิบอื่นๆ ไม่ได้มาจากระบบเกษตรอินทรีย์เท่ากับแท่งละ 6 บาท

คำสำคัญ: ธัญพืชแท่ง ข้าวกล้องอินทรีย์หัก เกษตรอินทรีย์

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
e-mail: thutiyaporn@hotmail.com

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก

**ขอขอบคุณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก เครือข่ายการบริหารงานวิจัยภาคเหนือตอนบน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักวิจัย มหาวิทยาลัยพายัพ สำหรับทุนสนับสนุนงานวิจัย

Abstract

This research aimed to survey consumer's attitudes toward cereal bars, to develop a product using a commercial product as a prototype, and to analyze physical, chemical, and microbiological qualities and consumer acceptability of the developed product. In addition, the cost analysis and value addition of the broken organic brown rice-enriched cereal bar found that 78.5% of consumers were interested in the developed cereal bar made from broken organic brown rice. The developed product consisted of 66% crispy rice from broken organic brown rice, 15% honey, 9% pop rice, 4% glucose syrup, 2% white sesame, 2% black sesame and 2% perilla. The chemical composition of the cereal bar composed of 69.66% carbohydrate, 19.17% fat, 6.18% protein, 4.24% moisture and 0.75% ash and it provided 475.89 kcal / 100 g. Microbiological quality showed that this product was safe to consume. The acceptability test found that 73.3% of consumers were interested in this cereal bar, with a score of overall liking, using 9-point hedonic scale, equal to 6.7. The cost of each cereal bar made from crispy rice from broken organic brown rice, pop rice, honey, white and black sesame and perilla as organic ingredients was 10 Baht/bar; in contrast, using crispy rice and pop rice as the only organic ingredients would instead cost 6 Baht/bar.

Keywords: Cereal Bar, Broken Organic Brown Rice, Organic Agriculture

บทนำ

ผลิตผลเกษตรอินทรีย์เป็นผลิตผลที่ปลอดภัย สะอาด ได้จากธรรมชาติ มีผลดีต่อสุขภาพและปลอดภัย ปัจจุบันมีการสนับสนุนให้มีพื้นที่ทำการเกษตรในระบบเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดและควบคุมคุณภาพมาตรฐานของผลผลิตเกษตร โดยเน้นการผลิตร่วมกับการพัฒนาชุมชนทำให้เกิดการผลิตเกษตรอินทรีย์ที่ยั่งยืนและทำให้มีปริมาณผลผลิตมากขึ้น อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารจึงมีบทบาทในการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตเกษตรอินทรีย์ (Lorlowhakarn et al., 2007) ข้าวอินทรีย์ (Organic Rice) เป็นข้าวที่ได้จากการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ (Organic Agriculture หรือ Organic Farming) ซึ่งเป็นวิธีการผลิตที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีหรือสารสังเคราะห์ต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโต สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูข้าวในทุกขั้นตอนการผลิตและในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต (Servicelink, Department of Agriculture, 2013)

สหกรณ์เกษตรอินทรีย์ เชียงใหม่ จำกัด มีสมาชิกที่เป็นเกษตรกรจากหลายพื้นที่ อาทิ อำเภอแม่แตง อำเภอพร้าว อำเภอแมริม และอำเภอสะเมิง เป็นต้น โดยสมาชิกสหกรณ์เกษตรอินทรีย์มีการปลูกพืช เช่น งามาว งามดำ งามขี้ม่อน ผักบุ้ง มะละกอ มะนาว และพืชผักสวนครัวชนิดต่าง ๆ และมีการปลูกข้าวในระบบ เกษตรอินทรีย์จำนวน 78 ราย จำหน่ายข้าวผ่านสหกรณ์ในรูปข้าวเปลือก และสีในโรงสีข้าวของชุมชน ซึ่งใน ภาพรวมแล้วการสีข้าวในแต่ละครั้งจะมีปลายข้าวหรือข้าวหักจำนวนมาก ข้อมูลที่สหกรณ์เกษตรอินทรีย์ เชียงใหม่ จำกัด รวบรวมได้ คือ ตลอดทั้งปี คือ มีข้าวอินทรีย์ประมาณ 43 ตัน และภายหลังจากการสีได้ ข้าวกล้องอินทรีย์เต็มเมล็ดประมาณ 28 ตัน และข้าวกล้องอินทรีย์หัก 15 ตัน ทำให้สูญเสียรายได้เนื่องจาก ข้าวกล้องหอมมะลิแดงเต็มเมล็ดขายได้กิโลกรัมละ 45 บาท ในขณะที่ข้าวกล้องอินทรีย์หักที่มีการขายส่ง ระหว่างสหกรณ์กับโรงสีจะขายได้กิโลกรัมละ 10 บาท แต่หากสมาชิกรับนำข้าวกล้องอินทรีย์หักไปขายโดยตรง จะขายในราคา กิโลกรัมละ 25 บาท (Imarromna et al., 2014)

จากปัญหาของการมีข้าวกล้องอินทรีย์หักในปริมาณมากและความต้องการของกลุ่มเกษตรอินทรีย์ ในการเพิ่มมูลค่าให้ข้าวกล้องอินทรีย์หักที่มีราคาถูก ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกกลุ่มเกษตรอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากเป็นกลุ่มเกษตรอินทรีย์ที่เข้มแข็ง ผู้นำกลุ่มเกษตรอินทรีย์ มีความเป็นผู้นำสูง และมีความสนใจและต้องการพัฒนาความเป็นอยู่ของสมาชิกในกลุ่มและต้องการเพิ่ม มูลค่าของข้าวกล้องอินทรีย์หัก จึงนำมาเป็นประเด็นวิจัยโดยมีแนวคิด คือ การพัฒนาผลิตภัณฑ์จะต้องมี การแปรรูปไม่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ใช้เทคโนโลยีมาก เช่น ัญญพืชผสมใบชะพลูอัดแท่ง (Kitjaworasatien, 2010) และมีการนำัญญพืชเกษตรอินทรีย์ที่มีในท้องถิ่นชนิดอื่นมาเป็นส่วนผสม เช่น ัญญพืชอัดแท่งเพื่อพัฒนา ผลิตภัณฑ์ชุมชน อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ที่มีการใช้มะขามหวานเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ (Deepunya, 2010) ัญญพืชแห้งผสมกล้วยตาก (Kaewmaneechai & Nongtaodum, 2008) และต้องมี ศักยภาพการขายในเชิงพาณิชย์ด้วย จากเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยจึงพัฒนาผลิตภัณฑ์ัญญพืชแห้งจากข้าวกล้อง อินทรีย์หัก เนื่องจากใช้เทคโนโลยีไม่ซับซ้อน ใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นและมีศักยภาพในการขายเชิงพาณิชย์

วัตถุประสงค์ในงานวิจัย

1. เพื่อสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่อัญญพืชแห้ง
2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ัญญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก
3. วิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ัญญพืช แห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก
4. วิเคราะห์ต้นทุนของการผลิตัญญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก

วิธีการวิจัย

1. วัตถุดิบ

- 1.1 ข้าวหอมมะลิแดงหัก จากสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ เชียงใหม่ จำกัด
- 1.2 ข้าวเปลือกหอมมะลิแดงจากสหกรณ์เกษตรอินทรีย์ เชียงใหม่ จำกัด
- 1.3 งาขาวอินทรีย์ ตรา Lum Lum บริษัท ชิดาออร์แกนิกฟู้ด จำกัด
- 1.4 งาดำอินทรีย์ ตรา Lum Lum บริษัท ชิดาออร์แกนิกฟู้ด จำกัด
- 1.5 งาขี้ม่อนอินทรีย์ ตรา Lum Lum บริษัท ชิดาออร์แกนิกฟู้ด จำกัด
- 1.6 น้ำผึ้งดอกกล้วย ตราสุภา บริษัทสุภาพาร์มผึ้ง
- 1.7 กลูโคสไซรัป (แบบแซ) ตราปลาแฟนซีกราฟ หจก. เจริญวรกิจ
- 1.9 น้ำมันปาล์ม ตรา มรกต (บริษัทโอสิน จำกัด) สำหรับทอดข้าวพอง
- 1.8 ผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้งที่จำหน่ายในท้องตลาด (ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ตรา Carman's)

2. วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต

- 2.1 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (Sartorius, Model 3100S, Germany)
- 2.2 เครื่องชั่งแบบละเอียด 4 ตำแหน่ง (Mettlertoledo, Model AL201, China)
- 2.3 เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี (Rotronic, Model Aw2101, Switzerland)
- 2.4 เครื่องวัดค่าสี (Minolta, Model CR-10, Japan)
- 2.5 เตาเผาแก้ว (Carborlite, Model CWF11/13, United Kingdom)
- 2.6 ตู้อบลมร้อน (Memmert, Model UE400, Germany)
- 2.7 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Foss, Model KjetecTM2200, Denmark)
- 2.8 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Memmert, Model UE400, Germany)

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่อธัญพืชแห้ง

การสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่อธัญพืชแห้งเป็นการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายซึ่งเป็นผู้บริโภคสินค้าเกษตรอินทรีย์จำนวน 200 คน ในจังหวัดเชียงใหม่ ข้อมูลที่ได้ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้บริโภค เช่น เพศ อายุ รายได้ ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติของผู้บริโภคสินค้าเกษตรอินทรีย์ต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้ง และข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้งที่ผู้บริโภคต้องการโดยใช้ธัญพืชแห้งที่จำหน่ายในท้องตลาด (ตรา Carman's) เป็นตัวอย่างในการทดสอบ เนื่องจากมีลักษณะคล้ายธัญพืชแห้งที่ต้องการพัฒนา ซึ่งการทดสอบผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะที่สำคัญ เช่น ชนิดของธัญพืชที่ใช้เป็นส่วนผสม เป็นต้น และข้อมูลจากการสำรวจผู้บริโภคจะนำมาคำนวณเป็นร้อยละของความถี่

3.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักดันแบบ (Prototype)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักดันแบบ ได้ทำการปรับปรุงธัญพืชแห่งธัญพืชแห่งที่จำหน่ายในท้องตลาด โดยเปลี่ยนส่วนผสมหลักจากข้าวโอ๊ต ร้อยละ 70 เป็นข้าวพอง ร้อยละ 70 และในส่วนของอัลมอนต์ ร้อยละ 4 เฮเซลนัท ร้อยละ 3 และพีแคน ร้อยละ 3 ทดแทนด้วย ข้าวตอก ร้อยละ 9 ส่วนผสมอื่น ๆ ที่นำมาทดแทน ได้แก่ งาขาว งาดำ และงาขี้ม่อน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีในกลุ่มเกษตรอินทรีย์ และส่วนผสมที่ให้รสหวานใช้เฉพาะน้ำผึ้งอินทรีย์ ดังแสดงในตารางที่ 1

การผลิตธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักทำได้โดย นำข้าวกล้องอินทรีย์หักหุงให้สุก โดยใช้ อัตราส่วนข้าวตอกน้ำ 1:1.7 แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นทอดให้พองด้วยน้ำมันปาล์ม ในส่วนของข้าวตอกทำได้โดยนำข้าวสารหอมมะลิแดงคั่วในไฟอ่อนปานกลางจน เมล็ดข้าวแตกออก แล้วแยกแกลบออกจากเมล็ดข้าวตอก สำหรับงาขาว งาดำ และงาขี้ม่อนนำไปคั่วให้หอม นำน้ำผึ้งและกลูโคสโรยตั้งไฟอ่อนจนมีฟองเดือด จากนั้นเติมส่วนผสมข้าวพอง ข้าวตอก งาขาว งาดำ และ งาขี้ม่อนลงไป คลุกเคล้าให้เข้ากันโดยใช้เวลาประมาณ 8-10 นาทีและเทใส่พิมพ์ทรงสี่เหลี่ยมและอัดให้แน่น

การทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบใช้วิธีการทดสอบความชอบระดับ 9 คะแนน (9 - Point Hedonic Scale; 9 = ชอบอย่างยิ่ง 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 5 = บอไม่ได้ว่า ชอบหรือไม่ชอบ 4 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบอย่างยิ่ง) ร่วมกับ วิธีการทดสอบความพอดี 5 ระดับ (5 - Point Just About Right; ลดลงเล็กน้อย ลดลงเล็กน้อย ไม่ต้อง ปรับปรุง เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เพิ่มขึ้นมาก) เพื่อศึกษาความชอบและความพอดีของแต่ละคุณลักษณะ โดยใช้ ผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 50 คน (เนื่องจากผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก มีส่วนผสมที่ไม่ได้มาจากระบบอินทรีย์ทั้งหมด เช่นน้ำมันปาล์มที่ใช้ในการทอดข้าวพอง นอกจากนี้งานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าข้าวกล้องอินทรีย์หัก มิได้ต้องการผลิตภัณฑ์อินทรีย์) คะแนนที่ใช้เป็นเกณฑ์ ในการยุติการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ คะแนนความชอบเฉลี่ยอย่างน้อย 6 คะแนนจาก 9 คะแนน และร้อยละ ของ Net Effect โดยที่ Net Effect คำนวณจากการนำร้อยละของความต้องการในการปรับปรุงคุณลักษณะ ให้เพิ่มขึ้นลบกับร้อยละของความต้องการในการปรับปรุงคุณลักษณะให้ลดลง หากค่า Net Effect มากกว่า ร้อยละ 20 ให้ปรับความเข้มของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้นเพิ่มขึ้น หาก Net Effect น้อยกว่า ร้อยละ 20 ให้ปรับความเข้มของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้นลดลง (Modified from Choompreeda, 2013)

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของธัญพืชแห้งต้นแบบที่จำหน่ายในท้องตลาด และส่วนผสมต้นแบบผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก

ธัญพืชแห้งตรา Carman's สูตรดั้งเดิม		ธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก	
ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)	ส่วนผสม	ร้อยละ
ข้าวโอ๊ต	70	ข้าวพอง	70
อัลมอนด์	4	ข้าวตอก	9
เฮเซลนัท	3	งาขาว	2
พีแคน	3	งาดำ	2
เมล็ดทานตะวัน	3	งาขี้ม่อน	2
งา	2	น้ำผึ้ง	12
อบเชย	1	กลูโคสไซรัป (แบบแซะ)	3
น้ำผึ้ง	2		
น้ำตาลกลูโคส	8		
น้ำมันคาโนลา	3		

3.3 การพัฒนาสูตรธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก

การพัฒนาสูตรธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก โดยการผันแปรปริมาณน้ำผึ้ง จาก 12 กรัม เป็น 15 กรัม เพื่อปรับปรุงรสหวานของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของผู้บริโภค การทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้วิธีการทดสอบความชอบระดับ 9 คะแนน (9 - Point Hedonic Scale) โดยนำมาหาค่าเฉลี่ยความชอบ ร่วมกับวิธีการทดสอบความพอดี 5 ระดับ (5 - Point Just About Right) จำนวนผู้ทดสอบแต่ละการทดลองใช้ 50 คน คะแนนที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการยุติการพัฒนาผลิตภัณฑ์คือคะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะอย่างน้อย 6 คะแนนจาก 9 คะแนน และร้อยละของ Net Effect อยู่ในช่วงร้อยละ -20 ถึง 20

3.4 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย (Finished Product)

การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย มีประโยชน์ต่อการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีความสม่ำเสมอ คุณภาพของธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักประกอบด้วยคุณภาพทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพทางจุลินทรีย์

3.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ประกอบด้วย การวัดค่าสีซึ่งประกอบด้วยค่าความสว่าง (L) ความเป็นสีแดง - เขียว (a) ความเป็นสีเหลือง - น้ำเงิน (b) โดยใช้ เครื่องวัดค่าสี (Minolta, Model CR-10, Japan) และตรวจสอบปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity; a_w) โดยใช้เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Rotronic, Model Aw2101, Switzerland)

3.4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและพลังงานที่ได้รับจากการบริโภค ได้แก่ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า โดยวิธี AOAC (2000) และพลังงานที่ได้รับจากการบริโภคโดยการคำนวณจากการให้พลังงานของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน โดยโปรตีนหรือ คาร์โบไฮเดรต 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี และไขมัน 1 กรัมให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี (Rattanapanone & Rattanapanone, 1994)

3.4.3 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยวิเคราะห์ เชื้อจุลินทรีย์ Coliform Bacteria, *Escherichia coli* โดยวิธี FDA (2013) *Staphylococcus aureus*, Total Plate Count และ Yeast and Molds โดยวิธี FDA (2001)

3.5 การวิเคราะห์ต้นทุนของธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก

การวิเคราะห์ต้นทุนของการผลิตของผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห่งคิดใน 2 กรณี คือ ต้นทุนที่เกิดจากการใช้ผลผลิตอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ หมายถึง ต้นทุนการผลิตธัญพืชแห่งเมื่อใช้ ข้าวพองจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก ข้าวตอก น้ำผึ้ง งาขาว งาดำ และงาขี้ม่อน เป็นวัตถุดิบจากระบบเกษตรอินทรีย์ และต้นทุนที่มีเฉพาะข้าวกล้องและข้าวตอกเป็นวัตถุดิบจากระบบเกษตรอินทรีย์แต่วัตถุดิบอื่นๆ ไม่ได้มาจากระบบเกษตรอินทรีย์

3.6 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

พื้นที่ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากงานวิจัยสู่ชุมชน ได้แก่ กลุ่มเกษตรอินทรีย์ (ฝ่ายแปรรูป) หมู่ที่ 8 บ้านดอนเจียง ต.สบเปิง อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ซึ่งเป็นกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกข้าวหอมมะลิแดงอินทรีย์ และในพื้นที่ยังมีผลิตภัณฑ์อินทรีย์อื่น ๆ เช่น งาขาว งาดำ งาขี้ม่อน และน้ำผึ้ง

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ผลการสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่อธัญพืชแห่ง

จากการสำรวจพบว่าผู้บริโภคเป้าหมายจำนวน 200 คน เป็น ผู้ชายร้อยละ 50.5 และผู้หญิงร้อยละ 49.5 อายุของกลุ่มผู้บริโภคอยู่ในช่วงน้อยกว่า 25 ปีจนถึงมากกว่า 45 ปี โดยมีความถี่กระจายในช่วงร้อยละ 12.5 ถึง 23.5 การศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ คือ ปริญญาตรี ร้อยละ 53.1 อาชีพส่วนใหญ่เป็นพนักงานบริษัทเอกชนร้อยละ 25.3 รองลงมา ได้แก่ ข้าราชการและพนักงานรัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 22.7 ผู้บริโภคที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้ 20,001 - 30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 28.0 มีทัศนคติ พฤติกรรมและความต้องการในการบริโภคอาหารอินทรีย์และธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ทศนคติ พฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก

ทัศนคติ พฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคเป้าหมาย	ร้อยละ
1. การบริโภคอาหารอินทรีย์	
เคย	96.0
ไม่เคย	4.0
2. อาหารอินทรีย์ที่ผู้บริโภคมักรับประทาน	
ผัก	28.2
ข้าว	24.8
ผลไม้	16.2
น้ำผึ้ง	16.0
ธัญพืช	14.6
อื่น ๆ (เมล็ดทานตะวัน)	0.2
3. ความสนใจในการบริโภคธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก	
สนใจ	78.5
ไม่สนใจ	21.5
4. ส่วนผสมที่ผู้บริโภคต้องการในธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก	
น้ำผึ้ง	27.3
ผลไม้อบแห้ง	21.7
งาขาว	18.7
งาดำ	15.9
ถั่วชนิดต่างๆ	15.7
อื่นๆ	0.7
5. สถานที่ที่ควรวางขายธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก	
ร้านสะดวกซื้อ	29.5
ร้านขายอาหารเพื่อสุขภาพ	24.9
ตลาด	18.3
ร้านค้าเกษตรอินทรีย์	14.0
ร้านขายของฝาก	12.5
อื่นๆ	0.8
6. ราคาที่ผู้บริโภคต้องการซื้อธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักขนาดบรรจุซองละ 30-40 กรัม	
15-20 บาท	29.6
21-25 บาท	27.0
26-30 บาท	39.3
31-40 บาท	4.1

การสำรวจความต้องการของผู้บริโภค เกี่ยวกับลักษณะผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้งที่ต้องการจากผู้บริโภคจำนวน 200 คน ใช้วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดย การทดสอบความชอบระดับ 9 คะแนน (9 - Point Hedonic Scale) ร่วมกับวิธีการทดสอบความพอดี 5 ระดับ (5 - Point Just About Right) ของธัญพืชที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยคัดเลือกจากลักษณะของธัญพืชแห้งที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการพัฒนามากที่สุด การทดสอบนี้ได้สอบถามถึงคุณลักษณะด้าน สี ความแข็ง ความกรอบ กลิ่นรส รสหวาน และความชอบรวม ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3 โดยมีคะแนนความชอบของแต่ละคุณลักษณะอยู่ในช่วง 5.0 - 6.6 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ซึ่งหมายถึง “บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (เฉย ๆ)” จนถึง “ชอบเล็กน้อย” สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ryland et al. (2010) ซึ่งพบว่าความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อธัญพืชแห้งที่วางจำหน่ายในท้องตลาดอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยจนถึงชอบปานกลาง (คะแนนความชอบเท่ากับ 6.5) และจากการทดสอบความพอดี 5 ระดับโดยพิจารณาค่า Net Effect ที่มากกว่าร้อยละ 20 พบว่า จากผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้งต้นแบบ มีความกรอบและรสหวานน้อยเกินไป ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักควรมีรสหวานและความกรอบมากกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ในส่วนของความแข็งและกลิ่นรสถึงแม้ว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 5.6 และ 5.0 ตามลำดับแต่เมื่อพิจารณาค่า Net Effect แล้วพบว่า มีค่าเท่ากับร้อยละ 8.1 และ 1.0 แสดงว่าผู้บริโภคมีความเห็นแตกต่างกันจึงทำให้ค่า Net Effect น้อยกว่าร้อยละ 20 จึงไม่ต้องพัฒนาในส่วนของความแข็งและกลิ่นรส

ตารางที่ 3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้งต้นแบบ

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ	ความต้องการในการปรับปรุง (ร้อยละ)					
		ลดลงมาก	ลดลงเล็กน้อย	ไม่ต้องปรับปรุง	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นมาก	Net-Effect
สี	6.6±1.9	4.5	19.6	41.2	27.1	7.5	10.5
ความแข็ง	5.6±2.3	5.5	34.7	27.6	23.6	8.5	8.1
ความกรอบ	5.4±2.2	3.5	15.5	24.5	37.0	19.5	37.5
กลิ่นรส	5.0±2.3	30.5	8.5	23.0	27.0	11.0	1.0
รสหวาน	5.4±2.3	4.5	15.5	29.5	37.0	13.5	30.5
ความชอบรวม	5.8±2.1	-	-	-	-	-	-

2. ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักต้นแบบ (Prototype)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้ได้ทำการปรับปรุงจากธัญพืชที่จำหน่ายในท้องตลาด (ตรา Carman's) โดยเปลี่ยนส่วนผสมหลักจากข้าวโอ๊ตร้อยละ 70 เป็นข้าวพอง ร้อยละ 70 และในส่วนของอัลมอนต์ ร้อยละ 4 เฮเซลนัท ร้อยละ 3 และพีแคน ร้อยละ 3 ทดแทนด้วยข้าวตอก ร้อยละ 9 เนื่องจากข้าวตอก มีน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับปริมาตรดังนั้นจึงใช้ในปริมาณที่น้อยกว่า จากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภค (ร้อยละ 27.1) ต้องการให้มีการเติมผลไม้อบแห้ง แต่จากการสอบถามกลุ่มเกษตรกร อินทรีย์ ต. สบเปิง อ. แม่แตง จ. เชียงใหม่ พบว่า ผลไม้อบแห้งหรือตากแห้งที่มีในกลุ่ม คือ กล้วยตาก แต่มีจำนวนไม่มาก เนื่องจากการขายกล้วยน้ำว่าสดขายได้ดีกว่า ทำให้ไม่ค่อยมีการผลิตกล้วยตาก และหากต้องการใส่กล้วยตาก เกษตรกรจำเป็นต้องไปซื้อจากแหล่งอื่น ทำให้ไม่มีความสะดวกและเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิต ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้ส่วนผสมอื่น ๆ แทนได้แก่ งาขาว งาดำ และงาขี้ม่อน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ ส่วนอบเชยที่มีในธัญพืชแท่งต้นแบบ จะไม่มีการใช้เป็นส่วนผสมในธัญพืชแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก เนื่องจาก จากการทดสอบความชอบและการยอมรับของผลิตภัณฑ์ธัญพืชแท่งต้นแบบ ผู้บริโภคให้ข้อเสนอแนะว่าไม่ชอบกลิ่นอบเชย จากงานวิจัยของ Boustani & Mitchell (1990) รายงานว่าผู้บริโภคชอบธัญพืชแท่งที่มีส่วนผสมของช็อคโกแลตถึงแม้ส่วนผสมเหล่านั้นไม่ดีต่อสุขภาพ เช่นเดียวกับการรายงานของ Mintel (2013) โดยอ้างถึง 10 อันดับแรกของขนมขบเคี้ยว ธัญพืชแท่งและ Nutrition Bar ในสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี 2009-2012 พบว่ามีผลิตภัณฑ์ที่มีรสช็อคโกแลตถึง 169 ผลิตภัณฑ์ คิดเป็นส่วนแบ่งตลาดถึงร้อยละ 10.79 ในขณะที่กลิ่นรสแอปเปิลและอบเชยอยู่ในอันดับที่ 10 โดยมีผลิตภัณฑ์เพียง 23 ชนิดและมีส่วนแบ่งตลาดเพียงร้อยละ 1.47 เท่านั้น ผลการทดสอบความชอบและความพอใจของผลิตภัณฑ์ธัญพืชแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักต้นแบบ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ธัญพืชแท่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักต้นแบบ (n=50)

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ	ความต้องการในการปรับปรุง (ร้อยละ)					Net-Effect (ร้อยละ)
		ลดลงมาก	ลดลงเล็กน้อย	ไม่ต้องปรับปรุง	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นมาก	
สี	7.1±1.3	2.0	30.0	52.0	14.0	2	-16.0
กลิ่นรส	6.8±1.5	3.9	13.7	51.0	21.6	9.8	13.8
รสหวาน	7.1±1.5	0	9.8	41.2	45.1	3.9	39.2
ความกรอบ	6.9±1.7	3.9	7.8	58.8	23.5	5.9	17.7
ความชอบรวม	7.1±1.2	-	-	-	-	-	-

การทดสอบความชอบ และการยอมรับผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักด้วยวิธีการทดสอบความชอบระดับ 9 คะแนน โดยผู้บริโภคนจำนวน 50 คน พบว่าคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะได้แก่ สี กลิ่นรส รสหวาน เนื้อสัมผัสและความชอบรวม มีคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 6.8 ถึง 7.1 จากคะแนน 9 คะแนน ซึ่งหมายความว่าความชอบของผู้ทดสอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และเกณฑ์ที่ตั้งไว้คืออยู่ดีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เมื่อคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมากกว่า 6 คะแนน และค่า Net Effect อยู่ในช่วง - 20 ถึง 20 เมื่อพิจารณาจากค่า Net Effect ของธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักต้นแบบพบว่า คุณลักษณะด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสมีค่าอยู่ในช่วง - 20 ถึง 20 ซึ่งหมายถึงไม่ต้องปรับสูตรในคุณลักษณะดังกล่าว แต่รสหวานมีค่า Net Effect เท่ากับ 39.2 ซึ่งหมายถึงผู้บริโภคต้องการให้ปรับรสหวานเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงต้องปรับปริมาณน้ำผึ้งให้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ผู้บริโภคให้ข้อเสนอแนะว่าการเกาะตัวกันของผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห่งไม่ดี เมื่อรับประทานส่วนผสมจะร่วน และแตกหัก ดังนั้น จึงมีการใช้เครื่องอัดพิมพ์โดยดัดแปลงจากแม่แรงสำหรับขึ้นรูปธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักให้มีการเกาะตัวกันดีขึ้น

3. ผลการพัฒนาสูตรธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก

การพัฒนาสูตรธัญพืชแห่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก โดยการแปรปริมาณน้ำผึ้งจาก 12 กรัม เป็น 15 กรัม (ร้อยละ 15) เพื่อปรับปรุงรสหวานของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของผู้บริโภค ด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale กับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 50 คน พบว่า คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะได้แก่ สี กลิ่นรส รสหวาน เนื้อสัมผัสและความชอบ รวมมีคะแนนความชอบ ในช่วง 7.4 ถึง 7.7 จากคะแนน 9 คะแนน (ตารางที่ 5) ซึ่งหมายความว่าความชอบของผู้ทดสอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ใกล้เคียงกับรายงานของ Wongklang (2015) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห่งเสริมกลีบบัวหลวงที่มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นธัญพืช รสหวาน ความกรอบและความชอบโดยรวมในช่วง 7.10-7.82 ซึ่งการเติมน้ำผึ้งร้อยละ 15 ใกล้เคียงกับการทดลองของ Agbaje et al. (2014) ที่มีการผลิตธัญพืชแห่งโดยใช้ข้าวพองจากข้าวเหนียว โดยมีการเติมน้ำผึ้งร้อยละ 19.76 และเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตบาร์พลังงานต่ำจากส่วนผสมของข้าวกล้อง สับปะรด และสารสกัดจากหญ้าหวาน (Stevioside) ของ Lobphu & Buakam (2016) สูตรที่ได้รับการยอมรับในระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์มากที่สุดคือสูตรที่ใช้สารสกัดหญ้าหวาน 5 กรัม โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยจากผู้ทดสอบจำนวน 25 คนในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 6.12-6.60

ตารางที่ 5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักจากการใช้ปริมาณ น้ำผึ้งร้อยละ 15 (n=50)

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ	ความต้องการในการปรับปรุง (ร้อยละ)					Net-Effect (ร้อยละ)
		ลดลงมาก	ลดลงเล็กน้อย	ไม่ต้องปรับปรุง	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นมาก	
สี	7.4±0.8	0.0	18.4	73.5	8.2	0.0	-10.2
กลิ่นรส	7.6±0.9	0.0	6.1	73.5	20.4	0.0	14.3
รสหวาน	7.6±0.9	0.0	4.1	73.5	22.4	0.0	18.3
ความกรอบ	7.0±1.1	0.0	12.2	59.2	22.4	6.1	16.3
ความชอบรวม	7.7±0.8	-	-	-	-	-	-

เมื่อพิจารณาจากค่าร้อยละของ Net Effect พบว่า ทุกคุณลักษณะ ได้แก่ สี กลิ่นรส รสหวาน ผู้บริโภคให้คะแนนความต้องการในการปรับปรุงอยู่ในระดับ “ไม่ต้องปรับปรุง” มากกว่าร้อยละ 70 ดังนั้น จึงไม่ต้องมีการปรับปรุงในคุณลักษณะดังกล่าว ส่วนคุณลักษณะทางด้านความกรอบ พบว่า ความต้องการให้ปรับปรุงในระดับ “ไม่ต้องปรับปรุง” เท่ากับร้อยละ 59.2 แต่เมื่อพิจารณาจากค่า Net Effect แล้วมีค่าเท่ากับ 16.3 ซึ่งมีค่า Net Effect มีค่าอยู่ในช่วง -20 ถึง 20 จึงไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะด้านความกรอบ ดังนั้น จึงยุติการพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ ยุติการพัฒนาผลิตภัณฑ์เมื่อคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมากกว่า 6 คะแนน และ ร้อยละของ Net Effect มีค่าอยู่ในช่วง -20 ถึง 20

4. คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักมีการตรวจสอบทั้งคุณภาพทางกายภาพ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลการตรวจสอบคุณภาพทั้งสี่ด้านแสดงดังตารางที่ 6 ซึ่งคุณภาพทางกายภาพได้แก่ ค่าสี โดยมีค่าความสว่าง (L) เป็น 37.9 ± 1.8 ค่าความเป็นสีแดง - เขียว (a) เป็น 8.1 ± 1.6 และ ความเป็นสีเหลือง - น้ำเงิน เป็น 16.1 ± 1.4 ทำให้ลักษณะปรากฏในภาพรวมของผลิตภัณฑ์เป็นสีแดงอมม่วงตามสีของข้าวกล้องอินทรีย์หัก ส่วนค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity) เป็น 0.334 ± 0.10 ซึ่งค่าปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่าวอเตอร์แอคทิวิตีเป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำอิสระที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้ในการเจริญเติบโต (Thai Industrail Standards Institute, 2013) และมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียในอาหาร (Iamkampang & Inget, 2015) ซึ่งจุลินทรีย์จะเจริญได้เมื่อมีค่าปริมาณน้ำ

อิสระตั้งแต่ 0.6 เป็นต้นไป องค์ประกอบส่วนใหญ่ในธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักเป็นคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมาจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก รองลงมาได้แก่ ปริมาณไขมัน ซึ่งมาจากน้ำมันที่ใช้ในการทอดข้าวกล้องให้เป็นข้าวพอง ในภาพรวมการรับประทานธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักจะให้พลังงาน 475 กิโลแคลอรี ต่อธัญพืชแห้ง 100 กรัม โดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ.2541 เรื่อง ฉลากโภชนาการ ได้กำหนดปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภค ของผลิตภัณฑ์ Granola Bars และ Rice Cereal Bars ไว้ที่ 40 กรัม ดังนั้นธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักจึงมีพลังงานจากการบริโภคต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (2 แห่ง) เท่ากับ 190 กิโลแคลอรี โดยมีพลังงานจากไขมันเท่ากับ 69 กิโลแคลอรีซึ่งเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ประเภทธัญพืชแห้งในท้องตลาด 4 ยี่ห้อพบว่ามีพลังงานต่อ 40 กรัมอยู่ในช่วง 156-180 กิโลแคลอรี และเป็นพลังงานจากไขมันในช่วง 30 - 60 กิโลแคลอรี จะเห็นได้ว่าธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักมีพลังงานสูงกว่าธัญพืชแห้งในท้องตลาด ซึ่งหากต้องการผลิตธัญพืชแห้งเพื่อสุขภาพที่มีพลังงานต่ำอาจต้องพิจารณาปรับส่วนผสมที่ใช้ เช่น ใช้ข้าวพองที่ไม่ได้มาจากการทอด ส่วนปริมาณจุลินทรีย์พบว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของข้าวพอง (743/2559) (Thai Industrial Standards Institute, 2013) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุดท้ายด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale กับผู้บริโภคนจำนวน 200 คนพบว่าผู้บริโภค ร้อยละ 73.7 สนใจบริโภคธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก การทดสอบทางประสาทสัมผัสในคุณลักษณะความชอบด้านสี กลิ่นรส ความหวาน ความกรอบ ได้คะแนนอยู่ในช่วง 6.6-6.7 คะแนน ซึ่งหมายถึงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง คะแนนความชอบในส่วนของการทดสอบผู้บริโภคมิมีความแตกต่างจากการพัฒนาสูตรโดยการปรับปริมาณน้ำผึ้งเป็นร้อยละ 15 ซึ่งมีคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 7.0-7.7 ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการใช้ผู้บริโภคนที่มีจำนวนมากขึ้นทำให้มีการกระจายของข้อมูลมากขึ้นหรือมีความเห็นแตกต่างกันมากขึ้น เช่นเดียวกับการพัฒนาสูตรและการทดสอบผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์บาร์พลังงานต่ำที่มีคะแนนความชอบของสูตรที่ดีที่สุดระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนผู้ทดสอบ 25 คน คะแนนความชอบเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะ อยู่ในช่วง 6.12-6.60 ซึ่งสูงกว่าการนำสูตรเดียวกันนั้นไปทดสอบผู้บริโภค จำนวน 50 คน โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.66-6.13 (Lobphu & Buakam, 2016) อย่างไรก็ตามความชอบของธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักนี้ใกล้เคียงกับข้าวพองอัดแห้งผสมรำข้าวในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความกรอบ เนื้อสัมผัส และรสชาติ ซึ่งมีความชอบในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (Wongpiyachon & Sukviwat, 2009) นอกจากนี้ยังใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์พาวเวอร์บาร์ที่มีการใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นส่วนผสม โดยสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือสูตรที่มีการใช้น้ำมันมะพร้าว 40 กรัม โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี รสชาติ กลิ่นและความชอบโดยรวมในช่วง 6.1-6.9 หมายถึงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (Wongood et al., 2016)

ตารางที่ 6 คุณภาพของธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก

คุณภาพ	รายการ	ปริมาณ
กายภาพ	สี	
	- ความสว่าง	37.9±1.8
	- ความเป็นสีแดง-เขียว	8.1±1.6
	- ความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน	16.1±1.4
	ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity)	0.334±0.10
เคมี	คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (ร้อยละ)	69.66 5
	ไขมัน (ร้อยละ)	19.17
	โปรตีน (ร้อยละ)	6.18
	ความชื้น (ร้อยละ)	4.24
	เถ้า (ร้อยละ)	0.75
จุลินทรีย์	Coliform Bacteria	<3.0 MPN/g
	<i>Escherichia coli</i>	<3.0 MPN/g
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<3.0 MPN/g
	Total Plate Count	3.5 × 10 CFU/g
	Yeast and Molds	<10 CFU/g
คุณภาพทางประสาทสัมผัส	สี	6.6±1.7
	กลิ่นรส	6.6±1.8
	รสหวาน	6.6±1.8
	ความกรอบ	6.7±1.9
	ความชอบรวม	6.7±1.8

5. ต้นทุนของธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนของธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก ทำการวิเคราะห์ใน 2 กรณี คือ

- 1) ต้นทุนธัญพืชแห้งเมื่อใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบจากระบบเกษตรอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ โดยมีการใช้ข้าวพองจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก ข้าวตอก น้ำผึ้ง งาขาว งาดำ และงาขี้ม่อน เป็นวัตถุดิบเกษตรอินทรีย์ (ต้นทุน 1) และ
- 2) ต้นทุนธัญพืชแห้งเมื่อใช้เฉพาะข้าวพองและข้าวตอกเป็นวัตถุดิบจากระบบเกษตรอินทรีย์ (ต้นทุน 2)

เนื่องจากการใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบจากระบบเกษตรอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ มีจุดเด่นที่ชัดเจนคือ มีความปลอดภัยต่อการบริโภคมากกว่า แต่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีราคาสูง อาจทำให้ขายยาก หากกลุ่มเกษตรอินทรีย์ฝ่ายแปรรูปต้องการเพียงนำข้าวกล้องอินทรีย์หักมาใช้ประโยชน์และก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม สามารถเลือกผลิตธัญพืชแห้งที่มีการใช้เฉพาะข้าวพองและข้าวตอกเป็นวัตถุดิบจากระบบเกษตรอินทรีย์ได้ การวิเคราะห์ต้นทุนทั้งสองแบบแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ต้นทุนธัญพืชแบ่งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก

รายการ	ราคา/หน่วย	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ต้นทุน 1	ต้นทุน 2
ข้าวพอง	10 บาท/100 กรัม	300	7.50**	7.50**
ข้าวตอก	300 บาท/300 กรัม	40	4.00**	4.00**
น้ำผึ้ง	70 บาท/100 กรัม	70	70.00**	28.00
งาขาว	70 บาท/100 กรัม	8	5.60**	1.52
งาดำ	70 บาท/100 กรัม	8	5.60**	1.52
งาขี้ม่อน	18 บาท/480 กรัม	8	5.60**	1.68
กลูโคสไซรัป	83.5 บาท/2 กิโลกรัม	60	0.45	0.45
น้ำมันปาล์ม	10 บาท/100 กรัม	2	0.08	0.08
รวม			98.83 Baht/18	44.75
Overhead* ร้อยละ 30			29.65 Baht/18	13.42
ต้นทุนทั้งหมด			128.48	58.17
ต้นทุนต่อแห่ง			7.14 บาท	3.23 บาท
ซองไนลอน	0.67 บาท/ซอง	1 ซอง	0.67	0.67
กล่องกระดาษ	6 บาท/ 3 แห่ง	1 แห่ง	2.00	2.00
ต้นทุนทั้งหมด (ต่อแห่ง)			9.80 Baht or Around 10 Baht	5.90 Baht or Around 6 Baht
ต้นทุนทั้งหมด (ต่อกล่อง)			29.43 Baht or Around 30 Baht	17.71 Baht or Around 18 Baht

หมายเหตุ: * % Overhead หมายถึง ค่าดำเนินการต่าง ๆ เช่น ค่าอาคารสถานที่ ค่าเชื้อเพลิง ค่าพลังงาน ค่าเสื่อม เครื่องมือ และค่าติดต่อและประสานงาน เป็นต้น

** ในคอลัมน์ของต้นทุน 1 และต้นทุน 2 หมายถึงวัตถุดิบอินทรีย์

ต้นทุนการผลิตธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักต่อแห้ง (20 กรัม) กรณีใช้วัตถุดิบจากระบบเกษตรอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งได้แก่ ข้าวกล้อง ข้าวตอก งาขาว งาดำ งาขี้ม่อน และน้ำผึ้ง พบว่าราคาต่อแห้งประมาณ 10 บาท แต่ในกรณีใช้ส่วนผสมเฉพาะข้าวกล้องหักและข้าวตอกเป็นเกษตรอินทรีย์พบว่าราคาต่อแห้งประมาณ 6 บาท การคำนวณต้นทุนทั้งสองแบบนี้เป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรกลุ่มเกษตรอินทรีย์ในการขายผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้ง โดยหากกลุ่มเกษตรอินทรีย์ต้องการได้กำไรจากการขายธัญพืชแห้งมากอาจพิจารณาใช้วัตถุดิบอินทรีย์คือข้าวกล้องอินทรีย์หักและข้าวตอกอินทรีย์เท่านั้นในการผลิต แต่หากต้องการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้ส่วนผสมอินทรีย์มากตามที่ได้ผลิตได้ในท้องถิ่นอาจใช้วัตถุดิบที่มาจากระบบเกษตรอินทรีย์เกือบทั้งหมด ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบอินทรีย์อื่น ๆ ที่มีด้วย

6. ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนทำในพื้นที่หมู่ที่ 8 บ้านดอนเจียง ต. สบเปิง อ. แม่แตง จ. เชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่การปลูกข้าวอินทรีย์ของชุมชน จากการประสานงานกับคุณวินัส สมจักร ซึ่งเป็นผู้นำกลุ่มเกษตรอินทรีย์ฝ่ายแปรรูป และมีการนัดหมายสมาชิกกลุ่ม เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักโดยการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ (ภาพที่ 1) และทดลองผลิตธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักของกลุ่มเกษตรอินทรีย์ (ภาพที่ 2) จากนั้นมีการติดตามดูแลการผลิตเป็นระยะเพื่อแก้ไขปัญหาหรือข้อสงสัยของกลุ่มเกษตรอินทรีย์ เช่น เรื่องบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น และจากการติดตามการดำเนินงานพบว่าในบางสัปดาห์กลุ่มเกษตรอินทรีย์นำผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักไปทดลองขายที่ตลาดนัดเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่ตลาดเจเจ (J. J. Market) แสดงดังภาพที่ 3

ในระยะแรกของการผลิตธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักได้มีการบรรจุในซองชนิดซองประกบระหว่างอลูมิเนียมฟอยล์กับพลาสติก ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถป้องกันความชื้นได้ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สูญเสียความกรอบง่าย นอกจากนี้ซองอลูมิเนียมฟอยล์ประกบพลาสติกนี้มีความทึบแสงทำให้ไม่เกิดกลิ่นหืนง่าย (Sangsuwan, 2013) แต่มีข้อเสีย คือ ผู้บริโภคมองไม่เห็นผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ขายได้ยาก และผู้บริโภคไม่กล้าซื้อผลิตภัณฑ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการประชุมร่วมกันกับสมาชิกสหกรณ์เกษตรอินทรีย์เชียงใหม่ จำกัด และได้ข้อสรุปว่าควรใช้ซองพลาสติกประเภทไนลอน ซึ่งมีความโปร่งใส สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ได้ มีความหนาสามารถป้องกันความชื้นเข้าสู่ตัวผลิตภัณฑ์ได้ ทำให้คงความกรอบได้นาน



ภาพที่ 1 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนการผลิตธัญพืชแห้ง



ภาพที่ 2 การติดตามผลการผลิตและการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการผลิตธัญพืชแห้ง



ภาพที่ 3 การทดลองขายผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้ง ณ ตลาด เจเจมาร์เกต อ.เมือง จ.เชียงใหม่

สรุปผลการทดลอง

1. การสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่อธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักพบว่าผู้บริโภคร้อยละ 78.5 ให้ความสนใจในการบริโภคโดยผู้บริโภคร้อยละ 27.3 ต้องการให้มีการเติมส่วนผสมของน้ำผึ้ง รองลงมาได้แก่ ผลไม้อบแห้ง (ร้อยละ 21.7) งาขาว (ร้อยละ 18.7) งาดำ (ร้อยละ 15.9) ถั่วชนิดต่าง ๆ (ร้อยละ 15.7) ราคาที่ผู้บริโภคต้องการสำหรับการจำหน่ายธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักขนาดบรรจุซองละ 30-40 กรัม ได้แก่ 26 - 30 บาท

2. คุณภาพของธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก 1) ด้านกายภาพพบว่าไม่มีสีแดงอมม่วงตามลักษณะของข้าวพอง ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก มีปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.334 ซึ่งน้อยกว่า 0.6 ตามข้อกำหนดของมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน 2) ด้านเคมี พบว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่ของผลิตภัณฑ์ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งมาจากข้าวกล้องอินทรีย์หักที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักเช่นกัน 3) ด้านการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

3. ต้นทุนธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หักขนาดแห้งละ 20 กรัม กรณีใช้วัตถุดิบจากระบบเกษตรอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งได้แก่ ข้าวกล้อง ข้าวตอก งาขาว งาดำ งาขี้ม่อน และน้ำผึ้ง พบว่าราคาต้นทุนต่อแห้งประมาณ 10 บาท ในขณะที่เมื่อใช้เฉพาะข้าวกล้องอินทรีย์หัก และข้าวตอกเป็นวัตถุดิบจากระบบเกษตรอินทรีย์และวัตถุดิบอื่นๆ ไม่ได้มาจากระบบเกษตรอินทรีย์มีต้นทุนต่อแห้งเท่ากับ 6 บาท

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในกรณีที่ไม่มีเครื่องอัดพิมพ์ สามารถเพิ่มปริมาณแบะแซอีกเล็กน้อยเพื่อใช้เป็นตัวประสานให้ส่วนผสมเกาะติดกัน
2. ในกรณีที่นำส่วนผสมอัดลงพิมพ์เข้าเ็นไป อาจทำให้ส่วนผสมเกิดการแข็งตัวและทำให้ข้าวพองแตกได้ แก้ด้วยการหล่อภาชนะด้วยน้ำร้อนเพื่อให้ส่วนผสมร้อนอยู่เสมอ
3. ชุมชนอื่นๆ ที่มีข้าวกล้องหักหรือข้าวหักสามารถนำผลวิจัยไปใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าของข้าวกล้องหักหรือ ข้าวหัก เพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่สมาชิกในชุมชน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. สามารถเติมผลไม้ต่าง ๆ เช่น สับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง ลำไยอบแห้ง อินทผลัม มะม่วงแช่อิ่มอบแห้ง เป็นต้น ลงในธัญพืชแห้งเพื่อเพิ่มรสชาติและทางเลือกให้หลากหลายและเป็นการเพิ่มใยอาหารให้แก่ธัญพืชแห้ง
2. สามารถเติมถั่วต่าง ๆ เช่น อัลมอนต์ เม็ดมะม่วงหิมพานต์ เป็นต้น เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนแต่ยังคงความเป็นผลิตภัณฑ์ปราศจากกลูเตนได้

3. ในการผลิตข้าวพองหากสามารถผลิตได้ด้วยวิธีอื่นที่ไม่ใช่การทอดอาจทำให้พลังงานของธัญพืชแห้งลดลง

References

- Agbaje, R., Hassan, C., Arifin, N. & Rahman, A. (2014). Sensory Preference and Mineral Contents of Cereal Bars Made from Glutinous Rice Flakes and Sunnah Foods. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(12), 26-31.
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. *Association of Official Analytical Chemists International*. Gaithersburg, USA. 2200 pp.
- Boustani, P. & Mitchell, V. (1990). Cereal Bars: A Perceptual, Chemical and Sensory Analysis. *British Food Journal*, 92(5), 17-22.
- Chompreeda, P. (2013). *Sensory Evaluation and Consumer Acceptance* (2nd ed.) Bangkok: Vista Interprint.
- Deepunya, W. (2010). *Development cereal bar product for development community product, khao kho district, phetchabun province*. Retrived May, 26, 2013, from http://research.pcru.ac.th/rdb/pro_data/files/5301017.pdf.
- FDA. (2001). *Bacteriological analytical manual*. Retrived March 1, 2014, from <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm071429.htm>.
- FDA. (2013). *Enumeration of Escherichia coli and the coliform bacteria*. Retrived March 1, 2014, from <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.html>.
- Iamkampang, P. & Inget, S.V. (2015). Product Development of Khao-Tang Supplemented with Calcium from Grey Feather Back Fish bone. *Saundusit Research Journal*, 8 (1), 55-71.
- Imarromna, J. Pimolsiripol, Y. & Chittapalo, T. (2014). Value Added Creation for Broken Organic Brown Rice and Participation of Chiang Mai Organic Agricultural Cooperative's members. *Far Eastern University Academic Journal*, 8 (2), 73-86.

- Kaewmaneechai, E. & Nongtaodum, S. (2008). *Product Development of Undergrade Dried Banana*. A Research Report submitted to The Thai Research Fund.
- Kitjaworasatien, S. (2010). *Chapoo Leave Added Cereal Bar Product*. (Master's thesis). Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Faculty of Home Economics Technology.
- Lobphu, T. & Buakam, P. (2016). Development of Low Calories Bar from Brown Rice, Pineapple and Stevioside. *FST CMU Research Exercise*, 1(1), 1-16
- Lorlowhakarn, S., Noomhorm, A., Srisawas, W. Sirisoontaraluk, P., Boonyanopakun, K. & Ahmad, I. (2007). *Organic Farming Business*. Bangkok: National Innovation Agency, Ministry of Science and Technology and Asian Institute of Technology.
- Mintel GNPD. (2013). Snack, Cereal and Nutrition Bars in the United States. *Market Analysis Report. Canada*. Minister of Agriculture and Agri-Food.
- Rattanapanone, N. & Rattanapanone, W. (1994). *Introduction to Nutrition*. Bangkok: Odeon Store.
- Ryland D., M.Vaisey-Genser, S.D. Arntfield & L.J. Malcolmson. (2010). Development of a nutritious acceptable snack bar using micronized flaked lentils. *Food Research International*, 43, 642–649.
- Sangsuwan, J. (2013). *Packaging and Shelf life of dried food*. Bangkok: Odeon Store.
- Servicelink; Department of Agriculture. (2013). *Principle of Organic Rice Production*. Retrived May, 28, 2013, from <http://www.servicelink.doae.go.th/webpage/book%20PDF/rice/r015.pdf>.
- Thai Industrial Standards Institute. (2013). *Thai Cummunity Product Standard: Khao Phong*. Retrived March, 1, 2013, from [http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0743_59\(ข้าวพอง\).pdf](http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0743_59(ข้าวพอง).pdf).
- Wongklnag, S. (2015). *Antioxidant Activity of Nelumbo nucifera for Development of Cereal Bar Product*. Master degree of Home Economic Technology Thesis. Patumthani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi.
- Wongood, T., Navareon, N. & Chaiwit., K. (2016). Development of Power Bar and Effect of Coconut Oil on Physical and Chemical Properties of Product. *FST CMU Research Exercise*, 1(1), 1-18.

Wongpiyachon, S. & Sukwiat, W. (2009). Health Food Product from Defatted Rice Bran: Snack Bar of Puffed Rice with Defatted Rice Bran. In *Proceedings of rice and temperate cereal crops annual conference* (pp.142-154). Bangkok: Division of Rice Research and Development, Rice Department.

Translated in Thai

จจิรา อิมอาร์มณ, ยุทธนา พิมลศิริผล และหุติยาภรณ์ จิตตะปาโล. (2557). การสร้างมูลค่าเพิ่มข้าวกล้องอินทรีย์หัก และการมีส่วนร่วมของสมาชิกสหกรณ์เกษตรอินทรีย์เชียงใหม่ จำกัด. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น*, 8(2), 73-86.

เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ. (2556). *บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บของอาหารแห้ง*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

นิธิยา รัตนাপนนท์ และ วิบูลย์ รัตนูปนนท์. (2537). *โภชนศาสตร์เบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2556). *การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: วิสต้า อินเทอร์เน็ตปรินทร์.

วิลาสินี ดีปัญญา. (2553). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์*. สืบค้นเมื่อ 26 พฤษภาคม 2556, สืบค้นจาก http://research.pcru.ac.th/rdb/pro_data/files/5301017.pdf

ศูนย์บริการร่วมกรมส่งเสริมการเกษตร. (2556). *หลักการผลิตข้าวอินทรีย์*. สืบค้นเมื่อ 28 พฤษภาคม 2556, สืบค้นจาก <http://www.servicelink.doae.go.th/webpage/book%20PDF/rice/r015.pdf>.

ศุภชัย หล่อโลหการ, อรรถพล นุ่มหอม, วิณา ศรีสวัสดิ์, พรทิพย์ ศิริสุนทรลักษณ์, คุณาวุฒิ บุญญานพคุณ และ Imran Ahmad. (2550). *ธุรกิจเกษตรอินทรีย์*. กรุงเทพฯ: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย.

สุธิดา กิจจาวรรเสถียร. (2553). *ผลิตภัณฑ์ธัญพืชผสมใบชะพลูอัดแท่ง*. (วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์.

สุนันทา วงศ์ปิยชน และ วชิรี สุขวิวัฒน์. (2552). ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากรำข้าวสาคัดน้ำมัน: ผลิตภัณฑ์ข้าวพองอัดแท่งผสมรำข้าว. ใน *การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2552* (น.142-154). กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2556). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของข้าวพอง (743/2559)*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2556, สืบค้นจาก [http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0743_59\(ข้าวพอง\).pdf](http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0743_59(ข้าวพอง).pdf).

เอกพันธ์ แก้วมณีชัย และสินี หนองเต่าตา. 2551. *การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกล้วยอบแห้งที่ตกเกรด*. รายงานการวิจัยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่ายอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

คณะผู้เขียน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศติยาภรณ์ จิตตะปาโล

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50000

e-mail: thutiyaporn@hotmail.com

อาจารย์ ดร.วราภรณ์ วิทยากรณ์

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

e-mail: veevaraporn@hotmail.com

อาจารย์วีระพงศ์ วิรุฬห์ธนภณ

โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

e-mail: weerapong_wi@hotmail.com