

การออกแบบการทดลองแบบผสมผลไม้แห้งในข้าวพองอัดแท่งเพื่อเป็นอาหารสุขภาพในอาเซียน Mixture Design Technique of Dried Fruits in Puffed Rice Bar for ASEAN Healthy Food

ปิลันตสุทธิ สุวรรณเลิศ¹ นริศรา วังมะนาว¹ วีระศักดิ์ สมยานะ² และนักสิทธิ ปัญญาใหญ่^{*}
Piluntasoot Suwannaleet¹, Narissara Wangmanao¹, Wirasak Somyana² and Naksit Panyoyai^{*}

บทคัดย่อ

ข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่งเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปในชุมชนที่พัฒนาสูตรตามหลักการเปลี่ยนวัตถุดิบอาหารเหลือทิ้งมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ผลิตภัณฑ์ใช้ส่วนผสมหลักเป็นเศษข้าวแต่นมาทอดให้พองกรอบ กล้วยพีช กล้วยโคส ไรซ์ป และเจลลาตินฮาลาล นำมาผสมกับผลไม้แห้งที่สำรวจจากผู้ตอบแบบสอบถามในภูมิภาคอาเซียน ได้แก่ กล้วยตาก มะม่วงอบแห้ง และองุ่นแห้ง ด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลองแบบผสมผลไม้แห้งสามชนิด ได้สัดส่วนโดยน้ำหนักที่เหมาะสม คือ มะม่วงอบแห้งร้อยละ 6.41 กล้วยตากร้อยละ 6.06 องุ่นแห้งร้อยละ 11.53 และส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ ข้าวพองร้อยละ 25 ข้าวโอ๊ตร้อยละ 10 งาขาวร้อยละ 4 เมล็ดฟักทองร้อยละ 10 ถั่วเขียวเลาะเปลือกร้อยละ 9 กล้วยโคสไรซ์ปร้อยละ 16 เจลาตินฮาลาลร้อยละ 2 ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.63 ความชื้นร้อยละ 4.53 ค่าเพอร์ออกไซด์ 5.93 มิลลิกรัมสมมูลต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ ค่าเนื้อสัมผัสความแข็ง 44.52 นิวตัน ปริมาณจุลินทรีย์มีคุณภาพตามมาตรฐานชุมชนผัก ผลไม้ และธัญพืชอัดแท่ง (มผช. 902/2559) และมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหารเสริมสุขภาพอาเซียน คุณค่าทางโภชนาการที่วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการมาตรฐานอาหารเทียบกับข้อมูลโภชนาการผลิตภัณฑ์คล้ายกับที่ผลิตในประเทศกลุ่มอาเซียน พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามีพลังงานและไขมันต่ำกว่า โดยในหนึ่งหน่วยบริโภค 25 กรัม ให้พลังงาน 90 กิโลแคลอรี น้ำตาล 3 กรัม ไขมัน 1 กรัม โซเดียม 55 มิลลิกรัม ผู้ทดสอบชิมจากภูมิภาคอาเซียนให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ต้นทุนเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่บริโภคได้คือ 4.87 บาทไทย

คำสำคัญ: การออกแบบการทดลองแบบผสม ผลไม้แห้ง ข้าวพองอัดแท่ง อาหารสุขภาพ อาเซียน

Abstract

A rice bar made from fruits and puffed rice was locally processed using a formula based on the "upcycled food principle". The product used rice crumbs fried until crisp as the main ingredients, and other minor ingredients (cereals, glucose syrup, Halal gelatin), and dried fruits (banana, mango, raisin) suggested by a survey of ASEAN respondents. The mixture design technique for mixing three dried fruits was applied to reveal the optimal mixed fruits proportion of dried mango (6.41%), dried bananas (6.06%), and raisins (11.53%). The other rice bar ingredients were puffed rice 25%, oats 10%, white sesame seeds 4%, pumpkin seeds 10%, Mung bean 9%, glucose syrup 16%, and halal gelatin 2%. The product quality analysis revealed water activity 0.63, moisture content 4.53%, peroxide value of 5.93 milli-equivalents peroxide per 1 kg food, and texture analysis indicated hardness of 44.52 Newton. Microbial content was up to Thailand Community Product Standard of fruit vegetable and cereal bar (TCPS 902/2016) and ASEAN Guidelines on Limits of Contaminants for Health Supplements (2021). Nutritional analysis results from the food standard laboratory compared with the nutritional facts of the similar products in ASEAN indicated that the formulated product was lower in energy and fat, based on 25 gram samples. One standard serving contained 90 kcal, sugar 3 grams, fat 1 gram, and 55 mg sodium. The ASEAN sensory testers generally accepted the new product. The cost of the edible rice bar was approximately 4.87 baht.

¹ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อ. แมริม จ. เชียงใหม่ 50330

¹Department of Agro-Industry, Faculty of Agricultural Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Mae Rim, Chiang Mai, 50330

²ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50300

²Department of Economics, Faculty of Management Sciences, Chiang Mai Rajabhat University, Muang, Chiang Mai, 50300

*Corresponding author, E-mail: naksit_pan@cmru.ac.th

Keywords: mixture design, dried fruits, puffed rice bar, healthy food, ASEAN

คำนำ

ข้าวแตน (sticky rice cracker) หรือ นางเล็ด มีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 36/2562) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2562) ระบุว่า อาหารว่างที่ได้จากข้าวเหนียวหนึ่งสุกมาผสมกับน้ำผลไม้ น้ำผัก น้ำสมุนไพร น้ำตาล น้ำกะทิ เกลือ งา ทำให้เป็นแผ่นวงกลมหรือรูปทรงอื่น ๆ นำไปทำให้แห้ง นำมาทอดให้สุก ปรงแต่งหน้าด้วยเครื่องปรุงรสต่าง ๆ (Figure 1a) ในกระบวนการแปรรูปข้าวแตนของวิสาหกิจชุมชนบ้านสันกอกเกิด อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ พบเศษข้าวแตนดิบที่แตกหักในระหว่างการตากแห้งร้อยละ 3-5 คิดเป็นปริมาณ 5 กิโลกรัมในแต่ละรอบการผลิตข้าวแตนครั้งละ 100 กิโลกรัม คำนวณเป็นมูลค่า 10 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเศษข้าวแตนนี้เมื่อนำไปทอดอีกครั้งจะเป็นข้าวพองกรอบ มีกลิ่นหอม และมีราคาเพิ่มเป็น 20 บาทต่อกิโลกรัม (Figure 1b) ดังนั้นการสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยการนำเศษข้าวเหล่านี้ไปเป็นส่วนประกอบหลักของธัญพืชอัดแท่ง ทำให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็น 150 บาทต่อกิโลกรัมโดยปรงแต่งด้วยผลไม้ท้องถิ่น รวมทั้งธัญพืช เพื่อเพิ่มคุณค่าโภชนาการ จึงเป็นทางเลือกอาหารเพื่อสุขภาพใหม่สำหรับผู้บริโภครุ่นใหม่ นอกจากนี้นักท่องเที่ยวและผู้บริโภคจากชาติอาเซียน เช่น สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย เวียดนามที่มาท่องเที่ยวเชิงนิเวศใหม่ให้ความสนใจอาหารท้องถิ่นล้านนาเพื่อสุขภาพ (healthy Lanna food) ซึ่งมีแคลอรีต่ำ เน้นการใช้ธัญพืช ผลไม้ต่าง ๆ มังสวิรัติและฮาลาล ที่สะดวกแก่การบริโภค เช่น ธัญพืชอัดแท่ง (cereal bar) จากข้าวซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบให้พลังงานที่สำคัญของคนในเอเชียด้วย (ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย, 2560) โดยผลิตภัณฑ์ข้าวแตนไทยในปัจจุบันผู้ประกอบการมีตลาดส่งออกรองรับในจีน และประเทศอาเซียน เช่น สิงคโปร์ เวียดนาม และกัมพูชา (จุจรดา วัฒนโกศัย, 2563) ดังนั้นจึงเป็นโอกาสที่วิสาหกิจชุมชนไทยจะได้พัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวพื้นเมืองและแนะนำให้คนไทยรู้จัก

หลักการเปลี่ยนวัตถุดิบอาหารเหลือทิ้งเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (upcycled foods) เป็นแนวคิดหนึ่งที่สอดคล้องกับการรักษาสิ่งแวดล้อม โดยการนำวัตถุดิบที่เหลือจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารชนิดหนึ่งกลับมาใช้ใหม่เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์อีกชนิดแทนการนำไปทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ (Zhang et al., 2020) ซึ่งเป็นการรวมสองแนวทาง ได้แก่ การยกระดับผลิตภัณฑ์ (upgrading) และการนำวัตถุดิบที่ปลอดภัยกลับมาใช้ใหม่ (recycling) ปัจจุบันพบว่าผลิตภัณฑ์อาหารต่างประเทศหลายชนิดที่พัฒนาขึ้นจากหลักการนี้ เช่น น้ำแดงโชนิดสกัดเย็น (cold press) จากผลแดงโชนิดไม่ได้มาตรฐานไปจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า แบ่งตัวเหลือจากกากตัวเหลือในการทำน้ำเต้าหู้ หรือธัญพืชอัดแท่ง (snack bar) จากกากของข้าวสาลีในการผลิตเบียร์ที่อุดมด้วยโปรตีนและเส้นใยอาหาร (Omni-recipes Admin, 2020) การใช้ข้าวกล้องอินทรีย์หักในการพัฒนาธัญพืชแท่ง (ทุติยาภรณ์ จิตตะปาโล และคณะ, 2563) กระแสการตอบรับของผู้บริโภคในกลุ่มรุ่นใหม่ Z (อายุ 13-23 ปี), กลุ่ม Y (24-39 ปี), และกลุ่มเบบี้บูมเมอร์ (baby boomers) อายุ 55 ปีขึ้นไปมีความสนใจสูงในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์กลุ่มวัตถุดิบอาหารเหลือทิ้งจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ส่วนกลุ่ม X (อายุ 40-54 ปี) กังวลในเรื่องความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ (Zhang et al., 2020) ดังนั้นการให้ข้อมูลเพิ่มเติมถึงคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ต่อสุขภาพ ความสะอาด ปลอดภัย (rational messaging) จึงเป็นแนวทางในการสร้างการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสร้างมูลค่าเพิ่มโดยการเปลี่ยนวัตถุดิบอาหารเหลือเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (Bhatt et al., 2020)

งานวิจัยเรื่องนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการนำเศษข้าวแตนที่ทอดพองเป็นข้าวพองเป็นวัตถุดิบใหม่มาศึกษาการผสมกับผลไม้แห้งชนิดต่าง ๆ แล้วขึ้นรูปเป็นข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่งโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองแบบผสม ศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพ จุลชีววิทยา คุณค่าทางโภชนาการ และทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบในประเทศไทยและประเทศในอาเซียน รวมทั้งต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 3 เดือน

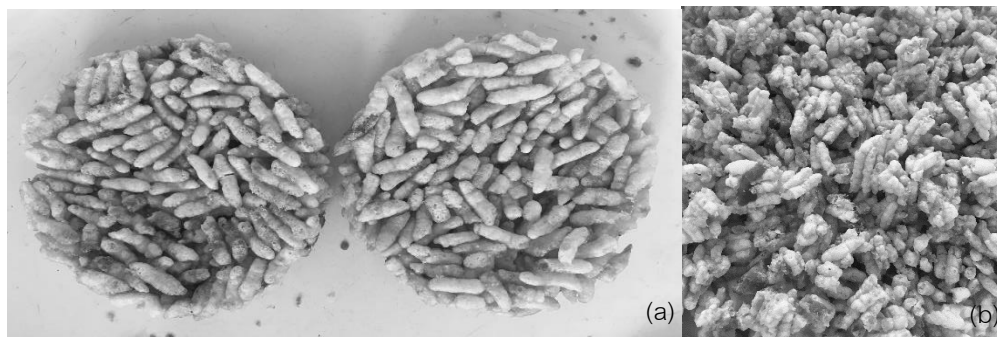


Figure 1 Sticky rice cracker (a) and puffed rice as a by-product (b).

วิธีการศึกษา

งานวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสำรวจข้อมูลและพัฒนาสูตรส่วนผสม ณ โรงงานต้นแบบแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และ วิสาหกิจชุมชนบ้านสันกอกเกิด อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และ บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่ ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2563

วัตถุดิบ

เศษข้าวแตกแห้งแยกออกจากแผ่นข้าวแต่นทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์นำมารวมกันแล้วร่อนด้วยกระดังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว คัดแยกสิ่งเจือปนทางกายภาพออกไป นำมาทอดให้พองกรอบด้วยน้ำมันปาล์ม (อัตราส่วนเศษข้าวแต่น 1 กิโลกรัมต่อน้ำมันปาล์ม 2 ลิตร) ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส นาน 10 วินาที นำขึ้นพักสะเด็ดน้ำมัน วิเคราะห์คุณภาพคือค่าวอเตอร์แอกทิวิตี และค่าเพอร์ออกไซด์ตามคุณภาพ มผช. ผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น เลขที่ 36/2562 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2562) ผลไม้แห้ง (มะม่วงอบแห้งและกล้วยตาก วิสาหกิจชุมชนแปรรูปได้ ส่วนของแห้งได้จากหยกอินเตอร์เทรด, เชียงใหม่) ความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ตามคุณภาพ มผช. ผักและผลไม้แห้ง เลขที่ 136/2558 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2558) ธัญพืช (ข้าวโอ๊ต markrawitake, สมุทรปราการ) งาขาว (ดอกงา, แม่ฮ่องสอน) เมล็ดพริกทองและถั่วเขียวเลาะเปลือกทอด (วิสาหกิจชุมชนผลิตได้) เจลาตินฮาลาล (McGarett, กรุงเทพฯ) และ กลูโคสไซรัป (ช้างห้าดาว, นครปฐม) น้ำดื่มที่ใช้ผสมวัตถุดิบได้มาตรฐานอาหาร (อย.) ของประเทศไทย

การวางแผนพัฒนาข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่ง

คัดเลือกผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งในท้องตลาดจากประเทศอาเซียน (สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย ไทย) จำนวน 5 ยี่ห้อที่มีข้าวเป็นส่วนประกอบหลัก ธัญพืช ผลไม้แห้งเป็นส่วนประกอบรอง ได้รับการรับรองฮาลาล นำผลิตภัณฑ์ทั้งหมดมาวิเคราะห์ส่วนประกอบที่ระบุบนฉลากและมีการระดมความคิดกับสมาชิกวิสาหกิจชุมชนบ้านสันกอกเกิดที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปจำนวน 7 คน จัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อคัดเลือกวัตถุดิบที่จะนำไปผสมในข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่ง โดยกำหนดเงื่อนไข คือ เป็นวัตถุดิบที่วิสาหกิจชุมชนนี้แปรรูปได้ หรือสามารถหาซื้อได้จากเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนหรือห้างค้าปลีกในจังหวัดเชียงใหม่

สำรวจความต้องการผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ชาวไทยที่มาจากที่ห้างสรรพสินค้าและร้านค้าในสนามบินจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 100 คน แบ่งเป็นเพศชาย 50 คน และเพศหญิง 50 คน และชาวต่างชาติอื่น ๆ ในภูมิภาคอาเซียน จำนวน 30 คน (อินโดนีเซีย 5 คน มาเลเซีย 5 คน สิงคโปร์ 5 คน เวียดนาม 5 คน กัมพูชา 3 คน ลาว 3 คน เมียนมาร์ 3 คน และฟิลิปปินส์ 1 คน) ที่มีอายุในช่วง 15-60 ปี จากนั้นให้ตอบแบบสอบถาม 5 ตอน ตอนแรกข้อมูลทั่วไป (เพศ อายุ การศึกษา) ตอนที่ 2 เลือกส่วนผสมข้าว ธัญพืช ผลไม้แห้งที่ชอบ ตอนที่ 3 เลือกธัญพืชอัดแท่งที่ต้องการรับประทานพร้อมข้อมูลโภชนาการ ตอนที่ 4 ปัจจัยในการเลือกซื้อ (เช่น ปริมาณ ราคา ความปลอดภัย โภชนาการ) และ ตอนที่ 5 ข้อเสนอแนะพัฒนาผลิตภัณฑ์ ชนิดผลไม้อบแห้งที่ให้ผู้ตอบเลือกจากรายการที่ชอบเพื่อผสมข้าวพองขึ้นรูปเป็นผลไม้แห้งอัดแท่งจำนวน 3 ชนิด จากตัวเลือกทั้งหมด 15 ชนิด ได้แก่ กล้วย แก้วมังกร กีวี ขนุน

แครนเบอร์รี่ ลูกเกด มะละกอ มะม่วง ลูกฟิก ลำไย ฝรั่ง ส้มเขียวหวาน สับปะรด สตรอว์เบอร์รี่ และอินทผาลัม โดยนำผลการสำรวจมารายงานให้วิสาหกิจชุมชนบ้านสันกอกเกิดเพื่อประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกวัตถุดิบ เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการกับผลิตภัณฑ์จำหน่ายในท้องตลาดอาเซียนแล้ว จากนั้นประเมินชนิดวัตถุดิบกลุ่มข้าวและธัญพืช ผลไม้แห้งที่จะนำมาใช้ในการผลิตข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่ง เพื่อใช้ประกอบเป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตต่อไป

การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่ง

การนำสูตรเบื้องต้นจากการระดมความคิดกับวิสาหกิจชุมชนบ้านสันกอกเกิด นำมากำหนดสัดส่วนโดยน้ำหนัก ดังนี้ ข้าวพองร้อยละ 25 ข้าวโอ๊ต ร้อยละ 10 งาขาว ร้อยละ 4 เมล็ดฟักทอง ร้อยละ 10 ถั่วเขียวเลาะเปลือก ร้อยละ 9 กลูโคสไซรัป ร้อยละ 16 เจลาตินฮาลาล ร้อยละ 2 และผลไม้อบแห้ง (กล้วย มะม่วง องุ่นแห้ง) คิดเป็นร้อยละ 24 กำหนดปริมาณระดับต่ำของผลไม้แห้งในช่วงร้อยละ 4-5 ตามลำดับ และกำหนดปริมาณระดับสูงในช่วงร้อยละ 11-12 ตามลำดับ ทำให้ได้สูตรข้าวพองอัดแท่งผสมผลไม้ทั้งหมด 10 สูตร ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองแบบผสม (mixture design) ของผลไม้แห้ง แบบ extreme vertices ที่กำหนดสัดส่วนการผสมผลไม้แห้ง 3 ชนิดเป็นส่วนผสมหนึ่งในสูตรการผสมข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่ง (สุจินดา ศรีวิวัฒน์, 2548)

การผลิตข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่งเริ่มจากการคัดเลือกเศษข้าวแค้นและถั่วเขียวเลาะเปลือก เลือกที่ไม่มีกลิ่นหืนแห้ง กรอบ ไม่มีน้ำมันเยิ้ม ข้าวโอ๊ตและเมล็ดฟักทองนำไปอบที่ตู้อบลมร้อนแบบถาด (โอเนอร์ฟู๊ดส์, กรุงเทพฯ) รุ่น OF3 ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที งาขาวนำไปคั่ว ด้วยกระทะทองเหลือง ด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที กล้วยตากมะม่วงอบแห้งและองุ่นแห้ง เลือกที่ไม่มีเมล็ด แมลงและผิวแห้ง ไม่มีเมือกเหนียว จากนั้นนำวัตถุดิบทั้งหมดมาคลุกเคล้าผสมให้เข้ากัน ทำการเตรียมน้ำเชื่อมโดยผสมกลูโคสไซรัปและเจลาตินด้วยไฟกลางอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผสมให้เข้ากันจนของผสมมีลักษณะเหนียว จากนั้นนำไปคลุกกับส่วนผสมแห้งที่เหลือ แล้วนำมาอัดขึ้นรูป เป็นแท่งให้มีความหนา 1.5 เซนติเมตรในถาด ทั้งส่วนผสมเอาไว้ 15 นาที แล้วใช้มีดปลายแหลมตัดเป็นชิ้นขนาด 3.5 เซนติเมตร x 8.5 เซนติเมตร โดยแต่ละชิ้นหนักประมาณ 25 กรัม ซึ่งมีน้ำหนักใกล้เคียงกับน้ำหนักต่อชิ้นของธัญพืชแบบแท่งที่ได้สำรวจมาโดยอยู่ในช่วงน้ำหนัก 25-33 กรัม ต่อจากนั้นนำข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่งที่ได้ไปวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต ลักษณะทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และความชอบโดยรวมผลิตภัณฑ์ต่อไป

การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทางเคมี กายภาพ ทางประสาทสัมผัส และต้นทุนการผลิตต่อหน่วย

นำข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่ง ทั้งหมด 10 สูตรไปวิเคราะห์ค่าความชื้น ด้วยการอบที่ 105 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ (AOAC, 2000) ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี โดยใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตี (AQUA LAB, USA) 3 ซ้ำ ค่าความแข็ง (นิวตัน) ในการหักตรงกลางแท่งด้วยอย่างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 3.5 เซนติเมตร X 8.5 เซนติเมตร ที่วางบนคานสองตำแหน่ง (Three-point fractural test) ด้วยหัววัด HDP/3PB เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Stable microsystem, UK) ที่อัตราเร็วในการกด 0.1 มิลลิเมตรต่อวินาที 10 ซ้ำ ส่วนการทดสอบประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-points Hedonic scale วัดความชอบโดยรวม โดยที่คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 5 คือ เฉย ๆ และ คะแนน 9 คือชอบมากที่สุด โดยผู้ทดสอบชิมทั่วไปคนไทย 50 คน แบ่งเป็นเพศชาย 25 คน และเพศหญิง 25 คนจากประเทศอื่น ๆ ในอาเซียน จำนวน 20 คน (อินโดนีเซีย 4 คน มาเลเซีย 4 คน สิงคโปร์ 4 คน เวียดนาม 2 คน กัมพูชา 2 คน ลาว 2 คน เมียนมาร์ 1 คน) ช่วงอายุ 25-40 ปี นอกจากนี้ ยังคำนวณต้นทุนผลไม้อบแห้งสำหรับการผลิตข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่งต่อชิ้น (25 กรัม) ค่าวมจากวัตถุดิบ บรรจุภัณฑ์และฉลากร้อยละ 77 และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าเชื้อเพลิง ค่าเสื่อมเครื่องมือ ค่าแรงงาน รวมร้อยละ 23

การวิเคราะห์ความปลอดภัยผลิตภัณฑ์ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ คุณค่าทางโภชนาการ และการออกแบบบรรจุภัณฑ์

นำข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่งที่ผลิตใหม่ไปตรวจวิเคราะห์หะพลาที่ออกซิน จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* และ *Escherichia coli* มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผัก ผลไม้ ธัญพืชอัดแท่ง (มพช. 902/2559) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2559) โดยตรวจด้วยมาตรฐาน BAM (U.S.FDA) ส่วนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นาน 3 เดือน ในถุงอะลูมิเนียมพอยล์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ตรวจวัดค่าเพอร์ออกไซด์และค่าวอเตอร์แอกทิวิตี และจัดทำฉลากโภชนาการแบบย่อแสดงรายการสารอาหาร 8 รายการพร้อมพลังงานและฉลากจีดีเอ (Guideline Daily Amount) ตามวิธีการ AOAC บริษัทห้องปฏิบัติการกลางแห่งประเทศไทย จำกัด ทดสอบและรายงานผลให้ทราบรูปแบบตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ฉลากโภชนาการและฉลาก GDA รวมทั้งแสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์สุดท้าย

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการคำนวณต้นทุนผลไม้แห้ง 3 ชนิด ค่าอเทอร์โอดทิวติ ค่าความชื้น ที่กำหนดให้มีค่าต่ำที่สุด ส่วนค่าคะแนนความชอบผลิตภัณฑ์โดยรวมที่ต้องการคะแนนมากที่สุด ไปวิเคราะห์โดยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อหาสัดส่วนผลไม้ 3 ชนิดที่เหมาะสม นอกจากนี้ใช้ค่าความถี่ ค่าร้อยละในการพรรณนาข้อมูลจากแบบสอบถามผลไม้แห้งที่ใช้ในการแปรรูป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการออกแบบข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่ง

การสำรวจความต้องการของชาวไทยจำนวน 100 คนและชาวต่างชาติในภูมิภาคอาเซียนจำนวน 30 คน ในการนำผลไม้แห้งมาเป็นส่วนประกอบของข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่ง พบว่า มะม่วงอบแห้ง กล้วยตาก และองุ่นแห้ง (ลูกเกต) มีความถี่ของความถี่ความต้องการนำมาเป็นส่วนผสมมากที่สุดสามลำดับแรกเท่ากับร้อยละ 16.50 ร้อยละ 13.50 และร้อยละ 12.00 ตามลำดับ โดยผู้ตอบแบบสำรวจชาวไทย ชาวสิงคโปร์ และชาวเวียดนาม ให้ความเห็นว่ามะม่วงอบแห้งควรมีรสชาติหวานหอม มีสีเหลืองน่ารับประทาน ในขณะที่ก้วยตากเป็นผลไม้ที่ผู้บริโภคชาวไทย ชาวกัมพูชา ชาวลาว ชาวเมียนมาร์ และชาวมาเลเซีย เห็นว่าเป็นผลไม้ท้องถิ่นในภูมิภาคอาเซียนที่รับประทานได้ ง่ายทุกฤดูกาล มีรสชาติดีไม่หวานมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mohammad et al. (2014) ที่สำรวจความชื่นชอบชาวมาเลเซีย 1,200 คน ในการตัดสินใจซื้อธัญพืชอัดแท่งเพื่อสุขภาพ พบว่ารสชาติเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ โดยผลไม้ที่ชื่นชอบในผลิตภัณฑ์ เช่น ก้วยตาก อินทผาลัม มะพร้าว นอกจากนี้ผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์จากการสำรวจที่นับถือศาสนาอิสลาม เสนอให้ผลิตภัณฑ์ใช้เจลาตินฮาลาลและผสมอินทผาลัม องุ่นลงไป ในธัญพืชอัดแท่ง เนื่องจากเป็นวัตุดิบชนิดซุนนะ (Sunnah) ที่ศาสนามะหมัด (the Prophet Muhammad) ได้กล่าวไว้ว่ามีคุณค่าและดีต่อสุขภาพ (Agbaje et al., 2016)

การพัฒนาสูตรส่วนผสมข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่ง กำหนดสัดส่วนการผสมผลไม้แห้งโดยน้ำหนักดัง Table 1 เป็นส่วนผสมหลัก โดยได้กำหนดส่วนผสมอื่น ๆ ซึ่งเป็นส่วนผสมรองให้คงที่ และการนำข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามที่ผู้ตอบเป็นคนในภูมิภาคอาเซียน ในตอนที่ 5 จากกรวิเคราะห์ส่วนประกอบในฉลากผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งและระดมความคิดกับวิสาหกิจชุมชนในการคัดเลือกวัตถุดิบโดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกับผลิตภัณฑ์จำหน่ายในท้องตลาดอาเซียน พบว่า

Table 1 Mixture design of dried fruits to produce puffed rice bar.

Treatment	Dried fruit (% w/w)		
	Dried banana	Dried mango	Raisin
1 (B12M7R5)	12	7	5
2 (B4M8R12)	4	8	12
3 (B8M8R8)	8	8	8
4 (B5M12R7)	5	12	7
5 (B8M4R12)	8	4	12
6 (B8M8R8)	8	8	8
7 (B4M8R12)	4	8	12
8 (B5M12R7)	5	12	7
9 (B9M11R4)	9	11	4
10 (B11M4R9)	11	4	9

Note: For all Treatments, B, M, and R means the weight of dried banana (w/w), dried mango (w/w), and raisin (w/w), respectively.

ธัญพืชที่ผู้ผลิตไทยเลือกใช้เป็นแหล่งให้พลังงานหลักในธัญพืชอัดแท่ง เช่น ข้าวคอกข้อมมือ ข้าวกล้อง ข้าวเหนียว ข้าวฟ่าง ข้าวโพด การใช้วัตถุดิบจากต่างประเทศ เช่น ข้าวโอ๊ต จมูกข้าวสาลี อัลมอนต์ เมล็ดเจียออร์แกนิก คินัวข้าวออร์แกนิก

เมล็ดพืชที่นำมาผสม เช่น เมล็ดฟักทอง เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เมล็ดทานตะวัน ลูกเดือย ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง งา ส่วนธัญพืชอัดแท่งในภูมิภาคอาเซียน เช่น สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย ใช้ข้าวไม่ขัดสี ถั่วต่าง ๆ เกล็ดข้าวโพด

ผลไม้อบแห้ง ที่ผู้ผลิตไทยเลือกใช้ สตรอว์เบอร์รี่ กล้วย แอปเปิ้ล เกล็ดมะพร้าว ลูกเกด ส่วนผลไม้ที่เป็นส่วนผสมธัญพืชอัดแท่งในภูมิภาคอาเซียน เช่น องุ่นขาว แอปเปิ้ล แอปริคอต อินทผาลัม

สารเชื่อมประสานพืชและผลไม้อบแห้งให้สามารถขึ้นรูปเป็นแท่ง พบว่า มีการใช้กลูโคสไซรัป น้ำเชื่อมฟรุคโตส น้ำผึ้ง คาราเมลเป็นหลัก ส่วนผสมที่เหลือ เช่น นํ้านม นํ้าตาล นํ้าอ้อย นํ้ามันพืช นั้นขึ้นอยู่กับความชอบของผู้บริโภคในแต่ละท้องถิ่น

การวิเคราะห์ส่วนประกอบจากฉลากของธัญพืชอัดแท่ง 5 ยี่ห้อพบว่า ธัญพืชอัดแท่งที่มีความหลากหลายของธัญพืชจะเป็นข้อดีที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ การใช้วัตถุดิบผลไม้แห้งให้รสชาติหวานตามธรรมชาติ การลดการใช้น้ำตาลทรายแต่ใช้นํ้าผึ้ง นํ้าอ้อยแทน หากมีการใช้วัตถุดิบประกอบอื่น ๆ ก็ใช้วัตถุดิบเพื่อสุขภาพ เช่น นํ้านมพว่องมันเนย ธัญพืชอินทรีย์ โดยกลูโคสไซรัปเป็นตัวเชื่อมประสานธัญพืชที่ส่วนใหญ่ใช้กัน ดังนั้น การเลือกใช้วัตถุดิบข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่งจึงใช้เศษข้าวแตนทอดพองเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตหลัก งาขาว เมล็ดฟักทอง ถั่วเขียวเลาะเปลือก ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่วิสาหกิจชุมชนผลิตได้และยังสามารถเสริมด้วยข้าวโอ๊ตของต่างประเทศเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นสากลมากขึ้น โดยการทดสอบทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีการปรับใช้กลูโคสไซรัปให้มีปริมาณลดลงจากใช้ในปริมาณร้อยละ 25 เพราะทำให้ส่วนผสมเปียก เหนียวขึ้นรูปเป็นแท่งยากแต่เพิ่มปริมาณเจลาตินร้อยละ 2 (ปริมาณที่ใช้กันในสูตรธัญพืชอัดแท่งอื่น ๆ ของไทย) เพื่อให้ข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่งประสานกันและสามารถขึ้นรูปได้ดี

ต้นทุนการผลิต และการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส

การคำนวณต้นทุนการผลิตข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่งน้ำหนัก 25 กรัม ทั้ง 10 สูตร ที่ผันแปรชนิดผลไม้อบแห้ง 3 ชนิด มะม่วงอบแห้ง กล้วยตาก และองุ่นแห้ง มีต้นทุนมะม่วงอบแห้งอยู่ในช่วง 1.10-4.04 บาท ต้นทุนกล้วยตากอยู่ในช่วง 0.44-1.41 บาท และต้นทุนองุ่นแห้งอยู่ในช่วง 0.60-1.80 บาท การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพพบว่า ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีอยู่ในช่วง 0.62-0.69 ร้อยละปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 4.23-4.70 ค่าความแข็งอยู่ในช่วง 27.43-52.96 นิวตัน และการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 4.76-6.47 คะแนน ตามลำดับ มะม่วงอบแห้งเป็นส่วนผสมที่มีผลต่อการเพิ่มค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ความชื้น แต่ช่วยลดค่าความแข็ง และการเพิ่มมะม่วงอบแห้งและองุ่นเพิ่มการยอมรับผลิตภัณฑ์มากกว่ากล้วยตาก (Table 2) การทดสอบเพื่อหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า สมการทำนายต้นทุนผลไม้แห้ง ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี และค่าความแข็งมีสมการถดถอยในรูปเชิงเส้น ส่วนความชื้น และการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมมีความสัมพันธ์แสดงในรูปสมการพหุนกำลังสอง

อัตราส่วนที่เหมาะสมของผลไม้อบแห้งทั้ง 3 ชนิด คือ มะม่วงอบแห้ง กล้วยตาก และองุ่นแห้ง เพื่อหาอัตราส่วนที่มีต้นทุนผลไม้อบแห้งต่ำที่สุด มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีไม่เกิน 0.85 และมีผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมไม่ต่ำกว่า 6.0 จากคะแนนเต็ม 9.0 ด้วยการนำค่าตอบสนองที่มีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มากกว่า 0.7 เพื่อกำหนดขอบเขตคุณภาพสำหรับการหาสูตรการผสมที่เหมาะสม พบว่า ต้นทุนมะม่วงอบแห้ง ต้นทุนกล้วยตาก ต้นทุนองุ่นแห้งมี R^2 เท่ากับ 1 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี และค่าความแข็ง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมี R^2 เท่ากับ 0.8651 และ 0.8430 ตามลำดับ ส่วนค่าปริมาณความชื้นและความชอบโดยรวมพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ต่อการกำหนดอัตราส่วนของวัตถุดิบที่เหมาะสม ดังนั้น การคำนวณอัตราส่วนของวัตถุดิบที่เหมาะสมโดยกำหนดขอบเขตของคุณภาพคือ ต้นทุนมะม่วงอบแห้ง 1.10-4.04 บาท ต้นทุนกล้วยตาก 0.44-1.41 บาท ต้นทุนองุ่นแห้ง 0.60-1.80 บาท ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.62-0.69 และค่าความแข็ง 27.43-52.96 นิวตัน พบว่าในพื้นที่แรงเงาจากใน Figure 2 มีปริมาณมะม่วงอบแห้ง อยู่ในช่วงร้อยละ 3.36-12.99 กล้วยตากร้อยละ 4.35-10.93 และองุ่นแห้ง ร้อยละ 9.65-15.01 จึงได้ปริมาณที่เหมาะสมของผลไม้อบแห้งทั้ง 3 ชนิด คือ มะม่วงอบแห้ง กล้วยตาก และ องุ่นแห้ง เท่ากับ ร้อยละ 6.41, 6.06 และ 11.53 ตามลำดับ

Table 2 Dried fruit cost, physico-chemical, and overall preference of puffed rice bar with three dried fruits.

Treatment	Dried fruit cost (baht/ 100 grams)			Water activity	Moisture (%)	Hardness (N)	Overall preference
	mango	banana	raisin				
1 (B12M7R5)	2.29	0.45	1.80	0.62 ± 0.4	4.57 ± 0.6	52.96 ± 0.5	6.35 ± 1.0
2 (B4M8R12)	2.46	0.91	1.19	0.67 ± 0.4	4.70 ± 0.4	45.23 ± 0.5	5.71 ± 1.2
3 (B8M8R8)	2.48	1.39	0.60	0.69 ± 0.2	4.48 ± 0.5	29.36 ± 0.2	5.88 ± 1.0
4 (B5M12R7)	2.46	0.91	1.19	0.67 ± 0.4	4.70 ± 0.4	45.23 ± 0.4	6.47 ± 0.9
5 (B8M4R12)	3.94	0.94	0.60	0.67 ± 0.1	4.42 ± 0.2	27.43 ± 0.3	6.00 ± 1.0
6 (B8M8R8)	4.04	0.44	1.16	0.65 ± 0.3	4.69 ± 0.3	42.52 ± 0.5	6.35 ± 1.3
7(B4M8R12)	4.04	0.44	1.16	0.65 ± 0.3	4.69 ± 0.3	42.52 ± 0.3	5.64 ± 1.2
8 (B5M12R7)	1.01	1.41	1.13	0.67 ± 0.1	4.69 ± 0.3	33.61 ± 0.3	4.76 ± 0.6
9 (B9M11R4)	1.02	0.85	1.80	0.63 ± 0.2	4.23 ± 0.5	44.82 ± 0.4	5.11 ± 0.8
10 (B11M4R9)	1.01	1.41	1.13	0.67 ± 0.4	4.40 ± 0.5	33.82 ± 0.5	5.17 ± 1.2

Note: mean ± standard deviation.

For all Treatments, B, M, and R means the weight of dried banana (w/w), dried mango (w/w), and raisin (w/w), respectively.

ต้นทุนวัตถุดิบ มะม่วงอบแห้ง (A) สมการทำนายคือ $0.01A+0.01B+0.01C$ $R^2 = 1$ ($p \leq 0.05$)
 กล้วยตาก (B) สมการทำนายคือ $1.91A+0.41B+0.40C$ $R^2 = 1$ ($p \leq 0.05$)
 องุ่นแห้ง (C) สมการทำนายคือ $0.59A+2.40B+0.60C$ $R^2 = 1$ ($p \leq 0.05$)
 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี สมการทำนายคือ $0.07A+0.60B+0.67C$ $R^2 = 0.8651$ ($p \leq 0.05$)
 ค่าความแข็ง สมการทำนายคือ $23.52A+60.65B+36.19C$ $R^2 = 0.8430$ ($p \leq 0.05$)
 ปริมาณความชื้น สมการทำนายคือ $4.45A+3.60B+4.05C+1.44AB+0.87AC+3.68BC$ $R^2 = 0.8160$ ($p > 0.05$)
 ความชอบโดยรวม สมการทำนายคือ $4.62A+5.29B+4.41C-0.52AB+6.27AC+6.05BC$ $R^2 = 0.7855$ ($p > 0.05$)

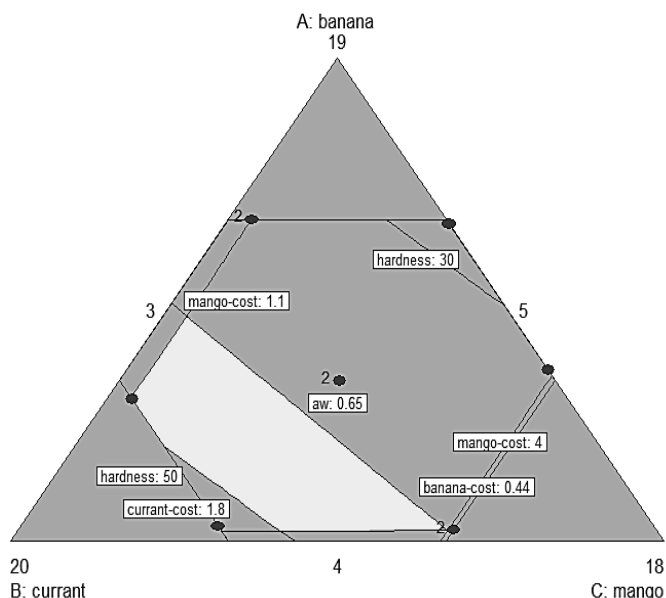


Figure 2 Triangular layout for 3-dried fruits to optimize puffed rice bar.

ดังนั้น อัตราส่วนสูตรข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่งประกอบด้วย เศษข้าวแต่น้อยละ 25 ข้าวโอ๊ตร้อยละ 10 เมล็ดพักทอง ร้อยละ 10 ถั่วเขียวเลาะเปลือกร้อยละ 9 งาขาวร้อยละ 4 กลูโคสไซรัปร้อยละ 16 เกลาตินฮาลาลร้อยละ 2 มะม่วงอบแห้งร้อยละ 6.41 กล้วยตากร้อยละ 6.06 องุ่นแห้งร้อยละ 11.53 นำอัตราส่วนของวัตถุดิบดังกล่าวไปทำการผลิตใหม่อีก 2 ซ้ำ เพื่อทดสอบ สมการว่าสามารถทำนายค่าที่ต้องการได้จริงหรือไม่ โดยนำค่าจากการทดลองเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทำนาย (predicted value) พบว่าค่าตอบสนองมีความคลาดเคลื่อนจากค่าการทำนายน้อยกว่าร้อยละ 10 เช่น ข้อมูลการทำซ้ำครั้งที่ 1 ผลผลิตที่มีค่า วอเตอร์แอกทิวิตี และค่าความแข็ง เท่ากับ 0.62 และ 45.18 เทียบกับค่าทำนายได้คือ 0.65 และ 48.50 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ ความคลาดเคลื่อนค่าวอเตอร์แอกทิวิตี และค่าความแข็ง 4.62 และ 6.84 ตามลำดับ แสดงว่าสมการนี้ใช้ทำนายได้ นอกจากนี้ ต้นทุนการผลิตขึ้นละ 25 กรัม เท่ากับ 4.87 บาท/ชิ้น เปรียบเทียบกับราคาผลิตภัณฑ์คล้ายกันจำหน่ายที่ 15-20 บาท/ชิ้น ต้นทุน มะม่วงอบแห้ง 1.10-4.04 บาทต่อ 25 กรัม ต้นทุนกล้วยตาก 0.44-1.41 บาทต่อ 25 กรัม ต้นทุนลูกเกด 0.06-1.80 บาทต่อ 25 กรัม ซึ่งวิสาหกิจชุมชนสามารถปรับชนิดของวัตถุดิบได้เพื่อเพิ่มคุณค่าผลิตภัณฑ์โดยยังคงรักษาต้นทุนและกำไรบางส่วนไว้ได้

การวิเคราะห์ความปลอดภัยผลิตภัณฑ์ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ คุณค่าทางโภชนาการ และการออกแบบบรรจุภัณฑ์

การวิเคราะห์ข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่งที่พัฒนาสูตรขึ้นมา นำไปวิเคราะห์ความปลอดภัยทางเคมี คือ อะฟลาท็อกซิน และค่าเพอร์ออกไซด์ พบว่า สารพิษอะฟลาท็อกซินที่อาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ งา ถั่ว และข้าว มีปริมาณ 1.53 ไมโครกรัม ต่อ กิโลกรัมผลิตภัณฑ์ และ ค่าเพอร์ออกไซด์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้การเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ 5.93 มิลลิกรัมสมมูลต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ ซึ่งไม่เกินจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผัก ผลไม้ และธัญพืชอัดแท่ง ที่กำหนดอะฟลาท็อกซิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ และ ค่าเพอร์ออกไซด์ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีไม่เกิน 0.85 (มผช. 902/2559) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2559) ค่าเพอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น้อยอัดแท่งผสมผลไม้แห้งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นาน 3 เดือนในถุงอะลูมิเนียมพอยล์ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเท่ากับ 7.53, 12.77 และ 15.58 มิลลิกรัมสมมูลต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.65, 0.67 และ 0.69 ตามลำดับ เมื่อเก็บไว้นาน 1 เดือน, 2 เดือน และ 3 เดือนตามลำดับ

การวิเคราะห์ความปลอดภัยในผลิตภัณฑ์เริ่มต้นด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด และ ยีสต์และรา พบ 40 โคลนต่อกรัม และ 2 โคลนต่อกรัม ตามลำดับ ส่วน *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, และ *Escherichia coli* ซึ่งเป็นกลุ่ม จุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์อาหารนั้นตรวจสอบไม่พบตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผัก ผลไม้ และธัญพืชอัดแท่ง (มผช. 902/2559) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2559) และสอดคล้องกับความปลอดภัยตาม (Association of Southeast Asian Nations (ASEAN), 2021)

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและพลังงานของผลิตภัณฑ์ข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่ง พบว่า มีพลังงานต่อหนึ่ง หน่วยบริโภค (25 กรัม) คือ 90 กิโลแคลอรี เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งในท้องตลาดจากภูมิภาคอาเซียน (สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย ไทย) พบว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้พลังงาน ประมาณ 90-120 กิโลแคลอรี ต่อ 25 กรัมซึ่งใกล้เคียงกัน การใช้ ผลไม้อบแห้งเป็นส่วนผสมจึงช่วยลดไขมันและพลังงานลงไป เช่นเดียวกับธัญพืชอัดแท่งของมาเลเซียที่มีส่วนผสมแป้งข้าวเหนียว 24% อินทผาลัม 18% มะขามป้อม 18% องุ่นแห้ง 18% น้ำผึ้ง 8.5% และกลูโคสไซรัป 13.5% ที่ให้พลังงาน 93 กิโลแคลอรี (Agbaje et al., 2014)

การแสดงข้อมูลโภชนาการ (Figure 3) ลงบนบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบฉลากโดยย่อแสดงรายละเอียดพลังงาน ไขมันทั้งหมด โปรตีน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล และโซเดียม ซึ่งนำไปจัดทำฉลากจีดีเอ แสดงข้อมูลเฉพาะพลังงาน น้ำตาล ไขมัน และโซเดียมคิดเป็น ร้อยละ 5 ร้อยละ 12 ร้อยละ 2 และร้อยละ 3 ตามลำดับ ตามปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยตั้งแต่อายุ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี โดยแสดงข้อมูลในแนวนอนตามซองบรรจุภัณฑ์ (Figure 4) และสอดคล้องกับมาตรฐานการใช้สัญลักษณ์เพื่อสุขภาพของมาเลเซีย เช่น กำหนดให้มีไขมันน้อยกว่าร้อยละ 10 น้ำตาลน้อยกว่า ร้อยละ 20 และโซเดียมน้อยกว่า 400 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมผลิตภัณฑ์ (Nutrient Criteria HCL Malaysia, 2021) ใช้ข้อความแสดง แหล่งวัตถุดิบที่ใช้ข้าวในท้องถิ่น เช่น ข้าวเหนียวสันป่าตอง ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมชนิด ที่เหลือจากการทำข้าวแต่น้อยผสมรวมกัน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีสันและข้อมูลที่นำเสนอมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้วิสาหกิจชุมชนไทยสามารถจัดทำข้อมูลฉลากให้เป็นภาษาอังกฤษเพื่อ

เปิดตลาดกับผู้บริโภคที่เป็นนักท่องเที่ยวจากชาติในภูมิภาคอาเซียน ขอการรับรองมาตรฐานอาหารของประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคอาเซียน เช่น ฮาลาล ฉลากโภชนาการ และสามารถเผยแพร่ทำให้ผู้สนใจในภูมิภาคอาเซียนไปพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้

สรุปผลการศึกษา

ข้าวพองผสมผลไม้แห้งอัดแท่งเพื่อเป็นอาหารว่างนี้ได้พัฒนาตำรับโดยใช้เศษข้าวแต่นจากการทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มาทอดให้กรอบและผสมกับธัญพืช ผลไม้ ปรุงรสส่วนผสมด้วยเกลือโคสโซรึบและเจลาติน ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยได้คุณภาพตามเกณฑ์เคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผัก ผลไม้ และธัญพืชอัดแท่งของไทยที่สอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งของประเทศในอาเซียนที่กำหนดมาตรฐานเอาไว้ การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ผลิตภัณฑ์ให้พลังงานและไขมันทั้งหมดต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งที่จำหน่ายในภูมิภาคอาเซียน การยอมรับของผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ชาวต่างชาติในภูมิภาคอาเซียนให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ระดับขอบเพราะมีรสชาติหวานเล็กน้อย เนื้อสัมผัสกรอบ และหอมข้าวพอง นอกจากนี้ได้แสดงข้อมูลฉลากโภชนาการและฉลากจีดีเอเพื่อสื่อข้อมูลเพื่อสุขภาพ

Nutrition Information		
Serving size: 1 bar (25 grams)		
Serving per container: 1		
Amount per serving		
Total energy	90	kcal
		Percent Thai RDI
Total fat	1 g	2%
Protein	2 g	
Total Carbohydrate	9 g	3%
Sugars	4 g	
Sodium	55 mg	3%
*Percent Thai Recommended Daily Intakes for population over 6 years of age are based on a 2,000-kcal diet.		

Nutrition value per bar

Energy	Sugar	Fat	sodium
90	4	1	55
kilocalorie	gram	gram	milligram
5%	6%	2%	3%

*calculate as percentage of maximum intake per day

Figure 3 Nutrition label and GDA label of dried fruits in puffed rice bar.



Figure 4 Dried fruits in puffed rice bar (a) and package design of the puffed riceberry bar (b).

เอกสารอ้างอิง

- ทุติยาภรณ์ จิตตะปาโล, วราภรณ์ วิทยภรณ์ และวีระพงศ์ วิรุฬห์ธนภรณ์. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชแห้งจากข้าวกล้องอินทรีย์หัก. *วารสารอาหาร สุขภาพ และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมชีวภาพ* 10(3): 47-68.
- รุจระดา วัฒนาโกศัย. 2563. ส่องกลยุทธ์บุกอาเซียนของ Mini Rice Cracker ข้าวแต่นไทยที่ส่งออก 7 ประเทศได้ภายในครึ่งปี!. บริษัท เพนนินซูลาร์ แอสโซซิเอตส์ จำกัด. <https://www.smethailandclub.com/entrepreneur-6017-id.html> (4 พฤศจิกายน 2564).
- ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. 2560. รู้ลึกอาเซียน อาหารและเครื่องดื่มไทยทำเงิน. K SME Analysis. <https://www.kasikombank.com/th/business/sme/KSMEknowledge/article/KSMEAnalysis/Documents/Thai-food-and-beverages-for-ASEAN.pdf> (6 เมษายน 2562).
- สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา. 2563. จับตาไอเดีย upcycled food เทรนด์ช่วยโลก “เปลี่ยนวัตถุดิบอาหารเหลือทิ้ง” เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่. <http://omni-recipes.com/2020/02/16/upcycled-food/> (16 กุมภาพันธ์ 2563).
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2558. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผักและผลไม้แห้ง (มผช. 136/2558)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2559. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผัก ผลไม้ และธัญพืชอัดแท่ง (มผช. 902/2559)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2562. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น (มผช. 36/2562)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สุจินดา ศรีวัฒนะ. 2548. แบบหุนจำลองและสูตรอาหารที่เหมาะสม. *วารสารอาหาร* 35(3): 168-176.
- Agbaje, R., Hassan, C. Z., Norlelawati, A., Abdul, R. A., and Huda, F. N. 2016. Development and physico-chemical analysis of granular formulated with puffed glutinous rice and selected dried Sunnoh foods. *International Food Research Journal* 23(2): 498-506.
- Association of Official Analytical Chemists. 2000. *Official Methods of Analysis*. 17th ed. Maryland: AOAC.
- Association of Southeast Asian Nations (ASEAN). 2021. Annex III-ASEAN Guidelines on Limits of Contaminants for Health Supplements. <https://asean.org/wp-content/uploads/2017/09/ASEAN-Guidelines-on-Limits-of-contaminants-HS-V2.0-with-disclaimer.pdf> (4 November 2021).
- Bhatt, S., Ye, H., Deutsch, J., Ayaz, H., and Suri, R. 2020. Consumers' willingness to pay for upcycled foods. *Food Quality Preference* 86: 1-8.
- Mohammad, R., Nah, N. F. M., and Mohamad, S. S. 2014. Consumer Preferences and purchasing intention towards a new healthy snack product. *Economic and Technology Management Review* 9(1): 123-132.
- Nutrient Criteria HCL Malaysia. 2021. Nutritional Guidelines on Nutrient Criteria for Healthier Choice Logo Malaysia. https://myhcl.moh.gov.my/assets/doc/nutrient_criteria.pdf (4 November 2021).
- Zhang, J., Ye, H., Bhatt, S., Jeon, H., Deutsch, J., Ayaz, H., and Suri, R. 2020. Addressing food waste: How to position upcycled foods to different generations. *Journal of Consumer Behaviour* 1(2): 1-9.

วันรับบทความ : (Received date) : 10 ธ.ค. 63
 วันแก้ไขบทความ : (Revised date) : 6 พ.ย. 64
 วันตอบรับบทความ : (Accepted date) : 11 เม.ย. 65