ผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อน
Cereal Bars from Lanna Black Rice Enriched with Perilla Seeds

จรรยา โท๊ะนาบุตร[*1] สังวาลย์ ชมภูจา[1] อรรถ ขันสี[1] อัศพงษ์ อุประวรรณา[1] ราตรี เมฆวิลัย[1] และอรทัย บุญทะวงศ์[2]

[1]โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษา ลำปาง

[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

Janya Thonabut[*1] Sungwan Chompuja[1] Att Khunsee[1] Utsaphong Uprarawanna[1] Ratree Mekwilai[1] and Oratai Bunthawong[2]

[1]School of Culinary Arts, Suan Dusit University, Lampang Center

[2]Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang

รับบทความ: 13 ตุลาคม 2567
แก้ไขบทความ: 4 กุมภาพันธ์ 2568
ตอบรับบทความ: 22 พฤษภาคม 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อน ซึ่งเป็นวัตถุดิบพื้นบ้านของภาคเหนือ โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างซีเรียลบาร์ที่เสริมงาขี้ม้อนร้อยละ 0 และร้อยละ 10 ผลการวิจัยพบว่าซีเรียลบาร์ที่เสริมงาขี้ม้อนร้อยละ 10 ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดในทุกด้าน ได้แก่ สี ความกรอบ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ($p>0.05$) การเสริมงาขี้ม้อนร้อยละ 10 ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) สีแดง (a*) และสีเหลือง (b*) ลดลง ปริมาณความชื้นเท่ากับ 7.76±1.13 ซึ่งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณความชื้นต่ำส่งผลให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ลดลง นอกจากนี้ การเสริมงาขี้ม้อนยังช่วยเพิ่มปริมาณไขมันในซีเรียลบาร์เป็น 22.67±0.34 โดยไขมันนี้ประกอบด้วยกรดไขมันโอเมก้า 3 และ 6 ซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาพบว่าผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์และยีสต์ต่ำกว่า 10 CFU/g ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ความปลอดภัยสำหรับการบริโภค

* **ผู้ประสานงาน (Corresponding Author)**
e-mail: Janya_tho@dusit.ac.th

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบ 200 คน พบว่า ความชอบในด้านความกรอบได้รับคะแนนสูงสุด (7.81±1.02) ตามด้วยกลิ่น (7.80±1.53) และสี (7.78±1.16) โดยคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.40±1.74 งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการนำวัตถุดิบท้องถิ่นของภาคเหนืออย่างข้าวก่ำล้านนา และงาขี้ม้อนมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเชิงพาณิชย์ ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการและยังเป็นการสืบสานวัฒนธรรมอาหารไทยในระดับสากล

คำสำคัญ: ข้าวก่ำล้านนา, งาขี้ม้อน, วัฒนธรรมอาหารพื้นบ้าน, ซีเรียลบาร์

Abstract

This research aims to study the sensory, physical, chemical, and microbiological characteristics of cereal bars made from Lanna black rice enriched with Perilla seed, which are traditional ingredients from Northern Thailand. The study compared cereal bars with 0% and 10% Perilla seed supplementation. The results showed that the cereal bars with 10% Perilla seed received the highest scores in all sensory attributes, including color, crispness, aroma, flavor, and overall liking, with no statistically significant difference compared to the control ($p>0.05$). The 10% Perilla seed supplementation resulted in a decrease in lightness (L*), redness (a*), and yellowness (b*). The moisture content was 7.76±1.13, which contributed to an extended shelf life, as the low moisture content inhibited microbial growth. Additionally, the fat content increased to 22.67±0.34, which included omega-3 and omega-6 fatty acids beneficial to health. Microbiological analysis showed that the total microorganism and yeast counts were below 10 CFU/g, ensuring product safety for consumption. Sensory evaluation by 200 panelists revealed that the highest score was for crispness (7.81±1.02), followed by aroma (7.80±1.53) and color (7.78±1.16). The overall liking score was 7.40±1.74. This study highlights the potential of using local Northern Thai ingredients, such as Lanna black rice and Perilla seed, to develop a commercially viable product that is both nutritionally valuable and contributes to the preservation of Thai culinary culture on an international level.

Keywords: Lanna black rice, Perilla seed, traditional food culture, cereal bar

บทนำ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และตอบสนองต่อการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพเป็นแนวโน้มที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็วในระดับโลก ความสนใจในผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับความสะดวกสบาย ความรวดเร็วในการบริโภค และคุณประโยชน์ทางโภชนาการกำลังเพิ่มขึ้น งานวิจัยเรื่องผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อน จึงมีความสำคัญ

อย่างยิ่งในการเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์อาหาร วัฒนธรรมการบริโภคอาหารพื้นบ้าน และเทคโนโลยีการผลิตอาหารที่มีมูลค่าเพิ่ม

ข้าวก่ำล้านนาเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของภาคเหนือของประเทศไทยที่มีความโดดเด่นในด้านคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีความสัมพันธ์ลึกซึ้งกับวัฒนธรรมการบริโภคอาหารของชาวล้านนา สายพันธุ์ข้าวก่ำมีสีม่วงเข้มที่เป็นเอกลักษณ์ ซึ่งเกิดจากสารพฤกษเคมีที่สำคัญในกลุ่มแอนโทไซยานิน (Anthocyanins) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง โดยแอนโทไซยานินเป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่มีบทบาทสำคัญในการลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรัง เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ และหลอดเลือด โดยมีคุณสมบัติช่วยลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มตัวในร่างกาย ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้เกิดการสะสมของไขมันในหลอดเลือดที่นำไปสู่โรคหัวใจและหลอดเลือด (ลัดดาวัลย์ ก้อนแก้ว, 2561) ข้าวก่ำล้านนาไม่เพียงแต่เป็นแหล่งของแอนโทไซยานิน แต่ยังประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ เช่น ใยอาหารสูง วิตามินบี และแร่ธาตุสำคัญอย่างธาตุเหล็กและสังกะสี การบริโภคข้าวก่ำช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันและช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ซึ่งมีประโยชน์โดยเฉพาะกับผู้ที่เป็นเบาหวาน เนื่องจากมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ (Glycemic Index) ช่วยให้การปล่อยพลังงานเป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดไม่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Sun et al., 2019) นอกจากนั้น ข้าวก่ำล้านนาซึ่งมีความเชื่อมโยงกับประเพณีและวิถีชีวิตของชาวล้านนาอย่างลึกซึ้ง ในอดีตข้าวก่ำมักถูกใช้ในพิธีกรรมทางศาสนาและงานบุญ เช่น การทำบุญข้าวใหม่ในช่วงฤดูเก็บเกี่ยว เพื่อแสดงความขอบคุณต่อเทพเจ้าและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่มอบผลผลิตอุดมสมบูรณ์ให้กับชุมชน ข้าวก่ำยังมีบทบาทสำคัญในการประกอบอาหารในครัวเรือนชาวล้านนา โดยมีการนำข้าวก่ำมาหุงหรือทำเป็นขนมหวาน เช่น ข้าวก่ำน้ำกะทิ ข้าวก่ำเปียกลำไย ซึ่งเป็นอาหารที่แสดงถึงเอกลักษณ์ท้องถิ่นและภูมิปัญญาในการใช้วัตถุดิบพื้นบ้านอย่างยั่งยืน

งาขี้ม้อน (Perilla seed) เป็นพืชพื้นถิ่นของชาวล้านนาและกลุ่มชาติพันธุ์ในแถบภาคเหนือ มีองค์ประกอบทางเคมีที่โดดเด่น ได้แก่ กรดไขมันโอเมก้า 3 ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยเฉพาะในเรื่องของการบำรุงสมอง และช่วยลดการอักเสบในร่างกาย (Wang et al., 2018) งานวิจัยเกี่ยวกับงาขี้ม้อนยังแสดงให้เห็นว่าการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีงาขี้ม้อนเป็นส่วนประกอบสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ และลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด (Kim et al., 2017) การผสมผสานระหว่างข้าวก่ำล้านนา และงาขี้ม้อนจึงเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีประโยชน์สูงสุดต่อสุขภาพ โดยเน้นการนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด นอกเหนือจากคุณค่าทางโภชนาการแล้ว งานวิจัยนี้ยังมีความสำคัญในเชิงวัฒนธรรม ข้าวก่ำและงาขี้ม้อนมีบทบาทสำคัญในประเพณีการบริโภคอาหารของชาวล้านนา โดยข้าวก่ำมักถูกใช้ในงานบุญ ประเพณีสำคัญ รวมถึงการบริโภคในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ การนำงาขี้ม้อนมาประกอบอาหารยังเป็นส่วนหนึ่งของภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ส่งต่อจากรุ่นสู่รุ่น โดยใช้ในการประกอบอาหารที่ช่วยเสริมสร้างสุขภาพ เช่น แกงและยำ ซึ่งเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมในภาคเหนือ การวิจัยครั้งนี้จึงมีศักยภาพในการส่งเสริมและอนุรักษ์วัฒนธรรมอาหารพื้นบ้าน พร้อมกับสร้างโอกาสในการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนผ่านการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีเอกลักษณ์และมีคุณค่า (เจริญจิตต์ มณีโชติ, 2562)

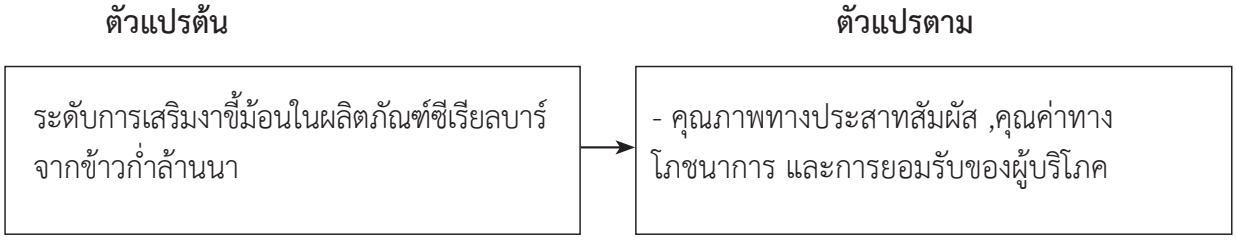
เทรนด์การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (Functional Foods) เป็นอีกหนึ่งแนวโน้มที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะในกลุ่มอาหารสำเร็จรูปที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อนนี้สอดคล้องกับเทรนด์ของผู้บริโภคที่ต้องการอาหารที่สะดวกและ

มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ขณะเดียวกันยังตอบสนองต่อความต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีวัตถุดิบจากธรรมชาติและปราศจากสารเคมี นอกจากนี้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปแบบซีเรียลบาร์ยังเป็นไปตามแนวโน้มของการบริโภคอาหารในลักษณะที่เน้นความสะดวกสบายและการบริโภคอาหารเช้าแบบเร่งรีบ (Bailey, 2020) ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในแง่ของการพัฒนาเศรษฐกิจ งานวิจัยนี้สามารถสร้างโอกาสให้กับผู้ผลิตในท้องถิ่นที่สามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพื้นถิ่นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการแข่งขันในตลาดโลก การวิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมจากธรรมชาติและวัตถุดิบพื้นถิ่นเช่นนี้ไม่เพียงแต่ช่วยส่งเสริมการบริโภคที่ยั่งยืน แต่ยังเป็นการเสริมสร้างศักยภาพทางเศรษฐกิจให้กับชุมชนท้องถิ่นอีกด้วย (Siro et al., 2008)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเสริมงาขี้ม้อนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนา
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง

กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) สำหรับการวิเคราะห์ผลทางกายภาพ เคมี และทางจุลชีววิทยา และวางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) สำหรับการทดสอบความชอบ การยอมรับในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. ศึกษาการเสริมงาขี้ม้อนในผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนา

การศึกษานี้ได้ประเมินผลของการเสริมงาขี้ม้อนในผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนา โดยแปรปริมาณการเสริมงาขี้ม้อนเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2, 10, 15 และ 20 และมีตัวอย่างควบคุมคือ ซีเรียลบาร์ที่ไม่ได้เติมงาขี้ม้อน ซึ่งการทดลองออกแบบแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) เพื่อควบคุมปัจจัยรบกวน และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2561) โดยใช้ระดับคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 9 และมีผู้ทดสอบจำนวน 50 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะสำคัญได้แก่ สี ความกรอบ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ทั้งนี้ การวิเคราะห์

คุณภาพทางกายภาพของซีเรียลบาร์ได้วัดค่าสี (L*, a*, b*) ด้วยเครื่องวัดสี และวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส เช่น ความแข็ง (Hardness) และความกรอบ (Crispness) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer สำหรับการประเมินคุณภาพทางเคมี โดยวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี (Water Activity; aw) ด้วยเครื่อง Water Activity Meter และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีตามมาตรฐาน AOAC (2000) หลังจากนั้นจึงนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย 9-Point Hedonic Scale โดยการประเมินนี้ครอบคลุมทุกคุณลักษณะของซีเรียลบาร์ รวมถึงการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคในด้านต่าง ๆ เพื่อหาปริมาณการเสริมงาขี้ม้อนที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการผลิต

2. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และคุณค่าทางโภชนาการของซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อน

2.1 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อน โดยใช้กลุ่มเป้าหมายที่มีอายุระหว่าง 18 ถึง 30 ปี คละเพศ จำนวน 200 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวก (Convenience sampling) แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค 2) ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติ และ 3) การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์ โดยการทดสอบจะวิเคราะห์ความคิดเห็นในด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ รวมถึงรสชาติ เนื้อสัมผัส ความกรอบ กลิ่น ความน่าสนใจของผลิตภัณฑ์ และความพึงพอใจโดยรวมของผู้บริโภค

2.2 ผลิตผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อนที่ผ่านการคัดเลือกจากการทดสอบคุณลักษณะและการยอมรับของผู้บริโภคในขั้นตอนก่อนหน้า จากนั้นจึงส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (2000)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยของการทดลองที่ได้เกิดจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) วิเคราะห์หาความแปรปรวนของข้อมูลด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics สำหรับ Window

ผลการวิจัย

การเสริมงาขี้ม้อนในผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนา

การทดลองผลิตซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนา ในเบื้องต้นได้ทดลองผลิตโดยใช้วัตถุดิบหลักเป็นข้าวสารก่ำล้านนา โดยอ้างอิงวิธีการเตรียมจากงานวิจัยเรื่อง การใช้ข้าวสังข์หยดเพื่อการผลิตธัญพืชอัดแท่ง (อภิวัน สมบูรณ์ดำรงกุล, 2557) พบว่าเกิดปัญหาคือ เมื่อนำข้าวสารก่ำล้านนามาทำให้พองตัวในระหว่างการคั่วในกระทะทอง ลักษณะข้าวสารก่ำล้านนาจะพองตัวไม่สม่ำเสมอเมื่อได้ทำการผลิตปริมาณมาก ซึ่งอาจเป็นปัญหาต่อไปเมื่อผู้ประกอบการทำการผลิตจริงเพื่อการจำหน่าย ดังนั้นจึงได้ทำการปรับชนิดของวัตถุดิบโดยการใช้ข้าวพองจากข้าวก่ำล้านนาแทน และจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์จนได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายจึงได้นำมาตรวจสอบคุณภาพ

ทางกายภาพ ได้แก่ค่าสี ตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณเส้นใย ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา และทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อน

ส่วนผสม	ผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อน				
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 2	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15	ร้อยละ 20
สี	7.70 ^{a}±0.92	7.02 ^{b}±0.82	7.67^{a}±0.65	6.20 ^{c}±0.85	6.20 ^{c}±0.90
ความกรอบ	7.50 ^{a}±0.85	7.60^{a}±0.60	7.66^{a}±0.66	6.35 ^{b}±0.65	6.09 ^{c}±0.68
กลิ่น	7.55 ^{a}±0.82	7.50^{a}±0.72	7.45^{a}±0.80	6.76 ^{b}±0.88	6.16 ^{c}±1.22
รสชาติ	7.90 ^{a}±1.11	7.75^{a}±0.96	7.85^{a}±0.95	6.48 ^{b}±0.62	6.20 ^{c}±1.14
ความชอบโดยรวม	7.85 ^{a}±0.76	7.00^{b}±0.90	7.90^{a}±0.92	6.90 ^{b}±0.98	6.10 ^{c}±0.85

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD (SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงการกระจายของข้อมูล)
$^{a\,b\,c}$ ที่กำกับตัวเลขในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อนที่ระดับร้อยละ 10 พบว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านสี ความกรอบ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ผลลัพธ์นี้ไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ไม่ได้เสริมงาขี้ม้อน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสริมงาขี้ม้อนในสัดส่วนที่เหมาะสมไม่ส่งผลกระทบเชิงลบต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ สูตรต้นตำรับของผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาประกอบด้วยข้าวก่ำล้านนา 75 กรัม คอนเฟลก 25 กรัม ถั่วอัลมอนด์ 30 กรัม เมล็ดทานตะวัน 30 กรัม เมล็ดฟักทอง 25 กรัม กีวี 15 กรัม สตรอว์เบอร์รี 15 กรัม สับปะรด 15 กรัม งาขี้ม้อน 22 กรัม พีนัทบัตเตอร์ 50 กรัม กลูโคสไซรัป 100 กรัม เกลือ 0.5 กรัม น้ำผึ้ง 15 กรัม และเนยสด 20 กรัม กระบวนการผลิตเริ่มจากการนำข้าวพองจากข้าวก่ำ คอนเฟลก อัลมอนด์ เมล็ดทานตะวัน เมล็ดฟักทอง กีวี สตรอว์เบอร์รี สับปะรด และงาขี้ม้อนมาคลุกเคล้าให้เข้ากันในอ่างผสม จากนั้นนำส่วนผสมของเกลือ น้ำผึ้ง พีนัทบัตเตอร์ กลูโคสไซรัป และเนยสดใส่ลงในกระทะทองเหลืองให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส จนส่วนผสมละลายและเข้ากันดี นำธัญพืชที่คลุกผสมไว้แล้วใส่ลงในกระทะ ค่อย ๆ ใช้พายคลุกเคล้าให้ส่วนผสมเข้ากันอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นตักส่วนผสมที่ได้วางลงเป็นแท่งบนถาดอบที่ปูด้วยกระดาษรองอบ ก่อนนำเข้าอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที การปรับกระบวนการผลิตนี้ดัดแปลงจากงานวิจัยของนิภาพรกุลณา และคณะ (2564) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและคงคุณค่าทางโภชนาการของส่วนผสมตารางที่ 2 แสดงคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อน ร้อยละ 0 และ 10

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อนโดยเปรียบเทียบที่ระดับร้อยละ 0 และ 10 พบว่า ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อนร้อยละ 0 มีค่าสี L* เท่ากับ 48.32±1.22 a* เท่ากับ 6.18±0.36 b* เท่ากับ 11.50±0.76 และ ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำ

ซึ่งจะเห็นว่าการเสริมงาขี้ม้อนร้อยละ 10 มีแนวโน้มที่ทำให้ค่าความสว่างของซีเรียลบาร์ลดลง ค่าสีแดงลดลง ค่าสีเหลืองลดลง (ค่า a* มีค่าเป็นบวก (+) แสดงถึงค่าสีแดง และค่า b* มีค่าเป็นบวก (+) แสดงถึงค่าสีเหลือง) เนื่องจากในส่วนผสมมีองค์ประกอบของงาขี้ม้อนเพิ่ม เมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการอบส่วนผสมจะมีสีเข้มขึ้น คุณภาพทางเคมี พบว่า ปริมาณความชื้นที่ร้อยละ 10 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเท่ากับ 7.76±1.13 จึงไม่มีความเสี่ยงต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น เนื่องจากปริมาณความชื้นที่ต่ำจะสามารถลด หรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ด้านปริมาณไขมันของซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อนที่ร้อยละ 10 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เท่ากับ 22.67±0.34 โดยจากวิจัยของเพิ่มศักดิ์ และคณะ (2546) รายงานผลการวิจัยของงาขี้ม้อน พบว่า ในน้ำมันงาขี้ม้อนมีทั้งโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 ซึ่งเป็นกรดไขมัน ที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 ในน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนนั้นสูงกว่าน้ำมันปลาประมาณ 2 เท่า (ธัญญา, 2552) คุณภาพทางจุลชีววิทยาของซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาสูตรควบคุมและสูตรเสริมงาขี้ม้อน พบว่ามีปริมาณเฉลี่ยเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 CFU/g และปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/g ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการในการผลิตซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาสูตรควบคุมและสูตรเสริมงาขี้ม้อน ได้มีขั้นตอนการพาสเจอไรซ์ ที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส และอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที อีกทั้งยังได้คำนึงถึงสุขลักษณะที่ถูกต้องในกระบวนการผลิตซีเรียลบาร์

ตารางที่ 2 คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของซีเรียลบาร์จาก ข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อนร้อยละ 0 และ 10

คุณภาพซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อน		**ร้อยละ 0**	**ร้อยละ 10**
คุณภาพทางกายภาพ	ค่าสี L*	48.32±1.22	43.97±3.93
	ค่าสี a*	6.18±0.36	4.19±1.24
	ค่าสี b*	11.50±0.76	6.68±1.75
คุณภาพทางเคมี	ปริมาณความชื้น (%)	7.56±1.02	7.76±1.13
	ปริมาณไขมัน (%)	16.61±0.28	22.67±0.34
	ปริมาณโปรตีน (%)	10.54±0.30	10.04±0.52
	ปริมาณเส้นใย (%)	9.48±0.69	11.70±0.41
	ปริมาณเถ้า (%)	1.35±0.30	1.70±0.20
	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%)	54.46±0.52	57.83±0.75
คุณภาพทางจุลชีววิทยา	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	< 10	< 10
	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)	< 10	< 10

การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ คุณค่าทางโภชนาการ

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อน โดยการประเมินทางประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้านสี ความกรอบ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ กับผู้ทดสอบจำนวน 200 คน เพื่อหาการยอมรับของผู้ทดสอบ

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 200 คน พบว่า เพศหญิงมีสัดส่วนมากที่สุดที่ร้อยละ 61 และเพศชายร้อยละ 39 โดยกลุ่มอายุที่มากที่สุด คือ น้อยกว่า 20 ปี ร้อยละ 36 และช่วงอายุ 31-40 ปี ร้อยละ 27 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี ร้อยละ 41 และมีอาชีพข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจมากที่สุด ร้อยละ 30 ในด้านรายได้ พบว่ากลุ่มที่มีรายได้ต่อเดือน 20,001 – 30,000 บาท เป็นกลุ่มใหญ่ที่สุดที่ร้อยละ 32.5 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์ธัญพืช กลุ่มผู้ทดสอบจำนวน 200 คน คิดเป็นร้อยละ 100 เคยบริโภคผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์ธัญพืช จำนวน 158 คน คิดเป็นร้อยละ 79.00 ไม่เคยบริโภค ผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์ธัญพืช จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 21.00

ผลการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อนโดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้านสี ความกรอบ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนความชอบ 9 ระดับกับผู้ทดสอบจำนวน 200 คน เพื่อหาการยอมรับของผู้ทดสอบ พบว่า ลักษณะด้านสี มีระดับความชอบที่คะแนนเฉลี่ย 7.78 ± 1.16 ลักษณะความกรอบ มีระดับความชอบที่คะแนนเฉลี่ย 7.81 ± 1.02 ลักษณะด้านกลิ่น มีระดับความชอบที่คะแนนเฉลี่ย 7.80 ± 1.53 ลักษณะด้านรสชาติ มีระดับความชอบที่คะแนนเฉลี่ย 7.04 ± 1.85 ลักษณะด้านความชอบโดยรวม มีระดับความชอบที่คะแนนเฉลี่ย 7.40 ± 1.74 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อน

คุณลักษณะ	ค่าเฉลี่ยการยอมรับผลิตภัณฑ์
สี	7.78 ± 1.16
ความกรอบ	7.81 ± 1.02
กลิ่น	7.80 ± 1.53
รสชาติ	7.04 ± 1.85
ความชอบโดยรวม	7.40 ± 1.74









ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ต้นแบบ

ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้บริโภคเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อน (ภาพที่ 2) พบว่ากลุ่มผู้ทดสอบจำนวน 200 คน มีผู้บริโภคที่แสดงความสนใจในผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์ดังกล่าวจำนวน 165 คน คิดเป็นร้อยละ 82.50 สาเหตุหลักที่ทำให้ผู้บริโภคสนใจ ได้แก่ ความสะดวกในการพกพา ลักษณะการบริโภคที่ง่าย และคุณค่าทางโภชนาการที่สูง ในขณะเดียวกัน ผู้บริโภคจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 แสดงความไม่สนใจ โดยให้เหตุผลว่าตนไม่ชอบกลิ่นหรือเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาความพึงพอใจในตัวสินค้า นอกจากนี้ เมื่อสอบถามผู้บริโภคเกี่ยวกับราคาที่เหมาะสมในการซื้อซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อนขนาด 30 กรัม พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ จำนวน 150 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 พร้อมที่จะซื้อในราคา 15 บาท ในขณะที่ผู้บริโภคจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 17.00 ยอมรับราคา 20 บาท และมีผู้บริโภคจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 9.50 ยอมรับในราคา 25 บาท ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความไวต่อราคาของกลุ่มผู้บริโภคและความพร้อมในการจ่ายตามมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่พิจารณาจากคุณค่าทางโภชนาการและความสะดวกสบายในการบริโภค ในส่วนของการตัดสินใจซื้อ หากมีผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อนวางจำหน่าย ผู้บริโภคจำนวน 165 คน คิดเป็นร้อยละ 82.50 ยินดีที่จะซื้อผลิตภัณฑ์นี้ เนื่องจากคุณค่าทางโภชนาการที่ตอบสนองต่อความต้องการในการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพและความสะดวกในการรับประทาน ในทางกลับกัน ผู้บริโภคจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 ตัดสินใจไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ เนื่องจากไม่ชื่นชอบกลิ่นและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดพฤติกรรมการบริโภค

อภิปรายผล

การเสริมงาขี้ม้อนในผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนา แสดงให้เห็นถึงการนำทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อตอบสนองต่อแนวโน้มการบริโภคที่เน้นสุขภาพ โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวในงาขี้ม้อน ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการส่งเสริมสุขภาพหัวใจและหลอดเลือด (Kim et al., 2017) จากการศึกษาพบว่าการเสริมงาขี้ม้อนในระดับร้อยละ 10 ให้ผลการยอมรับดีที่สุดในด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านสี ความกรอบ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น โอเมก้า 3 ที่พบในงาขี้ม้อน สามารถส่งเสริมรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้นได้ (Wang et al., 2018) อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าการเสริมงาขี้ม้อนในปริมาณที่สูงกว่า เช่น ร้อยละ 15 และ 20 ส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมลดลง สาเหตุสำคัญมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเมื่อได้รับความร้อน ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถทำให้กลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปได้ งานวิจัยหลายชิ้นแสดงให้เห็นว่าการออกซิเดชันของกรดไขมันโอเมก้า 3 ในอาหารที่มีความร้อนสูง สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างโมเลกุลของกรดไขมัน ส่งผลให้เกิดรสชาติและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ (Shahidi & Zhong, 2010) ในการประยุกต์ใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์อาหาร ควรพิจารณาถึงวิธีการลดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น การใช้สารต้านอนุมูลอิสระเสริมในกระบวนการผลิตเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยานี้ หรือการควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการผลิตให้เหมาะสมเพื่อป้องกันการทำลายคุณค่าทางโภชนาการของงาขี้ม้อน งานวิจัยของ Pokorny et al. (2008) ได้แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ เช่น โพลีฟีนอลจากพืช สามารถช่วยลดการออกซิเดชันของกรดไขมันในอาหารที่ผ่านการอบหรือทอดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในด้านการพองตัวของข้าวก่ำล้านนา

พบว่าการพองตัวของข้าวก่ำมีความไม่สม่ำเสมอเมื่อผลิตในปริมาณมาก ปัญหานี้แสดงถึงความท้าทายในการประยุกต์ใช้ข้าวก่ำล้านนาในผลิตภัณฑ์เชิงอุตสาหกรรม เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของข้าวก่ำที่มีความแข็งและหนาแน่นสูง จึงต้องใช้เทคนิคเฉพาะในการคั่วเพื่อให้ข้าวพองตัวได้อย่างสม่ำเสมอ การใช้ข้าวพองแทนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ (Nipaporn et al., 2021) และยังสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ได้ เนื่องจากข้าวก่ำล้านนามีสารต้านอนุมูลอิสระชนิด OPC (Oligomeric Proanthocyanidins) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าสารต้านอนุมูลอิสระชนิดอื่น ๆ เช่น วิตามินซีหรือวิตามินอี (Laddawan & Kornkaew, 2018) ในด้านคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ การเสริมงาขี้ม้อนในผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในงาขี้ม้อนเมื่อได้รับความร้อน การเปลี่ยนแปลงนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang et al. (2018) ที่พบว่าการเสริมกรดไขมันโอเมก้า 3 ในอาหารที่ผ่านการอบหรือทอดสามารถทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนี้ การลดลงของค่าสีแดง (a*) และสีเหลือง (b*) ยังเป็นผลจากการเสริมงาขี้ม้อนในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น ซึ่งเป็นผลจากองค์ประกอบของงาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน ในส่วนของคุณภาพทางจุลชีววิทยา การตรวจพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์ทั้งสูตรควบคุมและสูตรเสริมงาขี้ม้อนต่ำกว่า 10 CFU/g แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการบริโภค กระบวนการพาสเจอไรซ์และการอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสเป็นปัจจัยที่ช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Siro et al., 2008)

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคยังแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยเนื้อสัมผัสและกลิ่นในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์อาหาร ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสในกลุ่มผู้บริโภคแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาเสริมงาขี้ม้อนได้รับคะแนนสูงในด้านความกรอบ กลิ่น และสี ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้และความพึงพอใจของผู้บริโภค (Bailey, 2020) เทรนด์การบริโภคในปัจจุบันที่เน้นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่สามารถบริโภคได้สะดวกและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง สะท้อนให้เห็นถึงความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทซีเรียลบาร์ที่สามารถพกพาและบริโภคได้ง่ายในชีวิตประจำวัน (Siro et al., 2008)

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ต้นแบบ เช่น การใช้ถุงบรรจุภัณฑ์ขนาด 30 กรัม ติดฉลากสติ๊กเกอร์ และบรรจุในกล่องกระดาษ เป็นทางเลือกที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการบริโภคของผู้บริโภคยุคใหม่ที่ให้ความสำคัญกับความสะดวกในการพกพาและการบริโภคอาหารที่สามารถตอบสนองต่อวิถีชีวิตที่เร่งรีบในปัจจุบัน นอกจากนี้ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความสวยงามและเอกลักษณ์ยังช่วยสร้างมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ โดยการสื่อถึงความเป็นธรรมชาติและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหาร (Bailey, 2020) ดังนั้น การเสริมงาขี้ม้อนในผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากข้าวก่ำล้านนาให้ผลลัพธ์ที่ดีในด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยเฉพาะในระดับร้อยละ 10 ซึ่งช่วยเสริมสร้างเนื้อสัมผัส กลิ่น และสีของผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยายืนยันว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ปลอดภัยและมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี ในด้านการยอมรับของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์ได้รับการตอบรับที่ดีจากผู้บริโภค ซึ่งสะท้อนถึงความต้องการผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่สามารถพกพาได้สะดวก การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ต้นแบบที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้บริโภคยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาการเสริมวัตถุดิบอื่น ๆ เช่น ธัญพืชหรือถั่ว เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและสร้างความหลากหลายในรสชาติของผลิตภัณฑ์

2. ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการปรับสูตร และกระบวนการผลิตเพื่อให้เหมาะสมกับการผลิตเชิงอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและลดต้นทุน

References

เจริญจิตต์ มณีโชติ. (2562). *อาหารพื้นบ้านล้านนาและภูมิปัญญาท้องถิ่น.* สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธัญญา ธีรศาสตร์. (2565). *น้ำมันงาเจียง เส้นทางใหม่สู่การแก้ไขปัญหาสุขภาพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.* http://opac.tistr.or.th. [25 ธันวาคม 2565].

นิภาพร กุลณา และคณะ. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งที่มีใยอาหารสูงจากข้าวกล้องสินเหล็ก. *Dusit Thani College Journal.* 15(1). January - April 2021.

เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์, อนันต์ ปินตารักษ์, และดนุวัต เพ็งอ้น. (2546). *งาขี้ม้อน(งาหอม)พืชที่มี คุณค่าของไทยภาคเหนือ.* เชียงใหม่: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ไพโรจน์ วิริยจารี. (2561). *การประเมินทางประสาทสัมผัส.* เชียงใหม่: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ลัดดาวัลย์ ก้อนแก้ว. (2561). คุณสมบัติทางโภชนาการของข้าวก่ำล้านนา. *วารสารโภชนาการและสุขภาพ.*

ศิริวรรณ สทธจิตต์. (2550). *ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 2).* กรุงเทพฯ: The Knowledge Center สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. งาขี้ม้อน. http://www.agriman.doe.go.th. [25 ธันวาคม 2565].

อภิวัน สมบูรณ์ดำรงกุล และคณะ. (2557). *การใช้ข้าวสังข์หยดเพื่อผลิตธัญพืชอัดแท่ง.* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

AOAC. (2000). *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists,* Washington, D.C., U.S.A: AOAC.

Bailey, R. (2020). Consumer trends in the functional food market: Opportunities for health-focused innovations. *Journal of Food Science and Nutrition,* 45(3), 102-115.

Kim, K. H., Lee, H. J., & Kang, D. H. (2017). Perilla seed oil and cardiovascular health: Mechanisms and benefits. *Nutrition Journal, 16*(1), 37-45.

Laddawan, K., & Kornkaew, P. (2018). Nutritional properties of Lanna black rice. *Journal of Nutrition and Health, 34*(2), 95-104.

Nipaporn, K., Charoenrat, T., & Wisutthanon, C. (2021). The role of rice processing in improving nutritional content: Case studies in black rice. Journal of Food Science and Technology, 58(4), 476-489.

Pokorny, J., Yanishlieva, N., & Gordon, M. H. (2008). *Antioxidants in Food*: Practical Applications. Woodhead Publishing.

Shahidi, F., & Zhong, Y. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability of food lipids. *Chemical Society Reviews, 39*(11), 4067-4079.

Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing, and consumer acceptance—A review. *Appetite, 51*(3), 456-467.

Sun, Q., Spiegelman, D., & van Dam, R. M. (2019). Black rice consumption and risk of type 2 diabetes. *British Medical Journal, 58*(1), 126-132.

Wang, M., Han, J., & Zhao, X. (2018). Perilla: A source of omega-3 fatty acids for human health. *Food Chemistry, 253*(1), 268-275.

คณะผู้เขียน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรรยา โท๊ะนาบุตร
โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษา ลำปาง
e-mail: Janya_tho@dusit.ac.th

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สังวาลย์ ชมภูจา
โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษา ลำปาง
e-mail: sungwan_cho@dusit.ac.th

รองศาสตราจารย์ ดร.อรรถ ขันสี
โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษา ลำปาง
e-mail: att_khu@dusit.ac.th

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัศพงษ์ อุประวรรณา
โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษา ลำปาง
e-mail: Utsaphong_upr@dusit.ac.th

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ราตรี เมฆวิลัย
โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษา ลำปาง
e-mail: Ratree_mek@dusit.ac.th

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรทัย บุญทะวงศ์
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
e-mail: orathai_bun@hotmail.com