http://journal.rmutp.ac.th/

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่

แสงแข สพันธุพงศ์*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
เลขที่ 70 หมู่ 4 ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

รับบทความ 23 พฤษภาคม 2562 แก้ไขบทความ 13 ธันวาคม 2562 ตอบรับบทความ 17 ธันวาคม 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) วิเคราะห์สารแอนโทไซยานินในรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่า มีปริมาณสารแอนโทไซยานินในรำข้าวไรซ์เบอรี่ 1195.60 มิลลิกรัมต่อลิตร 2) ปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมปังแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 10 20 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งขนมปัง พบว่า ปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 10 มีความชอบใกล้เคียงกับปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ ร้อยละ 30 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ แต่มีความแตกต่างกันในด้านความนุ่มและความชอบโดยรวม เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ พบว่า ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) ของปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 30 มีค่า a_w ลดลง ส่วนด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ค่าความแข็ง (Hardness) ของปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 10, 20 และ 30 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันกับร้อยละ 40 มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ความยืดหยุ่นลดลง ค่าสีของปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปัง 4 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเพิ่มปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังทำให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองลดลง ลักษณะของขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 30 ที่ได้รับการยอมรับ มีสีม่วงเข้ม หอมกลิ่นรำข้าว ผิวขนมปังด้านนอกแห้งเล็กน้อย รสชาติหวาน 3) อายุการเก็บรักษาขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่า สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ในอุณหภูมิห้องได้ไม่เกิน 3 วัน

คำสำคัญ : ขนมปัง; รำข้าวไรซ์เบอร์รี่; แอนโทไซยานิน

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 9412 6445, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: sapantupong@kru.ac.th*

http://journal.rmutp.ac.th/

Development of Bread with Riceberry Rice Bran

Saengkhae Sapantupong*

Faculty of Science and Technology, Kanchanaburi Rajabhat University
70 M. 4 Nong Bua, Mueang, Kanchanaburi, 71190

Received 23 May 2019; Revised 13 December 2019; Accepted 17 December 2019

Abstract

The objective of this research were 1) Determination of anthocyanin in riceberry rice bran has been 1195.60 mg/L 2) To investigate the suitable amount of riceberry rice bran added into bread. Sensory evaluation revealed that the bread added 10%, riceberry rice bran was similar to the bread added 30% riceberry rice bran they received the highest likability scores in terms of in the appearance, color, odor and taste. However their softness and overall preferences were significantly different ($p<0.05$). Water activity (a_w) of bread added riceberry rice bran at various concentrations 10, 20 and 40% were not significantly different ($p>0.05$) but it sighificantly decreased in bread added 30% riceberry rice bran. For texture analysis the handness of bread added 10-30% riceberry rice bran were not significance increased, however, the hardness of bread with 40% riceberry rice bran was significantly higher then the bread with the addition of 10%. The color of bread addition with four levels of riceberry rice bran were significantly different ($p<0.05$). Riceberry rice bran added into the bread reduced the brightness value reduce obesity in bread that has been recognized as having a strong flavor. The bread added 30% riceberry rice bran has been accepted dark purple fragrant rice bran. The outer skin of the bread is slightly dry and sweet taste 3) The shelf life of riceberry rice bran in bread can be stored for 3 days.

Keywords : Bread; Riceberry Rice Bran; Anthocyanin

** Corresponding Author. Tel.: +668 9412 6445, E-mail Address: sapantupong@kru.ac.th*

1. บทนำ

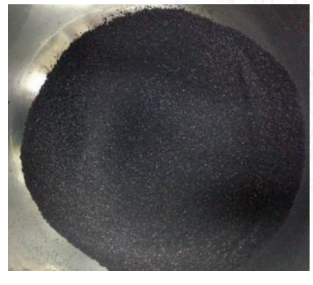
ขนมปัง เป็นขนมอบที่ได้รับความนิยมในการรับประทานซึ่งเป็นได้ทั้งอาหารหลัก อาหารว่าง และอื่น ๆ อีกมากมาย สามารถรับประทานได้ทุกโอกาส ทุกเวลา และทุกสถานที่ เหมาะกับยุคปัจจุบัน สำหรับแนวโน้มอุตสาหกรรมเบเกอรี่ มีแนวโน้มที่จะเติบโต ซึ่งปัจจัยบวกที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรม ได้แก่ ความสะดวกสบาย จากพฤติกรรมการบริโภคที่ต้องการความสะดวกสบายและต้องการอาหารพร้อมรับประทานมากขึ้น เบเกอรี่ได้เข้ามามีบทบาทในการเป็นอาหารว่างรองท้อง สามารถพกพาออกไปนอกบ้านได้ง่าย ทางเลือกต่อด้านสุขภาพ จากกระแสรักสุขภาพทำให้ผู้บริโภคมองหาส่วนผสมที่ดีต่อสุขภาพมากขึ้น เพื่อไม่ให้รู้สึกผิดกับตนเองและความทันสมัย กระแสสังคม มีการบริโภคเพื่อโชว์ในโซเชียลเน็ตเวิร์ค ผู้คนมองหาประสบการณ์ใหม่ ๆ ในการบริโภคไม่ใช่เพื่ออิ่มท้องแต่เพื่อประกาศให้รู้ว่าเป็นคนแรกที่ได้ลอง จึงทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้องมีการตอบสนองผู้บริโภค โดยการนำวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีคุณค่าทางโภชนาการมาพัฒนาร่วมกับผลิตภัณฑ์ผ่านการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้ประโยชน์จากเนื้อตาลสุกของชุมชนจังหวัดเพชรบุรีเพื่อผลิตขนมปัง [1] การปรับปรุงคุณภาพของขนมปังแซนด์วิชที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลี [2] และขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก [3] นอกจากนี้ยังเป็นการนำวัตถุดิบที่มีในประเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ เป็นข้าวกล้องเพื่อสุขภาพ ลักษณะของข้าวมีสีม่วงเข้ม เมล็ดเรียวยาว ผิวมันวาว สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี มีรสชาติอมหวานกลมกล่อมชวนรับประทาน ได้มาจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากการพัฒนาพันธุ์ข้าวพิเศษ โดยศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าวมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี และให้ประโยชน์สูงสุด คุณสมบัติทางด้านโภชนาการของข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีสารต้านอนุมูลอิสระ เพื่อเสริมสร้างคุณภาพที่ดี ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังมีสารอาหารที่สำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ตับ และระบบประสาท ลดระดับคอเลสเตอรอล อีกทั้งรำข้าวยังเป็นแหล่งอุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่ต่าง ๆ เช่น แกมมาโอรีซานอล โทโคฟีนอล แคโรทีนอยด์ วิตามินอี [4] นอกจากนี้ยังมีสารตัวหนึ่งที่สำคัญคือ สารแอนโทไซยานิน ที่พบใน pericarb ของรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Riceberry Bran) ซึ่งสารแอนโทไซยานินมีความสามารถในการละลายในน้ำได้ จัดอยู่กลุ่มของฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) โดยมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ให้สีม่วง แดงเข้ม โดยทั่วไปแล้วสีของแอนโทไซยานินจะมีการเปลี่ยนไปตามค่าความเป็นกรดด่าง กล่าวคือ เมื่ออยู่สภาวะความเป็นกรดจะมีสีแดงเข้ม แต่หากอยู่ในสภาวะความเป็นกลางจะมีสีม่วง และเมื่ออยู่ในสภาวะความเป็นด่างก็จะมีน้ำเงินถึงน้ำเงินเข้ม ปัจจุบันการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปลูกอย่างแพร่หลาย เป็นกระแสของคนรักสุขภาพที่หันมาสนใจด้านสรรพคุณของข้าวไรซ์เบอร์รี่ เช่น ช่วยลดริ้วรอยและชะลอความแก่ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคร้ายแรงต่าง ๆ การใช้ประโยชน์จากเมล็ดข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้รับความนิยมมากขึ้น และด้วยประโยชน์ที่มากมายจึงนิยมนำไปใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารโภชนบำบัดในทางการแพทย์ รวมถึงนำไปแปรรูปเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมากมาย ได้แก่ ซูชิ โดนัท คุกกี้ ส่วนผสมเครื่องดื่มผง และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมาย นอกจากเมล็ดข้าวแล้ว รำข้าวมีประโยชน์ไม่ต่างจากเมล็ดข้าวสามารถนำมาสกัดเป็นน้ำมันรำข้าวที่ใช้บริโภคในครัวเรือนได้ แต่สำหรับชาวบ้านรำข้าวจะนิยมนำไปทำอาหารสัตว์หรือทำเป็นปุ๋ยหมัก มีราคาถูก จึงทำให้ไม่เป็นที่นิยมในการนำรำข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนารำข้าวมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เพื่อต้องการให้ชุมชนเล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากรำข้าวเพื่อการบริโภคต่อสุขภาพมากขึ้น เป็นการเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบในชุมชนและเสริมสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนต่อไป งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง และศึกษาอายุการเก็บรักษาขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมข้าวไรซ์เบอร์รี่

เมื่อได้ข้าวไรซ์เบอร์รี่มาจากชุมชนหนองลาน อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี นำมาทำการคัดแยกเมล็ดข้าวที่มีสีขาวและเศษวัสดุที่ปะปนมากับข้าวไรซ์เบอร์รี่ออก จากนั้นนำข้าวไปเข้าเครื่องสีข้าวเพื่อให้ได้รำข้าวไรซ์เบอร์รี่ รำข้าวที่ได้นำเข้าอบด้วยไมโครเวฟ 1,450 วัตต์ (180-900 วัตต์) 2 นาที ต่อรำข้าว 100 กรัม ดัดแปลงวิธีจาก [5] นำไปปั่นให้ละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 ไมครอน และบรรจุในถุงพลาสติกสุญญากาศเก็บในอุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส และนำรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ได้ไปวิเคราะห์หาสารแอนโทรไซยานิน ด้วยวิธี pH–differential method [6] ดัดแปลงตามวิธี [7] และทดสอบสูตรขนมปังพื้นฐานจำนวน 3 สูตร นำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ชิม จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาสาขาคหกรรมศาสตร์ศึกษา โดยทำการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9 point Hedonic scaling เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับไปทดสอบในผลิตภัณฑ์ขนมปังต่อไป



รูปที่ 1 ผงรำข้าวไรซ์เบอร์รี่

2.2 ศึกษาปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมในการผลิตขนมปัง

เตรียมส่วนผสมขนมปัง ได้แก่ แป้งขนมปัง แป้งเค้ก รำข้าวไรซ์เบอร์รี่ ยีสต์ น้ำ เกลือ น้ำตาลทราย ไข่ไก่ และเนยสด ทำการศึกษาปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีในขนมปัง 4 ระดับ โดยทำการเปรียบเทียบผลการทดสอบทางประสาทด้านประสาทสัมผัสของสูตรขนมปังพื้นฐานที่ได้การยอมรับสูงที่สุดกับปริมาณการทดแทนรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 10 ซึ่งเนื้อสัมผัสแต่ละด้านไม่แตกต่างกัน มีความแตกต่างด้านสี ลักษณะปรากฏ จึงได้เริ่มศึกษาปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่เริ่มต้นที่ระดับร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งขนมปัง ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ชิม จำนวน 50 คน ที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9 Point Hedonic Scaling ซึ่งมีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด) สำหรับการทดลองนี้จะวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับการตรวจสอบทางด้านกายภาพและเคมี และวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) สำหรับการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบชิม ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนและทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ Treatment Combinations โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ในการทดลองขั้นนี้จะทำการทดลอง 2 ซ้ำและนำมาศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ตามวิธี [8] ดังนี้

1) วิเคราะห์ค่า a_w โดยใช้เครื่อง AQUALAB 4TE นำตัวอย่างขนมปัง 5 กรัม ใส่ลงในตลับพลาสติก นำใส่เครื่อง ตั้งค่าอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส บันทึกค่าที่อ่านได้เมื่อค่าคงที่ วิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ย

2) วิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Hunter Lab ยี่ห้อ Colorflex กำหนดให้ L* เป็นค่าความสว่าง

(Lightness) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 100 แกน a* ที่เป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีแดงแกน a* ที่เป็น – สีจะเป็นไปในทิศทางสีเขียว แกน b* ที่เป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีเหลือง แกน b* ที่เป็น – สีจะเป็นไปในทิศทางสีน้ำเงิน โดยนำตัวอย่างเนื้อในของขนมปังที่สไลด์แล้ววางบนถ้วยพลาสติก เลือก Scale วัดค่า Standard และ Sample นำมาหาค่าเฉลี่ย

3) วิเคราะห์ลักษณะของเนื้อสัมผัสของขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ การเตรียมตัวอย่างขนมปังรำข้าวไรซ์เบอรี่ โดยตัดขนมปังเป็นสี่เหลี่ยมมีความหนา 2.5 เซนติเมตร ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Texture Analyzer ทดสอบแบบ TPA ใช้หัววัดรหัส P/36R วัดแรงกด Compression Pre-Test Speed 1mm/sec Test Speed 5 mm/sec Post-Test Speed 5 mm/sec Distance 10 mm ทั้งหมด 4 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างละ 10 ซ้ำ ทำการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (Hardness) ค่าคืนตัว (Springiness) ค่า (Cohesiveness) ความสามารถเกาะรวมตัว ค่า (Gumminess) ความเหนียว ค่า (Chewiness) แรงที่ใช้ในการเคี้ยวหรือบด

2.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่

นำขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุดจากข้อ 2.2 ทำการเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) ที่ปิดสนิทเก็บรักษาไว้อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบทุก ๆ 3 วัน ทำการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1) วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ปริมาณยีสต์และรา ตามวิธี [8]

2) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate Analysis) ตามวิธี [8]

3) วิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินในผลิตภัณฑ์ขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ ด้วยวิธี ดัดแปลงตามวิธี [7]

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการวิเคราะห์สารแอนโทไซยานินในรำข้าวไรซ์เบอร์รี่และผลทดสอบสูตรขนมปังพื้นฐาน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินในรำข้าวไรซ์เบอรี่ ด้วยวิธี pH - differential Method [6] ดัดแปลงตามวิธี [7] พบว่ามีความสอดคล้องกับวิธีการของ [9] จากการใช้ความร้อนแบบคลื่นไมโครเวฟช่วยทำให้รำข้าวคงสภาพ โดยช่วยในการทำลายเอนไซม์ไลเปส เพื่อไม่ให้รำข้าวมีการเสื่อมเสียเร็ว ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว ทำให้รำข้าวคงสภาพได้ดี มีประสิทธิภาพ สำหรับสารแอนโทไซยานินจากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านความร้อนด้วยระบบไมโครเวฟนำมาวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณสารแอนโทไซยานินในรำข้าวไรซ์เบอรี่ 1195.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสารแอนโทไซยานินเป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นสารประกอบไกลโคไซด์หรือเอซิลไกลโคไซด์ที่จัดอยู่ในกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิก [12] ทั้งนี้มีรายงานวิจัยพบว่า สารแอนโทไซยานินเป็นสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมีสรรพคุณทางยา และมีสมบัติต้านสารอนุมูลอิสระ (antioxidant) ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด ป้องกันการเกิดมะเร็ง โรงเบาหวาน โรคหลอดเลือด และลดความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจหลอดเลือดหัวใจแข็งตัวได้ [13-15] แต่เมื่อเวลาการเก็บนานขึ้นทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินลดลง และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณแอนโธไซยานินลดลงอย่างรวดเร็ว[10]

ผลการทดสอบสูตรขนมปังพื้นฐาน 3 สูตร พบว่าสูตรที่ได้รับสูงที่สุดมีส่วนผสม ได้แก่ แป้งสาลีทำขนมปัง แป้งสาลีทำเค้ก กลิ่นวานิลา ยีสต์ น้ำ เกลือ น้ำตาลทราย ไข่ไก่ และเนยสด ลักษณะของขนมปังที่ได้จะมีเนื้อนุ่ม ฟู มีรูพรุนเล็กน้อย กลิ่นหอม มีความชอบในระดับชอบปานกลาง ในทุก ๆ ด้าน ได้แก่ ความนุ่ม ความชอบโดยรวม กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และสี มีค่าเฉลี่ยคือ 7.87, 7.80, 7.70, 7.47, 7.20 และ 7.00 ตามลำดับ

3.2 ผลการศึกษาปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมในการผลิตขนมปัง

จากการศึกษาปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังทั้ง 4 ระดับ นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 10 มีคะแนนความชอบที่ระดับชอบปานกลางและชอบเล็กน้อย ได้แก่ ความชอบโดยรวม ความนุ่มของขนมปัง รสชาติ กลิ่น ลักษณะปรากฏ และสีของของขนมปัง ซึ่งมีความชอบใกล้เคียงกับปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปัง ร้อยละ 30 ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ มีค่าเฉลี่ยคือ 6.88, 7.04, 6.98 และ 7.10 ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันในด้านความนุ่มของขนมปังและความชอบโดยรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) มีค่าเฉลี่ย 6.84 และ 7.32 มีความชอบปานกลางและชอบเล็กน้อย สำหรับปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 20 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบที่ระดับชอบเล็กน้อยในทุกๆด้าน ส่วนในด้านลักษณะปรากฏ และ สีของขนมปัง มีความใกล้เคียงกับปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 10 และ 30 จากผลคะแนนความนุ่มของขนมปังเมื่อใส่รำข้าวร้อยละ 30 แล้วยังให้ค่าไม่ต่างทางสถิติจากร้อยละ 20 เนื่องจากปริมาณการใส่รำข้าวที่ไม่ห่างกันมาก จึงทำให้ความแตกต่างของขนมปังไม่ชัดเจน ซึ่งจากการเพิ่มปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ จะพบว่าปริมาตรของขนมปังที่มีการเพิ่มปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ จะมีความแน่นของเนื้อขนมปังเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณของแป้งสาลีลดลง ทำให้คุณสมบัติในการเกิดโครงสร้างของโดมีการยืดหยุ่นน้อยและการเก็บกักแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ดี [11] ส่งผลต่อความแน่นเนื้อของขนมปัง และสำหรับการยอมรับของผู้บริโภคที่ให้ความชอบระดับร้อยละ 30 มากกว่าสูตรอื่น เนื่องจากลักษณะของขนมปังร้อยละ 30 มีความแน่นเนื้อปานกลาง มีสีเข้ม มีกลิ่นหอมของรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ชัดเจนที่สุด สีม่วงเข้ม ความฟูและรูพรุนของขนมปังมีความละเอียดใกล้เคียงกับสูตรร้อยละ 10 และ 20

ค่า a_w ของปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 10 และ 20 ไม่แตกต่างกัน แต่ใกล้เคียงกับปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 30 และ 40 ซึ่งค่า a_w เป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ สำหรับขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.90-0.92 อาจส่งผลต่อการเสื่อมเสียของขนมปังได้

การวัดเนื้อสัมผัสของขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่จากการวัด Texture Profile Analysis (TPA) ซึ่งจะทำการกดตัวอย่าง 2 ครั้ง แทนการเคี้ยวของผู้บริโภค พบว่า ค่าความแข็ง (Hardness) ของปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 20 และ 30 ไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีความใกล้เคียงกับปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 10 และร้อยละ 40 เมื่อปริมาณรำข้าวเพิ่มขึ้นค่าความแข็งของขนมปังเพิ่มขึ้น ความยืดหยุ่นลดลง เนื่องจากการใช้รำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณกลูเตนมีค่าลดลง เนื่องจากกลูเตนประกอบด้วยกลูเตนิน (Glutenin) และไกลอะดิน (Gliadin) ในสัดส่วนที่เหมาะสม แต่เมื่อมีการเพิ่มปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่มากขึ้น กล่าวคือขนมปังที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยรำข้าวไรซ์เบอร์รี่จะเป็นการลดปริมาณกลูเตนที่มีอยู่ในแป้งสาลี ส่งผลให้ความแข็งแรงของกลูเตนลดลง ทำให้ผนังเซลล์ของของขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่เกิดการฉีกขาดทำให้การอุ้มอากาศไว้ภายในเซลล์ลดลง จึงมีผลต่อโครงสร้างของเนื้อขนมปัง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [16] ที่พัฒนาสูตรขนมปังแซนด์วิชโดยใช้รำข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลี เมื่อมีการใช้รำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ปริมาณมากขึ้นส่งผลให้ขนมปังแซนวิชมีลักษณะแข็งเนื้อแน่นขึ้น โพรงอากาศเล็กลง สำหรับค่าความสามารถในการคืนตัว (Springiness) ขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่หลังการเสียรูปจากการกด พบว่า ปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปัง ร้อยละ 10 30 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันกับปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังที่ร้อยละ 20 และ 40 ค่าความสามารถเกาะรวมตัว (Cohesiveness)

ของปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 10 และ 40 ไม่แตกต่างกัน แต่ใกล้เคียงกับปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 20 และ 30 ค่าความเหนียว (Gumminess) ของปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังร้อยละ 20 และ 30 ไม่แตกต่างกันแต่มีความใกล้เคียงกับปริมาณร้อยละ 10 และ 40 และค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยว (Chewiness) หรือบดตัวอย่างจนกระทั่งเสียรูปของปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังทั้ง 4 ระดับไม่แตกต่างกัน ซึ่งจากการวัดเนื้อสัมผัสเมื่อมีการเพิ่มปริมาณของรำข้าวไรซ์เบอร์รี่จะทำให้ขนมปังที่ได้มีลักษณะแข็งขึ้น การคืนตัวลดลง การเกาะตัว ความเหนียวนุ่มลดลง

ค่าสีของปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปัง 4 ระดับ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ของค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) โดยปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 10 มีค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุด อยู่ที่ระดับ 34.24±1.44 และเมื่อเพิ่มปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปังเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองลดลง เนื่องจากแป้งสาลีที่ใช้ในการทำขนมปังมีสีขาวนวลออกเหลือง เมื่อมีการเติมรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ลงไปจึงทำให้ขนมปังมีสีตามรำข้าวคือ สีม่วง ซึ่งสารสีม่วงน้ำเงินที่ได้จากข้าวที่มีสีเข้มคือสารแอนโทไซยานิน เมื่อนำมาผสมรวมกันกับส่วนผสมอื่นๆ จึงทำให้ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ลดลง และเมื่อมีการให้ความร้อนระหว่างการอบทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยไม่ใช้เอนไซม์ (Non-enzymatic Browning Reaction) ส่งผลให้ขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่จากเดิมที่มีสีม่วงเข้มอยู่แล้วมีลักษณะของขนมปังค่อนข้างไปน้ำเงินเข้มจนมีสีคล้ำค่อนไปทางดำเพิ่มขึ้นจากการเกิดสีน้ำตาลหลังจากการอบขนมปัง และการเพิ่มปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มากขึ้นจึงมีผลทำให้การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสลดลงอยู่ที่ระดับความชอบปานกลางและชอบเล็กน้อย

จากการศึกษาข้างต้นจะเห็นว่าการใช้รำข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังส่งผลต่อคุณภาพทางด้านกายภาพของขนมปัง คือ ทำให้ขนมปังมีปริมาตรจำเพาะ (Specific Volume) ลดลงและขนมปังมีลักษณะแข็งเพิ่มขึ้น แต่ผู้บริโภคยังสามารถยอมรับได้และมีความชอบขนมปัง ซึ่งขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 30 ที่ได้รับการยอมรับจะมีลักษณะคุณภาพของขนมปังยังไม่ดีเท่าที่ควร แต่สามารถจะเป็นตัวเลือกในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพื่อสุภาพและเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวไรซ์เบอร์รีในรูปแบบอื่น ๆ และการพัฒนาต่อไป

ตารางที่ 1 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ปริมาณร้อยละของรำข้าวไรซ์เบอร์รี่			
	10	20	30	40
ลักษณะปรากฏ	6.96±1.64^{a}	6.40±1.64^{ab}	6.88±1.64^{a}	5.88±1.90^{b}
สีของขนมปัง	6.82±1.57^{a}	6.34±1.85^{ab}	7.04±1.39^{a}	5.74±2.12^{b}
กลิ่น	7.06±1.60^{a}	6.46±1.88^{a}	6.98±1.67^{a}	5.54±1.94^{b}
รสชาติ	7.34±1.58^{a}	6.24±1.84^{b}	7.10±1.71^{a}	5.16±1.86^{c}
ความนุ่มของขนมปัง	7.80±1.38^{a}	6.62±1.61^{b}	6.84±1.64^{b}	4.98±1.91^{c}
ความชอบโดยรวม	7.96±0.87^{a}	6.42±1.59^{c}	7.32±1.20^{b}	5.38±1.72^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p<0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และเนื้อสัมผัสของขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่

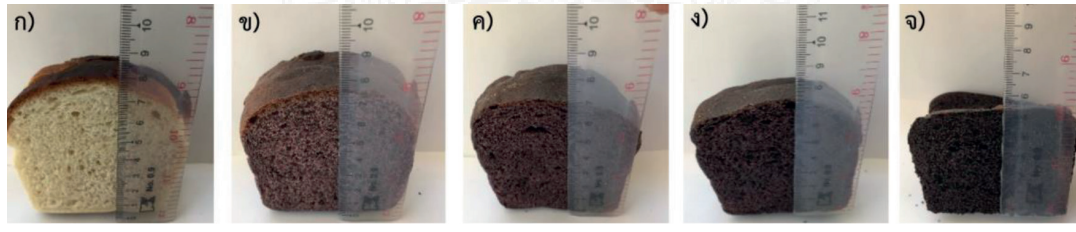
ปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	ผลการวัดเนื้อสัมผัส				
		Hardness (g)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess (g)	Chewiness (g)
10	0.91±0.01^{ab}	1216.51±317.46^{b}	0.78±0.10^{a}	0.49±0.05^{ab}	594.78±149.04^{b}	470.97±149.93^{a}
20	0.91±0.00^{ab}	1333.00±390.21^{ab}	0.69±0.06^{b}	0.47±0.03^{b}	632.68±187.92^{ab}	447.97±160.92^{a}
30	0.90±0.00^{b}	1359.69±184.72^{ab}	0.78±0.05^{a}	0.51±0.02^{a}	705.99±97.74^{ab}	553.68±85.47^{a}
40	0.92±0.01^{a}	1579.10±367.30^{a}	0.71±0.04^{b}	0.49±0.02^{ab}	773.89±168.37^{a}	555.50±134.17^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 3 ค่าสีของปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ในขนมปัง 4 ระดับ

ปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ร้อยละ)	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าความเป็นสีแดง (a*)	ค่าความเป็นสีเหลือง (b*)
10	34.24±1.44^{a}	7.46±0.60^{a}	3.06±0.73^{a}
20	26.54±1.31^{b}	6.31±0.60^{b}	1.55±0.60^{b}
30	24.66±1.72^{c}	5.28±0.70^{c}	0.86±0.36^{c}
40	18.41±2.15^{d}	3.99±0.70^{d}	0.34±0.32^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p<0.05$)



รูปที่ 2 ปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ ก) สูตรพื้นฐาน ข) ร้อยละ 10 ค) ร้อยละ 20 ง) ร้อยละ 30 และ จ) ร้อยละ 40

3.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่โดยการตรวจสอบ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมปังเลขที่ มผช.747/2555 ไม่พบปริมาณจุลินทรีย์และยีสต์ราในขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เพิ่งอบ (วันที่ 0) (ตารางที่ 4) แต่ปริมาณจุลินทรีย์และยีสต์ราเพิ่มขึ้นหลังจากเก็บรักษา 3 วัน ซึ่งสอดคล้องกับค่า a_w เนื่องจากขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณน้ำอิสระสูงจึงทำให้จุลินทรีย์

สามารถเติบโตได้ดีจนทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังเสื่อมเสียในกรณีนี้ อายุการเก็บของขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 30 สามารถเก็บไว้ 3 วัน ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ ร้อยละ 30 (ตารางที่ 5) พบว่า ขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 44.72 ความชื้น 29.14 ไขมัน 12.88 โปรตีน 12.77 เส้นใย 0.36 เถ้า 0.11 และสารแอนโทไซยานิน 402.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจากการนำรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการ

ตารางที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราของขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ ร้อยละ 30

วันที่	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ปริมาณยีสต์รา (cfu/g)
0	ไม่พบ	ไม่พบ
3	3.48±0.43	2.39± 2.06
6	4.03±0.08	4.77±0.06

ตารางที่ 5 คุณภาพทางเคมีของขนมปังรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 30

คุณภาพทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละของน้ำหนัก)
ความชื้น	29.14±1.96
ไขมัน	12.88±0.22
เถ้า	0.11±0.01
เส้นใย	0.36±0.46
โปรตีน	12.77±0.11
คาร์โบไฮเดรต	44.72±2.51
แอนโทไซยานิน	402.01±258.30

4. สรุป

ผลการศึกษาปริมาณรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมปัง พบว่า สามารถนำรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ใส่ลงในผลิตภัณฑ์ขนมปังได้ร้อยละ 30 ซึ่งมีปริมาณของรำข้าวสูงที่สุดและผู้บริโภคให้การยอมรับในระดับความชอบปานกลาง ชอบเล็กน้อย ลักษณะของขนมปัง คือ เปลือกขนมปังแห้งเล็กน้อย ความยืดหยุ่นลดลง ค่าสีของส่วนเปลือกมีความสว่างลดลงหรือมีสีคล้ำ มีกลิ่นหอมรำข้าว รสชาติหวานเล็กน้อย เนื้อสัมผัสของขนมปังมีลักษณะแห้ง ร่วนเล็กน้อย ค่า a_w อยู่ที่ระดับ 0.90 สามารถเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องปกติได้ 3 วัน เมื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า ปริมาณสารแอนโทไซยานิน 402.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คาร์โบไฮเดรต 44.72 ความชื้น 29.14 ไขมัน 12.88 โปรตีน 12.77 เส้นใย 0.36 และเถ้า 0.11 ตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] P. Chutamas and P. Woralak, “Utilization of Palmyra Palm (*Borassus abellifer L.*) of Phetchaburi Community in Bread Making,” *RMUTP Research Journal*, vol. 10, no. 1, pp. 168-178, Mar. 2016.

[2] P. Yuphon and P. Wiyy, “Quality Improvement of Sandwich Bread Substituted,” *The Journal of KMUTNB*, vol. 21, no. 3, Sep-Dec. 2011.

[3] A. Rachan, “Sweet Bread Supplemented with Ripe Palm Fruit Pulps,” *RMUTP Research Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 99-113, Sep. 2015.

[4] S. Natphum, “Rice bran, Riceberry, High Antioxidant Processed Rice Bran Oil and Rice Bran Balls to Treat Diseases,” *Natural Agriculture*, vol. 10, no. 4, pp. 13-17, 2011.

[5] K. Chansom, "Stabilization of Rice Bran by Microwave," Master of Science (Food Science), Kasetsart University, Bangkok, 2003.

[6] R.E. Wrolstad, Anthocyanins, In *Natural Food Colorants*, F. J. Francis and G. J. Lauro, Eds. New York: Marcel Dekker, 2000, pp. 237-252.

[7] R. E. Wrolstad, R. W. Durst and J. Lee, "Tracking color and pigment changes in anthocyanin products," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 16, pp. 423–428, Sep. 2005.

[8] AOAC, Official methods of analysis of AOAC international, 18th ed. *AOAC international*, 2005.

[9] N. Lakkakula, M. Lima and T. Walker, "Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating," *Bioresour. Technol*, vol. 92, pp. 157-161, May. 2004.

[10] J. Anjana, M.Yupa and M. Nattya, "Effects of heat and storage treatments on the anthocyanin contents in selected purplevegetables," *KHON KAEN AGR. J,* no. 45 SUPPL, pp.1278-1282, 2017.

[11] A. Lazaridou, D. Duta, M. Papageorgiou, N. Bele and C. G. Biliaderis, "Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations," *Journal of Food Engineering*, vol. 79, no. 3, pp. 1033-1047, Apr. 2007.

[12] Y. Lee, K. Woo, K. Kim, J.-R. Son and H.-S. Jeong, "Antioxidant Activities of Ethanol Extracts from Germinated Specialty Rough Rice," *Food Science and Biotechnology,* vol. 16, pp. 765–770, Oct. 2007.

[13] G. Bellido and T. Beta, "Anthocyanin Composition and Oxygen Radical Scavenging Capacity (ORAC) of Milled and Pearled Purple, Black, and Common Barley," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 57, pp. 1022-1028, Feb. 2009.

[14] M. Hiemori, E. Koh and A. Mitchell, "Influence of Cooking on Anthocyanins in Black Rice (Oryzasativa L. japonica var. SBR)," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 57, pp. 1908-1914, Apr. 2009.

[15] R. Sompong, S. Siebenhandl-Ehn, G. Linsberger-Martin and E. Berghofer, "Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka," *Food Chemistry*, vol. 124, no. 1, pp. 132-140, Jan. 2011.

[16] R. Sujitta, J. Kanok0an and W. Obcheuy, "Develpmet of Sandwich Bread Formulation Substituted Wheat Flour with Riceberry Rice Bran," *Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology)*, vol. 13, no. 1, pp. 123-138, Jan. 2018.