Research Article

Received: May 6, 2018; Accepted: June 15, 2018

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมสัมปันนีเพื่อสุขภาพ

Development of Healthy Kanom Sumpunnee Products

นรินทร์ เจริญพันธ์*

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

ถนนสุวรรณศร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว 27160

กนกพร ภาคีฉาย

คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์วาสุกรี

ถนนอู่ทอง ตำบลท่าวาสุกรี อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

Narin Charoenphun*

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sakaeo Campus,

Suwannasorn Road, Watthananakhon, Sakaeo 27160

Kanokporn Pakeechai

Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology

Suvanabhumi, Wasukri Centre, U-Thong Road, Tha Wasukri, Phranakhon Si Ayutthaya 13000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกแป้งข้าวพันธุ์สีม่วงที่เหมาะสมในการผลิตขนมสัมปันนี และศึกษาผลของการใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสดทดแทนการใช้หัวกะทิ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ การทดลองครั้งนี้ใช้แป้งข้าวพันธุ์สีม่วงในการศึกษา 3 สูตร คือ สูตรแป้งข้าวเหนียวดำร้อยละ 100 สูตรแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ร้อยละ 100 และ สูตรผสมระหว่างแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ในอัตราส่วนร้อยละ 50 : 50 พบว่าสูตรที่ใช้แป้งข้าวเหนียวดำได้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมสูงสุด จากนั้นศึกษาการใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสดทดแทนการใช้หัวกะทิ พบว่าสูตรที่มีการใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสดมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคไม่แตกต่างจากสูตรที่มีการใช้หัวกะทิ การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมสัมปันนี พบว่าสูตรที่มีการใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสด มีไขมันต่ำกว่าสูตรที่ใช้กะทิ แต่มีโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสูตรที่ใช้หัวกะทิ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ขนมสัมปันนีจากข้าวเหนียวดำที่มีการใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสดทดแทนหัวกะทิจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

คำสำคัญ : สารต้านอนุมูลอิสระ; แป้งข้าว; น้ำนมถั่วเหลือง; ขนมสัมปันนี

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** narinch@buu.ac.th

doi: 10.14456/tstj.2019.73

Abstract

This research aimed to select suitable purple rice flour for Kanom Sumpunnee production and to study the effect of soybean milk and fresh milk for replacement of coconut cream by completely randomized design. In this experiment, the purple rice flours were studied by using 3 formulas (100% black glutinous rice flour, 100% rice berry flour and 50% of black glutinous rice flour with 50 % rice berry flour). The results showed that black glutinous rice formula had the highest score for sensory evaluation in terms of appearance, flavor, texture, and overall liking. Then, the use of soy milk and fresh milk replacement of the coconut cream were studied. The result indicated that soy milk and milk had no significant for sensory evaluation score with coconut cream. Moreover, the proximate compositions of Kanom Sumpunnee were investigated. Obviously, the soy milk and fresh milk formulas were lower in fat than coconut cream formula, but protein, carbohydrate and antioxidant capacity higher than the coconut cream formula. Therefore, Kanom Sumpunnee products from black glutinous rice flour with soy milk and milk replacement coconut cream is interesting choice for health-conscious consumers.

Keywords: antioxidant; rice flour; soy milk; Kanom Sumpunnee

1. บทนำ

ขนมสัมปันนี สำปันนี หรือสัมปะนี เป็นขนมไทยโบราณที่หารับประทานยากในปัจจุบัน ส่วนผสมหลักประกอบด้วยแป้ง น้ำตาล และหัวกะทิ อาจมีการเติมสีผสมอาหารรวมถึงสารให้กลิ่นหรืออบควันเทียนเพื่อปรับปรุงคุณภาพของขนม และขึ้นรูปด้วยพิมพ์รูปร่างต่าง ๆ เอกลักษณ์เฉพาะของขนมสัมปันนีคือมีลักษณะปรากฏที่สวยงามเนื่องจากมีการเติมสีจากธรรมชาติหรือสีสังเคราะห์ ขึ้นรูปด้วยพิมพ์ให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ มีรสชาติหวานมัน มีกลิ่นหอม ผู้บริโภคที่รักสุขภาพหลายท่านหลีกเลี่ยงรับประทานขนมหวานที่มีส่วนประกอบของหัวกะทิเข้มข้น เนื่องจากมีไขมันสูงเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคเรื้อรังต่าง ๆ โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมสัมปันนีที่มีปริมาณไขมันต่ำและมีคุณค่าทางโภชนาการสูงเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่รักสุขภาพได้ ดังนั้นการใช้แป้งข้าวมาผลิตเป็นขนมสัมปันนีจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย โดยสถิติการส่งออกข้าวของไทยในปี พ.ศ. 2560 ประมาณ 11.63 ล้านตันต่อปี คิดเป็นมูลค่า 174,503 ล้านบาท [1] ในฤดูกาลที่มีปริมาณผลผลิตข้าวมากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวจะประสบกับปัญหาราคาข้าวตกต่ำ การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวด้วยการแปรรูปเมล็ดข้าวให้เป็นแป้งข้าว เป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการเพิ่มมูลค่าข้าวและช่วยลดปัญหาราคาข้าวตกต่ำได้ ข้าวที่มีการปลูกในประเทศไทยมีหลากหลายพันธุ์ ข้าวพันธุ์สีม่วง เช่น ข้าวเหนียวดำ ข้าวไรซ์เบอรี่ เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจในการนำมาใช้ผลิตขนมสัมปันนี เพราะมีสีสวยและมีสารแอนโทไซยานินในปริมาณสูง โดยสารแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่มีสีแดงถึงสีน้ำเงิน พบได้ที่บริเวณเยื่อหุ้มผิวชั้นนอกและชั้นในของเมล็ด จัดเป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ซึ่งอยู่ในกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิก มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระ

(antioxidant) ช่วยหมุนเวียนของกระแสโลหิต ป้องกันการเกิดมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือด และโรคหัวใจ เป็นต้น [2] นอกจากนี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมสัมปันนีเพื่อสุขภาพ โดยการทดแทนไขมันจากหัวกะทิเข้มข้นด้วยน้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสด เป็นทางเลือกที่สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารที่มีไขมันสูง ซึ่งน้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสดเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณโปรตีนสูงและอุดมไปด้วยกรดอะมิโนจำเป็นหลายชนิด โดยสารไอโซฟลาโวนในถั่วเหลืองสามารถป้องกันโรคกระดูกพรุน โรคมะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งเต้านม ลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด และลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจได้ [3] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกแป้งข้าวพันธุ์สีม่วงที่เหมาะสมในการผลิตขนมสัมปันนี ศึกษาผลของการใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสดทดแทนการใช้หัวกะทิเข้มข้นในการผลิตขนมสัมปันนี และศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมสัมปันนี โดยองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมสัมปันนีเพื่อสุขภาพ ซึ่งสามารถพัฒนาต่อยอดสู่การผลิตในระดับอุตสาหกรรม ทั้งยังเป็นการอนุรักษ์ขนมไทยให้คงอยู่และเป็นที่รู้จักมากขึ้น

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมแป้งข้าว

ข้าวเหนียวดำและข้าวไรซ์เบอรี่ได้จากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว คัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ไม่มีตำหนิ จากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด (Dxfill, Model DXM-500, China) ที่ความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 2 นาที และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช เก็บแป้งข้าวที่ได้ในถุงพลาสติกปิดสนิท

2.2 การศึกษาผลของแป้งข้าวต่อคุณภาพของขนมสัมปันนี

การทดลองใช้แป้งข้าวพันธุ์สีม่วงในการศึกษา 3 สูตร คือ สูตรแป้งข้าวเหนียวดำร้อยละ 100 สูตรแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ร้อยละ 100 และสูตรผสมระหว่างแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ในอัตราส่วนร้อยละ 50 : 50

ส่วนผสมขนมสัมปันนีประกอบด้วยแป้งข้าว 20 กรัม น้ำตาลทรายขาว 20 กรัม และหัวกะทิเข้มข้น 60 กรัม วิธีการเตรียมหัวกะทิเข้มข้น เริ่มจากนำมะพร้าวแก่ปอกเปลือกจนเหลือแต่เนื้อมะพร้าวสีขาว โม่ให้ละเอียด เติมน้ำอัตราส่วน 1 : 1 คั้นน้ำกะทิบรรจุถุงพลาสติกมัดปากถุงตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง น้ำกะทิจะแยกชั้น เป็น 2 ชั้น โดยชั้นบนเป็นหัวกะทิ ชั้นล่างเป็นหางกะทิ เมื่อน้ำกะทิแยกชั้นแล้ว ตัดก้นถุงให้เป็นรูขนาดเล็กเทแยกชั้นล่างหรือหางกะทิออก เหลือชั้นบนที่เป็นหัวกะทิเข้มข้น การผลิตขนมสัมปันนีตามขั้นตอนดังนี้ (1) คั่วแป้งข้าวด้วยไฟอ่อน ๆ จนแป้งลื่นไม่ติดกับกะทะ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที (2) ผสมน้ำตาลกับหัวกะทิเข้มข้นตั้งไฟกลาง ๆ จนน้ำตาลละลาย (3) ยกลงกรองด้วยตะแกรงละเอียด จากนั้นนำกะทิที่กรองแล้ว ยกขึ้นตั้งไฟอ่อน เคี่ยวจนเป็นยางมะตูม ใช้เวลาประมาณ 40 นาที (4) ใช้ตะแกรงร่อนแป้งข้าว ใส่กะทิที่เตรียมไว้ คนให้เข้ากันโดยรวมกันเป็นก้อน (5) ขึ้นรูปโดยกดใส่พิมพ์ แล้วเคาะออกจากพิมพ์ และ (6) บรรจุในกล่องพลาสติกสำหรับบรรจุอาหาร

วัดค่าสีของขนมสัมปันนีด้วยเครื่องวัดสี (Minolta colorimeter CR-400, Japan) ด้วยระบบ CIE โดยค่า L* หรือความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว) ค่า a* (+a = สีแดง, -a = สีเขียว) ค่า b* (+b = สีเหลือง, -b = สีน้ำเงิน) ค่า C* ความเข้มของสีที่ปรากฏ และ H° เข้าใกล้ 0 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่

ในกลุ่มสีแดง ค่า H° เข้าใกล้ 90 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง ค่า H° เข้าใกล้ 180 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว ค่า H° เข้าใกล้ 270 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีน้ำเงิน สังเกตลักษณะปรากฏของขนมสัมปันนีที่ผลิตได้ ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale คะแนน 1 ถึง 9 (9 = ชอบมากที่สุด, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด 1 สูตร เพื่อนำไปพัฒนาเป็นขนมสัมปันนีเพื่อสุขภาพในขั้นตอนต่อไป

2.3 การศึกษาผลของการใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสดทดแทนกะทิในการผลิตขนมสัมปันนี

การเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง นำเมล็ดถั่วเหลืองแห้งมาล้างทำความสะอาด จากนั้นแช่เมล็ดถั่วเหลืองแห้งในน้ำสะอาดอัตราส่วนถั่วเหลืองแห้งต่อน้ำ คือ 1:2 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง ล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง ใช้กระชอนตักถั่วเหลืองขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำ เติมน้ำสะอาดในอัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำสะอาด 1:2 โดยน้ำหนัก ปั่นด้วยความเร็วปานกลาง 3 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที กรองแยกส่วนกากและน้ำนมถั่วเหลืองด้วยผ้าขาวบาง นำมาต้มด้วยไฟอ่อนประมาณ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที คนอยู่เสมอจนหมดฟอง แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางอีกครั้ง ได้น้ำนมถั่วเหลืองเข้มข้น

การทดลองเปรียบเทียบ 3 สูตรการผลิต คือ สูตรที่ใช้หัวกะทิเข้มข้น (สูตรควบคุม) สูตรน้ำนมถั่วเหลือง และสูตรน้ำนมสด โดยใช้แป้งข้าวที่ถูกคัดเลือกจากสูตรในข้อ 2.2 โดยผลิตขนมสัมปันนีตามวิธีการที่กล่าวไว้ข้างต้น สังเกตลักษณะปรากฏของขนมสัมปันนีที่ผลิตได้ วัดค่าสี ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale และสอบถามเกี่ยวกับการตัดสินใจซื้อของผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน

2.4 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของขนมสัมปันนี

คัดเลือกสูตรการผลิตที่เหมาะสมจากข้อ 2.3 เพื่อประเมินสมบัติทางเคมีกายภาพ โดยวัดความชื้น ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร [4] ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ [5] แอนโทไซยานิน [6]

2.5 การศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมสัมปันนี

เก็บขนมสัมปันนีไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส สุ่มเก็บตัวอย่างทุก ๆ 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 7 วัน การติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมสัมปันนี โดยการสังเกตลักษณะปรากฏ ได้แก่ กลิ่น เนื้อสัมผัส การเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติ และการขึ้นรา ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์ขนมไทย [7]

2.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) [8] ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลของแป้งข้าวต่อคุณภาพของขนมสัมปันนี

ผลของแป้งข้าวต่อค่าสีของขนมสัมปันนี พบว่าขนมสัมปันนีทั้ง 3 สูตร มีค่าสีแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 1 พบว่าค่าความสว่าง (L*) ของขนมสัมปันนีสูตรที่ทำจากแป้งข้าวไรซ์เบอรี่มีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ สูตรผสม และสูตรแป้งข้าวเหนียวดำ ตามลำดับ ซึ่งแปรผันตรงกับค่าความเข้มสี (C*) ส่วนค่า H° พบว่ามค่าเข้าใกล้ 0 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์อยู่ในกลุ่มสีแดง ซึ่งสอดคล้องกับค่า a* และ b* มีค่าอยู่ในช่วงสีแดงและสีเหลือง เนื่องจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งข้าวไรซ์เบอรี่มีสารแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดง ม่วง และน้ำเงิน ซึ่งพบได้ที่บริเวณเยื่อหุ้มผิวชั้นนอกและชั้นในของเมล็ด ขนมสัมปันนีที่ผลิตจากแป้งข้าวเหนียวดำจะมีสีที่เข้มกว่าที่ผลิตจากแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวข้าวไรซ์เบอรี่และข้าวเหนียวดำ พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวเหนียวดำสูงกว่าในข้าวไรซ์เบอรี่ [2]

ตารางที่ 1 ค่าสีของขนมสัมปันนีจากแป้งข้าวทั้ง 3 สูตร

สูตร	ค่าสี				
	L*	a*	b*	C*	H°
แป้งข้าวเหนียวดำ	34.40 ± 0.18^{c}	3.03 ± 0.05^{a}	0.69 ± 0.01^{c}	3.11 ± 0.05^{a}	12.72 ± 0.13^{c}
แป้งข้าวไรซ์เบอรี่	39.74 ± 0.20^{a}	2.05 ± 0.02^{c}	1.16 ± 0.02^{a}	2.35 ± 0.01^{c}	29.53 ± 0.43^{a}
แป้งข้าวเหนียวดำผสมแป้งข้าวไรซ์เบอรี่	37.07 ± 0.18^{b}	2.54 ± 0.02^{b}	0.92 ± 0.01^{b}	2.73 ± 0.02^{b}	21.13 ± 0.23^{b}

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวน 3 ซ้ำ; ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมสัมปันนีจากแป้งข้าวทั้ง 3 สูตร

สูตร	การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
แป้งข้าวเหนียวดำ	7.53 ± 0.51^{a}	7.67 ± 0.80^{a}	7.43 ± 0.82^{ns}	7.47 ± 0.97^{a}	7.57 ± 0.73^{a}
แป้งข้าวไรซ์เบอรี่	7.00 ± 0.74^{b}	7.23 ± 0.73^{b}	7.03 ± 0.93^{ns}	6.00 ± 0.83^{b}	6.37 ± 1.16^{b}
แป้งข้าวเหนียวดำผสมแป้งข้าวไรซ์เบอรี่	7.07 ± 0.83^{b}	7.27 ± 0.64^{b}	7.17 ± 0.79^{ns}	7.07 ± 0.87^{a}	7.33 ± 0.76^{a}

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวน 3 ซ้ำ; ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 1 ลักษณะปรากฏของขนมสัมปันนีทั้ง 3 สูตร

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมสัมปันนีด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่าขนมสัมปันนีทั้ง 3 สูตร มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส สูตรที่ทำจากแป้งข้าวไรซ์เบอรี่มีคะแนนคะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสน้อยที่สุดในทุกด้าน สูตรที่ทำจากแป้งข้าวเหนียวดำมีคะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด โดยผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง ซึ่งประกอบไปด้วยแป้งข้าวเหนียวร้อยละ 20 น้ำตาลทรายขาวร้อยละ 20 และหัวกะทิร้อยละ 60 ดังนั้นจึงเป็นสูตรที่มีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมสัมปันนีเพื่อสุขภาพในขั้นตอนต่อไป

การสังเกตลักษณะปรากฏของขนมสัมปันนีจากแป้งข้าวทั้ง 3 สูตร คือ สูตรแป้งข้าวเหนียวดำ สูตรแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ และสูตรผสมระหว่างแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ (รูปที่ 1 และตารางที่ 2) พบว่าขนมสัมปันนีทั้ง 3 สูตร สามารถขึ้นรูปด้วยพิมพ์ได้ง่าย สีม่วงเข้ม ในส่วนของกลิ่นพบว่าขนมสัมปันนีจากแป้งข้าวเหนียวดำมีกลิ่นหอมของแป้งข้าวชัดเจนที่สุด รองลงมา คือ สูตรผสม และสูตรแป้งข้าวไรซ์เบอรี่มีกลิ่นหอมข้าวเล็กน้อย กลิ่นหอมของข้าวเกิดจากการผสมผสานของสารระเหยมากกว่า 100 ชนิด แต่มีสารที่เป็นองค์ประกอบหลัก คือ 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างเป็นวงแหวน มีกลิ่นหอมคล้ายใบเตยหรือกลิ่นข้าวโพดคั่ว ความหอมในข้าวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับปริมาณของสาร 2AP ในข้าวหอมจะปริมาณของสาร 2AP มากกว่าข้าวไม่หอมถึง 100 เท่า [9] ข้าวเหนียวดำเป็นข้าวที่มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่โดดเด่น [10] ส่วนข้าวไรซ์เบอรี่เป็นข้าวที่เกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวเจ้าขาวดอกมะลิ 105 [11] โดยข้าวขาวเมื่อผ่านการขัดสีหลายรอบกลิ่นหอมน้อยกว่าข้าวไรซ์เบอรี่ที่อยู่ในรูปข้าวกล้อง ด้านเนื้อสัมผัสของแป้งพบว่าแป้งข้าวเหนียวดำมีสีม่วงเป็นผงละเอียดเนื้อสัมผัสนิ่มมาก เมื่อนำไปทำให้สุกจะมีลักษณะขุ่นข้น ไม่เหนียวเนอะหนะเหมือนแป้งที่ทำจากข้าวเหนียวขาว ส่วนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ซึ่งเป็นแป้งข้าวเจ้าเมื่อนำมาบดจะได้แป้งสีม่วงสากมือ เมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะขุ่นร่วน ถ้าทิ้งให้เย็นจะอยู่ตัวเป็นก้อนร่วนไม่ถึงกับเหนียวหนืบ ขนมสัมปันนีที่ทำจากข้าวไรซ์เบอรี่มีเนื้อสัมผัสในปากค่อนข้างสากลิ้น เป็นเนื้อทราย ไม่นุ่มลิ้นเหมือนสูตรที่ทำจากแป้งข้าวเหนียวดำ

3.2 ผลของการใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสดทดแทนกะทิในการผลิตขนมสัมปันนี

ตารางที่ 3 แสดงค่าสีที่บริเวณผิวของขนมสัมปันนีจากแป้งข้าวเหนียวดำสูตรกะทิ น้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมสด พบว่ามีค่าสี L*, a*, b*, C* และ H° ของขนมทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) สูตรน้ำนมสดมีค่า L* สูงที่สุด รองลงมา คือ สูตรน้ำนมถั่วเหลือง และกะทิ ตามลำดับ ค่า H° ที่ได้เข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีแดง ซึ่งสอดคล้องกับค่า a* และ b* มีค่าอยู่ในช่วงสีแดงและสีเหลือง เนื่องจากขนมสัมปันนีจากแป้งข้าวเหนียวดำ มีแอนโทไซยานินซึ่งให้สีแดง ม่วง น้ำเงิน [12] เมื่อผสมแป้งข้าวเหนียวดำกับน้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมสด หรือกะทิ อาจทำให้ขนมสัมปันนีมีโทนสีที่เข้มขึ้น หรืออ่อนลงไปได้ตามสีของวัตถุดิบที่นำมาผสม ผลการทดสอบการยอมรับจากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100

คน พบว่าผู้ทดสอบตัดสินใจซื้อขนมสัมปันนีจากกะทิ น้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมสด คิดเป็นร้อยละ 98, 82 และ 90 ตามลำดับ

โดยส่วนใหญ่ผู้ทดสอบที่ไม่ซื้อให้ความเห็นว่าไม่ชอบรับประทานขนมหวาน ในส่วนของคะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของขนมสัมปันนีจากกะทิ น้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4) แต่คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นของสูตรที่มีการเติมน้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสดแตกต่างจากสูตรที่มีการเติมกะทิ อาจเนื่องจากวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด มีกลิ่นเฉพาะที่แตกต่างกัน โดยสูตรกะทิมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นสูงที่สุด รองลงมา คือ น้ำนมสด และถั่วเหลือง ตาม ลำดับ อาจเนื่องจากถั่วเหลืองมีกลิ่นเหม็นเขียว ซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะของถั่วเหลือง โดยทั่วไปกลิ่นถั่วเหลืองเกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสซึ่งมีอยู่ในถั่วเหลืองตามธรรมชาติ เอนไซม์ไลพอกซีจีเนสเป็นเอนไซม์ในกลุ่มออกซิโดรีดักเตส (oxido-reductase) สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดลิโนเลอิก กรดลิโนเลนิก ที่มีอยู่ในถั่วเหลือง โดยปฏิกิริยาจะเกิดได้ดีเมื่อมีออกซิเจนและน้ำ ทำให้เกิดสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะสลายตัวและเกิดเป็นสารประกอบที่ระเหยได้ เช่น แอลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์ ทำให้เกิดกลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ สารสำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นถั่วคือเฮกซานอล ความร้อนและความดันสามารถยับยั้งปฏิกิริยาเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส [13]

น้ำนมที่รีดมาใหม่ ๆ จะมีกลิ่นหอม ซึ่งบ่งบอกถึงความสดของน้ำนม แต่หลังจากการรีดไปนาน ๆ กลิ่นน้ำนมสดจะหายไป ถ้านำน้ำนมไปต้มจะทำให้มีกลิ่นนมต้ม และรสนมต้มอยู่ด้วย น้ำนมดูดกลิ่นต่าง ๆ ได้ดีการมีกลิ่นผิดปกติอาจเกิดจากตัวสัตว์อาหาร การดูดกลิ่นของน้ำนมและการเจือปน หรือเกิดจากปฏิกิริยาเคมีและการสลายตัวขององค์ประกอบในจุลินทรีย์ [14] ในส่วนของกะทิจะมีความหอมเฉพาะที่เป็นเอกลักษณ์ สารให้กลิ่นหอมที่พบในกะทิมีประมาณ 6 ชนิด คือ 3-hydroxy-2-butanone, 1,3-butanediol, 2,3-butanediol, delta-octalactone, delta-deca-lactone และ 9-octadecenoic acid [15] โดยเฉพาะกะทิสดจะให้กลิ่นหอมส่งผลให้มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นสูงกว่าสูตรน้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสด ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้น้ำนมถั่วเหลืองทดและน้ำนมสดทดแทนหัวกะทิเข้มข้นได้ เนื่องจากผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมไม่แตกต่างกัน ใน

ตารางที่ 3 ค่าสีของขนมสัมปันนีจากกะทิ น้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมสด

สูตร	ค่าสี				
	L*	a*	b*	C*	H°
กะทิ	34.40±0.18^{c}	3.03±0.05^{b}	0.69±0.01^{b}	3.11±0.05^{b}	12.72±0.13^{a}
น้ำนมถั่วเหลือง	37.57±0.17^{b}	2.54±0.05^{c}	0.55±0.03^{c}	2.59±0.05^{c}	11.51±0.34^{b}
น้ำนมสด	40.94±0.12^{a}	5.90±0.03^{a}	1.37±0.01^{a}	6.06±0.03^{a}	13.11±0.09^{a}

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวน 3 ซ้ำ; ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 การตัดสินใจซื้อและคะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมสัมปันนีจากกะทิ น้ำนมถั่วเหลือง และ น้ำนมสด

สูตร	การตัดสินใจซื้อ (ร้อยละ)	การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
		ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
กะทิ	98	7.54±0.51^{ns}	7.65±0.78^{a}	7.42±0.92^{ns}	7.39±0.77^{ns}	7.54±0.70^{ns}
น้ำนมถั่วเหลือง	82	7.33±0.50^{ns}	7.03±0.72^{b}	7.30±0.79^{ns}	7.37±0.96^{ns}	7.47±0.73^{ns}
น้ำนมสด	90	7.45±0.57^{ns}	7.23±0.73^{b}	7.37±0.81^{ns}	7.40±0.97^{ns}	7.50±0.73^{ns}

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวน 3 ซ้ำ; ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$); ^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของขนมสัมปันนีจากกะทิ น้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมสด

องค์ประกอบทางเคมี	สูตร		
	กะทิ	น้ำนมถั่วเหลือง	น้ำนมสด
ความชื้น (ร้อยละ)	15.90±0.02^{b}	16.10±0.04^{a}	14.80±0.02^{c}
โปรตีน (ร้อยละ)	5.90±0.02^{c}	7.30±0.04^{a}	7.10±0.03^{b}
ไขมัน (ร้อยละ)	10.40±0.07^{a}	2.90±0.05^{c}	5.40±0.08^{b}
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	64.50±0.10^{c}	68.60±0.06^{b}	69.60±0.03^{a}
เถ้า (ร้อยละ)	3.30±0.05^{b}	5.10±0.01^{a}	3.10±0.03^{c}
ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัม Trolox/100 กรัม)	551.54±0.20^{c}	568.23±0.16^{a}	557.61±0.28^{b}
แอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/100 กรัม)	44.05±0.16^{c}	47.22±0.28^{a}	45.34±0.26^{b}

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวน 3 ซ้ำ; ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ด้านกลิ่นหากเป็นการผลิตทางการค้าสามารถปรับปรุงกลิ่นของขนมสัมปันนี โดยเติมกลิ่นที่สังเคราะห์ทางการค้า กลิ่นอบควันเทียน หรือกลิ่นจากธรรมชาติ เช่น กลิ่นใบเตย เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค

3.3 องค์ประกอบทางเคมีของขนมสัมปันนี

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของขนมสัมปันนีจากกะทิ น้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมสด พบว่าขนมสัมปันนีทั้ง 3 สูตร มีความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า ร้อยละ 14.80-16.10, 5.90-7.30, 2.90-10.40, 64.50-69.60 และ 3.10-5.10 ตามลำดับ เมื่อสังเกตปริมาณร้อยละไขมันในสูตรที่ใส่หัวกะทิเข้มข้น มีปริมาณไขมันร้อยละ 10.40 สูงกว่าสูตรที่ใส่น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสด ซึ่งมีปริมาณไขมันร้อยละ 2.90 และ 5.40 ตามลำดับ การใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสดสามารถทดแทนการใช้กะทิสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมสัมปันนีเพื่อให้มีไขมันต่ำลง ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของขนมสัมปันนีทั้ง 3 สูตร มีค่าอยู่

ในช่วง 551.54-568.23 มิลลิกรัม Trolox ต่อ100 กรัม ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของขนมสัมปันนีทั้ง 3 สูตร แตกต่างกัน อาจเนื่องจากในวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด มีองค์ประกอบของสารที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน ได้แก่ วิตามินอีในกะทิ กรดอะมิในนม และไอโซฟลาโวนในน้ำนมถั่วเหลือง เป็นต้น [16] ปริมาณสารแอนโทไซยานิน มีค่าอยู่ในช่วง 44.05-47.22 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ข้าวเหนียวดำมีสารสำคัญชื่อแกมมาโอไรซานอล (gamma oryzanol) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็ง สามารถลดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอร์ไรด์ และเพิ่มระดับ high density lipoprotein ในเลือด ลดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง สารแกมมาโอไรซานอลในข้าวมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพดีกว่าวิตามินอีถึง 10 เท่า โดยเฉพาะอนุพันธ์ 24-ethylenecycloartanyl ferulate และกระตุ้นการตอบสนองของภูมิคุ้มกัน ข้าวเหนียวดำมีสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารโพลีฟีนอล โดยเฉพาะในกลุ่มของ cyanindin 3-glucoside ซึ่งมีสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิต ชะลอการเสื่อมของเซลล์ร่างกาย อีกทั้งสารสกัดในข้าวเหนียวดำยังมีสมบัติช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง สร้างวิลไลในผนังลำไส้เล็ก ทำให้ร่างกายสามารถดูดซับสารอาหารได้มากขึ้น [17] ผลที่ได้จากตารางแสดงให้เห็นว่าสูตรที่ใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสดเป็นสูตรที่ดีในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมสัมปันนีเพื่อสุขภาพ เนื่องจากมีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง

3.4 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมสัมปันนี

ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของขนมสัมปันนีทั้ง 3 สูตร พบว่าก่อนการเก็บรักษาขนมมีลักษณะปกติ คือ ไม่มีรา กลิ่นหอมของวัตถุดิบ เนื้อสัมผัสนุ่ม สีม่วง เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส ในกล่องพลาสติก สำหรับบรรจุอาหาร เป็นเวลา 7 วัน พบว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ขนมสัมปันนีมีลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ปกติ คือ ไม่มีเชื้อรา กลิ่นหอมของวัตถุดิบ เนื้อสัมผัสนุ่ม สีม่วง เมื่อเปรียบเทียบกับขนมสัมปันนีก่อนการเก็บรักษา เมื่อเริ่มเข้าสู่วันที่ 2 ของการเก็บรักษาบริเวณผิวหน้าขนมมีลักษณะแห้ง ตัวขนมมีลักษณะแข็ง แต่ยังไม่เกิดการเน่าเสียเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาขนมสัมปันนีมีลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ผิดปกติ คือ มีกลิ่นเหม็นบูด โดยเฉพาะสูตรกะทิมีกลิ่นเหม็นรุนแรง และเริ่มมีจุดสีขาวเล็กน้อย ซึ่งแสดงลักษณะของการขึ้นรา และเริ่มสังเกตลักษณะปรากฏที่ผิดปกติชัดเจนขึ้น คือ มีกลิ่นเหม็ดบูดรุนแรง ขึ้นราเพิ่มมากขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น จนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บที่ 7 วัน ขนมมีกลิ่นเหม็นบูดรุนแรง สังเกตเห็นรากระจายทั่วขนม

การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏที่สังเกตได้เมื่อเก็บรักษาขนมสัมปันนีที่อุณหภูมิต่ำ (4 องศาเซลเซียส) บริเวณผิวหน้าขนมมีลักษณะแห้ง ตัวขนมมีลักษณะแข็ง อาจเกิดจากปรากฏการณ์รีโทรเกรเดชันหรือการคืนตัวของแป้ง เกิดขึ้นเมื่อนำแป้งที่ผ่านการให้ความร้อนแล้ว ปล่อยให้เย็นตัวลง โมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคทิน ซึ่งเคยรวมตัวกับน้ำแล้วเกิดเป็นเจล จะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันของโมเลกุลน้ำตาลกลูโคสในสายจะมาเชื่อมต่อกันเองใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจน และขับน้ำที่เคยจับอยู่ออกจากโมเลกุล เรียกว่า syneresis ทำให้เกิดเป็นผลึกใหม่ ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชัน อุณหภูมิ การเก็บรักษาแป้ง ที่ทำให้ความร้อนแล้ว ที่อุณหภูมิต่ำ เช่น เก็บรักษาแบบแช่เย็น จะเร่งทำให้เกิดรีโทรเกรเดชันได้เร็วขึ้น [16] การเก็บรักษาขนมสัมปันนีที่อุณหภูมิสูง

(30 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ขนมสัมปันนีเกิดการเน่าเสียตั้งแต่วันที่ 3 ของการเก็บรักษา ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ผิดปกติ มีกลิ่นเหม็นบูด เกิดราสีขาวที่ผิวหน้า ซึ่งเป็นการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย รา ยีสต์ เกิดการปนเปื้อนและเพิ่มจำนวนขึ้นในอาหาร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ส่งผลต่อคุณภาพอาหารเปลี่ยนไปจนไม่เป็นที่ยอมรับ ลักษณะการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ การเกิดกลิ่นรสผิดปกติ เช่น เกิดสารระเหยที่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวและรสเปรี้ยวจากกรดอินทรีย์ การเปลี่ยนสี แบคทีเรียบางพวกสร้างรงควัตถุได้สารพวกแคโรทีนอยด์ และแบคทิริโอคลอโรฟิลล์ รวมถึงการเกิดเมือกที่ผิวเกิดจากแบคทีเรียที่มีแคปซูลซึ่งเป็นสารพอลิแซ็กคาไรด์ เมื่อแบคทีเรียเจริญเพิ่มจำนวนมากขึ้นในอาหาร ทำให้อาหารเกิดลักษณะเป็นเมือก เหนียวยืด [16] คุณภาพทางจุลินทรีย์ของขนมสัมปันนีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน โดยการตรวจจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา (ตารางที่ 6) พบว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^4 โคโลนี ตัวอย่าง 1 กรัม และไม่มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน แสดงว่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของขนมไทย [7] ได้กำหนดไว้ว่าต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี/ตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่ปรากฏราให้เห็นอย่างชัดเจน ซึ่งถือว่าขนมสัมปันนีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เมื่อผลตรวจออกมาพบว่ามีจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่า 1×10^4 โคโลนี/ตัวอย่าง 1 กรัม มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งเกินกว่ามาตรฐานที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของขนมไทย [7] เกิดการเน่าเสียไม่สามารถบริโภค สอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้อธิบายไว้ในผลของลักษณะปรากฏที่สังเกตได้

4. สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมสัมปันนีเพื่อสุขภาพโดยใช้แป้งข้าวเหนียวดำมาวัตถุดิบในการผลิต เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไปอยู่ในระดับชอบปานกลาง การใช้น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมสดสามารถทดแทนกะทิในการผลิตขนมสัมปันนีเพื่อลดไขมัน มีคุณภาพใกล้เคียงกับการใช้หัวกะทิเข้มข้นในการผลิต ในส่วนของอุณหภูมิในการเก็บรักษาส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมสัมปันนี การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาขนมสัมปันนีได้ประมาณ 1 สัปดาห์ โดยยังไม่เกิดการเสื่อมเสีย แต่จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของขนม คือ ทำให้ผิวหน้าของขนมแห้งและตัวขนมมีลักษณะแข็ง องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป อาจมีการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของขนมโดยใช้แป้งดัดแปร (modified starch) ซึ่งเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ หรือประยุกต์ใช้การบรรจุภัณฑ์

ตารางที่ 6 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของขนมสัมปันนีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

ปัจจัยคุณภาพ	เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส	เก็บที่ 30 องศาเซลเซียส
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	$< 1 \times 10^4$ (CFU/g)	$> 1 \times 10^4$ (CFU/g)
ยีสต์และรา	ไม่มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน	มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน

ในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere packaging) โดยอาจช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาปีงบประมาณ 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่สัญญา 3/2561

6. รายการอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจเกษตรการเกษตร, ข้าว, แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/production.html, 4 กุมภาพันธ์ 2561.

[2] พัชราภรณ์ รัตนธรรม, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และอรพิน เกิดชูชื่น, 2556, สารประกอบฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องสีงอก, ว.วิทยาศาสตร์เกษตร 44 (2)(พิเศษ): 441-444.

[3] สิรินดา กุสุมภ์, ณัฐฐา มณีศิลาสันต์ และวรสิทธิ หวังอนุตตร, 2554, การทดแทนนมผงขาดมันเนยด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัดในไอศกรีมไขมันต่ำ, ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 19(1): 48-59.

[4] AOAC, 2012, Official Methods of Analysis of Association of Official Agricultural Chemists, 19th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

[5] Yang, X., Yan, F., Huang, S. and Fu, C., 2014, Antioxidant activities of fractions from longan pericarps, Food Sci. Technol. (Campinas) 34: 341-345.

[6] AOAC, 2005, Official Methods of Analysis of Association of Official Agricultural Chemists, 18th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

[7] ประกาศ ฉบับที่ 1531 (พ.ศ. 2552), 2552, ประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมไทย (มผช. 1/2552), สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

[8] Duncan, D.B., 1995, Multiple range and multiple F Tests, Biometrics 11: 1-42.

[9] ไวพจน์ กันจู, สุกัญญา เรืองขา, สุมน ห้อยมาลา, อนุชา พลับพลา, อภิชาติ วรรณวิจิตร และธีรยุทธ ตู้จินดา, 2556, การตรวจสอบความหอมในเชื้อพันธุกรรมข้าวไร่ไทยโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอที่จาเพาะต่อยีน *Os2AP* และการวิเคราะห์คุณภาพหุงต้มและความหนาแน่นของธาตุเหล็กในเมล็ด, Thai J. Genet. 6(1): 11-24.

[10] จรัญจิต เพ็งรัตน์ และสุวัฒน์ เจียระคงมั่น, 2552, ข้าวเหนียวดำ หลากประโยชน์ หลายแนวคิดเสริมเศรษฐกิจไทย สู่สากล, น. 325-389, การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว, โรงแรม ซีบรีท จอมเทียน พัทยา, ชลบุรี.

[11] ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าวและหน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยน์ยีนข้าว, ข้าว, แหล่งที่มา : http://dna.kps.ku.ac.th/index.php, 4 กุมภาพันธ์ 2561.

[12] สุภาภรณ์ ญะเมืองมอญ และชนากานต์ เทโบลต์พรมอุทัย, 2559, ความแปรปรวนของปริมาณแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวก่ำพันธุ์พื้นเมืองของไทย, ว.เกษตร 32(2): 191-199.

[13] จิราภรณ์ สิริสัณห์ และยุพร พืชกมุทร, 2552, การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบกะทิพาสเจอ

ไรส์โดยใช้น้ำนมถั่วเหลือง, คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 39 น.

[14] พัชรินทร์ ภักดีฉนวน, 2555, ผลของสภาวะการทำแห้งแบบพ่นฝอยและวัตถุเจือปนในอาหารต่อคุณภาพของนมแพะผง, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 116 น.

[15] ชนัญชิดา แซ่ม้า และวรรณี จิรภาคย์กุล, 2554, ผลของชนิดตัวทำละลายต่อสารระเหยที่สกัดจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมเผา, น. 564-572, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[16] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์, ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร, แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com, 4 กุมภาพันธ์ 2561.

[17] ประวีณา ลาภา, 2554, การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวเหนียวดำกล้อง, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 101 น.