

ASTC 2021

การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ครั้งที่

8



Proceedings

วิทยาศาสตร์ วิจัย นวัตกรรม
น้อมนำศาสตร์พระราชานำ
เพื่อพัฒนาประเทศ

Academic Science and
Technology Conference

วันศุกร์ที่ 26 มีนาคม 2564

(รูปแบบ Online)

ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี

		หน้า
AS-P-022	แนวทางการจัดการภูมิทัศน์วัฒนธรรม : กรณีศึกษาชุมชนริมน้ำหนองบัว จังหวัดจันทบุรี	492
AS-P-023	ผลของอุณหภูมิที่มีต่อความต้านทานความร้อนของแบคทีเรียชอบเกลือ และทนความร้อนในน้ำปลาโซเดียมต่ำ	497
AS-P-024	รูปแบบการดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ที่แยกจากฟาร์มสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	506
AS-P-025	การใช้ไมโครเวฟช่วยในการสกัดเพคตินจากเปลือกมะกรูดร่วมกับกรดซิตริก	512
AS-P-026	การใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิเป็นสารให้โพลีในผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้ก	521
AS-P-027	การศึกษาความสามารถในการดูดซับน้ำและการแพร่ผ่านไอน้ำของแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลัง กลีเซอรอล และเซลลูโลสที่สกัดจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง	529
AS-P-028	ผลของอาหารต่างชนิดต่อการเจริญเติบโตและสีในการเลี้ยงปลาการ์ตูนแดง	537
AS-P-029	ผลการกองของวัสดุเม็ดในภาชนะฮอปเปอร์ร่วมกับพื้นเอียง-พื้นโหลดในระบบเสมือน 2 มิติ	544
AS-P-030	การวิเคราะห์ปัจจัยส่งเสริมสำหรับความพึงพอใจในการเลือกซื้อเสื้อผ้าสำหรับผู้สูงอายุ : กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	551
AS-P-031	องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากใบหนานฉะเหว่ย	558
AS-P-032	ผลของวิธีการปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดบัตเตอร์เฮด	567
AS-P-033	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านใน อ.เมืองปทุมธานี	574
AS-P-034	การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดอ่อน 4 สายพันธุ์	582
AS-P-035	ผลของระยะปลูกต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางโภชนาการของมะรุ้ม (<i>Moringa oleifera</i> L.) สำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์	589
AS-P-036	ผลของวัสดุปลูกต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของไมโครกรีนข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง	597
AS-P-037	ผลิตภัณฑ์เมล็ดกระถินตองน้ำเกลือ	602
กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Health Science; HS)		
HS-O-001	การพัฒนาสเปรย์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวจากสารสกัดกระชาย (<i>Boesenbergia rotunda</i>) และข่า (<i>Alpinia galangal</i>)	608
HS-O-003	เปรียบเทียบผลของการให้คำปรึกษาทางโภชนาการแบบดั้งเดิมและแบบที่ใช้หลักการบริโภครวมมีสติต่อการลดน้ำหนักในนักศึกษา มหาวิทยาลัยที่มีภาวะอ้วน	618
HS-O-004	การศึกษาการใช้พลังงานทั้งหมดและเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมแต่ละวันในคนไทยวัยทำงานที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง	627
HS-O-005	การพัฒนาผลิตภัณฑ์และประเมินความคิดเห็นต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ทาภายนอกจากสารสกัดสมุนไพรกระตือกัดำ	636
HS-O-006	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานสำนักงานก่อสร้างแห่งหนึ่ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร	644
HS-O-007	ปัจจัยการทำนายพฤติกรรมการป้องกันโรคโควิด-19 ของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ในพื้นที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพรหมบุรี ตำบลพรหมบุรี อำเภอพรหมบุรี จังหวัดสิงห์บุรี	653

การใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิเป็นสารให้โฟมในผลิตภัณฑ์ชีฟฟอนเค้ก Using of Hom Mali Rice Bran Protein as Foaming Agent in Chiffon Cake

อารีรัตน์ หนูวัฒนา¹, ธนาภรณ์ วงศ์สาแก้ว¹, จิตตราภรณ์ แมงทับ¹, ปิยนุสรณ์ น้อยดวง¹ และ จิรนารถ บุญคง*¹
Areerat Nuwatthanan¹, Tanaporn Wongsakaew¹, Jittraporn Mangtub¹, Piyanoot Noiduang¹, and Jiranart Boonkong*¹

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

*ผู้ประสานงานหลัก อีเมล: jiranart.boon@siam.edu

บทคัดย่อ

ศึกษาการใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิเป็นสารให้โฟมในผลิตภัณฑ์ชีฟฟอน โดยแปรผันปริมาณโปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาวผง ที่ระดับร้อยละ 0-50 พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนรำข้าวหอมมะลิมากขึ้น ปริมาตรจำเพาะ ความสูง ปริมาตรเค้ก มีค่าลดลง แต่ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเค้กพบว่าค่าความยืดหยุ่นลดลงเล็กน้อย ในขณะที่ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้นเมื่อใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิที่ระดับสูง จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ชีฟฟอนเค้กที่ใช้โปรตีนรำข้าว ได้สูงสุดถึงร้อยละ 30 โดยคะแนนไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของชีฟฟอนเค้ก พบว่าสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าว ร้อยละ 30 ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: โปรตีนรำข้าวหอมมะลิ โปรตีนไข่ขาว การเกิดโฟม ชีฟฟอนเค้ก

Abstract

Study on application of Hom Mali rice bran protein (RBP) as foaming agent in chiffon cake which varied RBP at 0-50% (by white egg powder weight) found that the increasing of RBP, specific volume, height, volume of cake were decreased but the percent loss were not different significantly. The texture profile in term of springiness and hardness were analyzed, the springiness was slightly decreased in contrast the hardness was increased when increasing of RBP. The lightness, moisture content and water activity were increased at high level of rice bran protein using. The sensory evaluation with 9-point hedonic scale, found that the 30% rice bran protein chiffon cake formula had the highest preference score, that no different from control formula. The chemical composition found that 30% RBPH of chiffon cake formula was not different significantly from control formula.

Keywords: *jasmine rice bran protein, egg white protein, foaming, chiffon cake*

บทนำ

รำข้าว คือ เยื่อหุ้มเมล็ดของข้าว ที่ได้มาจากระบวนการสีข้าวในขั้นตอนการขัดขาวและขัดมัน (whitening and polishing) โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ รำหยาบ ซึ่งได้จากการขัดผิวเมล็ดข้าวกล้อง และรำละเอียด ได้จากการขัดขาวและขัดมัน รำข้าวมีคุณค่าทางอาหารประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน ไยอาหาร เถ้า วิตามิน และเกลือแร่ต่างๆ⁽¹⁾ ปัจจุบันมีการนำรำข้าวมาใช้ประโยชน์ เช่น น้ำมันรำข้าว เป็นน้ำมันสำหรับบริโภคที่มีคุณภาพดี จัดเป็นน้ำมันบริโภคที่มีคุณภาพ มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง เป็นแหล่งของวิตามินอี

มีสมบัติเป็นสารกันเหิน ช่วยเร่งการเจริญเติบโตรวมทั้งช่วยให้ระบบการหมุนเวียนของเลือดดีขึ้น น้ำมันรำข้าว นอกจากไขมันที่เป็นส่วนประกอบหลักในรำข้าวแล้ว ยังมีโปรตีนคุณภาพดีอีกด้วย จากรายงานวิจัยซึ่งพบว่าปริมาณโปรตีนในรำข้าวมีค่าประมาณร้อยละ 10-16⁽¹⁾ ซึ่งถือว่ามากเป็นอันดับ 2 รองจากไขมัน โปรตีนจากรำข้าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้หลายชนิด เช่น ขนมปัง⁽²⁾ อาหารทารกหรืออาหารเด็กเล็ก เนื่องจากมีกรดอะมิโนจำเป็นที่เด็กต้องการและไม่ทำให้เกิดอาการแพ้⁽³⁾ อาหารเข้าธัญพืช อาหารเสริมโปรตีน เครื่องดื่ม และใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เนื้อและไส้กรอก อีกทั้งยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และต้านมะเร็งได้อีกด้วย นอกจากนี้ มีรายงานการใช้โปรตีนรำข้าวสกัดเป็นสารเชิงหน้าที่ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภท เช่น สมบัติเชิงหน้าที่ด้านความสามารถในการละลาย ความสามารถในการเกิดเจล ความสามารถในการจับน้ำ ความสามารถในการเกิดโฟมหรือฟอง รวมไปถึงความสามารถในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ ด้วยคุณค่าที่หลากหลายของรำข้าวจึงเป็นที่สนใจของนักวิจัย โดยจะเห็นได้จากมีผลงานวิจัยเกี่ยวกับรำข้าวเกิดขึ้นมากมาย ซึ่งส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่การใช้ประโยชน์ในแง่โภชนาการ การใช้เป็นสารเชิงหน้าที่ในอาหารและการเพิ่มมูลค่าให้กับรำข้าว

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของโปรตีน ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณและความเข้มข้นของโปรตีน ตลอดจนสารเจือปนที่เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น เกลือ น้ำตาล วัตถุเจือปนอาหาร เป็นต้น มีรายงานวิจัยศึกษาผลของน้ำตาลซูโครส เกลือโซเดียมคลอไรด์ อุณหภูมิในการให้ความร้อน และเวลาในการตีผสม ต่อการเกิดโฟมของโปรตีนไข่ขาว^(4, 5) ซึ่งพบว่าปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวมีผลต่อการเกิดโฟมของโปรตีนไข่ขาวอย่างมีนัยสำคัญ การเพิ่มปริมาณเกลือ อุณหภูมิในการให้ความร้อน และเวลาในการตีผสม จะเพิ่มความสามารถในการเกิดโฟมของโปรตีนไข่ขาว ในขณะที่การเพิ่มปริมาณน้ำตาลในระดับสูง และระยะเวลาในการตีผสมที่นานเกินไป จะทำให้การขยายตัวของปริมาตรของโฟมลดลง Chandhi และ Sogi⁽⁴⁾ ได้ศึกษาผลของเกลือและน้ำตาลต่อการเกิดโฟมของโปรตีนรำข้าว สายพันธุ์ Basmati 370 พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเกลือและน้ำตาล การเกิดโฟมมีค่าลดลง แต่โฟมมีความคงตัวมากขึ้น และโปรตีนเข้มข้นจากรำข้าวมีสมบัติเชิงหน้าที่เทียบเคียงกับเคซีนได้

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการสกัดโปรตีนจากรำข้าวหอมมะลิ สายพันธุ์ ดอกมะลิ 105 และได้ศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนรำข้าวที่สกัดได้ ดังนี้ พัทธพร และคณะ (2561)⁽⁶⁾ ได้ศึกษาผลของพีเอชต่อสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนรำข้าวหอมมะลิเปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐาน 2 ชนิด คือ โปรตีนอัลบูมินไข่ขาว และโปรตีนถั่วเหลือง ผลการทดลองพบว่า โปรตีนทุกชนิดมีสมบัติเชิงหน้าที่ ได้แก่ ปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำได้ ความสามารถในการจับน้ำ ความสามารถในการเกิดโฟมและความคงตัวของโฟม ความสามารถในการเกิดอิมัลชันและความคงตัวของอิมัลชันสูงสุด ที่ค่าพีเอชที่ต่างกัน (pH 9) อีกทั้งพบว่าโปรตีนรำข้าวหอมมะลิมีสมบัติเชิงหน้าที่ใกล้เคียงกับโปรตีนอัลบูมินไข่ขาวในด้านความสามารถในการเกิดโฟม และความคงตัวของโฟม ในขณะที่มีสมบัติเชิงหน้าที่ในด้านความสามารถในการเกิดอิมัลชันและความคงตัวของอิมัลชันใกล้เคียงกับโปรตีนถั่วเหลือง และจากผลการวิจัยของ อารีรัตน์ หนูวัฒนา และ คณะ (2562)⁽⁷⁾ ที่ได้ศึกษาผลของความสามารถในการเกิดโฟมของโปรตีนรำข้าวหอมมะลิในสภาวะตัวละลายชนิดเดียว (โซเดียมคลอไรด์ หรือ ซูโครส) และตัวละลายสองชนิด (โซเดียมคลอไรด์ผสมซูโครส) พบว่าโปรตีนรำข้าวหอมมะลิมีความสามารถในการเกิดโฟมได้ดีเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีตัวละลายสองชนิด และมีค่าความคงตัวของโฟมสูงในสภาวะที่ละลายอยู่ในน้ำตาล จากผลการทดลองข้างต้นจึงมีความเป็นไปได้ในการนำโปรตีนรำข้าวไปใช้เป็นสารให้โฟมในผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้การขึ้นฟูและมีส่วนผสมทั้งไข่และน้ำมัน มีโครงสร้างที่ละเอียดของเค้กไข่และมีเนื้อเงาของเค้กเนยซึ่งในที่นี้คือน้ำมัน วิธีทำจะแยกตีไข่ขาวให้ขึ้นฟูแล้วจึงผสมกับส่วนอื่นๆ โดยอากาศจะถูกเก็บไว้ในระหว่างการตีจะช่วยให้เกิดการขึ้นฟู และเกิดโครงสร้างที่เกิดจากการรวมตัวของโปรตีนในไซระหว่างกรอบ เค้กที่ได้มีลักษณะนุ่ม และ ฟูเบา⁽⁸⁾ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง คือ ศึกษาผลของการใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาวผตอสมบัติทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้ก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสกัดโปรตีนรำข้าวหอมมะลิ (ตามวิธีของ Wang และคณะ, 1999)⁽⁹⁾

นำรำข้าวเจ้า สายพันธุ์ดอกมะลิ 105 จากโครงการโรงสีข้าว สำนักกิจการพิเศษ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต จังหวัดปราจีนบุรี ที่ผ่านการสกัดไขมันออกแล้วมาผสมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:4 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ปรับค่าพีเอชของสารผสมให้เป็น 9

ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 โมลาร์ กวนผสมเป็นเวลา 30 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อแยกตะกอนรำข้าวออกจากส่วนใส จากนั้นนำส่วนใสไปปรับค่าพีเอชด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 4 โมลาร์ ให้ได้พีเอช 4.5 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำไปปั่นเหวี่ยงแยกตะกอนโปรตีน ที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ล้างตะกอนโปรตีนที่ได้ด้วยน้ำกลั่น 2 รอบ นำตะกอนโปรตีนรำข้าวที่ได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 และเก็บที่ภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง

2. การใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิเป็นสารให้โฟมทดแทนไข่ขาวในผลิตภัณฑ์ชีฟฟอนเค้ก

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ชีฟฟอนเค้กที่มีการใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิเป็นสารให้โฟมทดแทนโปรตีนไข่ขาว ในปริมาณที่แตกต่างกัน 6 ระดับ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized design, CRD)

ขั้นตอนการผลิตชีฟฟอนเค้กสูตรควบคุม เตรียมส่วนผสมที่ 1 โดยการผสมไข่แดงกับส่วนผสมอื่นๆ ซึ่งได้แก่ น้ำตาล น้ำน้ำมัน กลิ่นวานิลลา จากนั้นร่อนแป้ง ผงฟู เกลือเข้าด้วยกันลงชามผสม ทำหลุมตรงกลางแล้วเติมส่วนผสมข้างต้นลงไป คนผสมให้เข้ากันจนเรียบเนียน พักไว้

เตรียมส่วนผสมที่ 2 โดยใช้เครื่องผสมแป้งตีไข่ขาวผง ยี่ห้อ Albu Quik (ปริมาณโปรตีนฐานแห้ง ร้อยละ 76.72 ± 3.22) ด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่องแล้วค่อยๆเติมน้ำตาลลงไป ตีต่อจนตั้งยอดและแบ่งส่วนผสมไข่ขาวเป็น 3 ส่วน ใส่ลงไปในส่วนผสมที่ 1 ตะล่อมเบาๆให้เข้ากัน ค่อยๆเติมส่วนผสมที่เหลือ คนต่อจนเข้ากันดี หลังจากนั้น เทใส่พิมพ์ให้ได้น้ำหนัก 200 กรัม นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นาน 15 – 20 นาที จากนั้นทำการผลิตชีฟฟอนเค้กสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิ (ปริมาณโปรตีนฐานแห้ง ร้อยละ 65.05 ± 0.12) ทดแทนไข่ขาว โดยแปรผันโปรตีนรำข้าวหอมมะลิที่ระดับร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 (โดยน้ำหนักของไข่ขาวผงฐานแห้ง)

3. การศึกษาสมบัติทางเคมี-กายภาพ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชีฟฟอนเค้กที่ใช้โปรตีนรำข้าวเป็นสารให้โฟม

ศึกษาผลของการใช้โปรตีนรำข้าวเป็นสารให้โฟมทดแทนไข่ขาวต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพ โดยวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้ ค่าปริมาตรจำเพาะ โดยการแทนที่ด้วยเมล็ดงา (AACC, 2000)⁽¹⁰⁾ ปริมาตรเค้ก จากการคำนวณ (สูตร $V = \pi r^2 h$) ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังอบ (AACC, 2000)⁽¹⁰⁾ ค่าสี ระบบ CIE (HunterLab รุ่น ColorFlex 4510) การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อชีฟฟอนเค้ก โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA-XT2) โดยเลือก Test mode & Option แบบ Texture Profile Analysis (TPA) ทดสอบแรงกด ใช้หัววัด (probe) รหัส P/50, Test Speed 10.0 mm/sec. วัดค่าความยืดหยุ่น และความแข็ง ตามวิธีของ Gómez et al., (2007)⁽¹¹⁾ วิเคราะห์ปริมาณความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระ (AOAC, 2000)⁽¹²⁾ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชีฟฟอนเค้ก ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เตรียมตัวอย่างชีฟฟอนเค้ก โดยหั่นเป็นชิ้นขนาด 2x2 เซนติเมตร แบบประเมินความชอบโดยวิธี 9-point hedonic scale และใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงสุด และนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน (Kjedhal Method) ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ปริมาณเส้นใย ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)⁽¹²⁾ และปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีการคำนวณ เทียบกับสูตรควบคุม

4. การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

การศึกษาสมบัติทางเคมี-กายภาพ วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชีฟฟอนเค้ก วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) หาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนโดยวิธี One – Way Analysis of Variance และ Univariate Analysis of Variance และวิเคราะห์ความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ด้วย DMRT (Duncan's Multiple Range Test) องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์สูตรควบคุมและสูตรที่คัดเลือก เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง โดยใช้ Pair Sample t-test

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. สมบัติทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์ซีฟฟ่อนเค้ก

เมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาว พบว่าสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวที่ ร้อยละ 40 และ 50 มีปริมาตรจำเพาะต่ำกว่าสูตรควบคุม ส่วนสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวที่ ร้อยละ 10-30 มีค่าไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) และเมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาว ความสูงของเค้ก และปริมาตรเค้ก ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากโฟมที่เกิดจากการใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิมีขนาดใหญ่กว่าโฟมของโปรตีนไข่ขาว จึงทำให้รูพรุนหรือเซลล์ของซีฟฟ่อนเค้กมีขนาดใหญ่กว่าเมื่อเทียบกับสูตรควบคุมที่ใช้ไข่ขาวทั้งหมด (ภาพที่ 1) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีการยุบตัวได้ อีกทั้งโปรตีนรำข้าวหอมมะลิ มีค่าความคงตัวของโฟมต่ำกว่าโปรตีนไข่ขาว⁽⁶⁾ จึงมีผลต่อความสูง การขึ้นฟูและการขยายตัวเชิงปริมาตรของเค้ก สูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิทุกสูตรมีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการอบไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการใช้โปรตีนจากรำข้าวในขนมปังในปริมาณ ร้อยละ 1-5 พบว่าช่วยลดการสูญเสียน้ำระหว่างการอบ แต่ขนมปังมีปริมาตรจำเพาะน้อยกว่าสูตรควบคุม⁽²⁾ รวมถึงผลการทดลองสอดคล้องกับ Yadav และคณะ (2011)⁽¹³⁾ ซึ่งศึกษาการโปรตีนรำข้าวสกัดเข้มข้นในผลิตภัณฑ์บิสกิต ที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 15 พบว่าผลิตภัณฑ์มีการอัตราการแผ่ขยายตัว (spread ratio) ต่ำกว่าสูตรควบคุม

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพด้านปริมาตรจำเพาะ ความสูง ปริมาตร และการสูญเสียน้ำหนักหลังอบของผลิตภัณฑ์ซีฟฟ่อนเค้ก

โปรตีนรำข้าวหอมมะลิ (%)	ปริมาตรจำเพาะ (cm ³ /g)	ความสูง (cm)	ปริมาตรเค้ก (cm ³)	การสูญเสียน้ำหนักหลังอบ (%) ^{ns}
Control (0)	1.96±0.02 ^a	3.82±0.43 ^a	635.84±39.50 ^a	21.38±0.25
10	1.95±0.01 ^a	3.26±0.49 ^b	558.13±36.62 ^b	21.13±0.25
20	1.95±0.02 ^a	2.96±0.36 ^{bc}	526.34±31.59 ^{bc}	21.25±0.29
30	1.94±0.02 ^{ab}	2.86±0.19 ^{bc}	489.25±24.66 ^c	21.00±0.22
40	1.92±0.00 ^{bc}	2.40±0.55 ^{cd}	381.51±36.62 ^d	21.13±0.25
50	1.90±0.01 ^c	2.20±0.45 ^d	296.73±33.98 ^e	21.25±0.29

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c ในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพด้านสี และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซีฟฟ่อนเค้ก

โปรตีนรำข้าวหอมมะลิ (%)	สีเนื้อเค้ก			เนื้อสัมผัส	
	L*	a*	b*	ความยืดหยุ่น	ความแข็ง (g.f)
Control (0)	53.01±0.36 ^b	0.37±0.16 ^c	18.84±0.63 ^c	0.96±0.01 ^a	193.53±3.06 ^f
10	54.98±0.62 ^a	0.27±0.34 ^c	18.15±1.03 ^c	0.95±0.01 ^b	243.86±1.93 ^e
20	53.60±1.42 ^{ab}	0.84±0.23 ^b	20.26±0.70 ^b	0.95±0.01 ^b	307.80±1.51 ^d
30	53.74±0.90 ^{ab}	1.07±0.09 ^{ab}	20.58±0.18 ^{ab}	0.95±0.01 ^b	590.93±2.75 ^c
40	52.76±0.73 ^b	1.27±0.17 ^a	21.06±0.79 ^{ab}	0.95±0.01 ^b	638.06±13.83 ^b
50	50.69±0.74 ^c	1.34±0.19 ^a	21.86±0.78 ^a	0.93±0.01 ^c	763.66±24.59 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c ในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองในตารางที่ 2 พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาว พบว่าสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าว ร้อยละ 20-40 มีค่าความสว่าง (L*) ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม ในขณะที่สูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวร้อยละ 10 มีค่าความสว่างมากกว่าสูตรควบคุม และสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวร้อยละ 50 มีค่าต่ำกว่าสูตรควบคุม เมื่อเพิ่มโปรตีนรำข้าวมีค่าสีแดง (a*) และสี

เหลืองเพิ่มขึ้น (b*) โดยเฉพาะในสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าว ร้อยละ 20-50 จะมีค่าแตกต่างจากสูตรควบคุม โดยสูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 มีค่าสูงสุด ส่วนสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าว ร้อยละ 10 มีค่าสีแดงและค่าสีเหลืองไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนรำข้าวมีสีน้ำตาลอ่อน เมื่อใส่ทดแทนไข่ขาวจะส่งผลต่อค่าความสว่างของสีเนื้อเค้กให้ลดลง

ผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กที่ใช้โปรตีนรำข้าวทดแทนไข่ขาว มีค่าความยืดหยุ่น และความแข็งแตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) ทั้งนี้ในผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กหรือเค้กไข่ โฟมหรือฟองที่เกิดจากการตีไข่ขาวจะช่วยกักเก็บอากาศ ทำให้ช่วยในการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์⁽⁶⁾ ผลการวิจัยพบว่าผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ตามปริมาณโปรตีนรำข้าวที่ใช้ทดแทนไข่ขาวมากขึ้น อาจเนื่องจากการตีโปรตีนรำข้าวหอมมะลิ ส่งผลให้การเก็บกักอากาศแตกต่างจากการตีไข่ขาว ทำให้มีลักษณะรูพรุนหรือเซลของเค้กที่แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์มีความแข็ง และความนุ่มลดลง จึงใช้แรงกดสูงสุดมากกว่าสูตรควบคุมที่ใช้ไข่ขาวทั้งหมด และเมื่อพิจารณาค่าความยืดหยุ่นพบว่า สูตรควบคุมมีค่าความยืดหยุ่นสูงสุดและแตกต่างกับสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ สูตรที่มีการใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาวร้อยละ 10-40 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 50 มีค่าความยืดหยุ่นน้อยที่สุด

ตารางที่ 3 ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้ก

โปรตีนรำข้าวหอมมะลิ (%)	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำอิสระ	ปริมาณโปรตีน (%) ^{ns}
Control (0)	40.30±7.61 ^b	0.86±0.01 ^b	6.54±0.56
10	43.82±2.46 ^{ab}	0.87±0.01 ^b	6.74±0.09
20	44.95±4.58 ^{ab}	0.87±0.01 ^b	6.65±0.18
30	44.45±3.13 ^{ab}	0.87±0.02 ^b	6.42±0.16
40	46.99±5.36 ^{ab}	0.89±0.00 ^a	6.33±0.05
50	52.90±10.97 ^a	0.90±0.00 ^a	6.56±0.23

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c ในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เพิ่มปริมาณโปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาวในผลิตภัณฑ์ ที่ระดับร้อยละ 10-40 ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความชื้นอยู่ระหว่าง ร้อยละ 40.30±7.61 - 46.99±5.36 ส่วนสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวที่ระดับร้อยละ 50 มีค่าความชื้นสูงสุดและแตกต่างกับสูตรอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 52.90±10.97 (ตารางที่ 3) ผลิตภัณฑ์ที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 40-50 มีค่า water activity สูงสุด และแตกต่างจากสูตรควบคุม และสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 10-30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากโฟมของโปรตีนรำข้าวหอมมะลิมีขนาดใหญ่กว่าโฟมของโปรตีนไข่ขาว จึงสามารถกักเก็บอากาศได้มากกว่า เมื่อนำไปอบ ของเหลวระเหยออกไปจากผลิตภัณฑ์ จะได้รับรูพรุนหรือเซลของเค้กขนาดใหญ่กว่า เมื่อเก็บรักษาจึงมีโอกาสเก็บความชื้นและปริมาณน้ำอิสระได้มากกว่าผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กที่ใช้โปรตีนไข่ขาว ทั้งนี้ค่า water activity เป็นค่าที่บ่งชี้การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ทุกสูตรจะมีอายุการเก็บรักษาไม่นาน อาจเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ง่าย ดังนั้นควรจัดเก็บผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่เหมาะสม และผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กที่ใช้โปรตีนรำข้าวทุกสูตรมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นได้ว่าการใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาวที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนไข่ขาวและโปรตีนรำข้าวหอมมะลิที่สกัดได้ มีปริมาณโปรตีน (ฐานแห้ง) ใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 76.72±3.22 และ 65.05±0.12 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม หากใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนโปรตีนไข่ขาวในปริมาณที่มากกว่าร้อยละ 50 อาจมีค่าปริมาณโปรตีนที่แตกต่างกัน

2. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กที่มีการใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาว

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซีฟฟอนเค้กทั้ง 6 สูตร (ตารางที่ 4) เมื่อพิจารณาในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 10-30 มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในด้านสีเนื้อเค้ก สูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 10-40 ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และผลิตภัณฑ์ทุกสูตรมีคะแนนความชอบในด้านกลิ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 สมบัติทางกายภาพด้านสี และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้ก

โปรตีนรำข้าวหอมมะลิ (%)	ลักษณะปรากฏ	สีเนื้อเค้ก	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
Control (0)	7.03±1.45 ^a	6.93±1.28 ^a	6.73±1.31	7.07±1.48 ^a	7.20±1.21 ^a	7.33±1.19 ^a
10	6.33±1.45 ^{ab}	6.40±1.10 ^{ab}	6.43±1.17	6.47±1.48 ^{ab}	6.77±1.28 ^{ab}	6.50±1.33 ^b
20	6.57±1.19 ^{ab}	6.63±1.19 ^{ab}	6.43±1.10	6.47±1.55 ^{ab}	6.97±1.45 ^{ab}	6.77±1.28 ^{ab}
30	6.40±1.35 ^{ab}	6.63±1.33 ^{ab}	6.50±1.38	6.40±1.40 ^{ab}	6.80±1.21 ^{ab}	6.77±1.25 ^{ab}
40	6.20±1.56 ^b	6.83±1.05 ^a	6.40±1.22	5.73±1.93 ^b	6.43±1.57 ^b	6.27±1.46 ^b
50	6.00±1.74 ^b	6.17±1.32 ^b	6.40±1.28	5.83±1.66 ^b	6.43±1.48 ^b	6.33±1.69 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c ในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสข้างต้น พบว่าผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาวสามารถใช้ได้สูงสุดถึง ร้อยละ 30 โดยที่มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม จึงนำซีฟฟอนเค้กสูตรดังกล่าว ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเทียบกับผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กสูตรควบคุม

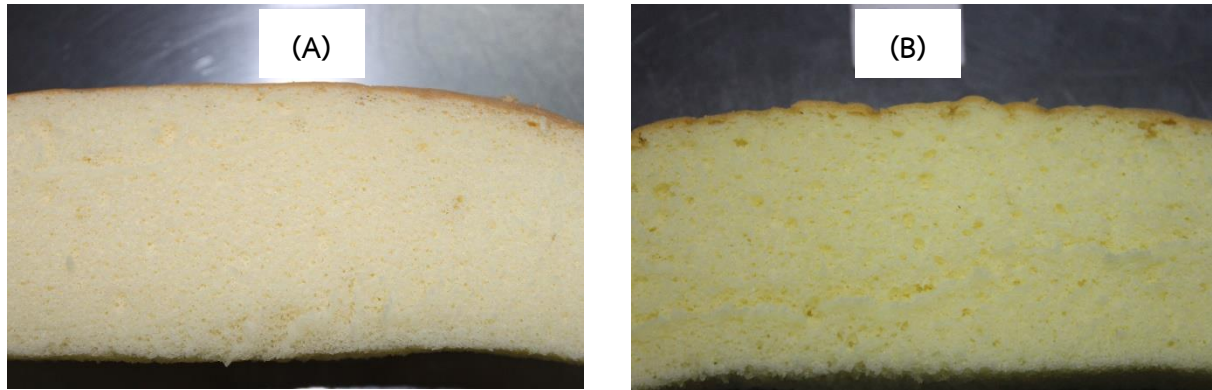
2. องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้ก

สูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวทดแทนไข่ขาว ร้อยละ 30 มีค่าความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตไม่แตกต่างกันกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5) ซึ่งผลการทดลอง แตกต่างจากงานวิจัยที่มีการใช้โปรตีนเข้มข้นจากรำข้าวในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น มิงงานวิจัยที่ใช้โปรตีนรำข้าว ร้อยละ 1-5 ในขนมปัง พบว่ามีปริมาณโปรตีนและเส้นใยเพิ่มขึ้น ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การเติมโปรตีนเข้มข้นจากรำข้าวในสูตรขนมปังมากกว่าร้อยละ 1 มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมที่มีต่อขนมปังลดลง⁽²⁾ และ Yadav และคณะ (2011)⁽¹⁵⁾ ใช้โปรตีนรำข้าวสกัดเข้มข้นในผลิตภัณฑ์บิสกิต พบว่าบิสกิตที่ใช้โปรตีนรำข้าว ร้อยละ 10 และ 15 มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวมีการใช้โปรตีนรำข้าวเป็นสารเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ (food supplement) ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยนี้ ที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิเป็นสารเชิงหน้าที่ทดแทนไข่ขาว อีกทั้งจะเห็นว่าองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กที่ผลิตได้ ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมที่ใช้ไข่ขาว เนื่องจากโปรตีนไข่ขาวและโปรตีนรำข้าวหอมมะลิที่สกัดได้ มีปริมาณโปรตีน (ฐานแห้ง) ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาว ร้อยละ 30

โปรตีนรำข้าวหอมมะลิ (%)	ความชื้น (%) ^{ns}	โปรตีน (%) ^{ns}	ไขมัน (%) ^{ns}	เถ้า (%) ^{ns}	เส้นใย (%) ^{ns}	คาร์โบไฮเดรต (%) ^{ns}
Control (0)	43.82±2.46	6.54±0.56	13.36±0.28	0.03±0.01	0.02±0.01	36.22±2.57
30	44.45±3.13	6.42±0.16	12.11±0.73	0.03±0.01	0.01±0.01	37.64±3.48

หมายเหตุ: ตัวอักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 1 ผลผลิตเค้กชิฟฟอนเค้กสูตรควบคุม (A) และ สูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวทดแทนไข่ขาวผง ร้อยละ 30 (B)

สรุปผลการวิจัย

เมื่อแปรรูปโปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาวที่ระดับต่างๆ (ร้อยละ 0-50) พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนรำข้าวหอมมะลิ ผลผลิตเค้กชิฟฟอนเค้กมีค่าปริมาตรจำเพาะ ความสูงของเค้ก และปริมาตรเค้กลดลง ส่วนร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังอบไม่มีความแตกต่างกันทุกสูตร และเค้กที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลिर้อยละ 10-30 มีค่าความสว่าง (L^*) มากกว่าสูตรควบคุม และสูตรที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลिर้อยละ 10-40 มีค่าความยืดหยุ่นลดลงเล็กน้อยและแตกต่างจากสูตรควบคุม ในขณะที่ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้โปรตีนรำข้าว ผลผลิตเค้กที่มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้โปรตีนรำข้าว ผลผลิตเค้กชิฟฟอนเค้กที่ใช้โปรตีนรำข้าวหอมมะลิทดแทนไข่ขาว สามารถใช้ได้สูงสุด ร้อยละ 30 โดยที่มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม และมีค่าองค์ประกอบทางเคมีไม่แตกต่างกันกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ จึงเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์โปรตีนรำข้าวหอมมะลิเป็นสารเชิงหน้าที่ในด้านการเกิดโฟมในผลิตภัณฑ์อาหารอื่น เช่น ผลิตภัณฑ์นม (ไอศกรีม, วิปป์ครีม)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ที่เอื้อเฟื้อวัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์และสิ่งสนับสนุนการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Saunders RM. The properties of rice bran as a food stuff. Cereal Food World 1990; 35(7): 632-62.
2. Jiamyangyuen S, Srijesdaruk V, Harper JW. Extraction of rice bran protein concentrate and its application in bread. SJSJ 2005; 27(1): 55-62.
3. Shih FF. An update on the processing of high-protein rice products. Nahrung 2003; 47(6): 420-24.
4. Chandi GK, Sogi DS. Functional properties of rice bran protein concentrates. J Food Eng 2007; 79: 592-97.
5. Raikos V, Campbell L, Euston S. Effects of sucrose and sodium chloride on foaming properties of egg white proteins. Food Res Int 2007; 40: 347-355.
6. พัชรพร พิพัฒน์สัตยวงศ์ จิรนาถ บุญคง ภิญโญ แซ่เฮ้ง และนัชชา หงษ์สา. ผลของสภาวะกรดและด่างต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพ และสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนรำข้าว ใน: รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 6; วันที่ 6 มิถุนายน 2561; มหาวิทยาลัยหัวเฉียวพระเจดิมพระเกียรติ. สมุทรปราการ 2561. หน้า 234-240.

7. อาริรัตน์ หนูวัฒนา ธนาภรณ์ วงศ์สาแก้ว ขวัญฤทัย กิวโรสสง และ จิรนาถ บุญคง. ผลของโซเดียมคลอไรด์และซูโครสต่อการเกิดโฟมและการเกิดอิมัลชันของโปรตีนรำข้าวหอมมะลิ. ใน: รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 7; วันศุกร์ที่ 7 มิถุนายน 2562; มหาวิทยาลัยรังสิต. กรุงเทพฯ 2562. หน้า 98-106.
8. จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผงฟู เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2556.
9. Wang M, Hettiarachchy NS, Qi M, Burks W, Sieben MT. Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. J Agricult Food Chem 1999; 47(2): 411-16.
10. AACC. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists, 10th ed., American Association of Cereal Chemists, Inc., St Paul, Minnesota, USA 2000.
11. Go´mez M, Ronda F, Caballero P, Blanco C, Rosell CM. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. Food Hydrocoll 2007; 21: 167-173.
12. AOAC. Official methods of analysis of AOAC International, 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersberg, Maryland 2000.
13. Yadav RB, Yadav BS, Chaudhary D. Extraction, characterization and utilization of rice bran protein concentrate for biscuit making. Brit J Food 2011; 113: 1173-82.



การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 8 ประจำปี 2564
“วิทยาศาสตร์ วิจัย นวัตกรรม น้อมนำศาสตร์พระราชา เพื่อพัฒนาประเทศ”
(Academic Science and Technology Conference ASTC2021)

วันศุกร์ที่ 26 มีนาคม 2564

ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

ผู้สนับสนุน