



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrnu/index>

บทความวิจัย

ผลของการใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของชิฟฟอนเค้ก

พรพรรณ พัวไพบูลย์^{1*} กุสุมาวดี ฐานเจริญ² สุชาลักษณ์ ธรรมดวงศรี³ ธนิชฐนันท์ บุญศรีชนะ¹ กมลรัตน์ พลพิมพ์¹ และ อารยา ตะนัยศรี¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

²สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

³สาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และภาษาอังกฤษ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 24 พฤศจิกายน 2565

แก้ไข: 16 ธันวาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 17 ธันวาคม 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 21 ธันวาคม 2565

คำสำคัญ

ชิฟฟอนเค้ก

แป้งข้าวหอมนิล

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของชิฟฟอนเค้ก โดยได้ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ร้อยละ 10 20 30 40 50 และ 60 โดยน้ำหนักแป้งสาลี ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ พบว่า ค่า a^* (ด้านในของเค้ก) ค่า Hardness ค่า Adhesiveness ค่า Springiness ค่า Gumminess ค่า Chewiness ปริมาณแอนโทไซยานินรวม และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ ชิฟฟอนเค้กเพิ่มขึ้นตามปริมาณการทดแทนที่เพิ่มขึ้นของแป้งข้าวหอมนิล ในขณะที่ค่ากิจกรรมน้ำอิสระ ค่า $L^* a^* b^*$ (เปลือกนอกของเค้ก) ค่า $L^* b^*$ (ด้านในของเค้ก) ค่า Cohesiveness และ ค่า Resilience ของชิฟฟอนเค้ก ลดลงตาม ปริมาณการทดแทนที่เพิ่มขึ้นของแป้งข้าวหอมนิล แต่อย่างไรก็ตาม ค่าน้ำหนัก ค่าปริมาตร ปริมาณความชื้น ปริมาณ แคลที่เรียกทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของชิฟฟอนเค้ก ไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการทดแทนที่เพิ่มขึ้นของแป้ง ข้าวหอมนิล ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า ชิฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 - 60 ได้รับการ ยอมรับทุกด้านที่ทดสอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก มีคะแนนการยอมรับอยู่ระหว่าง 6.90 - 7.83 ดังนั้น ชิฟฟอนเค้กข้าวหอมนิล สามารถพัฒนาเป็นอาหารทางเลือกที่มีส่วนประกอบของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและมีฤทธิ์ การต้านอนุมูลอิสระ

บทนำ

ข้าวหอมนิล หรือข้าวเจ้าหอมนิล หรือข้าวสีนิล (*Oryza sativa* L.) มีลักษณะของเมล็ดข้าวกล้องเรียวยาว สีม่วงเข้มจนดำ เช่นเดียวกับสีของเปลือกหุ้มเมล็ด และมีเยื่อหุ้มเมล็ดที่เป็นสีม่วงเข้ม เมื่อนำมาหุงสุกมีสีม่วงอ่อนนุ่ม และมีกลิ่นหอมแบบข้าวเหนียวดำ และข้าวหอม ข้าวหอมนิลเป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 12.56 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70 อะไมโลสร้อยละ 12 - 13 และประกอบด้วยแร่ธาตุหลัก สังกะสี ทองแดง แคลเซียม และโพแทสเซียม ซึ่งสูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิ (Rodmui & Jitwaropas, 2007) เมื่อนำมาหุงสุกมีวิตามินอี วิตามิน โฟเลต บีตา-แคโรทีน โพลีฟีนอล แกมมา-โอโรซานอล และใยอาหาร สูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิ (Prateepdolprecha, 2018) ในข้าวหอม นิลที่มีสีดำนั้นมีสารประกอบฟีนอลิก รวมถึงสารแอนโทไซยานิน เป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณสูง (Thiranusornkij, 2018) ข้าวหอม นิลจึงจัดเป็นแหล่งที่ดีของสารต้านอนุมูลอิสระ (Sadabpod et al., 2014) แอนโทไซยานินหลักที่พบในข้าวหอมนิลมี 2 ชนิด ได้แก่ ไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ (Cyanidin 3-glucoside, C3G) และเพลาโรนิน-3-

กลูโคไซด์ (Peonidin 3-glucoside, P3G) โดย C3G มีปริมาณที่ มากกว่า P3G ซึ่งพบ C3G ประมาณ 150.81 มิลลิกรัม/100 กรัม (Sutharut & Sudarat, 2012) จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ ได้มีการศึกษา ที่แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติทางชีวภาพของข้าวหอมนิลในรูปแบบการ ทดลองต่าง ๆ เช่น Sadabpod et al. (2014) ได้รายงานว่าการสกัด จากข้าวหอมนิลมีฤทธิ์ต้านการกลายพันธุ์ต่อสารก่อกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้น จากสารสกัดขบู่ไก่ทำปฏิกิริยากับไนโตรซ Daiponmak et al. (2014) ได้รายงานว่าการสกัดโพลีฟีนอลในข้าวหอมนิลสามารถยับยั้งการก่อตัวของ สารไกลเคชันขั้นสุดท้าย (Advanced glycation end products, AGEs) และ Kitisin et al. (2015) ได้รายงานว่าส่วนประกอบในรำ ข้าวหอมนิล ได้แก่ สารโพลีฟีนอล แอนโทไซยานิน และอื่น ๆ (แกมมา-โอโรซานอล แอลฟา-โทโคฟีรอล และกรดเพอรูลิก) มีฤทธิ์ ต้านอนุมูลอิสระและด้านการอักเสบในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด HL-60 (Promyelocytic leukemic cell line) ด้วยคุณสมบัติที่ดี ดังกล่าวทำให้ข้าวหอมนิลมีความเหมาะสมสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ อาหาร มีการนำข้าวหอมนิลมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ เช่น นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมนิล (Wattanuruk,

*Corresponding author

E-mail address: phuapaiboon@yahoo.com (P. Phuapaiboon)

Online print: 21 December 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.27>

2017) นำเต้าหู้เสริมปลายข้าวหอมนิล (Rattanachak et al., 2019) และขนมอาลัวแป้งข้าวหอมนิล (Sanon & Sangteerakij, 2020)

ผลิตภัณฑ์ขนมอบโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีได้รับความนิยมในการบริโภคของคนทั่วไป เนื่องจากมีความเหมาะสมกับวิถีการดำเนินชีวิตในปัจจุบันที่เร่งรีบ มีความสะดวกสบาย และราคาไม่แพง ชิฟฟอนเค้กเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่พร้อมรับประทาน และเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ได้รับความนิยมในการบริโภคเป็นอย่างมาก (Mau et al., 2017) จึงเป็นแนวทางที่ดีในการที่จะนำขนมอบอย่างชิฟฟอนเค้กมาเสริมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพให้เพิ่มมากขึ้น โดยทำการพัฒนาเป็นชิฟฟอนเค้กสูตรใหม่ที่ประกอบไปด้วยข้าวหอมนิล แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อมูลไม่มากนักเกี่ยวกับผลกระทบของแป้งข้าวหอมนิลต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพของชิฟฟอนเค้ก จุดประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ จึงเป็นการพัฒนาชิฟฟอนเค้กด้วยการทดแทนแป้งสาลีในอัตราร้อยละ 0 - 60 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ด้วยแป้งข้าวหอมนิล เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชิฟฟอนเค้กข้าวหอมนิล และเพื่อเป็นอาหารทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ใส่ใจสุขภาพ

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเตรียมแป้งข้าวหอมนิล

นำข้าวหอมนิลที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม มาสีเอาเปลือกออก และเตรียมเป็นแป้งข้าวหอมนิล โดยนำข้าวหอมนิลมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส บดลดขนาดให้ละเอียดเป็นแป้ง (Flour) ด้วยเครื่องบดย่อยขนาด Knife Mill (ยี่ห้อ FRITSCH รุ่น PULVERISETTE 11) ร่อนแป้งที่ได้ให้มีขนาดเล็กกว่า 180 ไมโครเมตร โดยร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานที่มีความละเอียดขนาด 80 เมช นำแป้งละเอียดที่ได้บรรจุลง ปิดผนึกสุญญากาศ นำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาใช้

การผลิตชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลี

ผลิตชิฟฟอนเค้กแบบสูตรพื้นฐานซึ่งดัดแปลงมาจาก Mau et al. (2017) โดยเตรียมส่วนผสมของชิฟฟอนเค้กที่ประกอบด้วยส่วนผสม 2 ส่วน คือ แบตเตอร์ (Batter) และโฟม (Foam) โดยส่วนผสมของ Batter ของสูตรมาตรฐาน (สูตรควบคุม) ประกอบด้วย แป้งสาลี 87 กรัม ผงฟู 1.5 กรัม น้ำตาลทราย 60 กรัม เกลือ 1 กรัม น้ำมันพืช 43.5 กรัม ไข่แดง 43.5 กรัม น้ำ 57 กรัม และนมผงขาดมันเนย 6.5 กรัม ส่วนผสมของ Foam ของสูตรควบคุม ประกอบด้วย ไข่ขาว 87 กรัม ครีมออฟฟัททาร์ 1 กรัม และน้ำตาลทราย 47 กรัม ใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีในสูตรควบคุมของชิฟฟอนเค้ก ในปริมาณต่าง ๆ กัน 6 ระดับ คือร้อยละ 10 20 30 40 50 และ 60 ของน้ำหนักแป้งสาลี โดยกำหนดเป็น HNR10 HNR20 HNR30 HNR40 HNR50 และ HNR60 ตามลำดับ

กรรมวิธีการผลิตเริ่มจากเตรียม Batter โดยร่อนส่วนผสมแห้ง ได้แก่ แป้ง ผงฟู เกลือ และนมผงขาดมันเนยให้ผสมรวมกัน ตีไข่แดงด้วยตะกร้อมือ ค่อย ๆ ผสมน้ำตาลทราย ตีจนน้ำตาลทรายละลาย ค่อย ๆ ผสมน้ำและน้ำมันพืช ผสมส่วนผสมแห้ง และใช้ตะกร้อมือคนจนส่วนผสมเนียนแล้วตั้งพักไว้ เตรียม Foam โดยตีไข่ขาวด้วยหัวตีแบบตะกร้อผ่านเครื่องตีผสมอาหาร (ยี่ห้อ Mamaru รุ่น MR-6401) ด้วยความเร็วรอบต่ำ เติมน้ำตาลทราย ตีด้วยความเร็วปานกลางจนน้ำตาลทรายละลาย เติมครีมออฟฟัททาร์ ตีด้วยความเร็วแรงสุด

เป็นเวลา 1 นาที จนไข่ขาวขึ้นฟูแข็งตัวตั้งยอด จากนั้นผสม Foam และ Batter ให้เข้ากัน โดยแบ่ง Foam มาผสมกับ Batter ใช้พายยางคนตะล่อมเบา ๆ ให้เข้ากัน ตักส่วนผสมลงในพิมพ์เค้กอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาด 1 ปอนด์ ที่ทาเนยด้านล่างและขอบ แล้วรองด้วยกระดาษไข ใส่อากาศโดยใช้ไม้มาขีดสลับเป็นแนวฟันปลา กระแทกลงน้ำหนัก 1 ครั้ง นำไปอบในเตาอบไฟฟ้า โดยอบแบบขึ้นที่มีน้ำร้อนภาคสูง 1 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และนำไปอบในเตาอบไฟฟ้า โดยอบแบบแห้ง ที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ลอกกระดาษไขออก ผึ่งให้คลายร้อน บรรจุใส่กล่องพลาสติก

การศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ

นำตัวอย่างของชิฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิล ร้อยละ 0 10 20 30 40 50 และ 60 ของน้ำหนักแป้งสาลี มาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมี ดังนี้

1. น้ำหนัก

นำส่วนผสมของชิฟฟอนเค้กน้ำหนัก 200 กรัม ใส่พิมพ์ขนาด 1 ปอนด์ และทำตามกรรมวิธีการผลิตชิฟฟอนเค้ก นำชิฟฟอนเค้กที่ได้มาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งดิจิทัล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2. ปริมาตร

นำส่วนผสมของชิฟฟอนเค้กที่น้ำหนัก 200 กรัม ใส่พิมพ์ขนาด 1 ปอนด์ และทำตามกรรมวิธีการผลิตชิฟฟอนเค้ก นำชิฟฟอนเค้กที่ได้มาวัดส่วนสูง และคำนวณหาปริมาตรจากสมการ $V = \pi r^2 h$ เมื่อ V คือ ปริมาตรเค้ก, π คือ 3.14, r คือ ความยาวเส้นรัศมีของเค้ก (เซนติเมตร) และ h คือ ความสูงของเค้ก (เซนติเมตร)

3. ความชื้น

นำชิฟฟอนเค้กมาวิเคราะห์ร้อยละปริมาณความชื้นด้วยวิธีอบในตู้อบลมร้อน ตามวิธีของ AOAC (2000)

4. กิจกรรมน้ำอิสระ

นำชิฟฟอนเค้กมาวัดค่ากิจกรรมน้ำอิสระ (Water activity, a_w) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (ยี่ห้อ AquaLab รุ่น 3TE) ใส่ชิฟฟอนเค้กลงในถาดใส่ตัวอย่างปริมาตร 2 ใน 3 ของถาดวัดค่า a_w ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

5. สี

นำชิฟฟอนเค้กมาวัดค่าสีเปลี่ยนนอกและสีด้านในโดยใช้เครื่องวัดสี (ยี่ห้อ HunterLab รุ่น ColorFlex Model 45°/0°) ที่มีการวัดค่าสีในระบบ C.I.E lab ($L^* a^* b^*$) ค่าสี L^* เป็นค่าความสว่าง a^* เป็นค่าสีแดง - เขียว และ b^* เป็นค่าสีเหลือง - น้ำเงิน การวัดค่าสีเปลี่ยนนอกโดยนำเปลือกบนของชิฟฟอนเค้กกว่าใส่จานแก้ว และการวัดค่าสีด้านในโดยนำด้านในของชิฟฟอนเค้กที่แบ่งครึ่งคว่ำใส่จานแก้ว นำไปวัดค่าในแต่ละซ้ำ วัดซ้ำละ 6 ตัวอย่าง

6. เนื้อสัมผัส

เตรียมชิฟฟอนเค้กขนาด 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำมาตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ยี่ห้อ StableMicroSystems รุ่น TA.XT.plus) ด้วยการทดสอบแรงกด วิธีการทดสอบแบบ Texture profile analysis (TPA) และใช้หัววัดทรงกระบอก (P/50) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร วางชิฟฟอนเค้กกลางแท่นวางตัวอย่าง กดลงบนบริเวณกึ่งกลางของชิ้น

ชิฟฟอนเค้ก ความเร็วในการกด 5 มิลลิเมตร/วินาที ระยะกดจากผิวชิฟฟอนเค้ก 10 มิลลิเมตร รายงานผลเป็นค่าความแข็ง (Hardness) ค่าการเกาะตัว (Cohesiveness) ค่าการเกาะติดผิว (Adhesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ค่าความหยุ่น (Resilience) ค่าความหนึบหนับ (Gumminess) และค่าการเคี้ยวได้ (Chewiness) ในแต่ละซ้ำ ทำการทดสอบซ้ำละ 6 ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ

1. การเตรียมสารสกัด

เตรียมสารสกัดจากตัวอย่างผงของชิฟฟอนเค้กโดยดัดแปลงจากวิธี Kapcum et al. (2021) นำชิฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 0 - 60 ของน้ำหนักแป้งสาลี มาอบแห้งที่อุณหภูมิห้อง 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อนความละเอียด 100 เมช ซึ่งผงชิฟฟอนเค้กน้ำหนัก 0.5 กรัม มาสกัดด้วยสารสกัด (กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ร้อยละ 0.1 ผสมกับเมทานอลเข้มข้น ร้อยละ 60) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปแช่ที่อุณหภูมิห้องด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที นำส่วนใสกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 (ยี่ห้อ Whatman) ตะกอนที่เหลือทำการสกัดซ้ำด้วยสารสกัดปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำสารสกัดที่ได้มาผสมรวมกันใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยสารสกัด นำตัวอย่างที่สกัดได้ไปเก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนำมาวิเคราะห์

2. การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวม

ปริมาณแอนโทไซยานินรวม วิเคราะห์ตามวิธีพีเอช-ดีฟเฟอเรนเชียล (Lee et al., 2005) โดยนำสารสกัดที่ได้มาปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติมน้ำตาลกลูโคสบัฟเฟอร์ โพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.025 โมลาร์ ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 1.0 ปริมาตร 3.8 มิลลิลิตร และนำสารสกัดมาปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติมน้ำตาลกลูโคสบัฟเฟอร์ โซเดียมอะซิเตต ความเข้มข้น 0.400 โมลาร์ ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.5 ปริมาตร 3.8 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 20 นาที และนำมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร รายงานปริมาณแอนโทไซยานินรวมในหน่วยของมิลลิกรัมสมมูลของ C3G (C3GE) ต่อตัวอย่างแห้ง 100 กรัม คำนวณหาตามสมการ $C3GE = [A_{diff} \times MW \times DF \times 1000] / \epsilon$ เมื่อ A_{diff} คือ $(A_{520} - A_{700})/pH$ 1.0 - $(A_{520} - A_{700})/pH$ 4.5, MW คือ น้ำหนักโมเลกุลของ C3G เท่ากับ 449.2 กรัม/โมล, DF คือ แฟกเตอร์ที่เกิดจากการเจือจางสารสกัด และ ϵ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง เท่ากับ 29,600 ลิตร/โมล/เซนติเมตร

3. การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical (DPPH)

วิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ตามที่อธิบายไว้โดย Kapcum et al. (2021) โดยนำสารสกัดที่ได้มาปริมาตร 100 ไมโครลิตร เติมน้ำตาลกลูโคสบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ที่ละลายในเมทานอลเข้มข้นร้อยละ 99 ปริมาตร 2.9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นำมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยเทียบกับสารมาตรฐานโทรลอกซ์ (Trolox) รายงานผลใน

หน่วยของมิลลิกรัมสมมูลของ Trolox (TE) ต่อตัวอย่างแห้ง 100 กรัม รวมทั้งรายงานผลเป็นร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (% Inhibition) โดยคำนวณจากการลดลงของค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดเทียบกับหลอดควบคุม ดังสมการ $\% \text{ Inhibition} = 100 \times (A_0 - A_s) / A_0$ เมื่อ A_0 คือ ค่าดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม และ A_s คือ ค่าดูดกลืนแสงของสารสกัด

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

ตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และยีสต์และรา โดยทำตามวิธีของ AOAC (1995) นำชิฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 0 - 60 ของน้ำหนักแป้งสาลี ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มา 10 กรัม แล้วทำการเจือจางตัวอย่าง เจือจางลงครั้งละ 10 เท่า (Ten-fold serial dilutions) กับสารละลายยิบซีเคมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ดูดสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้นเหมาะสมปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ปิเปตลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะชนิดแข็ง ใช้แท่งแก้วอเกลี่ยให้ทั่วจนกระทั่งผิวหน้าของวุ้นแห้ง การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียทั้งหมดใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) (ยี่ห้อ Himedia, India) นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง การตรวจวิเคราะห์ยีสต์และราใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Acidified potato dextrose agar (PDA, pH 3.5) (ยี่ห้อ Himedia, India) นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 - 5 วัน นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ และรายงานผลเป็นโคโลนี/กรัม (CFU/g)

การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้บริโภคร่วมไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน เป็นนักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 30 คน ประเมินในด้านลักษณะปรากฏของสีเปลือกนอก สีด้านใน รสหวาน รสชาติ และความชอบโดยรวมโดยใช้วิธี 9-Points hedonic scale กำหนดให้คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด เสรีตัวอย่างชิฟฟอนเค้กขนาด 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น ใส่ถ้วยพลาสติกสีขาวทรงเตี้ย ที่มีรหัสตัวอย่างแบบเลขคู่ 3 หลัก ให้ผู้ทดสอบชิมประเมินสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ การทดสอบทางประสาทสัมผัสตามแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบชิมเป็น Block จำนวนผู้ทดสอบชิม 30 คน การวิเคราะห์ดังกล่าววิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติโดย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้ค่าสถิติ Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 13 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ

การเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพและเคมีของชิฟ

พอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลแสดงดัง Table 1 โดยพบว่า น้ำหนัก ปริมาตร และปริมาณความชื้นของชิฟพอนเค้กทดแทนด้วย แป้งข้าวหอมนิลที่ระดับต่าง ๆ ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีน้ำหนักของเค้กอยู่ระหว่าง 165 - 171 กรัม ปริมาตรของเค้กอยู่ระหว่าง 539 - 583 ลูกบาศก์เซนติเมตร และปริมาณความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 17.07 - 19.66 ในขณะที่ ค่า a_w ลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มมากขึ้น โดยที่สูตรควบคุมมีค่า a_w อยู่ที่ 0.902 และลดลงมีค่าอยู่ที่ 0.867 0.831 และ 0.784 สำหรับตัวอย่าง HNR10 HNR20 และ HNR60 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของชิฟพอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลแสดงดัง Table 2 และ Figure 1 โดยพบว่า สีเปลือกนอกของ

เค้กที่อบมีผลการเปลี่ยนแปลงจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิล ปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่เพิ่มขึ้นทำให้สีเปลือกนอกของเค้กคล้ำขึ้น ค่าความเป็นสีแดงลดลง และค่าความเป็นสีเหลืองลดลง โดยที่การทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 30 10 และ 30 ส่งผลให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลือง ตามลำดับ แตกต่างกับสูตรควบคุม สำหรับสีด้านในของเค้กที่อบ เมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น ค่า L^* และ ค่า b^* ลดลง แต่ค่า a^* เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่าสีด้านในคล้ำขึ้น ค่าความเป็นสีเหลืองลดลง และค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น โดยที่การทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 10 ส่งผลให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองแตกต่างกับสูตรควบคุม

Table 1 Physical and chemical characteristics of baked Hom-Nil rice chiffon cakes

Samples	Weight (g) ^{ns}	Volume (cm ³) ^{ns}	Moisture (%) ^{ns}	Water activity
Control	171 ± 1.41	566 ± 50	18.92 ± 1.01	0.902 ± 0.00 ^a
HN10	165 ± 0.71	548 ± 25	18.29 ± 2.50	0.867 ± 0.01 ^b
HN20	166 ± 1.41	583 ± 75	19.40 ± 2.05	0.831 ± 0.00 ^c
HN30	170 ± 4.24	583 ± 50	17.96 ± 1.75	0.843 ± 0.01 ^{bc}
HN40	167 ± 3.53	557 ± 13	17.07 ± 0.68	0.856 ± 0.02 ^{bc}
HN50	167 ± 4.95	557 ± 38	19.66 ± 0.78	0.847 ± 0.01 ^{bc}
HN60	170 ± 0.71	539 ± 38	17.17 ± 0.32	0.784 ± 0.01 ^d

Means values in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means values in the same column are not significantly different ($p > 0.05$).

Table 2 CIE L^* a^* and b^* values of baked Hom-Nil rice chiffon cakes

Samples	Crust			Crumb		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Control	43.00 ± 0.83 ^a	9.52 ± 0.11 ^a	19.05 ± 0.11 ^a	52.84 ± 0.37 ^a	1.64 ± 0.20 ^e	13.74 ± 0.04 ^a
HN10	41.94 ± 0.30 ^a	8.62 ± 0.26 ^b	18.04 ± 0.64 ^a	48.05 ± 0.23 ^b	3.12 ± 0.06 ^d	11.51 ± 0.30 ^b
HN20	40.88 ± 0.82 ^a	8.52 ± 0.08 ^b	17.74 ± 0.75 ^a	43.48 ± 1.23 ^c	3.49 ± 0.04 ^c	8.67 ± 0.12 ^c
HN30	37.90 ± 0.78 ^b	7.76 ± 0.12 ^c	16.34 ± 0.34 ^b	40.44 ± 0.53 ^d	3.96 ± 0.00 ^b	7.68 ± 0.01 ^d
HN40	37.88 ± 0.50 ^b	7.68 ± 0.14 ^{cd}	15.65 ± 0.01 ^b	38.00 ± 1.18 ^e	4.38 ± 0.11 ^a	7.51 ± 0.04 ^d
HN50	36.53 ± 0.53 ^b	7.48 ± 0.52 ^{cd}	14.35 ± 0.16 ^c	37.92 ± 0.24 ^e	4.44 ± 0.04 ^a	6.71 ± 0.56 ^e
HN60	35.78 ± 0.36 ^b	7.12 ± 0.01 ^d	14.25 ± 0.93 ^c	34.19 ± 0.36 ^f	4.52 ± 0.11 ^a	6.39 ± 0.01 ^e

Means values in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

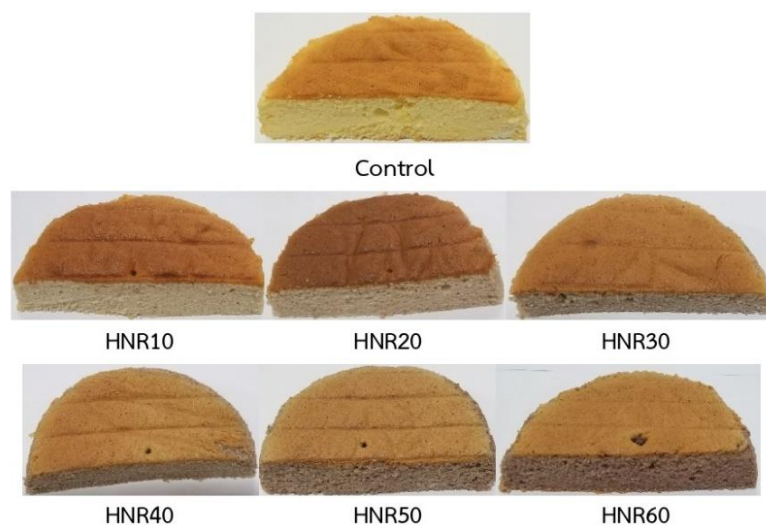


Figure 1 The appearance of Hom-Nil rice chiffon cakes. Control, HN10, HN20, HN30, HN40, HN50, and HN60: Chiffon cakes manufactured with 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, and 60 % (w/w) replacement of wheat flour with Hom-Nil rice (HNR) flour, respectively.

ในการตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสแบบ TPA ค่า Hardness ของชิฟฟอนเค้กที่วัดได้ แสดงให้เห็นว่าชิฟฟอนเค้กมีลักษณะที่แข็งขึ้นเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น (Table 3) โดยที่การทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 20 ส่งผลให้ค่า Hardness แตกต่างกับสูตรควบคุม แต่ปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 20 - 50 ค่า Hardness ของตัวอย่าง HNR20 HNR30 HNR40 และ HNR60 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยทั้ง 4 ตัวอย่าง มีค่า Hardness อยู่ระหว่าง 190.93 - 231.37 กรัมแรง ค่า Cohesiveness เป็นค่าที่แสดงถึงความต้านทานภายในโครงสร้างชิฟฟอนเค้ก ซึ่งตัวอย่างเค้กมีค่าลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น แสดงว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิลเค้กที่สามารถใช้แรงในการทำให้เสียรูปได้ง่าย โดยที่การทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 40 ส่งผลให้ค่า Cohesiveness แตกต่างกับสูตรควบคุม แต่ปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 - 40 ค่า Cohesiveness ของตัวอย่าง HNR10 HNR20 HNR30 และ HNR40 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่า Adhesiveness คือ งานที่ต้องใช้ในการดึงหัววัดเนื้อสัมผัสออกจากตัวอย่าง ซึ่งค่า Adhesiveness ที่มีค่าเป็นลบมากหมายถึงต้องใช้แรงดึงหัววัดออกจากตัวอย่างมาก แสดงถึงตัวอย่างมีความเหนียวมาก ซึ่งตัวอย่างชิฟฟอนเค้กมีค่าเป็นลบเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น

ค่า Springiness คือ ความยืดหยุ่นของเค้กเมื่อออกแรงกดครั้งแรก และครั้งที่สองแล้วกลับคืนรูปได้ ซึ่งตัวอย่าง ชิฟฟอนเค้กมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า Resilience คือ ค่าที่แสดงถึงความสามารถในการกลับสู่สภาพเดิมเมื่อแรงกดครั้งแรกคลายตัวลง ซึ่งตัวอย่างชิฟฟอนเค้กมีค่าลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น ค่า Gumminess คือ ปริมาณพลังงานที่จำเป็นต่อการแตกตัวของเค้กสำหรับการกลืน ซึ่งตัวอย่างชิฟฟอนเค้กมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น โดยการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 20 ส่งผลให้ค่า Gumminess แตกต่างกับสูตรควบคุม แต่ปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 20 - 50 ค่า Gumminess ของตัวอย่าง HNR20 HNR30 HNR40 และ HNR50 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่า Chewiness คือ ค่าที่แสดงถึงพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวชิฟฟอนเค้ก จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิล ค่า Chewiness เพิ่มขึ้น หมายถึงต้องใช้แรงหรือระยะเวลาในการเคี้ยวชิฟฟอนเค้กเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิล โดยการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 20 ส่งผลให้ค่า Chewiness แตกต่างกับสูตรควบคุม โดยสรุปจะเห็นได้ว่า เมื่อร้อยละของแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น ค่า Cohesiveness และ Resilience ของเค้กชิฟฟอนลดลง ในขณะที่ค่า Hardness, Adhesiveness, Springiness, Gumminess และ Chewiness เพิ่มขึ้น

Table 3 Texture profile analysis of baked Hom-Nil rice chiffon cakes

Samples	Hardness (g)	Cohesiveness	Adhesiveness (g/s)	Springiness	Resilience	Gumminess (g)	Chewiness (g)
Control	128.94 ± 9.88 ^c	0.82 ± 0.01 ^a	-2.64 ± 0.11 ^a	0.91 ± 0.02 ^c	0.45 ± 0.01 ^a	102.35 ± 15.89 ^d	97.48 ± 16.77 ^d
HNR10	146.85 ± 17.20 ^c	0.81 ± 0.00 ^{ab}	-3.37 ± 0.06 ^a	0.91 ± 0.00 ^{bc}	0.45 ± 0.01 ^a	119.35 ± 13.73 ^{cd}	108.56 ± 12.76 ^{cd}
HNR20	190.93 ± 16.82 ^b	0.80 ± 0.01 ^{abc}	-13.06 ± 1.79 ^b	0.92 ± 0.00 ^{abc}	0.42 ± 0.01 ^{ab}	152.67 ± 12.29 ^{bc}	141.15 ± 11.64 ^{bc}
HNR30	207.85 ± 9.97 ^b	0.79 ± 0.00 ^{abc}	-24.21 ± 1.65 ^c	0.94 ± 0.00 ^a	0.39 ± 0.00 ^{bc}	163.11 ± 9.53 ^b	153.66 ± 7.97 ^b
HNR40	213.11 ± 21.21 ^b	0.78 ± 0.01 ^{bcd}	-51.81 ± 7.33 ^d	0.94 ± 0.00 ^a	0.37 ± 0.03 ^c	166.34 ± 14.81 ^b	156.18 ± 11.82 ^b
HNR50	231.37 ± 27.64 ^b	0.77 ± 0.01 ^{cd}	-54.76 ± 4.63 ^d	0.93 ± 0.00 ^a	0.37 ± 0.01 ^c	178.21 ± 20.19 ^{ab}	166.46 ± 19.37 ^{ab}
HNR60	285.61 ± 20.32 ^a	0.76 ± 0.03 ^d	-69.90 ± 4.64 ^e	0.93 ± 0.00 ^{ab}	0.36 ± 0.04 ^c	214.43 ± 28.06 ^a	198.01 ± 22.11 ^a

Means values in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมของชิฟฟอนเค้กแสดงดัง Table 4 พบว่าการทดแทนแป้งข้าวสาลีบางส่วนด้วยแป้งข้าวหอมนิลในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 60 มีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินรวมใน ชิฟฟอนเค้กเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ตรวจไม่พบแอนโทไซยานินรวม (-0.02 มิลลิกรัม C3GE/100 กรัมตัวอย่างแห้ง) โดยตัวอย่าง HNR60 มีปริมาณมากที่สุด และตัวอย่าง HNR10 มีปริมาณน้อยที่สุด เท่ากับ 2.22 และ 0.34 มิลลิกรัม C3GE /100 กรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของชิฟฟอนเค้กโดยวิธี DPPH (Table 4) พบว่าการทดแทนแป้งข้าวสาลีบางส่วนด้วยแป้งข้าวหอมนิลในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นจากร้อยละ 40 เป็นร้อยละ 60 มีผลทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ ชิฟฟอนเค้กเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม โดยตัวอย่าง HNR60 มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือ HNR50 และ HNR40 ตามลำดับ โดยมีค่าเป็น 114.35 104.40 และ 88.54 มิลลิกรัม TE/100 กรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ และ

คิดเป็นร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ 16.54 15.22 และ 12.47 ตามลำดับ ส่วนสูตรควบคุมมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเพียง 78.10 มิลลิกรัม TE/100 กรัมตัวอย่างแห้ง คิดเป็นร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ 10.82 ขณะที่ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 - 30 ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของชิฟฟอนเค้กที่เก็บรักษาเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แสดงดัง Table 5 พบว่า ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของชิฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ ระดับต่าง ๆ ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของชิฟฟอนเค้กอยู่ระหว่าง 4.0×10^3 - 8.6×10^4 โคโลนี/กรัม และปริมาณยีสต์และราของชิฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ระดับต่าง ๆ ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณยีสต์และราของเค้กอยู่ระหว่าง <10 - 85 โคโลนี/กรัม

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำชิฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ระดับต่าง ๆ มาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า คณะกรรมการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของสีเปลือกนอก สีด้านใน รสหวาน รสชาติ และความชอบ

โดยรวมของชิฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 - 60 แตกต่างกับสูตรควบคุม โดยทุกด้านที่ทดสอบของชิฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลมีคะแนนการยอมรับต่ำกว่าสูตรควบคุม (Table 6) ส่วนคะแนนการยอมรับทุกด้านที่ทดสอบของชิฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 20 30 40 50 และ 60 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คะแนนการยอมรับทุกด้านที่ทดสอบของสูตรควบคุมมีคะแนนอยู่ระหว่าง 8.00 - 8.59 อยู่ในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด

ส่วนคะแนนการยอมรับทุกด้านที่ทดสอบของชิฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลทุกระดับมีคะแนนอยู่ระหว่าง 6.90 - 7.83 อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยที่คะแนนความชอบโดยรวมของสูตรควบคุมอยู่ในระดับชอบมาก (8.50) ส่วนคะแนนความชอบโดยรวมของชิฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลทุกระดับอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (7.41 - 7.80) ซึ่งแสดงถึงผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ชิฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิลทุกระดับ

Table 4 Total anthocyanin content and antioxidant activity on DPPH radicals of baked Hom-Nil rice chiffon cakes

Samples	Total anthocyanins (mg C3GE/100 g d.w.)	Antioxidant activity	
		mg TE/100 g d.w.	% Inhibition
Control	-0.02 ± 0.01 ^f	78.10 ± 0.81 ^d	10.82 ± 0.94 ^d
HNR10	0.34 ± 0.10 ^e	83.89 ± 1.74 ^{cd}	11.58 ± 0.18 ^{cd}
HNR20	0.55 ± 0.07 ^e	83.51 ± 0.98 ^{cd}	11.69 ± 0.28 ^{cd}
HNR30	1.01 ± 0.07 ^d	83.31 ± 1.01 ^{cd}	11.74 ± 0.21 ^{cd}
HNR40	1.38 ± 0.22 ^c	88.54 ± 0.53 ^c	12.47 ± 0.10 ^c
HNR50	1.96 ± 0.02 ^b	104.40 ± 0.84 ^b	15.22 ± 0.40 ^b
HNR60	2.22 ± 0.07 ^a	114.35 ± 5.49 ^a	16.54 ± 0.68 ^a

Means values in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

Table 5 Microbial content of baked Hom-Nil rice chiffon cakes

Samples	Aerobic plate count (CFU/g) ^{ns}	Yeasts and molds (CFU/g) ^{ns}
Control	8.5x10 ³ ± 7.8x10 ²	5.0x10 ± 7.01
HNR10	1.7x10 ⁴ ± 1.6x10 ³	8.5x10 ± 1.20
HNR20	7.0x10 ³ ± 7.07x10 ²	8.0x10 ± 8.49
HNR30	4.0x10 ³ ± 2.83x10 ²	1.0x10 ± 1.41
HNR40	4.5x10 ⁴ ± 6.36x10 ²	5.5x10 ± 4.95
HNR50	8.6x10 ⁴ ± 5.66x10 ³	1.0x10 ± 0.00
HNR60	4.3x10 ⁴ ± 5.5 x10 ³	ND

^{ns} Means values in the same column are not significantly different ($p > 0.05$).

ND: not detected (<10 CFU/g).

Table 6 Sensory evaluation of baked Hom-Nil rice chiffon cakes

Samples	Crust color	Crumb color	Sweetness	Flavor	Texture	Overall
Control	8.45 ± 0.63 ^a	8.59 ± 0.73 ^a	8.00 ± 1.10 ^a	8.30 ± 0.80 ^a	8.21 ± 1.05 ^a	8.50 ± 0.70 ^a
HNR10	7.83 ± 0.93 ^b	7.79 ± 0.86 ^b	7.52 ± 1.02 ^{abc}	7.59 ± 0.73 ^b	7.14 ± 1.13 ^{bc}	7.62 ± 0.90 ^b
HNR20	7.55 ± 1.06 ^b	7.48 ± 1.06 ^b	7.24 ± 1.50 ^{bc}	7.34 ± 1.26 ^b	7.24 ± 1.10 ^{bc}	7.41 ± 1.08 ^b
HNR30	7.31 ± 1.11 ^b	7.28 ± 1.00 ^b	7.35 ± 1.48 ^{abc}	7.62 ± 0.90 ^b	7.62 ± 0.90 ^{ab}	7.80 ± 1.00 ^b
HNR40	7.41 ± 1.15 ^b	7.38 ± 0.98 ^b	6.90 ± 1.21 ^c	7.14 ± 0.99 ^b	6.90 ± 1.50 ^c	7.45 ± 0.82 ^b
HNR50	7.41 ± 0.98 ^b	7.52 ± 1.15 ^b	7.66 ± 1.20 ^{ab}	7.62 ± 1.11 ^b	7.48 ± 1.09 ^{bc}	7.60 ± 0.90 ^b
HNR60	7.38 ± 0.94 ^b	7.41 ± 0.87 ^b	7.17 ± 1.28 ^{bc}	7.21 ± 1.10 ^b	6.93 ± 1.16 ^c	7.50 ± 1.00 ^b

Means values in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

วิจารณ์ผลการวิจัย

เมื่อนำชิฟอนเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ระดับร้อยละ 0 10 20 30 40 50 และ 60 ไปศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมี พบว่า น้ำหนัก ปริมาตร และปริมาณความชื้นของเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ระดับร้อยละ 10 - 60 ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม (Table 1) แสดงให้เห็นว่าการเสริมแป้งข้าวหอมนิลสูงถึงร้อยละ 60 ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางน้ำหนัก ปริมาตร และปริมาณความชื้นของชิฟอนเค้ก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mau et al. (2017) ที่ได้รายงานน้ำหนักและปริมาณความชื้นของเค้กเสริมแป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 10 - 100 มีค่าไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่งานวิจัยของ Chodnakarin et al. (2021) ได้รายงานว่าปริมาณความชื้นของบราวนี่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งจากปลายข้าว

หอมนิลร้อยละ 25 - 100 มีปริมาณลดลงแตกต่างจากสูตรควบคุม ในขณะที่การทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้ค่า a_w ลดลงแสดงให้เห็นว่าการเสริมแป้งข้าวหอมนิลช่วยลดปริมาณน้ำอิสระของเค้ก ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวหอมนิลมีค่าร้อยละการดูดซับน้ำค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 2.12) (Srisorn et al., 2020) ส่วนแป้งสาลีเป็นแป้งที่มีโปรตีนกลูเตนินและไกลอะดินเป็นส่วนประกอบ โปรตีนกลูเตนินและไกลอะดินมีสมบัติในการดูดซับน้ำ ซึ่งปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ส่งผลให้มีค่าร้อยละการดูดซับน้ำมากขึ้น ดังนั้นเค้กสูตรควบคุมจึงมีค่า a_w สูงกว่าเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิล

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลในระดับที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้สีเปลือกนอกและสีด้านในของชิฟอนเค้กที่อบมีค่าความสว่างลดลงหรือคล้ำขึ้น ค่าความเป็นสีเหลืองลดลง และค่าความเป็นสี

แดงของสีด้านในเพิ่มขึ้นแต่ค่าความเป็นสีแดงของสีเปลือกนอกลดลง (Table 2 และ Figure 1) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีของชิฟฟอนเค้กอาจเกิดจากเม็ดสีที่เป็นสีม่วงดำของแป้งข้าวหอมนิลและการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบโพลีฟีนอล ดังนั้นการเสริมแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้สีเปลือกนอกและสีด้านในของชิฟฟอนเค้กคล้ำขึ้น และมีสีเหลืองลดลง ซึ่งสีม่วงดำของแป้งข้าวหอมนิลนั้นมีค่าความเป็นสีแดงที่สูงกว่าแป้งสาลี (Srisorn et al., 2020) จึงส่งผลให้สีด้านในของชิฟฟอนเค้กที่เพิ่มการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลมีสีแดงเพิ่มขึ้น แต่การทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่เพิ่มขึ้นทำให้สีแดงของเปลือกนอกลดลงนั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาลรีดิวซ์โดยมีความร้อนขณะอบเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ได้สารประกอบที่ให้สีน้ำตาล โดยในเค้กสูตรควบคุมที่มีแป้งสาลีเป็นส่วนประกอบ จะเกิดกลิ่นขึ้นในขั้นตอนการเตรียมส่วนผสม เมื่อนำไปอบที่อุณหภูมิสูงถึง 170 องศาเซลเซียส กลิ่นจะทำปฏิกิริยากับน้ำตาล ส่งผลให้เปลือกเค้กมีสีน้ำตาลทอง ในขณะที่แป้งข้าวหอมนิลไม่มีโปรตีนกลูเตนและไกลอะดิน ดังนั้นในขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมจึงไม่เกิดกลิ่น ส่งผลให้สีเปลือกเค้กที่เพิ่มการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลมีสีน้ำตาลทองลดลง ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mau et al. (2017) ที่รายงานว่าการเสริมแป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 10 - 100 ส่งผลให้เปลือกนอกของเค้กมีค่าความเป็นสีแดงลดลงและด้านในของเค้กมีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น

ในการตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างชิฟฟอนเค้กทั้ง 7 ตัวอย่าง พบว่า เมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลในชิฟฟอนเค้กเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ ค่า Cohesiveness และ Resilience ลดลง ในขณะที่ ค่า Hardness, Springiness, Gumminess, Adhesiveness และ Chewiness เพิ่มขึ้น (Table 3) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในขนมอบที่มีแป้งสาลีเป็นส่วนประกอบจะพบกลูเตนเป็นส่วนประกอบด้วย แต่ไม่พบในผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวหอมนิล เมื่ออัตราส่วนระหว่างแป้งจากข้าวหอมนิลเพิ่มมากขึ้นและปริมาณแป้งสาลิลดลง จึงทำให้ได้มีปริมาณกลูเตนลดลง โดยกลูเตนมีสมบัติทำให้ส่วนผสมอื่น ๆ เกาะติดกัน สร้างโครงสร้าง เพิ่มความแข็งแรง เก็บฟองอากาศ และดูดซับน้ำได้ดี ซึ่งด้วยคุณสมบัติของกลูเตนที่ดูดซับน้ำได้ดี ส่งผลให้เค้กมีความชุ่มชื้น ชิฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลในปริมาณสูงชันจึงมีความชุ่มชื้นต่ำ มีค่า Hardness เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาค่า a_w (Table 1) ที่พบว่า ค่า a_w ลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับรายงานของ Sirichokworakit et al. (2016) ที่ได้รายงานค่า Hardness ของโดนัทที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลมีค่าลดลงเมื่อระดับการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Sirichokworakit et al. (2016) และ Chodnakarin et al. (2021) ยังได้รายงานค่า Cohesiveness ของโดนัท และบราวนี่ ตามลำดับ มีค่าลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลตั้งแต่ร้อยละ 40 ขึ้นไป ทำให้การเกาะตัวของชิฟฟอนเค้กลดลง ส่วนค่า Adhesiveness ของเค้กที่เพิ่มมากขึ้นตามปริมาณแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีนั้น มีผลให้ชิฟฟอนเค้กมีความเหนียวเพิ่มขึ้น การเกาะติดผิวเพิ่มขึ้น และมีการติดฟันและ

เหงือกเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mau et al. (2017) ที่รายงานค่า Adhesiveness ของเค้กมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณแป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีเพิ่มขึ้น และการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ร้อยละ 10 - 60 ยังส่งผลให้ค่า Springiness, Gumminess และ Chewiness เพิ่มขึ้น ซึ่งค่า Springiness ที่สูงแสดงให้เห็นว่าการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลในปริมาณที่สูงชันทำให้ผลิตภัณฑ์ชิฟฟอนเค้กมีการคืนตัวสูงขึ้น ซึ่งผลการทดลองนี้แตกต่างจากรายงานของ Sirichokworakit et al. (2016) และ Chodnakarin et al. (2021) ที่รายงานค่า Springiness ของโดนัท เค้ก และบราวนี่ ลดลงตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิล และค่า Gumminess และ Chewiness ของชิฟฟอนเค้กที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวสาลี ให้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาค่า Hardness และ Adhesiveness

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมของชิฟฟอนเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 - 60 พบว่า วิเคราะห์ไม่พบแอนโทไซยานินรวมในชิฟฟอนเค้กสูตรควบคุม พบแอนโทไซยานินรวมในเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 10 - 60 อยู่ในระดับ 0.34 - 2.22 มิลลิกรัม C3GE/100 กรัมตัวอย่างแห้ง (Table 4) แสดงให้เห็นว่าหลังจากการอบชิฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมนิล สารแอนโทไซยานินยังคงมีอยู่ในผลิตภัณฑ์ และส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mau et al. (2017) ที่รายงานค่า พบแอนโทไซยานินรวมในเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีที่ร้อยละ 10 - 60 อยู่ในปริมาณ 3.60 - 12.72 มิลลิกรัม C3GE/100 กรัมตัวอย่างแห้ง แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณแอนโทไซยานินรวมที่ได้จากงานวิจัยนี้ มีปริมาณที่ต่ำกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสายพันธุ์ของข้าวที่ใช้ศึกษาและขั้นตอนการเตรียมสารสกัด ที่ได้เตรียมตัวอย่างจากวิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ส่วนปริมาณแอนโทไซยานินรวมในชิฟฟอนเค้ก มีการเพิ่มขึ้นตามปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่เพิ่มขึ้นนั้น สอดคล้องกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเค้กที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 0 10 20 30 40 50 และ 60 เป็น 78.10 83.89 83.51 83.31 88.54 104.40 และ 114.35 มิลลิกรัม C3GE/100 กรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ และคิดเป็นร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ 10.82 11.58 11.69 11.74 12.47 15.22 และ 16.54 ตามลำดับ จากผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของชิฟฟอนเค้กมาจากส่วนประกอบที่เป็นแป้งข้าวหอมนิล ดังนั้นการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิลจึงเป็นการเพิ่มคุณสมบัติด้านการต้านอนุมูลอิสระของชิฟฟอนเค้ก โดยปริมาณแอนโทไซยานินรวมเองก็มีผลต่อการแสดงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างชิฟฟอนเค้ก ซึ่งจากรายงานของ Kitisin et al. (2015) ก็ได้รายงานค่า สารแอนโทไซยานิน และสารโพลีฟีนอล ที่เป็นส่วนประกอบในรำข้าวหอมนิลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับหลายงานวิจัย ที่ได้รายงานค่า การเสริมแป้งข้าวหอมนิลส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น (Mau et al., 2017; Rattanachak et al., 2019; Sanon & Sangteerakij, 2020; Chodnakarin et al., 2021) รวมทั้ง Sangnark et al. (2015) ยังได้รายงานค่าข้าวหอมนิลมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งสูงกว่าข้าวกล้องทั่วไปถึง 7 เท่า ดังนั้น

ผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการดูแลในเรื่องของสุขภาพ โดยเฉพาะผู้บริโภคที่ต้องการเน้นสารต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของซีฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิที่ระดับร้อยละ 10 - 60 พบว่าไม่มีความแตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าการเสริมแป้งข้าวหอมมะลิไม่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ของซีฟฟอนเค้ก (Table 5) โดยทุกตัวอย่างของซีฟฟอนเค้กที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา 4.0×10^3 - 8.6×10^4 โคโลนี/กรัม และ <10 - 85 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณไม่เกินตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เค้ก (มผช.459/2549) ที่กำหนด จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กมีคุณภาพและความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ และในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่าง ซีฟฟอนเค้กทั้ง 7 ตัวอย่าง พบว่าทุกด้านที่ทดสอบ คือ สีเปลือกนอก สีด้านใน รสหวาน รสชาติ และความชอบโดยรวม มีคะแนนอยู่ระหว่าง 6.90 - 7.83 อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมากที่สุด (Table 6) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ซีฟฟอนเค้กทุกตัวอย่างที่ทดสอบ โดยทุกด้านที่ทดสอบของสูตรควบคุมมีคะแนนการยอมรับอยู่ระหว่าง 8.00 - 8.59 อยู่ในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด ซึ่งสูงกว่าซีฟฟอนเค้กทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิ ที่ทุกด้านที่ทดสอบมีคะแนนการยอมรับอยู่ระหว่าง 6.90 - 7.83 อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ดังนั้นการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิในผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส ซึ่งคะแนนการยอมรับทุกด้านที่ทดสอบของซีฟฟอนเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิที่ระดับร้อยละ 10 - 60 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ระหว่าง 7.41 - 7.80 อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก แสดงถึงผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กเสริมแป้งข้าวหอมมะลิ ดังนั้นจากผลการศึกษา สามารถใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีในการผลิตซีฟฟอนเค้กได้ถึงระดับร้อยละ 60

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิในผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กที่ระดับร้อยละ 10 20 30 40 50 และ 60 สามารถทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิได้ถึงระดับร้อยละ 60 ปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิที่มีระดับเพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของซีฟฟอนเค้กเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม คือ น้ำหนัก ปริมาตร ปริมาณความชื้น ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิที่มีระดับเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า a_w ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ปริมาณแอสโทไซยานินรวม และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของซีฟฟอนเค้กเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิที่มีระดับเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ดังนั้น การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิในผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระให้กับผลิตภัณฑ์

ได้ โดยได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคที่เน้นอาหารที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยสำหรับบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) จัดสรรงบประมาณผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย

References

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2000). *Official methods of analysis* (17th ed.). Arlington, Virginia: Association of Official Analytical Chemists.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1995). *Official methods of analysis* (16th ed.). Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- Chodnakarin, A., Phugan, P., Inket, S., Sam-ang, P., & Jansukon, E. (2021). Effects of wheat flour substitution with Hom Nin broken rice flour on quality changes of brownie. *Christian University Journal*, 27(1), 85-96.(in Thai)
- Daiponmak, W., Senakun, C., & Siriamornpun, S. (2014). Antiglycation capacity and antioxidant activities of different pigmented Thai rice. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(8), 1805-1810. doi:10.1111/ijfs.12487.
- Kapcum, C., Uriyapongson, S., & Uriyapongson, J. (2021). Phenolics, anthocyanins and antioxidant activities in waste products from different parts of purple waxy corn (*Zea mays* L.). *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 43(2), 398-405.
- Kitisin, T., Saewan, N., & Luplertlop, N. (2015). Potential anti-inflammatory and anti-oxidative properties of Thai colored-rice extracts. *Plant Omics Journal*, 8(1), 69-77.
- Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E., Barnes, K. W., Eisele, T., Giusti, M. M., Hache, J., Hofsommer, H., Koswig, S., Krueger, D. A., Kupina, S., Martin, S. K., Martinsen, B. K., Miller, T. C., Paquette, F., Ryabkova, A., Skrede, G., Trenn, U., & Wightman, J. D. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC international*, 88(5), 1269-1278.
- Mau, J. L., Lee, C. C., Chen, Y. P., & Lin, S. D. (2017). Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chiffon cake

- prepared with black rice as replacement for wheat flour. *LWT - Food Science and Technology*, 75(1), 434-439. doi: 10.1016/j.lwt.2016.09.019.
- Prateepdolpreecha, T. (2018). *Study of the effect of brown rice: Khao Hom Nil on blood uric acid level* (Master's thesis). Bangkok: Dhurakij Pundit University. (in Thai)
- Rattanachak, N., Pankerdphon, A., Sam-ang, P., Rugchati, O., Sanphom, T., & Chodnakarin, A. (2019). Development of healthy soy milk product by using sucralose and Hom Nin broken rice. *The Science Journal of Phetchaburi Rajabhat University*, 16(2), 49-59. (in Thai)
- Rodmui, A., & Jitwaropas, O. (2007). Production of cookies using wheat flour partial substituted with Hom Nin rice flour. *Journal of Food Technology, Siam University*, 3(1), 37-43. (in Thai)
- Sadabpod, K., Tongyonk, L., & Kangsadalampai, K. (2014). Effect of Hom Nil rice and black glutinous rice extracts during treatment of chicken extract with sodium nitrite using ames test. *Songklanagarind Medical Journal*, 32(3), 139-149. (in Thai)
- Sangnark, A., Limroongreungrat, K., Yuenyongputtakal, W., Ruengdech, A., & Siripatrawan, U. (2015). Effect of Hom Nil rice flour moisture content, barrel temperature and screw speed of a single screw extruder on snack properties. *International Food Research Journal*, 22(5), 2155-2161.
- Sanon, W., & Sangteerakij, D. (2020). Development of products from Khanom A-lua Homnil rice flour supplemented with butterfly pea water extract. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, 15(3), 37-51. (in Thai)
- Sirichokworakit, S., Intasen, P., & Angkawut, C. (2016). Quality of donut supplemented with Hom Nin rice flour. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 10(7), 443-446.
- Srisorn, P., Boontaganon, P., Sopanangkul, A., & Terapatponchai, Y. (2020). The optimum condition of pre-gelatinized Hom Nil rice flour production by using double drum dryer. *RMUTSB Academic Journal (Humanities and Social Sciences)*, 8(2), 199-214. (in Thai)
- Sutharut, J., & Sudarat, J. (2012). Total anthocyanin content and antioxidant activity of germinated colored rice. *International Food Research Journal*, 19(1), 215-221.
- Thiranusornkij, L., Thamnarathip, P., Chandrachai, A., Kuakpetoon, D., & Adisakwattana, S. (2018). Physicochemical properties of Hom Nil (*Oryza sativa*) rice flour as gluten free ingredient in bread. *Foods*, 7(10), 159. doi: 10.3390/foods7100159.
- Wattanuruk, D. (2017). Production of germinated brown rice drinking yoghurt. *The Golden Teak : Science and Technology Journal*, 4(2), 13-21. (in Thai)

Research article

Effects of substitution of wheat flour with Hom-Nil rice flour on the quality of chiffon cake

Pornpan Phuapaiboon^{1*} Kusumawadee Thancharoen² Suchaluk Thamaduengsri³
Thanitnan Boonsrichana¹ Kamonrat Phonphim¹ and Arya Tahnaisee¹

¹Program in Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University,
Mueang, Maha Sarakham, 44000

²Program in Biology, Faculty of Sciences and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University,
Mueang, Maha Sarakham, 44000

³Program in Library Education and English, Faculty of Education, Rajabhat Maha Sarakham University,
Mueang, Maha Sarakham, 44000

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 24 November 2022

Revised: 16 December 2022

Accepted: 17 December 2022

Online published: 21 December 2022

Keyword

Chiffon cake

Hom-nil rice flour

Antioxidant activity

Sensory evaluation

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of wheat flour substitution with Hom-Nil rice flour on the quality of chiffon cake. Hom-Nil rice flour was used to substitute 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, and 60 % (w/w) of wheat flour to manufacture chiffon cakes. The results of physical, chemical and microbial quality studies found that crumb a* value, hardness, adhesiveness, springiness, gumminess, chewiness, total anthocyanin, and antioxidant activity of chiffon cake increased with increasing Hom-Nil rice flour levels whereas water activity, crust L* a* b* and crumb L* b* values, cohesiveness, and resilience showed a reverse trend. No differences were found in the results for the cake weight, cake volume, moisture content, aerobic plate count, and yeasts and molds. The hedonic sensory results found that substitution of Hom-Nil rice in 10 % - 60 % of cakes was accepted in all attributes tests at moderate to very like levels at sensory scores of 6.90 - 7.83. Altogether, Hom-Nil rice chiffon cake could be developed as an alternative food with more bioactive components and antioxidant activity.

*Corresponding author

E-mail address: phuapaiboon@yahoo.com (P. Phuapaiboon)

Online print: 21 December 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.27>