

การศึกษาการเสริมเนื้อตาลูกและการทดแทนไขมัน ด้วยแกนสับปะรดในผลิตภัณฑ์คุกกี้

The Study of Toddy Palm Pulp Supplementation and Pineapple Core as Fat Replacer in Cookie

สุริย์พร กังสนันท์* กวิสรา สาลีโรจน์ สุจิรา ชัยทิพย์ และ อ้อมใจ โพธิบาล

Sureeporn Kangsanant*, Kawisara Saleerod, Sujira Chaithip and Aomjai Phopiban

Received: 21 March 2021, Revised: 7 July 2021, Accepted: 7 November 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพโดยการทดแทนไขมันด้วยแกนสับปะรดและเสริมเนื้อตาลูกซึ่งมีปริมาณแคลอรีที่น้อยที่สุด การทดแทนไขมันด้วยแกนสับปะรดในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ใช้แกนสับปะรดในปริมาณ ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 โดยน้ำหนักของเนยทั้งหมดในสูตร ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณแกนสับปะรดที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการแผ่ขยายของคุกกี้ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับปริมาณแกนสับปะรดในคุกกี้ร้อยละ 20 ทำให้สามารถลดการใช้เนยในสูตรลงได้ร้อยละ 20 การศึกษาปริมาณการเสริมเนื้อตาลูกในการผลิตคุกกี้ โดยศึกษาปริมาณเนื้อตาลูก ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมดเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ผลการศึกษาพบว่าปริมาณเนื้อตาลูกเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการแผ่ขยาย ค่าความแข็ง และค่าความกรอบของคุกกี้ลดลงเมื่อปริมาณเนื้อตาลูกเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณแป้งที่ลดลงและความชื้นในเนื้อตาลูก ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบคุกกี้ที่ใช้เนื้อตาลูกร้อยละ 10 สูงที่สุด การใช้แกนสับปะรดทดแทนไขมันในคุกกี้และใช้เนื้อตาลูกสามารถลดต้นทุนในการผลิตลงได้ร้อยละ 15.92 และยังเป็น การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่คุกกี้ อีกทางหนึ่งด้วย

คำสำคัญ: คุกกี้, เนื้อตาลู, สารทดแทนไขมัน, แกนสับปะรด

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ (อาหารและโภชนาการ) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 160 ถนนกาญจนาภิเษก หมู่ 4 ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา 90000

Program in Home Economics (Food and Nutrition), Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajapath University, 160 Kanchanawanich Road, Moo 4, Khoa Roob Chang, Muang, Songkhla 90000, Thailand.

* ผู้รับผิดชอบประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): kangsanant.s@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this research was to develop a healthy cookie product by replacing fat with pineapple cores and supplementing Toddy palm pulp with high carotenoid content. The study of fat replacement with pineapple cores in cookie products used pineapple cores at 10, 20, 30, 40 and 50% by weight of butter. The results showed that increase in the amount of pineapple cores resulted in a lower spread ratio of cookies compared to control. The consumer acceptance test using the 9-point hedonic scale found that consumers accepted pineapple cores in cookies at 20 %. Additionally, the study of the appropriate amount of Toddy palm pulp supplement in cookie production at 10, 20, 30, 40 and 50% of the total starch weight was implemented. The results showed that when the amount of Toddy palm pulp content increased, the lightness (L^*) of cookies decreased and redness (a^*) and yellowness (b^*) increased. It was also found that the spread ratio, hardness and crispness of cookies decreased as Toddy palm pulp increased. This may be due to the reduction of wheat flour content and the moisture content of Toddy palm pulp. Cookie with 10% Toddy palm pulp was received the highest acceptance score. Using pineapple cores as a fat replacer and supplementing Toddy palm pulp in cookies could reduce production costs by 15.92% and increase the nutritional value to cookies.

Key words: cookie, toddy palm pulp, fat replacer, pineapple core

บทนำ

คุกกี้เป็นขนมอบชนิดหนึ่ง มีรูปร่างแบน เนื้อสัมผัสกรอบร่วน เป็นขนมที่มีความขึ้นตำ มีแป้ง สาธือเนกประสงค์ ไขมัน และน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งหากรับประทานเป็นประจำ อาจทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (non-communicable diseases; NCDs) ได้ ปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่รักสุขภาพ และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ขนมอบ จึงได้มีนักวิจัยศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ให้แก่ผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น การเสริมใยอาหารจาก ช้างป่าคะในผลิตภัณฑ์คุกกี้ (Wongsudalak, 2016) การเสริมใยอาหารจากแกนสับปะรดในผลิตภัณฑ์ ชีฟฟอน (Khamnongphai, 2014) การใช้สารทดแทน ไขมันจากกากแครอทในผลิตภัณฑ์บราวนี่ (Khachonsetkan

et al., 2019) ผลิตภัณฑ์คุกกี้ลดไขมันเสริมผักข้าว (Chaengphonak *et al.*, 2015) เป็นต้น จากงานวิจัยจะ เห็นได้ว่าผู้วิจัยให้ความสนใจในการเสริมใยอาหาร และลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารลง ทั้งนี้ เนื่องจากพบว่าในปัจจุบันคนไทยมีแนวโน้มเสี่ยงต่อการป่วยเป็นโรค NCDs มากขึ้น ซึ่งโรค NCDs เป็น โรคที่เกิดจากพฤติกรรมในการบริโภคอาหารและการใช้ชีวิตที่ไม่เป็นการส่งเสริมสุขภาพในทางที่ดี

ตาลโตนด เป็นพืชตระกูลปาล์ม ในประเทศไทยจะพบมากในจังหวัดเพชรบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม และภาคใต้ในแถบอำเภอสังขละบุรี อำเภอ ระโนด ของจังหวัดสงขลา (Boonsong *et al.*, 2011) เนื้อตาลสุกมีคุณค่าทางโภชนาการได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า และใยอาหาร ส่วนแร่ธาตุ ในเนื้อตาลสุกได้แก่ แคลเซียมและฟอสฟอรัส เนื้อตาลสุกมีปริมาณแคลโรทีนอยด์สูง จากการศึกษาพบว่า

มีปริมาณแคลโรทีนอยด์ 17.65 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของเนื้อลูกตาลสุก (Boontaraphong *et al.*, 2001) เมื่อเทียบกับพืชที่มีสีเหลืองหรือส้มชนิดอื่นๆ เช่น ฟักทอง แครอท เป็นต้น มีปริมาณเบตาแคโรทีน 1.4 - 8.4 mg/100 g (Somboon *et al.*, 2012) ตาลโตนดเป็นพืชเศรษฐกิจของชาวบ้านที่อยู่ในพื้นที่ ตาลโตนดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งต้น แต่ผลของตาลโตนดเมื่อสุกเต็มที่ จะหล่นลงมาจากต้นและเน่าเสีย ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ ชาวบ้านจึงนำลูกตาลสุกที่เพิ่งหล่นจากต้น มารีดเอาน้ำเพื่อนำไปเป็นส่วนผสมในการทำขนม เช่น ขนมตาล ขนมจีบ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ความหลากหลายของการใช้ประโยชน์จากเนื้อตาลสุกยังมีอยู่จำกัด ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะนำเนื้อตาลสุกมาใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกก็เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเป็นการเพิ่มความหลากหลายให้ผลิตภัณฑ์จากเนื้อตาลสุกอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกก็ให้เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้นจึงได้สนใจที่จะนำแกนสับประรดที่ไม่นิยมรับประทานแต่มีปริมาณใยอาหารสูงมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งได้มีงานวิจัยรายงานว่าแกนสับประรดประกอบไปด้วยใยอาหาร (Khamnongphai, 2014) และการเติมใยอาหารลงในผลิตภัณฑ์อาหารยังสามารถลดการใช้ไขมันในสูตรลงได้บางส่วน (Pomchalermping and Rattanapanon, 2010) ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการนำแกนสับประรดมาใช้เพื่อลดการใช้ไขมันในลูกก็

สับประรดเป็นผลไม้ที่เป็นแหล่งของใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ผู้คนส่วนใหญ่จะรับประทานแค่เฉพาะเนื้อ ส่วนแกนสับประรดเนื่องจากมีความแข็งจึงไม่นิยมนำมาบริโภค นอกจากนำไปทำปุ๋ยหมักจากการศึกษา การสกัดแกนสับประรดพบว่า มีใยอาหาร 99.8 % โดยพบว่าเป็นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ 95.2 % จึงมีงานวิจัยนำแกนสับประรดมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น การเสริมใยอาหารจากแกน

สับประรดผงในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก สามารถช่วยเพิ่มปริมาณความชื้น และลดการอมน้ำมันระหว่างการทอดได้ (Prakongpan, 1998)

สารที่ใช้ทดแทนไขมัน (Fat substitute หรือ fat replacer) เป็นสารคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ อาจเป็นประเภทใยอาหาร เป็นไฮโดรคอลลอยด์ซึ่งพบได้จากพืช สัตว์ ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถทำให้เกิดความข้นหนืด ใช้เป็นสารทดแทนไขมันในอาหาร ทำให้เกิดความเนียน ความชุ่มชื้นของผลิตภัณฑ์เสมือนอาหารที่มีไขมัน สารที่ใช้ทดแทนไขมัน เช่น มอลโทเดกซ์ทริน อินนูลิน หรือ กัม เป็นต้น (Pomchalermping and Rattanapanon, 2010) เพื่อเป็นการลดปริมาณไขมันในอาหารจึงมีงานวิจัยที่สนใจที่จะนำสารทดแทนไขมันที่เป็นลักษณะของใยอาหารจากธรรมชาติมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น การนำกากแครอทมาใช้ทดแทนเนยขาวในผลิตภัณฑ์บราวนี่ โดยสามารถลดการใช้เนยขาวลงได้ 25% ลดปริมาณแคลอรีประมาณ 7% ลดต้นทุนลงได้ 10% (Khachonsetkan *et al.*, 2019)

จากความสำเร็จและที่มาของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเนื้อตาลสุกและแกนสับประรดซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นและให้คุณค่าทางโภชนาการ แต่ผู้คนส่วนใหญ่ไม่นิยมนำมาบริโภค ผู้วิจัยจึงนำมาใช้ประโยชน์ โดยใช้เนื้อตาลสุกและการนำแกนสับประรดใส่ในผลิตภัณฑ์ลูกก็ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางอาหารและใช้ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ลูกก็ที่เหมาะสมต่อการยอมรับของผู้บริโภค

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วิธีการเตรียมแกนสับประรด

เตรียมแกนสับประรดด้วยวิธีการที่ดัดแปลงจากวิธีการของ Khamnongphai (2014) โดยนำแกนสับประรดมาหั่นเป็นแผ่นบางๆ จากนั้นนำไปต้มกับน้ำ

ด้วยอัตราส่วนระหว่างน้ำกับแกนสับปะรด ใช้ อัตราส่วน 3:1 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก เป็นเวลา 30 นาที สะเด็ดน้ำด้วยกระชอนตาถี่นาน 10 นาที นำมา บดให้ละเอียด โดยเครื่องบดอาหาร จากนั้นนำไป กรองเพื่อสะเด็ดน้ำออกด้วยผ้าขาวบางที่รองด้วย กระชอนสแตนเลส นำลูกต้มเหล็ก 1000 กรัมทับไว้ เป็นเวลา 30 นาที จะได้แกนสับปะรดผงใส่ในถุงซิปล็อคและเก็บรักษาโดยใส่ในตู้แช่แข็ง เพื่อนำไปศึกษา ในขั้นตอนต่อไป

2. การศึกษาปริมาณแกนสับปะรดในการใช้เป็นสารทดแทนไขมันในลูกกึ่งต่อลักษณะทางกายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลิตลูกกึ่งตามสูตรพื้นฐานของ Wongsudalak (2019) โดยลูกกึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วยแป้งสาลี เอนกประสงค์ 200 กรัม เบกกิ้งโซดา $\frac{1}{4}$ ช้อนชา เนย สตรสจืด 125 กรัม เนยขาว 50 กรัม เกลือ $\frac{1}{2}$ ช้อนชา น้ำตาลทรายขาว 140 กรัม ไข่ไก่ (เบอร์ 2) 1 ฟอง และกลิ่นวนิลา $\frac{1}{2}$ ช้อนชา ศึกษาการตอบรับการทดแทน ไขมันด้วยแกนสับปะรดที่ระดับร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ของไขมันทั้งหมดในสูตร วิเคราะห์ลักษณะ ทางกายภาพและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยทดสอบการ ยอมรับทางประสาทสัมผัส ใช้วิธี 9-point hedonic scale โดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน คัดเลือกกระดกการทดแทนไขมันด้วยแกน สับปะรดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุด เพื่อศึกษา ในขั้นตอนต่อไป

2.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกกึ่ง

วัดอัตราการแผ่ขยายตัวโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ วัดความกว้าง และความหนาของลูกกึ่ง แล้ว นำไปคำนวณค่าอัตราการแผ่ขยายตัว (Spread ratio) ดังสมการ

อัตราการแผ่ขยายตัว (Spread ratio) = ความ กว้าง (มิลลิเมตร) / ความหนา (มิลลิเมตร)

3. ศึกษาปริมาณของเนื้อตาลสุกในลูกกึ่งต่อลักษณะทางกายภาพและการยอมรับของผู้บริโภค

3.1 การศึกษาปริมาณของเนื้อตาลสุกในลูกกึ่งต่อลักษณะทางกายภาพและการยอมรับของผู้บริโภค

ผลิตลูกกึ่งตามสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ จากขั้นตอนก่อนหน้า โดยทำการเสริมเนื้อตาลสุกที่ ระดับร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ของน้ำหนักแป้ง วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและประเมินคุณภาพ ทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่น รส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบ โดยรวม โดยทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ใช้วิธี 9-point hedonic scale โดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน คัดเลือกปริมาณการ เสริมเนื้อตาลสุกในผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งที่ผู้บริโภคให้ คะแนนการยอมรับสูงสุดเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3.2 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกกึ่ง

3.2.1 วัดค่าสีของลูกกึ่ง ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสี เหลือง (b^*) วิเคราะห์โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Colorimeter

3.2.2 วัดค่าเนื้อสัมผัสของลูกกึ่ง โดยใช้เครื่อง Texture Analyser รุ่น TA-XTplus (Surrey, England) Load cell ขนาด 5 กิโลกรัม ใช้หัววัดทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ระยะการกด ตัวอย่าง 10 มิลลิเมตร ความเร็วเข็มวัดขณะทดสอบ 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที

3.2.3 วัดอัตราการแผ่ขยายตัวโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ วัดความกว้าง และความหนาของ ลูกกึ่ง แล้วนำไปคำนวณค่าอัตราการแผ่ขยายตัว (Spread ratio) ดังสมการ

อัตราการแผ่ขยายตัว (Spread ratio) = ความกว้าง (มิลลิเมตร) / ความหนา (มิลลิเมตร)

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

รายงานผลการทดลองในรูปของคะแนนเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาปริมาณแกนสับปะรดที่ใช้เป็นสารทดแทนไขมันในลูกกึ่งต่อลักษณะทางกายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัส

1.1 ปริมาณแกนสับปะรดที่ใช้เป็นสารทดแทนไขมันในลูกกึ่งต่อลักษณะทางกายภาพ

การศึกษาปริมาณแกนสับปะรดที่ระดับร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ในผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งต่อลักษณะทางกายภาพของลูกกึ่งได้แก่ อัตราการแผ่ขยายของลูกกึ่งเมื่อใช้แกนสับปะรดเป็นสารทดแทนไขมัน แสดงดังตารางที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแกนสับปะรดแทนไขมันในสูตรของลูกกึ่งร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 มีผลทำให้ลูกกึ่งมีความกว้างโดยเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมและทำให้ลูกกึ่งมีความหนาเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองความกว้างและความหนาของลูกกึ่งส่งผลต่อค่าการคำนวณอัตราการแผ่ขยายของลูกกึ่ง จากผลการคำนวณพบว่า อัตราการแผ่ขยายตัวของลูกกึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อปริมาณแกนสับปะรดเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 20 ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณแกนสับปะรดร้อยละ 20-50 อัตราการแผ่ขยายตัวของลูกกึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ผลการศึกษายังสอดคล้องกับผลการศึกษาการเติมไขมันอาหารจากแหล่งต่างๆ มีผลทำให้ อัตราการแผ่ขยายของลูกกึ่งลดลงเมื่อปริมาณไขมันอาหารเพิ่มขึ้น ได้แก่ การเติมผงดอกโสน (Khumkhom, 2018) ผงใบกะเพรา (Inchuen *et al.*, 2018) ผงอ่อนอบแห้ง (Kuchtová *et al.*, 2018) ผงจากเปลือกมะม่วง (Goswami *et al.*, 2017) โดยปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการแผ่ขยายตัวของลูกกึ่งที่สำคัญ ได้แก่ ขั้นตอนการตีเนยและน้ำตาลซึ่งในขั้นตอนนี้การตีจะทำให้มีอากาศแทรกตัวเข้าไปในส่วนผสม เมื่อนำลูกกึ่งไปอบความร้อนจะทำให้อากาศขยายตัวส่งผลให้ลูกกึ่งเกิดการขยายตัว ส่วนอีกขั้นตอนที่สำคัญของการเตรียมผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งคือการผสมแป้งสาลีและของเหลว ซึ่งนำไปสู่การเกิดโครงสร้างกลูเตนซึ่งกลูเตนมีโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถกักเก็บอากาศไว้ภายในได้ จึงส่งผลต่ออัตราการแผ่ขยายของลูกกึ่ง การลดลงของอัตราการแผ่ขยายตัวของลูกกึ่งที่มีการใช้แกนสับปะรดเป็นสารทดแทนไขมันในปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากการที่แกนสับปะรดมีคุณสมบัติเป็นไขมัน ซึ่งไขมันสามารถเข้าแข่งขันกับน้ำในส่วนผสมของลูกกึ่งทำให้มีปริมาณน้ำจำนวนน้อยที่เหลือไปจับกับแป้งสาลี ทำให้โครงสร้างของกลูเตนมีความแข็งแรงน้อยลง ส่งผลให้ความสามารถในการกักเก็บอากาศลดลง อัตราการแผ่ขยายของลูกกึ่งจึงลดลง เมื่อ ปริมาณ แกน สับ ปะ ร ด เติ ม ขั น (Yuenyongputtakan *et al.*, 2016) นอกจากนี้ อัตราการแผ่ขยายของลูกกึ่งที่ลดลงยังอาจเนื่องมาจากการลดปริมาณไขมันในสูตรการผลิตและใช้สารทดแทนไขมัน โดยมีงานวิจัยพบว่าการใช้ถั่วลิสงบดแทนเนยและมาการีนในการผลิตลูกกึ่งทำให้อัตราการแผ่ขยายของลูกกึ่งลดลง (Tantakasem and Ruangchai, 2011) ทั้งนี้เนื่องจากไขมันทำหน้าที่ในการช่วยในการให้ความยืดหยุ่นแก่โครงสร้างของกลูเตนทำให้สามารถยืดหยุ่นได้ดี ซึ่งมีผลต่อการกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นใน

ระหว่างการค้าผสม (Chaemmek and Naiwikun, 2013)
ดังนั้นการลดปริมาณไขมันลงจึงอาจมีผลต่ออัตรา

การแผ่ขยายของลูกก็

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของลูกกึ่งที่ใช้แกนสับปะรดเป็นสารทดแทนไขมัน

ลักษณะทางกายภาพ	ปริมาณแกนสับปะรด (ร้อยละ)					
	สูตรควบคุม	10	20	30	40	50
						
ความกว้าง(mm)	4.14 ± 0.43^a	3.58 ± 0.21^{ab}	3.38 ± 0.10^{bc}	2.88 ± 1.00^c	3.16 ± 0.20^{bc}	3.16 ± 0.20^{bc}
ความหนา(mm)	0.84 ± 0.05^d	1.08 ± 0.10^c	1.18 ± 0.04^{bc}	1.22 ± 0.04^{bc}	1.28 ± 0.13^{ab}	1.42 ± 0.22^a
อัตราการแผ่ขยายตัว	4.95 ± 0.74^a	3.35 ± 0.51^b	2.66 ± 0.50^c	2.69 ± 0.19^c	2.48 ± 0.21^c	2.26 ± 0.37^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

1.2 ปริมาณแกนสับปะรดที่ใช้เป็นสารทดแทนไขมันในลูกกึ่งต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของลูกกึ่งที่มีการทดแทนไขมันด้วยแกนสับปะรด 5 ระดับ คือ ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ของปริมาณไขมันทั้งหมด โดยการให้คะแนนการยอมรับด้วยวิธี 9-point hedonic scale ผลการศึกษาพบว่า คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของสูตรทดแทนไขมันด้วยแกนสับปะรดร้อยละ 10 และ 20 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับลูกกึ่งสูตรควบคุม (ตารางที่ 2) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบมาก อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณแกนสับปะรดในลูกกึ่งเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 20 เป็นร้อยละ 30-50 พบว่ามีผลทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลงในทุกด้านอยู่ในช่วงเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย การเพิ่มขึ้นของปริมาณแกนสับปะรดมีผลทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลงเนื่องจากลูกกึ่งที่มีปริมาณแกนสับปะรด

เพิ่มขึ้น ทำให้รูปร่างของลูกกึ่งมีการแผ่ขยายตัวลดลง กลิ่นและกลิ่นรสของเนยลดลง มีความหวานลดลงจากสูตรควบคุม และเนื้อสัมผัสมีความแข็งเพิ่มขึ้น ปริมาณแกนสับปะรดที่เหมาะสมที่ใช้เป็นสารทดแทนไขมันในลูกกึ่งที่ผู้บริโภคให้การยอมรับคือ แกนสับปะรดร้อยละ 20

จากผลการทดลองการใช้แกนสับปะรดในการทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ลูกกึ่ง พบว่าสามารถลดไขมันลงได้ร้อยละ 20 ของปริมาณไขมันทั้งหมด คิดเป็นพลังงาน 1,260 กิโลแคลอรี (จากการคำนวณ) ของไขมันทั้งหมดในสูตร เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม คิดเป็นพลังงาน 1,575 กิโลแคลอรี ซึ่งจากการผลิตลูกกึ่งใน 1 สูตร จะได้ลูกกึ่งจำนวน 110 ชิ้น เมื่อนำมาคิดเป็นพลังงานต่อชิ้น สูตรควบคุมจะได้พลังงาน 14.31 กิโลแคลอรี และสูตรทดแทนไขมันจะได้พลังงาน 11.45 กิโลแคลอรี จะเห็นได้ว่าการนำแกนสับปะรดมาใช้ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งทำให้มีไขมันในผลิตภัณฑ์ลดลงและเพิ่มใยอาหารให้ร่างกาย ช่วยลดการสะสมไขมันในร่างกาย

นอกจากนี้โยอาหารสามารถประยุกต์ใช้ในอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการการลดน้ำหนักหรือควบคุมน้ำหนักตัว เนื่องจากโยอาหารส่วนใหญ่ในแกนสับปะรดเป็นโยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ (Khamnongphai, 2014) มีความสามารถในการดูดซับน้ำ เกิดการพองตัวและดูดน้ำเอาไว้ เมื่อรับประทาน

เข้าไปจะทำให้รู้สึกอิ่มเร็วและอิ่มนานขึ้นทำหน้าที่เพิ่มมวลอุจจาระในระบบทางเดินอาหาร ดังนั้นการลดพลังงานและเสริมโยอาหารมีประโยชน์ต่อผู้บริโภคทั่วไป และกลุ่มคนที่มีปัญหาเรื่องน้ำหนักตัวเกิน หรือบุคคลที่ต้องการควบคุมน้ำหนักตัวได้

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของลูกกึ่งที่มีการใช้แกนสับปะรดเป็นสารทดแทนไขมัน

คุณลักษณะ	ปริมาณแกนสับปะรด (ร้อยละ)					
	สูตรควบคุม	10	20	30	40	50
ลักษณะปรากฏ	7.30 ± 1.61 ^a	7.18 ± 1.36 ^a	7.06 ± 1.44 ^a	6.40 ± 1.42 ^b	6.26 ± 1.80 ^b	6.12 ± 1.83 ^b
สี	7.62 ± 1.12 ^a	7.42 ± 1.44 ^a	7.10 ± 1.31 ^{ab}	5.98 ± 1.81 ^{bc}	6.48 ± 1.95 ^c	6.32 ± 1.68 ^c
กลิ่น	7.50 ± 1.40 ^a	7.44 ± 1.47 ^a	7.32 ± 1.47 ^a	6.62 ± 1.46 ^b	6.50 ± 1.88 ^b	6.54 ± 1.69 ^b
กลิ่นรส	7.68 ± 1.07 ^a	7.50 ± 1.24 ^a	7.30 ± 1.19 ^{ab}	6.88 ± 1.30 ^b	6.80 ± 1.69 ^{bc}	6.26 ± 1.98 ^c
รสชาติ	7.66 ± 1.28 ^a	7.50 ± 1.37 ^{ab}	7.42 ± 1.31 ^{ab}	6.98 ± 1.42 ^{bc}	6.66 ± 1.69 ^c	5.96 ± 2.10 ^d
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.64 ± 1.38 ^a	7.56 ± 1.38 ^a	7.20 ± 1.38 ^a	6.46 ± 1.63 ^b	6.46 ± 1.88 ^b	5.68 ± 1.98 ^c
ความชอบโดยรวม	8.00 ± 0.94 ^a	7.90 ± 0.99 ^a	7.58 ± 1.05 ^a	7.00 ± 1.10 ^b	6.86 ± 1.61 ^{bc}	6.38 ± 1.73 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณของเนื้อตาลสุกในลูกกึ่งต่อลักษณะทางกายภาพและการยอมรับของผู้บริโภค

2.1 ปริมาณเนื้อตาลสุกในลูกกึ่งต่อลักษณะทางกายภาพ

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของลูกกึ่งได้แก่ ค่าสี ความกว้าง ความหนา และอัตราการแผ่ขยายตัว ผลการวัดค่าสีของลูกกึ่งเสริมเนื้อตาลสุกที่ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 พบว่าเมื่อเสริมเนื้อตาลสุกเพิ่มขึ้นทำให้ลูกกึ่งมีสีเข้มขึ้น โดยมีค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3) ซึ่งแตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามการเติมเนื้อตาลสุกในผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันมีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีความ

แตกต่างกัน การเติมเนื้อตาลสุกในขนมเปียกปูนที่ระดับร้อยละ 3 4 และ 5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ทำให้น้ำหนักขนมเปียกปูนมี ค่าสีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) ลดลงส่วนค่าความสว่าง (L^*) ไม่แตกต่างกันเมื่อระดับของเนื้อตาลเพิ่มขึ้น (Luekhajon *et al.*, 2019) นอกจากนี้ยังพบว่าการผสมเนื้อตาลสุกที่ปริมาณร้อยละ 15 30 และ 45 ทำให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของมัทพินลดลงเมื่อปริมาณเนื้อตาลสุกเพิ่มขึ้นถึงระดับร้อยละ 45 แต่การเพิ่มขึ้นของเนื้อตาลสุกไม่มีผลต่อค่าสีแดง (a^*) (Chysirichote and Siripanwattana, 2014) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสีผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับส่วนผสมของอาหาร ปริมาณการเสริมเนื้อตาลสุกในระดับต่างๆ ทำให้สีของลูกกึ่งมีสีเหลืองอ่อนจนถึงสีเหลือง

เข้ม เนื้อตาลประกอบไปด้วยสารสีเหลืองซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นแคโรทีนอยด์โดยพบว่าแคโรทีนอยด์ในเนื้อตาลมีปริมาณ $2,204.33 \pm 147.67 \mu\text{g/g}$ dried weight (Pongsusaen, 2015) การเพิ่มขึ้นของปริมาณเนื้อตาลจึงทำให้ลูกก็มีสีเหลืองเข้มขึ้นค่าความสว่างจึงลดลง นอกจากนี้ค่าความสว่างที่ลดลงในลูกที่มีปริมาณเนื้อตาลสูงขึ้นอาจเนื่องมาจากการเกิดสีน้ำตาลซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ดที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโนเมื่อได้รับความร้อน โดยมีงานวิจัยพบว่าในเนื้อตาลมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ร้อยละ 9.5 (Vengaiah *et al.*, 2015) เมื่อปริมาณเนื้อตาลเพิ่มขึ้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์สีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นด้วยผลิตภัณฑ์จึงมีสีคล้ำขึ้น

อัตราการแผ่ขยายตัวของลูกที่มีการใช้เนื้อตาลสูง คำนวณได้จากความกว้างและความหนาของลูก เมื่อใช้เนื้อตาลสูงผสมลงในลูก (ตารางที่ 3) ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อตาลสูงร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 มีผลทำให้ลูกมีความกว้างโดยเฉลี่ยลดลงแต่ทำให้ความหนาของลูกเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองดังกล่าวการเพิ่มขึ้นของปริมาณเนื้อตาลสูงส่งผลให้อัตราการแผ่ขยายตัวของลูกที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสูตร

ควบคุมทั้งนี้เนื่องมาจากเนื้อตาลสูงที่เพิ่มลงในลูกก็มีองค์ประกอบที่เป็นใยอาหาร จึงทำให้เกิดการแย่งจับกับน้ำ ทำให้เหลือน้ำปริมาณน้อยลงในการจับกับโปรตีนกลูเตนินและไกลอะดินในแป้งสาลีเกิดโครงสร้างของกลูเตนลดลงอัตราการแผ่ขยายจึงลดลง

การทดสอบเนื้อสัมผัสของลูกที่มีการเสริมเนื้อตาลสูงโดยการทดสอบค่าความแข็งและค่าความกรอบ จากผลการทดสอบวัดค่าเนื้อสัมผัสที่เสริมเนื้อตาลสูงที่ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 พบว่าเมื่อเสริมเนื้อตาลสูงเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความแข็งและค่าความกรอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลการศึกษาสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้ว่าเพื่อทดแทนน้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์ลูก โดยพบว่าปริมาณกล้วยน้ำว้าที่เพิ่มขึ้นในลูกก็ส่งผลให้ค่าความแข็งลดลงแต่ไม่ทำให้ค่าความกรอบลดลงโดยพบว่ามีผลมาจากความชื้นที่เพิ่มขึ้น (Premprasopchok *et al.*, 2015) อย่างไรก็ตามความแข็งและความกรอบของลูกก็ลดลงเมื่อปริมาณเนื้อตาลสูงมากขึ้นอาจเนื่องมาจากเนื้อตาลที่เติมลงในลูกก็เป็นเนื้อตาลสดที่ไม่ผ่านการอบแห้ง ความชื้นที่อยู่ในเนื้อตาลทำให้เพิ่มความชื้นในลูกก็เมื่อปริมาณเนื้อตาลเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ความแข็งและความกรอบของลูกก็ลดลง

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกที่ทดแทนไขมันด้วยแกนสับปะรดและเสริมเนื้อตาลสูงในระดับต่างๆ

ลักษณะทางกายภาพ ของผลิตภัณฑ์	ระดับการเสริมเนื้อตาลสูงในผลิตภัณฑ์ลูก (ร้อยละ)					
	0	10	20	30	40	50
						
ค่าความสว่าง (L*)	50.42 ± 0.43^a	47.78 ± 0.21^b	45.18 ± 0.47^c	45.16 ± 0.09^c	43.29 ± 0.43^d	44.03 ± 0.28^d
ค่าความเป็นสีแดง (a*)	4.23 ± 0.40^c	6.89 ± 0.70^d	8.83 ± 0.17^c	10.14 ± 0.12^b	11.58 ± 0.05^a	12.21 ± 0.32^a
ค่าความเป็นสีเหลือง (b*)	21.49 ± 0.70^d	22.90 ± 0.03^c	24.48 ± 0.47^b	27.02 ± 0.06^a	26.87 ± 0.28^a	27.11 ± 0.27^a
ความกว้าง	3.12 ± 0.08^a	2.86 ± 0.15^b	2.84 ± 0.05^{bc}	2.80 ± 0.18^{bc}	2.72 ± 0.10^{bc}	2.68 ± 0.08^c
ความหนา	1.00 ± 0.00^c	1.16 ± 0.08^b	1.10 ± 0.07^b	1.12 ± 0.04^b	1.24 ± 0.05^a	1.14 ± 0.05^b

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลักษณะทางกายภาพ ของผลิตภัณฑ์	ระดับการเสริมเนื้อตาลูกในผลิตภัณฑ์ลูกกี้ (ร้อยละ)					
	0	10	20	30	40	50
อัตราการแผ่ขยายตัว	3.12 ± 0.08 ^a	2.46 ± 0.12 ^{bc}	2.58 ± 0.14 ^b	2.49 ± 0.13 ^{bc}	2.19 ± 0.07 ^c	2.35 ± 0.07 ^d
ความแข็ง (g)	1662.92 ±	1091.44 ±	669.64 ±	472.62 ±	258.82 ±	244.26 ±
	227.17 ^a	148.58 ^b	111.36 ^c	77.76 ^d	46.47 ^e	53.88 ^e
ค่าความกรอบ(g/sec)	5118.19 ±	3071.27 ±	1752.37 ±	1267.54 ±	682.86 ±	654.52 ±
	1048.32 ^a	767.62 ^b	232.55 ^c	125.21 ^d	51.41 ^e	54.71 ^e

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.2 ปริมาณเนื้อตาลูกในลูกกี้ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของลูกกี้ที่มีการเสริมเนื้อตาลูก 5 ระดับ คือ ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ของปริมาณแป้งทั้งหมด โดยการให้คะแนนการยอมรับด้วยวิธี 9-point hedonic scale ผลการศึกษาพบว่า กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส ของสูตรการเสริมเนื้อตาลูกในลูกกี้ ร้อยละ 10 และ 20 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับลูกกี้สูตรควบคุม (ตารางที่ 4) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลางและ

ชอบเล็กน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณการเสริมเนื้อตาลูกลงในลูกกี้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 20 เป็นร้อยละ 30 40 และ 50 พบว่ามีผลทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลงอย่างในทุกด้านอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย และเฉยๆ การเพิ่มขึ้นของปริมาณเนื้อตาลูกมีผลทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลงเนื่องจากลูกกี้ที่มีปริมาณเนื้อตาลูกเพิ่มขึ้น ทำให้รูปร่างของลูกกี้มีการแผ่ขยายตัวลดลงจะมีกลิ่นและกลิ่นรสของเนื้อตาลูกไปกลบกลิ่นเนยและเนื้อสัมผัสมีความเหนียวมากขึ้น ทำให้ลูกกี้มีลักษณะที่เปลี่ยนไปจากลูกกี้สูตรควบคุม

ตารางที่ 4 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการเสริมเนื้อตาลูกที่เหมาะสมในลูกกี้

คุณลักษณะ	ระดับเนื้อตาลูก (ร้อยละ)					
	สูตรควบคุม	10	20	30	40	50
ลักษณะปรากฏ	7.88 ± 1.33 ^a	7.16 ± 1.28 ^b	7.00 ± 1.55 ^b	6.86 ± 1.30 ^{bc}	6.60 ± 1.39 ^{bc}	6.28 ± 1.53 ^c
สี	7.78 ± 1.20 ^a	7.58 ± 1.14 ^a	7.26 ± 1.27 ^{ab}	6.80 ± 1.49 ^{bc}	6.44 ± 1.61 ^c	6.68 ± 1.31 ^c
กลิ่น	7.80 ± 1.04 ^a	7.28 ± 1.32 ^a	7.24 ± 1.25 ^a	6.30 ± 1.65 ^b	6.62 ± 1.15 ^b	6.14 ± 1.87 ^b
กลิ่นรส	7.82 ± 1.27 ^a	7.46 ± 1.43 ^{ab}	6.98 ± 1.51 ^b	6.24 ± 1.81 ^c	6.30 ± 1.66 ^c	5.68 ± 1.92 ^c
รสชาติ	7.90 ± 1.34 ^a	7.60 ± 1.42 ^{ab}	6.94 ± 1.65 ^b	6.10 ± 1.97 ^c	6.12 ± 1.66 ^c	5.48 ± 2.00 ^c
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.76 ± 1.40 ^a	7.26 ± 1.53 ^{ab}	6.94 ± 1.50 ^b	5.86 ± 1.93 ^c	5.92 ± 1.83 ^c	5.70 ± 1.85 ^c
ความชอบโดยรวม	8.06 ± 1.09 ^a	7.62 ± 1.29 ^{ab}	7.20 ± 1.26 ^b	6.20 ± 1.76 ^c	6.40 ± 1.47 ^c	6.02 ± 1.73 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สรุป

การศึกษาการทดแทนไขมันด้วยแกนสับปะรด และการเสริมเนื้อตาลสุกในผลิตภัณฑ์คุกกี้ พบว่าสามารถทดแทนไขมันด้วยแกนสับปะรดได้ร้อยละ 20 และเสริมเนื้อตาลสุกได้ร้อยละ 10 สามารถลดปริมาณไขมันในสูตรคุกกี้ลงได้ร้อยละ 20 โดยที่คุกกี้ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้การลดปริมาณไขมันในสูตรยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตลงได้ร้อยละ 15.92 เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่สนับสนุนงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

Boonsong, K., BuaKhiao, P., Sipawatkun, O. and Ngoenthong, C. 2011. **Research Report on The Cultural Heritage in the Palm Muang Phetch Contributing to Community Life Banlad, Banlad District, Phetchaburi Province.** Department of Cultural Promotion Ministry of Culture, Phetchaburi. (in Thai)

Boontaraphong, M., Jangchud, K., Jangchud, A. and Haurthaitansaan, V. 2001. Studies on the qualities of ripe Palmyrah fruit pulp and Kanom-Tan produced from pasteurized Palmyra fruit pulp, pp. 425-433. *In Proceedings of the 39th Kasetsart University Annual Conference: Fisheries, Agro-Industry.* Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Chaemmek, J. and Naiwikun, A. 2013. **Basic Baking Science and Technology.** Kasetsart University Press, Bangkok. (in Thai)

Chaengphonak, P., Khamphamee, C. and Nupatum, P. 2015. Development of Reduced Fat Cookies Supplement with Gac Fruit. **Agricultural Science Journal** 46: 870-872. (in Thai)

Chysirichote, T. and Siripanwattana, C. 2014. Development of Toddy Palm and Palmyra Palm Muffin. **SDU Research Journal** 7(1): 57-70. (in Thai)

Goswami, M., Sharma, B., Mendiratta, S., Pathak, V., Kumar, R. and Talukder, S. 2017. Development of mango peel powder incorporated functional carabeef cookies. **Journal Meat Science** 12(1): 33-38.

Inchuen, S., Naratippakorn, T. and Kheawruang, S. 2018. Effect of Holy Basil leaf powder on wheat flour property and cookies quality. **Khon Kaen Agriculture Journal** 46(1): 1388-1394. (in Thai)

Khachonsetkan, P., Ariyabaranikul, S. and Khamongkol, T. 2019. Use of Carrot powder replaces the White butter in brownies. **Chulabhorn Scholastic Journal of Science** 2019(1): 2-6. (in Thai)

Khamnongphai, P. 2014. Effect of pineapple core fiber on the quality of chiffon cake, pp. 22-51. *In Proceeding of Rajamangala University of Technology Tawan-ok Research Conference Sri-Ayutthaya Rajabhat University Group and Rajanagarindra Academic and Research.* Rajamangala university of technology tawan-ok, Chonburi. (in Thai)

- Khumkhom, S. 2018. Effect of additional dried *Sesbania* (*Sesbania Javanica* Miq.) flowers on physical nutritional and organoleptic characteristics of butter cookies. **Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology)** 13(1): 139-154. (in Thai)
- Kuchtová, V., Kohajdová, Z., Karovičová, J. and Lauková, M. 2018. Physical, textural and sensory properties of Cookies incorporated with grape skin and seed preparations. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences** 68(4): 309-317.
- Luekhajon, P., Bureepakdee, W. and Nicomrat, K. 2019. Effect of Adding Palmyra Palm Pulp on the Quality of Khanom Piak Poon. **Agricultural Science Journal** 50(2): 65-68. (in Thai)
- Pongsusaen, I. 2015. Production of food colorant from carotenoids in Palmary pulp. Master Thesis of Science (Food technology), Silpakorn University. (in Thai)
- Pornchalermping, P. and Rattanapanon, N. 2010. **Fat substitute**. Food Network Solution. Available Source: <http://WWW.foodnetworksolution.com>, March 14, 2020. (in Thai)
- Prakongpan, T. 1998. The extraction and application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores. Master Thesis of Science (Food and Nutrition for Development), Mahidol University. (in Thai)
- Premprasopchok, T., Jankao, S. and Tanoi, P. 2015. Substitution of sugar with banana (*Musa sapientum* linn.) for cookies production, pp. 923-930. *In The 53rd Kasetsart University Academic Conference: Science, Genetic Engineering, Architecture and Engineering, Agricultural Industry, Natural Resources and Environment*. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Somboon, K., Klanthokphan, S., Sirisanyaluk, T., Kaeosongsaeng, K. and Awuchanon, A. 2012. Beta-carotene Evaluation of Flesh Pumpkin in Different Fruit Maturity Stage, pp. 2317-2323. *In National Symposium Kasetsart University 9th Kamphaeng Saen Campus: Plant and Biotechnology, Field of Animal and Veterinary, Education and Development Sciences*. Kasetsart University, Nakhonpathom. (in Thai)
- Tantakasem, S. and Ruangchai, S. 2011. Using Ground Peanuts as a Fat Substitute in Cookies. **University of the Thai Chamber of Commerce Journal** 31(2): 114-125. (in Thai)
- Vengaiyah, P.C., Vijaya kumara, B., Murthy, G.N. and Prasad, K.R. 2015. Physico-Chemical Properties of Palmyrah fruit Pulp (*Borassus flabellifer* L). **Journal nutrition food science** 5(5): 1-4.
- Wongsudalak, W. 2016. **Research Report on Development of Dietary Fiber Supplemented with Stringy Pulp Champadak in Cookies**. Songkhla Rajabhat University, Songkhla. (in Thai)
- Wongsudalak, W. 2019. **Bakery Handout**. Teaching documents, Home Economics Program Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla. (in Thai)
- Yuenyongputtakan, W., Wichienchot, S. and Sukatta, U. 2016. **Research Report on Value added**

**of some Thai herbs residue form wastes
extraction process as functional food
ingredients.** Burapha University. (in Thai)