

บทความวิจัย (Research Article)

ปริมาณการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงที่เหมาะสมต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด
วัฒนา วิรุฒิกร^{1*}

The appropriate addition quantity of gac fruit powder for the development of butter cake product

Wattana Wirivutthikorn^{1*}

¹ Faculty of Agricultural, Technology Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani, 12130

* Corresponding to: wattana@rmutt.ac.th

Naresuan Phayao J. 2022;15(2):128-141.

Received; 20 August 2021; Revised: 24 August 2022; Accepted: 30 August 2022

บทคัดย่อ

ฟักข้าวประกอบด้วยสารที่สำคัญคือ เบต้าแคโรทีน และไลโคพีน การนำฟักข้าวมาเป็นส่วนประกอบเป็นทางเลือกในการผลิตเค้กเนยสดช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ จุดประสงค์งานวิจัยเพื่อศึกษาปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดร้อยละ 5, 10 และ 15 ผลการวิจัยพบว่า การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงปริมาณมากขึ้นส่งผลต่อค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง มีแนวโน้มลดลง ทำให้เนื้อสัมผัสของเค้กเนยสดแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมโดยค่าความแข็ง และค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความยืดหยุ่น ค่าการเกาะตัวกัน และค่าการขึ้นฟูเค้กเนยสดภายหลังการอบมีค่าลดลง การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 15 ทำให้เค้กมีลักษณะรูพรุนขนาดไม่สม่ำเสมอแต่เนื้อเค้กเนยสดที่มีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 5 และ 10 มีลักษณะรูพรุนขนาดใหญ่และไม่สม่ำเสมอ การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงปริมาณร้อยละ 15 ให้ค่าไลโคพีนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 19.72 ไมโครกรัม/กรัม ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด *S. aureus* และ *E. coli* เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน มพช.459/2555 การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale พบว่า ค่าสปีชีส์วิเคราะห์ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบเค้กเนยสดที่มีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 5 มากที่สุดโดยคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีค่าเท่ากับ 7.60, 7.90, 7.66, 8.10, 8.03 และ 8.30 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เยื่อหุ้ม, เมล็ดฟักข้าว, เค้กเนยสด

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130

Abstract

Gac fruit contains important substances such as β -carotene and lycopene. Using of gac fruit as an ingredient in the production of cake would be an alternative choice to increase nutritional value. The purpose of this research was to investigate the effects of gac fruit aril powder on the butter cake qualities. The cake addition gac fruit aril powder (5, 10 and 15%) were compared with a control. (without addition of gac fruit aril powder) The result indicated that the amounts of gac fruit aril powder had effects on L^* , a^* and b^* values of the butter cake. The L^* , a^* and b^* values were decreased while to be increased after addition of gac fruit aril powder. The texture profiles of butter cake with gac fruit aril powder were significantly different from the control sample according to higher hardness and chewiness values, but lower springiness, cohesiveness and rise of baked butter cake values the addition of 15% of gac fruit aril powder resulted in irregular porosity cakes, but the butter cake supplemented with 5% and 10% of gac fruit aril powder had large porosity and irregular size. The butter cake with 15% of gac fruit aril powder added showed the highest lycopene contents of 19.72 $\mu\text{g/g}$. The microbiological results demonstrated that total plate count, *S. aureus* and *E. coli* followed in accordance with standard regulation CPS.459/2012. In addition, a sensory evaluation of each product was done using a 9-point hedonic scale. The results indicated that color value were statistically different. ($p \leq 0.05$), The sensory evaluation results revealed that cake with 5% of gac fruit aril powder obtained the highest liking scores on appearance, color, odor, texture and overall acceptability values of 7.60, 7.90, 7.66, 8.10, 8.03 and 8.30, respectively.

Keywords: Aril, Gac fruit, Butter cake

บทนำ

ผักขาว (gac fruit) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Momordica cochinchinensis* เป็นพืชไม้เลื้อยอยู่ในวงศ์แตงกวาและมะระมีชื่อสามัญว่า Spring Bitter Cucumber เป็นพืชที่ขึ้นตามรั้วบ้านหรือตามต้นไม้ต่างๆ มีมือเกาะคล้ายกับตำลึง ใบเป็นรูปหัวใจคล้ายใบโพธิ์ ขอบใบหยักเว้าลึกเป็นแฉก 3-5 แฉก ดอกจะมีสีขาว แกมเหลืองตรงกลางมีสีน้ำตาลแกมม่วง ผลของผักขาว 2 ลักษณะ คือ ทรงกลมและทรงรี ผลกลมจะยาวประมาณ 4-6 เซนติเมตร ส่วนผลรีจะยาวประมาณ 6-10 เซนติเมตร ถ้ายังเป็นผลอ่อนอยู่ผลจะมีสีเขียวอมเหลือง มีหนามถี่ ๆ อยู่รอบผล แต่เมื่อสุกแล้วผลจะมีสีแดงหรือแดงอมส้ม และหากผ่าผลผักขาวออกดูข้างในก็จะเห็นเมล็ดจำนวนมากเรียงตัวกันคล้ายเมล็ดแตง ผักขาวมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายช่วยในการชะลอวัย ป้องกันการเกิดริ้วรอยแห่งวัย บำรุงผิวพรรณ ช่วยปกป้องผิวจากแสงแดดผักขาวมีเบต้าแคโรทีนสูงกว่าแครอท 10 เท่า และมีไลโคปีนมากกว่ามะเขือเทศ 12 เท่า [1]

ประโยชน์ผักขาวช่วยบำรุงและรักษาสายตา ป้องกันโรคเกี่ยวกับดวงตา โรคต้อกระจก ประสาทตาเสื่อม ตาบอดตอนกลางคืน (เยื่อหุ้มเมล็ด) ช่วยป้องกันโรคหัวใจ หลอดเลือดหัวใจ โรคหัวใจขาดเลือด ช่วยป้องกันและช่วยยับยั้งการเกิดลิ่มเลือดในเส้นเลือด ช่วยป้องกันเส้นเลือดในสมองแตก ซึ่งเป็นสาเหตุของการเป็นอัมพฤกษ์อัมพาต และผักขาวมีโปรตีนที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ HIV และยังช่วยยับยั้งเซลล์มะเร็งได้อีกด้วย ซึ่งได้ทำการจดสิทธิบัตรในประเทศไทยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว [1] ประโยชน์ของผักขาวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ผักขาวมีฤทธิ์ในการต่อต้านมะเร็ง ไวรัส ช่วยยับยั้งระดับน้ำตาลในเลือดมีผลทำให้ช่วยลดการเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดได้ และยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน ช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมากได้

ผลอ่อนผักขาวใช้ทำเป็นอาหารได้หลากหลายเมนู เช่น นำไปต้มหรือนึ่งจิ้มกินกับน้ำพริก หรือนำไปใส่แกงต่างๆ แกงส้มลูกผักขาว เป็นต้น [2] แค็กเป็นอาหารชนิดหนึ่งนิยมรับประทานเป็นของหวานและฉลองใน

เทศกาลต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวันเกิดและวันแต่งงาน มีตำรับหรือสูตรการทำเค้กจำนวนมาก อีกทั้งตำรับการทำเค้กบางสูตรก็มีการสืบทอดการทำเป็นเวลาหลายศตวรรษ รวมทั้งปัจจุบันยังเป็นอาหารหวานที่นิยมไปทั่วโลกโดยทั่วไปเค้กมีมักมีรสชาติหวาน ทำให้สุกโดยผ่านกระบวนการอบประกอบด้วยส่วนผสมจากแป้ง น้ำตาล และอื่นๆ เช่น ไข่ แป้งสาลี เป็นต้น ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อมารวมกันจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อที่ละเอียด เบานุ่ม และคุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีวิธีการผสมที่ถูกต้อง ระยะเวลาที่อบ และอุณหภูมิที่ใช้ออบ [3, 4]

แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเค้กอาจเกิดขึ้นหลายสาเหตุหากการเก็บรักษาไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิในการเก็บรักษา การเกิดการสแตลิง ซึ่งมีสาเหตุมาจากการเกิดรีโทรกรา-เดชันและการถ่ายเทความชื้นทำให้เค้กมีเนื้อสัมผัสที่แห้งและร่วนมากขึ้น [5] ปัจจุบันมีการนำฟักข้าวไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น น้ำฟักข้าวผสมน้ำกระเจียบเขียว และน้ำเสาวรส [6] น้ำฟักข้าวผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่และกระเจียบแดง [7] กัมมีฟักข้าว [8] ส่วนผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีผู้ศึกษา ได้แก่ ชิฟฟอนเค้กฟักข้าวโดยศึกษาอัตราส่วนเนื้อฟักข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวต่อคุณภาพของชิฟฟอนเค้ก โดยการแปรอัตราส่วนเนื้อฟักข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวเป็น 1:0 1:1 0:1 เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (0:0) ผลการวิจัยพบว่า การเติมเนื้อฟักข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวส่งผลต่อปริมาตรจำเพาะและปริมาตรเค้ก ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการอบของเค้กเพิ่มขึ้น ค่า L^* ลดลง ส่วนค่า a^* และ b^* มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น การเติมเนื้อและเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว 0:1 ส่งผลให้เค้กมีลักษณะรูพรุนขนาดเล็กและสม่ำเสมอคล้ายกับตัวอย่างควบคุม แต่เนื้อเค้กที่มีการเติมเนื้อฟักข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวอัตราส่วน 1:0 และ 1:1 มีลักษณะรูพรุนขนาดใหญ่และไม่สม่ำเสมอ แต่อย่างไรก็ตามการเติมเนื้อฟักข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture profile) ของเค้กแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม โดยเค้กที่เติมฟักข้าวมีความแข็ง (hardness) ความยืดหยุ่น (springiness) และพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว (chewiness) มีค่าขึ้นลงขึ้นกับอัตราส่วนเยื่อหุ้มเมล็ด

ฟักข้าว และเนื้อฟักข้าว แต่ค่าการยึดเกาะกัน (cohesiveness) ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม

นอกจากนี้การประเมินทางด้านประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับเค้กที่มีการเติมเนื้อฟักข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวอัตราส่วน 1:1 มากที่สุด ตัวอย่างเค้กที่เติมเนื้อฟักข้าวต่อเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวอัตราส่วน 0:1 มีปริมาณไลโคพีนสูงสุด รองลงมาคือตัวอย่าง 1:1 และ 1:0 ตามลำดับ [9] จากข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยข้างต้นซึ่งเป็นตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย เนื่องจากมีความเหมาะสมกับวิถีการดำเนินชีวิตในปัจจุบันที่เร่งรีบมีความสะดวกสบายราคาไม่แพง จากข้อดีในด้านสรรพคุณสารอาหารในฟักข้าวยังไม่มีข้อมูลเค้กเนยสดเสริมฟักข้าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีการใส่เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่มีความใส่ใจในของสุขภาพต่อผลิตภัณฑ์ขนมอบ โดยเลือกศึกษาในเค้กเนยสด เค้กที่มีไขมันบางครั้งเรียกว่าเค้กเนย (butter cake or conventional cakes) เนื่องจากเค้กชนิดนี้มีไขมันในส่วนผสมไขมันดังกล่าวอาจจะเป็นเนยสดหรือฮอร์ทเทนนิ่งที่ผ่านการเติมไฮโดรเจน (hydrogenated shortening) [10] นอกจากองค์ประกอบข้างต้นที่กล่าวมา แป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิดที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือกลูเตนิน (glutenin) และไกลอะดิน (gliadin) ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลีผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่ากลูเตน (gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนจะเป็นตัวเก็บอากาศไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ [11] การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมาปรับปรุงในเรื่องของสีน่าจะทำให้สีของเค้กเนยสดออกมามีสีสดขึ้น รวมทั้งคุณสมบัติทางโภชนาการ [12]

ฟักข้าวถือว่าเป็นผลไม้ต้านมะเร็งที่ดีที่สุดชนิดหนึ่งจากฤทธิ์ของไลโคพีน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เพิ่มเยื่อหุ้มฟักข้าวผงเป็นขนมอบที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและเป็นแนวทางการนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดอื่นๆ ต่อไป ตลอดจนเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับฟักข้าวซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารได้อีกทางหนึ่งด้วย นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมอาชีพให้แก่เกษตรกรมี

รายได้เพิ่มมากขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และจุลินทรีย์ของเค้กเนยสดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผง ปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงที่ใช้แทนแป้งสาลีในเค้กเนยสด และเพื่อศึกษาความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมต่อเค้กเนยสดที่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผง

วัสดุและวิธีการ

การเตรียมเยื่อหุ้มฟักข้าวผง

นำผลฟักข้าวที่มีระยะการสุกเต็มที่ มาผ่าครึ่ง แยกส่วนที่เป็นเมล็ดออกนำมาใส่กระชอนบีบคั้นแยกเยื่อหุ้มฟักข้าวออกจากเมล็ดฟักข้าว นำมาอบแห้งตู้อบลมร้อนยี่ห้อจำนวน 12 ถาด (ADV รุ่น TD-012T ประเทศ

ไทย) อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง นำออกมาโดยการปั่นให้ละเอียดจะได้เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงที่มีความชื้นร้อยละ 84.93 ฐานเปียก [13]

การผลิตเค้กเนยสด

ในการผลิตเค้กเนยสด 4 การทดลองโดยนำวัตถุดิบต่าง ๆ มาผสมกันตามขั้นตอนเทใส่แม่พิมพ์ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นานเวลา 40 นาทีได้เป็นเค้กเนยสดสูตรต่าง ๆ จำนวน 4 การทดลอง ดังนี้ เค้กเนยสด (ไม่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผง) และเค้กเนยสดที่เติมเยื่อหุ้มฟักข้าวผงปริมาณ 9, 18 และ 27 กรัมตามลำดับ โดยเติมส่วนผสมในการผลิตเค้กเนยสดรายละเอียดดังตาราง 1 [14]

ตาราง 1 ปริมาณส่วนผสมของเค้กเนยสด

การทดลอง	ส่วนผสม								
	แป้งเค้ก (ก)	เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผง (ก)	ไข่ไก่ (ฟอง)	น้ำตาลป่น (ก)	เนยสด (ก)	เกลือป่น (ก)	ผงฟู (ก)	วนิลา (มล)	นมสด (มล)
1	180	0	3	185	170	2.5	8	10	120
2	180	9	3	185	170	2.5	8	10	120
3	180	18	3	185	170	2.5	8	10	120
4	180	27	3	185	170	2.5	8	10	120

การผลิตเค้กเนยสดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผง

นำแป้งกับผงฟูมาแยกขนาดแล้วพักไว้ เตรียมเค้กเนยสด (สูตรไม่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว) เค้กเนยสดเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงปริมาณ 9, 18 และ 27 กรัมตามลำดับ เตรียมเนยใส่ในโถตีเนยและเกลือให้ขึ้นฟูเติมน้ำตาลลงไปตีให้ขึ้นฟู หลังจากในส่วนผสมขึ้นฟูดีใส่ในชามผสมกับวานิลลาตีให้เข้ากันด้วยความเร็วสูง ตั้งอุณหภูมิเตาอบไว้ที่ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 นาที จากนั้นค่อย ๆ เทแบ่งไปผสมแบ่งเป็นสามส่วนจนไม่เหลือเมตต์แบ่งเทใส่แม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ อบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที ใช้เวลาอบเท่ากันทุกการทดลองหลังอบเสร็จแล้ว นำมาหั่นเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 4x4 เซนติเมตร ดัดแปลงจาก [9], [14] ทำการเก็บรักษาเค้กเนยสดในถุงซิปล็อคขนาด 7x10 เซนติเมตรเก็บที่

อุณหภูมิห้องประมาณ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3 วัน

วิเคราะห์คุณภาพกายภาพ และเคมี

วัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี (colorimeter) ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-10 รายงานค่าความสว่าง (L^*) สีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) เนื้อสัมผัสด้วย texture analyzer LLOYD รุ่น TA.XT plus โดยใช้หัวกดแบบทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรใช้ความเร็ว 20 มิลลิเมตร/นาที กดจำนวน 2 ครั้ง ระยะทางหัววัดจากจุด Trigger Force 50% Strain และขนาดตัวอย่าง 3x3 เซนติเมตร วัดความสูงเค้กเนยสดหลังการอบโดยใช้เวอร์เนียวิเคราะห์ค่าความชื้นโดยการชั่งตัวอย่างเค้กเนย 2 กรัมที่ผ่านการบดละเอียดในถ้วยอลูมิเนียมผ่านการอบแห้งอุณหภูมิ

105 °C นาน 2 ชั่วโมง เมื่อครบเวลารอให้เย็น
ซึ่งน้ำหนักวิเคราะห์ค่าความชื้นโดยใช้สูตร

$$M = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_1}$$

โดยที่ M = ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

W_1 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

วอเตอร์แอกติวิตี โดยเตรียมตัวอย่างเค้กเนย
สดบดให้ละเอียดแล้วใส่ลงในภาชนะวัดประมาณ 2
กรัม เปิดเครื่อง และรอให้เครื่องพร้อม จึงเริ่มทำการวัด
ตัวอย่างได้ใช้ปากคีบตัวอย่างลงไป ปิดฝาเครื่องให้
สนิทแล้วกดปุ่ม start เมื่อไฟสีเหลืองกระพริบที่
Analyzing รอให้เครื่องวัดค่าตัวอย่างต่อไปจนไฟสี
เหลืองเปลี่ยนมาขึ้นที่ O.K.บันทึกค่า a_w ที่เครื่องทำ
การวัดค่าได้ และวิเคราะห์ไลโคปีนใช้ผลิตภัณฑ์เค้ก
เนยสด 3-5 กรัม สกัดด้วย Acetone ประมาณครั้งละ
10-15 มิลลิลิตร กรองแยกเอาส่วนสารละลายเก็บไว้

สกัดหลายๆ ครั้งจนตัวอย่างมีสีขาว รวมชั้นของ
Acetone ทั้งหมดเข้าด้วยกัน สกัดแยกแคโรทีนอยด์ให้
ไปอยู่ชั้น Petroleum ether ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร
และรวมชั้น Petroleum ether ทั้งหมดเข้าด้วยกัน ล้าง
แยก Acetone ให้หมดไปด้วยน้ำหลายๆ ครั้ง ปล่อยให้
ให้แยกชั้น แล้วจึงแยกชั้น Petroleum ether นำมาวัด
ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 453 nm. โดยใช้
Petroleum ether เป็น blank

การคำนวณ

$$\text{สูตร } A = E^{1\% 1_{cm}} bc$$

A คือ ค่าการดูดกลืนแสง

E คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง หมายความว่า
ถ้าวัดการดูดกลืนแสงได้เท่ากับ 3450 โดยใช้คิวเว
ตกว้าง 1 เซนติเมตร แสดงว่าสารละลายนั้นมีความ
เข้มข้นเท่ากับ 1 กรัม

B คือ ความกว้าง cuvette เท่ากับ 1 ซม.

C คือ ค่าความเข้มข้นของไลโคปีน [15]

ตาราง 2 การวิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงในปริมาณที่แตกต่างกัน

เยื่อหุ้มเมล็ดฟัก ข้าวผง (ร้อยละ)	ค่าที่วัดได้				
	ความแข็ง* (กรัม)	ความยืดหยุ่น* (มิลลิเมตร)	การเกาะตัวกัน*	ความเหนียว* (กรัม)	แรงที่ใช้เคี้ยว* (มิลลิจูล)
0	2010.65±1.21 ^d	0.87±1.12 ^a	0.48±1.03 ^a	2014.47±1.23 ^c	1115.39±1.13 ^c
5	4369.11±2.05 ^c	0.76±1.21 ^b	0.44±1.56 ^{ab}	2250.47±1.87 ^{bc}	1518.73±1.35 ^b
10	5768.37±1.13 ^b	0.43±1.67 ^c	0.43±1.23 ^b	2479.93±1.34 ^b	1791.44±2.08 ^a
15	7600.77±1.02 ^a	0.67±1.18 ^b	0.41±1.49 ^b	2969.63±1.56 ^a	1948.29±1.87 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษร ค่าเฉลี่ย+ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน a-d ที่กำกับเหนือตัวเลขในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากข้อมูลที่ได้จะเห็นได้ว่าค่าความแข็ง
ความเหนียว แรงที่ใช้เคี้ยวมีค่าเพิ่มขึ้นตามร้อยละเยื่อ
หุ้มเมล็ดฟักข้าวผงที่เติมลงไปซึ่งตรงข้ามกับค่าการเกาะ
ตัวติดกัน การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงในปริมาณที่
มากขึ้นทำให้ค่าการเกาะตัวกันลดลง ส่วนค่าความ
ยืดหยุ่นพบว่า การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผง
ร้อยละ 15 และร้อยละ 5 ทำให้ค่าความยืดหยุ่นลดลงเมื่อ
เทียบกับตัวอย่างควบคุม (สิ่งทดลองที่ 1)

จากผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพค่าความ
สว่าง ค่าสีแดง สีเหลือง เค้กเนยสดที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ด
ฟักข้าวผงในปริมาณที่แตกต่างกัน การขึ้นฟูเค้กหลังการ
อบ พบว่าค่าที่วัดได้มีค่าแตกต่างกันไปตามปริมาณเยื่อ
หุ้มเมล็ดฟักข้าวผงที่เติมลงไป ผลการทดลองที่ได้ดัง
ตาราง 3

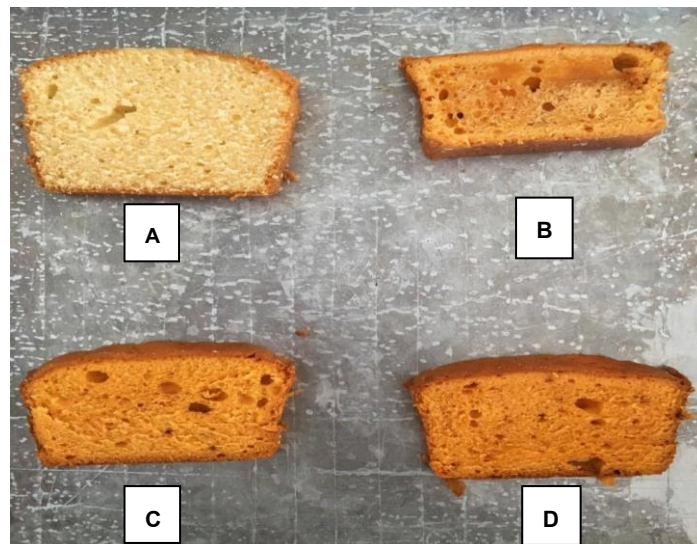
ตาราง 3 การวิเคราะห์ด้านค่าสีและการขึ้นฟูเค้กหลังการอบของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงในปริมาณที่แตกต่างกัน

เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผง (ร้อยละ)	ค่าที่วัดได้*			การขึ้นฟูเค้กเนยสดหลังการอบ (เซนติเมตร)*
	L*	a*	b*	
0	58.27±0.09 ^a	23.18±0.98 ^a	52.37±0.32 ^a	7.93±0.88 ^a
5	59.54±1.12 ^a	24.73±0.36 ^a	55.55±0.21 ^a	7.60±0.24 ^b
10	57.21±0.72 ^{ab}	19.58±0.57 ^b	49.56±0.45 ^a	7.33±0.54 ^c
15	53.45±0.13 ^b	17.16±0.31 ^b	35.30±0.75 ^b	6.93±0.52 ^d

หมายเหตุ: ตัวอักษร ค่าเฉลี่ย+ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน a-d ที่กำกับเหนือตัวเลขในแนวนอนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากข้อมูลจะเห็นว่าปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงในปริมาณที่ต่างกันมีผลต่อค่า L*, a* และ b* และการขึ้นฟูของเค้กเนยสดภายหลังการอบ การ

เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ทุกค่าที่วัดได้มีแนวโน้มลดลงอย่างเด่นชัด



ภาพ 1 ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด (A= สูตรไม่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว, B= เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 5, C= เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 10, D= เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 15)

จากการศึกษาค่าความชื้น วอเตอร์แอกติวิตีและไลโคพีนของเค้กเนยสดที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงในปริมาณที่แตกต่างกันผลการทดลองที่ได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์ด้านความชื้น วอเตอร์แอกติวิตี และไลโคพีนของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงในปริมาณที่แตกต่างกัน

เยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผง (ร้อยละ)	ค่าที่วัดได้		
	ความชื้น (ร้อยละ)*	วอเตอร์แอกติวิตี*	ไลโคพีน (ไมโครกรัม/กรัม)*
0	33.41±0.08 ^b	0.8469±0.25 ^a	0.00±0.00 ^d
5	36.67±0.68 ^a	0.8110±0.35 ^b	18.58±0.51 ^c
10	36.08±0.43 ^a	0.8519±0.67 ^a	19.16±0.72 ^b
15	32.82±0.25 ^b	0.7766±0.41 ^c	19.72±0.80 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรแสดงค่าเฉลี่ย+ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน a-d ที่กำกับเหนือตัวเลขในแนวดิ่งนั้นหมายถึงการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงในปริมาณที่ต่างกันมีผลโดยการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวผงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้ความชื้นของเค้กเนยสดมีแนวโน้มลดลงเมื่อเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงร้อยละ 15 จึงลดลงอย่างชัดเจนไม่แตกต่างจากเมื่อใช้เยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผง ในขณะที่เมื่อใช้เยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงร้อยละ 5 และ 10 มีความชื้นสูงกว่าเมื่อใช้เยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงร้อยละ 0 ผลที่เกิดขึ้นอธิบายได้ว่า ผลการวิเคราะห์ความชื้นของเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงมีความชื้นสูงร้อยละ 84.93 ฐานเปียก [13] การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงในปริมาณมากขึ้น (ร้อยละ 5 และ 10) ทำให้ความชื้นของเค้กที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นผลเนื่องจากปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวที่เติมลงไป แต่เมื่อเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงร้อยละ 15 ค่าความชื้นมีค่าลดลงอย่างชัดเจนทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทดลอง เช่น กระบวนการผสมวัตถุดิบให้

เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน กระบวนการให้ความร้อนอุณหภูมิในการอบเค้กเนยสดอาจจะไม่สม่ำเสมอ การขึ้นฟูของเค้กไม่สมบูรณ์ ทำให้ค่าความชื้นที่วัดได้มีค่าลดลง [9-11] ค่าวอเตอร์แอกติวิตีที่วัดได้มีที่เยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงที่ร้อยละ 10 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.8519 ซึ่งต่างจากการใช้เยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงร้อยละ 5 และ 15 โดยไม่แตกต่างจากเมื่อใช้เยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงร้อยละ 0 ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของการทดลอง เช่นเดียวกับค่าความชื้น [9-11] ส่วนค่าไลโคปีนที่วัดได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวที่เติมลงไป การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงร้อยละ 15 ให้ค่าไลโคปีนสูงสุด

จากศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงต่างกันที่มีต่อเค้กเนยสดที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงในปริมาณที่แตกต่างกัน ผลการทดลองที่ได้ดังตาราง 5

ตาราง 5 การวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ของเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผง ร้อยละ 5 อุณหภูมิที่ใช้เก็บผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดคือ อุณหภูมิห้อง (25°C.)

วันที่	ชนิดจุลินทรีย์	ค่าที่วัดได้ (ซีเอฟยู/กรัม)
0	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	200
	<i>E. coli</i>	ไม่พบ
	<i>S. aureus</i>	ไม่พบ
2	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	200
	<i>E. coli</i>	ไม่พบ
	<i>S. aureus</i>	ไม่พบ
4	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	3
	<i>E. coli</i>	ไม่พบ
	<i>S. aureus</i>	ไม่พบ
6	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	3
	<i>E. coli</i>	ไม่พบ
	<i>S. aureus</i>	ไม่พบ

จากผลการทดลองที่ได้ศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด *E. coli* และ *S. aureus* ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผง ร้อยละ เนื่องจาก พบว่าค่าจุลินทรีย์ทั้งหมดที่วัดได้มีปริมาณที่ลดลงส่วน *E. coli* และ *S. aureus* ไม่พบการเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงปริมาณต่าง ๆ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด ผลการทดลองที่ได้ตั้งตาราง 6

ตาราง 6 การวิเคราะห์ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงในปริมาณที่แตกต่างกัน

เยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผง (ร้อยละ)	ค่าที่วัดได้					
	ลักษณะปรากฏ*	สี*	กลิ่น*	รสชาติ*	เนื้อสัมผัส*	ความชอบโดยรวม*
0	7.90±1.13 ^a	7.73±0.21 ^a	7.76±0.09 ^a	7.66±0.13 ^b	7.73±0.65 ^a	7.80±0.67 ^b
5	7.60±0.88 ^a	7.90±0.34 ^a	7.66±0.56 ^a	8.10±0.24 ^a	8.03±0.32 ^a	8.30±0.21 ^a
10	6.76±0.35 ^b	6.80±0.78 ^b	6.96±0.71 ^b	6.90±0.45 ^c	7.10±0.71 ^b	7.63±0.45 ^b
15	5.60±0.57 ^c	6.03±0.73 ^c	5.70±0.85 ^c	5.93±0.56 ^d	6.13±0.21 ^c	6.46±0.81 ^c

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แสดงค่าเฉลี่ย+ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน a-d ที่กำกับเหนือตัวเลขในแนวดังหมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสของเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่ามีผลต่อด้านค่าคะแนนการยอมรับที่วัดได้ การเติมเยื่อ

หุ้มเมล็ดผักขาวผงในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสชาติ

วิจารณ์และสรุปผล

จากผลการวิจัยการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงในเค้กเนยสดมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลการเปรียบเทียบคุณภาพเค้กเนยสดที่มีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงกับเค้กเนยสดสูตรพื้นฐานที่ไม่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงพบว่า การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงปริมาณมากขึ้นมีแนวโน้มทำให้ค่าการขึ้นฟูเค้กเนยสดหลังการอบลดลง และการขึ้นฟูภายหลังการอบลดลง แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่ได้มีน้ำหนักเบา (สูตรที่มีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวร้อยละ 15) และเก็บอากาศได้ดี ปริมาตรเค้กมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการจับอากาศของเค้กระหว่างการตีผสม เมื่อนำเค้กไปอบทำให้อากาศหรือก๊าซที่อยู่ในเนื้อเค้กจะขยายตัว [9-11], [18] การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงมีผลต่อการเพิ่มระยะเวลาอบเค้กเนยสดมากขึ้นเป็นเวลา 50 นาทีและมีผลทำให้ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองของเนื้อเค้กลดลง ทั้งนี้เพราะว่าเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงมีสีเข้มแดงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบให้ความร้อนเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ทั้งแบบมีเอนไซม์และไม่มีเอนไซม์และมีผลต่อสารให้กลิ่นในฟักข้าวได้ [19] ฟักข้าวประกอบด้วยโปรตีนและน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสามารถเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard) ได้ ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบเอนไซม์นี้จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์ของผักผลไม้เกิดการชำหรือฉีกขาดทำให้สารประกอบฟีนอลิกที่มีอยู่ในผักและผลไม้สัมผัสกับอากาศโดยมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้เป็นสารสีน้ำตาลที่เรียกว่าเมลานิน (melanin) [20-22] ส่วนฟักข้าวยังคงมีสีแดงเนื่องจากรงควัตถุที่พบมากคือ แครโทีนอยด์ [21-22] ทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น

จากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัสแสดงให้เห็นว่า เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมีสารอาหารที่ประกอบด้วยใยอาหารส่งผลให้เนื้อสัมผัสของเค้กเนยสดเปลี่ยนไปและปริมาณการเติมในสัดส่วนที่ต่างกันมีผลต่อค่าเนื้อสัมผัสที่วัดได้ซึ่งค่าที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaewnate [9] ที่อธิบายว่า การเติมฟักข้าวในส่วนทั้งเนื้อและเยื่อฟักข้าวผงส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและฟองอากาศอย่างชัดเจน [9-11],

[23] การเติมส่วนผสมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงส่งผลต่อขนาดฟองอากาศในเนื้อเค้กทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงไปขัดขวางการเก็บอากาศระหว่างการตี ส่วนประกอบเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงที่เติมในเค้กคือเป็นส่วนอื่นนอกเหนือจากส่วนผสมหลักอาจมีผลไปลดปริมาณแป้งในสูตรทำให้ปริมาณกลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนหลักในแป้งมีสัดส่วนลดลงส่งผลต่อค่าความหนืดของแบตเตอรี่ (batter) ให้ความคงตัวของฟองอากาศขนาดเล็กลดลง [9-11], [23-24] ความคงตัวของแบตเตอรี่ส่งผลต่อระบบอิมัลชันของเค้ก ฟองอากาศขนาดเล็กอาจเกิดการรวมตัวกันจึงทำให้เกิดฟองอากาศขนาดใหญ่และทำให้เค้กมีรูพรุนขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับเค้กสูตรพื้นฐาน ซึ่งหากเปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัสเค้กเนยสดที่ไม่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผง (สูตรที่ไม่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว) พบว่า สูตรไม่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมีขนาดและการกระจายตัวของฟองอากาศสม่ำเสมอกว่าเค้กเนยสดที่มีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผง จากภาพ 1 พบว่าการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 15 ให้ลักษณะเนื้อเค้กใกล้เคียงกับตัวอย่างสูตรพื้นฐาน แต่ตัวอย่างเค้กเนยสดที่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 5 และ 10 ที่มีขนาดฟองอากาศใหญ่และเนื้อเค้กมีลักษณะหยาบกว่าตัวอย่างสูตรพื้นฐานทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวที่เติมลงไปปริมาณที่มากขึ้นทำให้เค้กมีลักษณะรูพรุนจากการขยายตัวมากขึ้น [9-11], [23-24]

จากการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพด้านค่า L^* , a^* และ b^* ของเค้กเนยสด (สูตรพื้นฐาน) และการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงในปริมาณที่แตกต่างกันพบว่า ค่าความสว่างผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 5 มีค่าความสว่างมากที่สุดเท่ากับ 59.54 ส่วนการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 15 มีค่าความสว่างน้อยที่สุดเท่ากับ 53.45 (ข้อมูลแสดงในตาราง 3 และภาพ 1) ค่าสีแดงและสีเหลืองที่วัดในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดสีของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดทั้ง 4 การทดลองมีความแตกต่างกัน ค่าสีแดงและสีเหลืองในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดทั้ง 4 การทดลองวัดได้อยู่ในช่วง 17.16 - 24.73 และ 35.30 - 55.55 ตามลำดับ

สีที่พบในอาหารมีความสำคัญส่งผลต่อความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค แสดงถึงความสด ใหม่ หรือบ่งบอกการเสื่อมเสียของอาหาร สียังมีความสัมพันธ์กับคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร สีในอาหารขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ชนิดและความเข้มข้นของรงควัตถุ สายพันธุ์วัตถุดิบ ความแก่อ่อนทั้งนี้เพราะ เยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงที่เติมลงไปมีสีเข้มลงเมื่อนำไปผสมในเค้กเนยสดและนำไปอบเป็นการผ่านความร้อนที่อุณหภูมิสูงทำให้สีของเค้กเนยสดมีสีที่เข้มข้นทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้นส่งผลให้มีค่าความสว่างน้อยลง และมีผลทำให้ค่าสีทั้งสีแดงและสีเหลืองลดลง [21, 22] จากการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านกายภาพด้านการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดทั้ง 4 การทดลองหาลบ พบว่าการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงปริมาณร้อยละ 15 มีผลทำให้ค่าการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดมีการขึ้นฟูน้อยที่สุดเท่ากับ 6.93 เซนติเมตร ส่วนเค้กเนยสด (สูตรพื้นฐาน) มีค่าการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 7.93 เซนติเมตร (ข้อมูลแสดงในตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการขึ้นฟูเค้กเนยสดทั้ง 4 การทดลองก่อนอบมีความสูงเริ่มต้นเท่ากับ 3.5 เซนติเมตร จากผลการวิจัยที่ได้นี้สามารถอธิบายได้ว่าการขึ้นฟูของเค้กเนยสดเพิ่มขึ้นทั้งนี้เพราะปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงที่เติมลงไปมีในแง่เค้กส่งผลทำให้การแผ่ขยายขึ้นฟูในปริมาณที่มากขึ้นกว่าค่าการขึ้นฟูของเค้กเนยสดลดลง การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้การขึ้นฟูเค้กเนยสดลดลงทั้งนี้อาจเนื่องจากเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงขัดขวางการแผ่ขยายขึ้นฟู จากผลการทดลองที่ได้เห็นว่าการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงมากกว่าร้อยละ 10 การขึ้นฟูของเค้กเนยสดที่วัดได้มีค่าลดลงอย่างชัดเจน [9-11], [25]

จากการศึกษาความชื้นในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดทั้ง 4 การทดลองพบว่า ค่าความชื้น (ข้อมูลแสดงในตารางที่ 4) ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลิตภัณฑ์เค้กที่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงที่เติมลงไปเมื่อเปรียบเทียบกับเค้กเนยสด (สูตรไม่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผง) การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงร้อยละ 5 ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดมีค่าความชื้นมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 36.67 ส่วนการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงร้อยละ 15 ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดมีค่า

ความชื้นน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 32.82 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงปริมาณมากขึ้นเมื่อนำไปผสมกับเค้กเนยสด องค์ประกอบในเค้กเนยสดประกอบด้วยน้ำตาล และเกลือซึ่งทั้งน้ำตาล และเกลือสามารถจับกับน้ำทำให้ปริมาณน้ำ และค่า water activity ลดลงได้ แสดงให้เห็นว่าเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงมีผลต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด และความชื้นมีผลต่อการเสื่อมเสียของอาหาร (food spoilage) โดยเฉพาะการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ อาหารที่มีความชื้นหรือปริมาณน้ำสูงจัดเป็นอาหารที่เสื่อมเสียง่ายเนื่องจาก เกิดสภาวะเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ และรา [20, 22] ผลการวิจัยด้านค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดทั้ง 4 การทดลองพบว่า ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (ข้อมูลแสดงในตาราง 4) ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงร้อยละ 10 มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีมากที่สุดเท่ากับ 0.8519 ส่วนผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงร้อยละ 15 มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีน้อยที่สุดเท่ากับ 0.7766 สำหรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้เนื่องจากเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงที่เติมลงไปส่งผลต่อค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดผลที่เกิดขึ้นอธิบายได้ว่า การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงในปริมาณมากขึ้น (ร้อยละ 5 และ 10) ทำให้ความชื้นของเค้กที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นผลเนื่องจากปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงที่เติมลงไป แต่เมื่อเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงร้อยละ 15 ค่าความชื้นมีค่าลดลงอย่างชัดเจนทั้งนี้อาจเนื่องจากข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทดลอง เช่น กระบวนการผสมวัตถุดิบให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน กระบวนการให้ความร้อนอุณหภูมิในการอบเค้กเนยสดอาจจะไม่สม่ำเสมอ การขึ้นฟูของเค้กไม่สมบูรณ์ ทำให้ค่าความชื้นที่วัดได้มีค่าลดลง [9-11] เมื่ออาหารเหล่านี้เกิดการเสื่อมเสียมักเป็นการเสียจากการเจริญเติบโตของราที่ผิวหน้า ซึ่งราโดยส่วนมากจะหยุดการเจริญที่ค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำกว่า 0.80 แต่จะมีเชื้อราบางชนิดสามารถเติบโตได้อย่างช้า ๆ ที่ค่าวอเตอร์แอกติวิตีระดับนี้ ดังนั้นจึงควรควบคุมให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ให้มีค่าไม่เกิน 0.75 แต่ยังคงไม่สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้สมบูรณ์ เพราะยังคงมียีสต์และราบางชนิดสามารถเจริญได้ที่ค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำกว่านี้

[20], [22] จากการทดลองพบว่าค่าไลโคพีน (ข้อมูลแสดงในตาราง 4) แต่ละการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าไลโคพีนในผลิตภัณฑ์ที่วัดได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่มีค่าไลโคพีนมีค่ามากที่สุดคือ ผลิตภัณฑ์ที่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงร้อยละ 15 แสดงให้เห็นว่าการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้ค่าไลโคพีนมากขึ้นตามปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวที่เติมลงไป [21], [26]

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ (ข้อมูลแสดงในตารางที่ 5) ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ของเค้กเนยสดระหว่าง 0, 2, 4 และ 6 วัน ในตัวอย่างเค้กเนยสดที่เติมผักขาวร้อยละ 5 (การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองที่ให้ผลดีที่สุด) พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^6 CFU/g [27] ไม่พบ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ซึ่งค่าจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนดไว้ [27] เนื่องจากเค้กเนยสดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการให้ความร้อนสูงในกระบวนการผลิต กระบวนการผลิตในทุกขั้นตอนมีการควบคุมอย่างระมัดระวัง

ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดทั้ง 4 การทดลองในด้านความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของเค้กเนยสดที่ผสมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผง 5, 10 และ 15 พบว่าคะแนนที่ได้มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงที่เติมลงไป หากมีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงในปริมาณที่มากขึ้น คะแนนการยอมรับในแต่ละด้านมีค่าลดลง เนื่องจากการผลิตเค้กเนยสดผสมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงมีกลิ่นของผักขาวผสมโดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน พบว่า ผู้ทดสอบชิมบางคนไม่ชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ปกติผักขาวเป็นพืชที่ไม่มีรสชาติหรือกลิ่นที่หอม [2] จากการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส (ข้อมูลแสดงในตาราง 6) ด้านลักษณะปรากฏจะเกี่ยวข้องกับความชอบและความหนาแน่น ความชื้นของผักขาวพบว่า การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงร้อยละ 5 ผู้ทดสอบชิมให้

คะแนนมากที่สุดเท่ากับ 7.60 ส่วนการเติมเยื่อหุ้มผักขาวผงร้อยละ 15 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 5.60 ด้านสีของผลิตภัณฑ์จะเกี่ยวข้องกับการเพิ่มปริมาตรของเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผง และค่าไลโคพีนพบว่า ค่าคะแนนความชอบมีค่าลดลงตามปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวที่ใส่เป็นไปทำนองเดียวกันกับคะแนนด้านลักษณะปรากฏ การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงร้อยละ 5 ให้คะแนนมากที่สุดเท่ากับ 7.90 ส่วนการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงร้อยละ 15 ให้คะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 6.03 ทั้งนี้เหตุผลหนึ่งที่น่าจะเป็นไปได้คือ การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงในปริมาณที่มากเกินไปทำให้สีแดงเข้มมากเกินไปเป็นสีของปริมาณรงควัตถุไลโคพีนและสีน้ำตาลที่เกิดจากการให้ความร้อนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดและเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผง ทำให้ผู้ทดสอบชิมไม่ชอบผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่มีสีที่เข้มเกินไป [9], [20], [22] ด้านกลิ่น พบว่า ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงร้อยละ 5 ให้คะแนนมากที่สุดเท่ากับ 7.66 ส่วนผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงร้อยละ 15 ให้คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 5.70 การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงในปริมาณที่มากเกินไปทำให้ผู้ทดสอบชิมไม่ยอมรับทั้งนี้เนื่องจากผักขาวเป็นพืชที่มีกลิ่นเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะตัวด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมผลการวิจัยเป็นไปทำนองเดียวกัน การเติมเยื่อหุ้มผักขาวผงในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลทำให้คะแนนความชอบทุกด้านมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน การเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงในปริมาณที่มากเกินไปก่อให้เกิดผลเสียทุกด้านซึ่งจากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าคะแนนด้านรสชาติและความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงร้อยละ 5 ให้คะแนนสูงสุดเท่ากับ 8.10, 8.03 และ 8.30 ตามลำดับ ส่วนผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่เติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงร้อยละ 15 ให้คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 5.93, 6.13 และ 6.46 ตามลำดับ [8], [25]

ผักขาวมีคุณประโยชน์มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อร่างกายช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียมีฤทธิ์ต้านมะเร็งสามารถนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดโดยการเติมเยื่อหุ้มผักขาวผงลง

ไปจัดได้ว่าเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดแบบใหม่ให้มีความน่าสนใจในการบริโภคมากขึ้น จากการศึกษาผลการใช้เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงต่อเค้กเนยสดให้ผลทางด้านกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไปคือค่าความแข็ง ค่าความเหนียวและค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณเยื่อหุ้มฟักข้าวผงที่เติม ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองมีค่าแตกต่างทางสถิติ ค่าความสูงของเค้กเนยสดลดลงตามปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวที่เติม องค์ประกอบทางเคมีความชื้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ และจากการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ไม่พบจุลินทรีย์ *E. coli* และ *S. aureus* จากการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผลของการใช้เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงที่มีต่อเค้กเนยสดพบว่าร้อยละ 5 มีความชอบโดยรวมสูงที่สุด ดังนั้นผลของการใช้เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 5 เป็นระดับที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงในเค้กเนยสดจึงเป็นแนวทางในการเพิ่มคุณค่าของเค้กด้วยสารไลโคพีน และเค้กเนยสดที่ได้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สามารถใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมการผลิตเค้กเพื่อสุขภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องอัตราส่วนเยื่อหุ้มฟักข้าวผงที่เหมาะสมต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดเสริมเยื่อหุ้มฟักข้าวสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ชั้นปีที่ 4 เจ้าหน้าที่สาขาฯ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ช่วยเหลือด้านการเตรียมตัวอย่าง การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล และอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ในการปฏิบัติการ ตลอดจนการสนับสนุนทุนวิจัยด้วยงบประมาณคณะฯ จนแล้วเสร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Vuong LT, Franke A, Custer L, Murphy SP. *Momordica cochinchinensis* Spreng (gac) fruit carotenoids reevaluated. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2006;19(6-7): 664-668.
2. Reungpatthanaphong S, Kirdin T, Chinnawong M, Bamrungchai M and Reungpatthanaphong P. Anti-oxidant activity of accelerated solvent extraction from different fractions of Thai gac fruit (*Momordica cochinchinensis* Spreng). *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2018; 42: (Supplement Issue) 37-40.
3. Sakiyan O, Sumnu G, Sahin S and Bayram G. Influence of fat content and emulsifier type on the rheological properties of cake batter. *Journal of European Food Research and Technology*. 2009;219(6): 635-638.
4. Yang X and Foegeding EA. Effects of sucrose on egg white protein and whey protein isolate foams: Factors determining properties of wet and dry foams (cakes). *Journal of Food Hydrocolloids*. 2010;24(2): 227-238.
5. Fachaiyaphum P and Nitiworakarn S. Development of beetroot chiffon cake recipe. *Journal of Science and Technology Phranakhon Rajabhat University*. 2014;4(4): 6-11.
6. Wirivutthikorn W. Effect of ratio of okra gac fruit and passion fruit on color and preferences of mixed juice. *International Journal of Food Engineering*. 2018;4(3): 212-215.

7. Wirivutthikorn W. Appropriate ratios of producing riceberry blended with gac fruit and roselle beverage. In: Proceeding of 3rd National and International Research Conference 2019 : NIRC III 2019 "Challenges of Higher Education in Production of Graduate Students in the 21st Century; 2019, February 1; Buriram Rajabhat University, Buriram, Thailand. 2019; p. 2117-2126.
8. Wirivutthikorn W. Appropriate ratios of gelatin on pineapple juice gummy production supplemented with gac fruit aril. Journal of King Mongkut's Agriculture. 2020;38(3): 400-407.
9. Kaewnate S. Quality characteristics of shiffon cakes with addition of gac fruit (*Momordica cochinchinensis* Spreng). Journal of Vocational Institute of Agriculture Academic. 2019;3(1): 18-27.
10. Chamnanphon C, Wiangwalai H, Tongcom N, Boonwittaya W and Saengow T. Effect of hydrocolloids on the quality of riceberry flour butter cake. In: Proceeding of 7th Academic Science and Technology Conference; 2019, June 7; Rangsit University, Pathum Thani, Thailand. 2019; p. 208-214.
11. Kamel BS and Stauffer CE. Advances in Baking Technology. 1st ed. U.K.: Chapman & Hall Press. 1993.
12. Chuyen HV, Nguyen MH, Roach PD, Golding JB and Parks SE. Gac fruit (*Momordica cochinchinensis* Spreng.): A rich source of bioactive compounds and its potential health benefits. International Journal of Food Science Technology. 2015; 50(3): 567-577.
13. Kubola J and Siriamornpun S. Phytochemicals and antioxidant activity of different fruit fractions (peel, pulp, aril and seed) of Thai gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng). Journal of Food Chemistry. 2011;127(3): 1138-1145.
14. Wilderjans E, Luyts A, Goesaert H, Brijs K. and Delcour JA. A model approach to starch and protein functionality in a pound cake system. Journal of Food Chemistry. 2010;120 (1): 44-51.
15. Wiriyaaree P. Experimental design. 2nd ed. Department of Product Development Technology Faculty of Agro Industry Chiang Mai University, Chiang Mai. 2002.
16. AOAC. Official method of analysis. The Association of Official Chemists. Washington D.C. 2000.
17. FDA Bacteriological Analytical Manual (BAM). (2008, October 13). Chapter 3 and 18 (1st ed.). 2008. (<http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm>).
18. Guarda A, Rosell CM, Benedito C and Galotto MJ. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Journal of Food Hydrocolloids. 2004;18: 241-247.
19. Saengow K, Katipun Y, Suttihanalert W, Yoovidhya T and Rattanasomboon N. Effect of drying condition on shiitake mushroom flavor. Journal of Research and Development King Mongkut's University of Technology Thonburi. 2001;44(3): 285-297.
20. Tulyathan V. Food Chemistry of Carbohydrate. 1st ed. Bangkok: Chulalongkorn University Press; 2006.

21. Punkaew T, Hnongkhunsan K and Baipong S. The appropriate amount of maltodextrin for gac aril powder processing. *Journal of Food Science and Technology*. 2016;1: 1-10.
22. Tantaphanichakul R. *Food Chemistry*. 2nd ed. Bangkok: Ramkhamhaeng University Press. 2004.
23. Kumari R, Jeyarani T, Soumya C and Indrani D. Used of vegetable oils, emulsifiers and hydrocolloids on rheological, fatty acid profile and quality characteristics of pound cake. *Journal of Texture Studies*. 2011;42: 377-386.
24. Ounaroorn N and Tananuwong K. Application of hydroxypropyl distarch phosphate in sponge cake. *Journal of Food Technology Siam University*. 2020;14(2): 120-132.
25. Baker BA, Davis EA and Gordon J. The influence of sugar and emulsifier type during microwave and conventional heating of a lean formula cake batter. *Journal of Cereal Chemistry*. 1990;67(3): 451-457.
26. Tanongkankit Y, Narkprasom K and Narkprasom N. Effect of processing on physical property and carotenoid content in natural food colorant from gac aril. *Journal of Food Technology Siam University*. 2016;11 (1): 47-57.
27. Thai Industrial Standards Institute Ministry of Industry, Thai community product standard cake (CPS.459/2012). 1st ed. Bangkok. 2012.