

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ Development of Kanomtuay Product for Health

นรินทร์ เจริญพันธ์*, จิรวรรณ เขียววิจิตร และ สุวนีย์ ดีหะริง
Narin Charoenphun*, Jirawan Kiawwijit and Suwanee Deeharing

Received: September 16, 2017

Accepted: April 17, 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตตัวขนมและหน้าขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ โดยวางแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ ได้ส่วนประกอบหลักของตัวขนมจำนวน 9 สูตร ซึ่งประกอบด้วย น้ำ น้ำตาล และเนื้อลำไยสด ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน พบว่า สูตรที่เหมาะสมในการผลิตตัวขนมคือสูตรที่มีน้ำ น้ำตาล และเนื้อลำไยสด ร้อยละ 17.5, 22.5 และ 60 ตามลำดับ เป็นสูตรที่ได้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงที่สุด (7.80 ± 0.66 คะแนน) จากนั้นศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้น้ำนมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในส่วนหน้าของขนมถ้วย โดยศึกษาผลของการใช้น้ำนมถั่วเหลืองทดแทนกะทิส่วนหน้าของขนมถ้วย ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ตามลำดับ พบว่า หน้าขนมถ้วยที่ทดแทนกะทิด้วยนมถั่วเหลืองในอัตราส่วนร้อยละ 50 ให้ลักษณะปรากฏที่ดีของขนมถ้วย คือ บริเวณผิวหน้าขนมสีเหลืองอ่อน แตกมันปานกลาง เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่มีการแยกชั้นระหว่างผิวหน้าขนมและตัวขนม ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับรวมในระดับชอบปานกลางที่ 7.23 ± 0.63 คะแนน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (4 องศาเซลเซียส) สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของขนมถ้วยได้ 7 วัน ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าขนมถ้วยเริ่มเกิดการเน่าเสียในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้บริโภค

คำสำคัญ : ขนมถ้วย กะทิ ถั่วเหลือง ลำไย ไขมัน

ABSTRACT

This research aimed to optimize the ingredients to produce lower and upper layers of a healthy Thai dessert called “kanomtuay”. The nine formulations of the lower layer of the dessert consisting of water, sugar and fresh longan flesh were studied by using Mixture Design. Sensory evaluation was conducted by 30 untrained panelists. It was found that a suitable formulation of the lower layer was 17.5% water, 22.5% sugar and 60% fresh longan flesh. This formulation had the highest score of taste, texture and overall liking (7.80 ± 0.66). Furthermore, the suitable ratio of coconut milk substituted by soy milk in the upper layer of kanomtuay was studied. Coconut milk was replaced by soy milk at 0, 25, 50, 75 and 100%. The result indicated that 50% substitution with soy milk showed a good appearance of kanomtuay. The upper layer had canary yellow color, moderately oily fracture and soft texture. Moreover, there was no separation between lower and upper layer of kanomtuay. It had overall liking score of 7.23 ± 0.63 (like moderately). Interestingly, low temperature (4°C) can extend the shelf life of kanomtuay for seven days. Meanwhile, the sample was spoiled at room temperature (30°C) during storage in two days. In conclusion, the healthy kanomtuay product is a new interesting alternative for consumers.

Keywords: kanomtuay, coconut milk, soy milk, longan, fat

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

บทนำ

ขนมถ้วยตะไล (steamed pandanus cake หรือ kanomtuy) ปัจจุบันนิยมเรียก “ขนมถ้วย” เป็นขนมหวานโบราณ บรรจุในถ้วยตะไลใบเล็กหรือถ้วยกระเบื้องขนาดเล็กพอดีคำ รสชาติหวานกลมกล่อมติดกับรสเค็มมันของหน้ากะทิ โดยทั่วไปขนมถ้วยมีส่วนประกอบหลักคือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า น้ำตาล เกลือ และกะทิ ลักษณะโดยทั่วไปขนมถ้วยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือตัวขนมและหน้าขนม ส่วนผสมหลักของตัวขนมคือแป้งและน้ำตาล ในส่วนหน้าขนมมีหัวกะทิเข้มข้นเป็นส่วนประกอบหลัก ทำให้สุกโดยใช้ไอน้ำร้อน หรือที่เรียกว่า “การนึ่ง” โดยจะนึ่ง 2 ครั้ง ครั้งแรกนึ่งตัวให้สุก พักให้เย็น หยอดหน้าแล้วนึ่งอีกครั้ง ลักษณะของขนมถ้วยเมื่อสุก บริเวณผิวหน้ากะทิจะเป็นคลื่น สีขาวนวล หอมมันวาวจากการแตกมันของกะทิ ผู้บริโภคที่รักสุขภาพหลายคนหลีกเลี่ยงการรับประทานขนมหวานที่มีส่วนประกอบของหัวกะทิเข้มข้นที่มีไขมันสูงร้อยละ 41.31-78.89 [1] เนื่องจากการรับประทานอาหารที่มีปริมาณไขมันสูงเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคเรื้อรังต่างๆ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยที่มีปริมาณไขมันต่ำและมีคุณค่าทางโภชนาการสูงเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่รักสุขภาพได้ เนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณโปรตีนสูง และอุดมไปด้วยกรดอะมิโนจำเป็นหลายชนิด สารไอโซฟลาโวนในถั่วเหลืองยังสามารถป้องกันโรคกระดูกพรุน โรคมะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งเต้านม ลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด และลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ [2] การใช้ไขมันถั่วเหลืองทดแทนกะทิเข้มข้นเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ นอกจากนี้การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของขนมถ้วยด้วยลำไย ซึ่งเป็นผลไม้ที่มีกลิ่นหอมเฉพาะ มีรสหวานอร่อย มีวิตามินและแร่ธาตุที่มีประโยชน์ เช่น วิตามินซี ไรโบฟลาวิน โปแทสเซียม คอปเปอร์ องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อลำไยประกอบด้วย ความชื้น ไขมัน โยอาหาร โปรตีน ใย และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 81.10, 0.11, 0.28, 0.97, 0.56 และ 16.98 ตามลำดับ [3] ลำไยยังเป็นแหล่งของสารพฤกษเคมีที่มีประโยชน์ใน

เชิงสุขภาพ อาทิ สารประกอบแทนนิน ชนิดแกลโลแทนนิน และกรดเอลลาจิกในปริมาณที่สูง [4] กรดเอลลาจิกเป็นสารที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง และมีความสัมพันธ์ในการกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็งแบบอะพอพโทซิส (apoptotic) เป็นกลไกที่เซลล์มะเร็งถูกเร่งให้แก่วเร็วขึ้น และตายด้วยตัวเองโดยไม่มีผลกับเซลล์ปกติ [5] ลำไยยังเป็นผลไม้ที่มีแคลอรีต่ำ ซึ่งเหมาะกับผู้ป่วยโรคที่กังวลเรื่องน้ำหนัก มีรายงานว่าลำไย 3 กรัม มีปริมาณพลังงานเพียง 2 แคลอรี นอกจากนี้ในทางการแพทย์แผนจีน ลำไยจัดเป็นอาหารที่มีผลในการรักษาอาการนอนไม่หลับ กระตุ้นความจำ และโรคเกี่ยวกับระบบเลือด [6]

โดยทั่วไปขนมถ้วยเป็นขนมที่มีส่วนประกอบของกะทิจะมีอายุการเก็บรักษาสั้น โดยเฉลี่ยประมาณ 1 วัน เป็นการผลิตในระดับครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก เพื่อจำหน่ายวันต่อวัน ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญในการผลิตเพื่อจำหน่ายในระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้การเก็บรักษาในอุณหภูมิที่แตกต่างกันยังส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของขนมถ้วยอีกด้วย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตส่วนตัวและส่วนหน้าขนมถ้วยเพื่อสุขภาพโดยใช้ลำไย และถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ และศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมถ้วย โดยองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ

1.1 การศึกษาผลของการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนของน้ำ น้ำตาล และเนื้อลำไยสดปั่นละเอียดต่อคุณภาพของตัวขนมถ้วย

การทดลองหาสูตรเบื้องต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตตัวขนมถ้วยจากลำไย โดยใช้แผนการทดลองแบบ

* Corresponding author e-mail: narinch@bua.ac.th

mixture design โดยกำหนดปริมาณน้ำอยู่ในช่วงร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 70 น้ำตาลทรายแดงร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 30 และเนื้อลำไยสดปั่นละเอียดร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 100 คัดเลือกสูตรสำหรับใช้ในการทดลอง โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจุดบนพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน จาก

แผนการทดลองแบบ mixture design ที่กระจายอยู่ทุกๆ ส่วนของบริเวณที่กำหนด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมสูตรในขอบเขตที่แปรผันส่วนประกอบมากที่สุดได้สูตรที่คัดเลือกมา 9 สูตร (Table 1)

Table 1 Formulation of lower layer of kanomtuy by a 3-component* mixture design

Formulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9
water (g)	15.8	47.2	0.0	63.0	63.0	0.0	15.8	47.3	31.5
brown sugar (g)	20.2	6.8	27.0	27.0	0.0	0.0	6.7	20.2	13.5
fresh longan flesh (g)	54.0	36.0	63.0	0.0	27.0	90.0	67.5	22.5	45.0
rice flour (g)	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
tapioca flour (g)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

* A 3-component mixture (100% in the mixture design) was 90 % of the total formulation.

ซึ่งส่วนผสมหลักซึ่งประกอบด้วย น้ำ น้ำตาล เนื้อลำไยสดปั่นละเอียด และส่วนผสมอื่นๆ คือ แป้งข้าวเจ้า 9 กรัม และแป้งมันสำปะหลัง 1 กรัม ตามลำดับ โดยการผลิตขนมถ้วย เริ่มจากซึ่งน้ำหนักส่วนผสมตามสูตร จากนั้นผสมส่วนตัวขนมให้เข้ากัน ใส่ลงในถ้วยตะไลปริมาณ 10 กรัมต่อถ้วย จัดเรียงถ้วยตะไลในลังถึงนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 30 นาที นำลึงถึงลงจากเตาแก๊ส พักไว้ 10 นาที ผสมส่วนของหน้าขนมเติมลงบนตัวขนมที่นึ่งเสร็จ 15 กรัมต่อถ้วย นำไปนึ่งต่ออุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 10 นาที นำลึงถึงลงจากเตาแก๊ส ได้ผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยวางพักให้เย็น

คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด 1 สูตร โดยสังเกตลักษณะปรากฏของตัวขนมถ้วยที่ผลิตได้ วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่อง hand refractometer (ATAGO, MASTER-M, China) ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) [7] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

1.2 การศึกษาผลของการใช้น้ำมันถั่วเหลืองทดแทนกะทิในส่วนหน้าขนมถ้วย

การเตรียมน้ำกะทิ นำมะพร้าวแก่ปอกเปลือกจนเหลือแต่เนื้อมะพร้าวสีขาว โม่ให้ละเอียด เติมน้ำอัตราส่วน 1:1 คั้นน้ำกะทิ บรรจุลงพลาสติกมัดปากถุงตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) น้ำกะทิจะแยกชั้น เป็น 2 ชั้น โดยชั้นบนเป็นหัวกะทิ ชั้นล่างเป็นหางกะทิ เมื่อน้ำกะทิแยกชั้นแล้ว ตัดก้นถุงให้เป็นรูขนาดเล็กเทแยกชั้นล่างหรือหางกะทิออก เหลือชั้นบนที่เป็นหัวกะทิเข้มข้น

การเตรียมน้ำมันถั่วเหลือง นำเมล็ดถั่วเหลืองแห้งมาล้างทำความสะอาด จากนั้นแช่เมล็ดถั่วเหลืองแห้งในน้ำสะอาดอัตราส่วนถั่วเหลืองแห้งต่อน้ำเป็น 1:2 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) ล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง ใช้กระชอนตักถั่วเหลืองขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำ เติมน้ำสะอาดอัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำสะอาดเป็น 1:2 โดยน้ำหนัก ปั่นด้วยความเร็วปานกลาง 3 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที กรองแยกส่วนกากและน้ำมันถั่วเหลืองด้วยผ้าขาวบาง นำมาต้มด้วยไฟอ่อน ประมาณ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที คนอยู่เสมอจนหมดฟอง แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางอีกครั้ง ได้น้ำมันถั่วเหลืองเข้มข้น

* Corresponding author e-mail: narinch@bua.ac.th

การเตรียมส่วนผสมในการผลิตออกเป็น 2 ส่วน คือ ตัวขนมกล้วย และหน้าขนมกล้วย ชั้นตัวขนมกล้วย ประกอบด้วย น้ำตาลทรายแดง น้ำ ลำไยสดปั่นละเอียด แป้งข้าวเจ้า และแป้งมันสำปะหลัง ตามสูตรที่ถูกต้องคัดเลือกในข้อ 1.1 หน้าขนมประกอบด้วยห้วกะทิเข้มข้น แป้งข้าวเจ้า น้ำตาลทรายขาว และเกลือ ร้อยละ 89 9 1.5 และ 0.5 ตามลำดับ เป็นสูตรควบคุม ทดลองศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของการใช้ส่วนผสมเหลืองทดแทนห้วกะทิเข้มข้นในส่วนหน้าขนมกล้วย แบ่งออกเป็น 5 สูตร โดยมีการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนผสม น้ำนมกล้วยต่อกะทิเป็น 0:100 (สูตรควบคุม) 25:75 50:50 75:25 และ 100:0 ของกะทิทั้งหมดที่มีการเติมในส่วนหน้าขนม โดยสังเกตลักษณะปรากฏของตัวขนมกล้วยที่ผลิตได้ และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) [7] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

1.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของขนมกล้วย เพื่อสุขภาพ และผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

คัดเลือกสูตรการผลิตที่เหมาะสมจากข้อ 1.2 เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยวิเคราะห์ความชื้น ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า [8] ทดสอบการประเมินคุณทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 100 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) [7] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

2. การศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมกล้วย

เก็บขนมกล้วยไว้ที่อุณหภูมิ 4 และอุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) สุ่มเก็บตัวอย่างทุกๆ 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 7 วัน ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมกล้วย โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ วัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกระดาษลิตมัส (Panpeha 200 Strips, Germany) ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา เปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์ขนมไทย [9] ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) [7] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนของน้ำ น้ำตาล และเนื้อลำไยสดปั่นละเอียดต่อคุณภาพของตัวขนมกล้วย

ลักษณะที่สังเกตได้ของตัวขนมกล้วยทั้ง 9 สูตร ซึ่งมีปริมาณของน้ำ น้ำตาล และลำไยในอัตราส่วนที่ต่างกัน (Table 1) พบว่าตัวขนมกล้วยทั้ง 9 สูตร มีลักษณะปรากฏที่ต่างกัน (Figure 1) พบว่า สูตรที่ 1 เป็นสูตรที่มีลักษณะที่ดี มีสีน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมลำไย รสหวานเข้มข้นกำลังดี เนื้อสัมผัสนุ่มกำลังดี ตักง่ายมาก ไม่ติดถ้วย เหมาะในการทำขนมกล้วย สูตรที่ 2 มีสีข้าวอมเหลือง กลิ่นหอมลำไย รสจืด เนื้อสัมผัสนุ่มไม่ละ ตักยากติดถ้วย สูตรที่ 3 สีน้ำตาล กลิ่นหอมลำไย รสหวานมากเกินไป เนื้อสัมผัสนุ่มกำลังดี ตักง่ายมาก สูตรที่ 4 สีน้ำตาลเข้ม ไม่มีกลิ่นลำไย รสหวาน เนื้อสัมผัสนุ่มและตักยากติดถ้วย สูตรที่ 5 สีขาวขุ่น มีกลิ่นลำไยเล็กน้อย รสจืดมาก เนื้อสัมผัสนุ่มและ ตักยากติดถ้วย สูตรที่ 6 สีขาวขุ่น กลิ่นลำไยชัดเจน รสหวานเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนุ่มและ ตักยากติดถ้วย สูตรที่ 7 สีขาวอมเหลือง กลิ่นหอมลำไย รสหวานเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนุ่มเกินไป ตักยากติดถ้วย สูตรที่ 8 สีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นลำไยเล็กน้อย รสหวานเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนุ่ม ตักยากติดถ้วย และสูตรที่ 9 สีน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมลำไย รสหวานเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนุ่ม ตักยากติดถ้วย ผลการวัดปริมาณของแข็งที่

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

ละลายน้ำได้ พบว่า สูตรที่ 3 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 4, 1, 8, 9, 7, 6, 2 และ 5 คือมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 38, 31, 30, 20, 19, 14, 13, 12, 1 องศาบริกซ์ ตามลำดับ โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แปรผันตรงกับปริมาณ

น้ำตาลทรายแดง ตัวขนมถ้วยทั้ง 9 สูตร มีอัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงและเนื้อลำไยสดปั่นละเอียดแตกต่างกัน โดยในสูตรที่ 3 มีปริมาณน้ำตาลแดงสูงที่สุดคือร้อยละ 27 และเนื้อลำไยสดปั่นละเอียดร้อยละ 63 ส่งผลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง

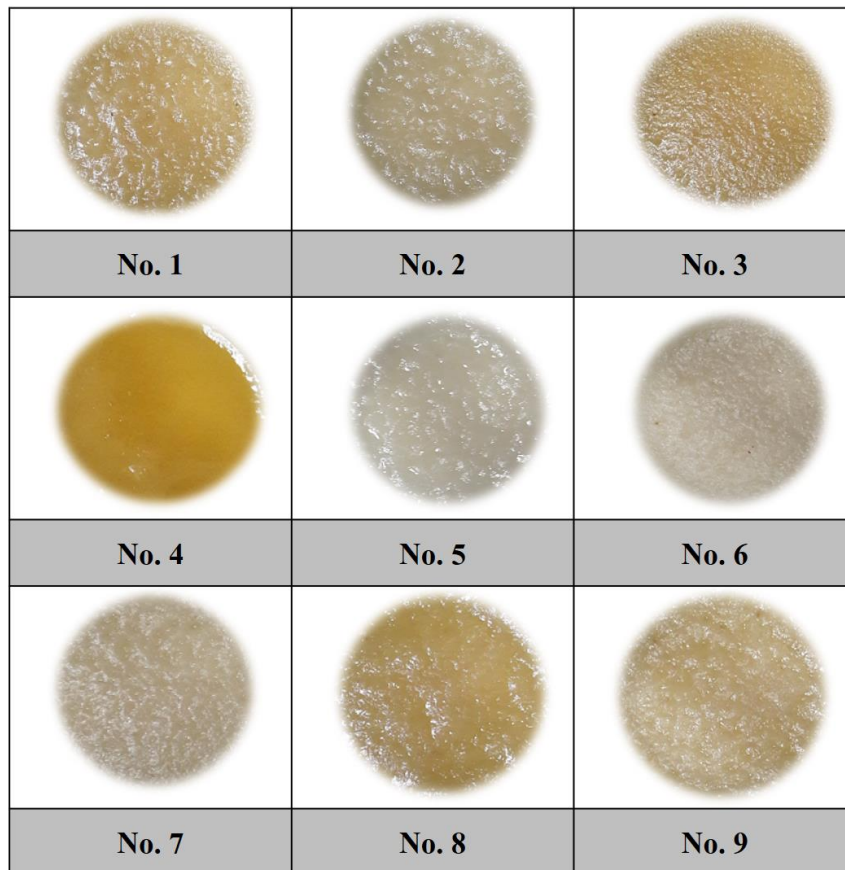


Figure 1 The appearance of nine formulations of lower layer of kanomtuay

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไป 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale (Table 2) พบว่า ตัวขนมถ้วยทั้ง 9 สูตรมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 1 เป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด คือ 7.80 ± 0.66 เมื่อพิจารณาจากผลของลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ และผลจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส สูตรที่ 1 ให้ลักษณะที่ดี มีสีน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมลำไย รสหวาน

เข้มข้นกำลังดี เนื้อสัมผัสนุ่มกำลังดี ตักง่ายมาก ไม่ติดถ้วย และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด สูตรนี้ประกอบด้วย น้ำร้อยละ 15.8 น้ำตาลทรายแดง ร้อยละ 20.2 ลำไยสดปั่นละเอียดร้อยละ 54.0 แป้งข้าวเจ้า ร้อยละ 9.0 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 1.0 จึงเป็นสูตรที่มีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยลำไยเพื่อสุขภาพในขั้นตอนต่อไป

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

Table 2 The liking score (n = 30) for nine formulations of lower layer of kanomtuary.

Formulation	Attribute				
	Appearance	Flavor	Overall taste	Texture	Overall liking
1	7.97±0.76 ^a	7.67±0.66 ^a	7.83±0.65 ^a	8.00±0.79 ^a	7.80±0.66 ^a
2	6.53±0.57 ^b	2.43±0.90 ^d	5.30±0.79 ^{cd}	5.33±0.55 ^d	4.97±0.89 ^d
3	7.77±0.73 ^a	6.77±0.77 ^b	7.23±0.68 ^b	7.10±0.96 ^b	7.07±0.64 ^b
4	2.23±1.04 ^e	2.03±1.00 ^{de}	2.27±1.46 ^e	1.97±1.00 ^s	1.97±0.61 ^f
5	4.13±0.97 ^d	1.83±0.87 ^e	1.27±0.45 ^f	1.73±0.83 ^s	1.70±0.70 ^f
6	5.07±0.78 ^c	7.53±0.86 ^a	5.10±0.71 ^d	4.03±0.81 ^f	4.13±1.11 ^e
7	8.00±0.91 ^a	7.53±1.07 ^a	5.03±0.67 ^d	4.77±1.01 ^e	4.73±1.14 ^d
8	7.90±1.06 ^a	5.27±1.05 ^c	5.23±1.10 ^d	5.27±0.87 ^d	5.73±0.87 ^c
9	7.73±0.87 ^a	7.23±0.77 ^a	5.70±0.47 ^c	6.17±1.09 ^c	5.77±0.77 ^c

note: mean±SD, ^{a-s} means within each column indicate significant differences ($p \leq 0.05$) using Duncan's multiple range test.

2. ผลของการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในส่วนหน้าขนมถั่ว

ลักษณะปรากฏที่ดีของขนมถั่วที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคโดยทั่วไป ผิวหน้าขนมถั่วจะแตกมัน และย่นเป็นคลื่นของหัวกะทิเข้มข้น เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง หรือเป็นไต ตัวและหน้าขนมไม่แยกชั้น รสชาติหวานของตัวขนม และหน้าขนมมีรสชาติดหวานมัน เค็ม นอกจากนี้ยังมีกลิ่นหอมของกะทิในชั้นหน้าขนมถั่ว จากผลการทดลองการศึกษาลักษณะปรากฏส่วนหน้าของขนมถั่วที่ใช้ส่วนผสมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ ทั้ง 5 สูตร ได้แก่ 0:100 25:75 50:50 75:25 และ 100:0 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลการสังเกตลักษณะปรากฏของขนมถั่ว ระหว่าง สูตรที่ใช้อัตราส่วนนมถั่วเหลืองต่อหัวกะทิ 0:100 (เป็นสูตรควบคุมซึ่งไม่มีส่วนผสมของนมถั่วเหลือง) และสูตร 100:0 พบว่า มีลักษณะปรากฏที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยสูตร 100:0 มีลักษณะปรากฏของหน้าขนมแห้ง ไม่แตกมัน เนื้อสัมผัสแน่นแข็ง เป็นไต (ลักษณะเป็นไต คือ ลักษณะหน้าขนมเป็นแผ่น หรือเป็นคลื่นไม่สม่ำเสมอ มีเนื้อสัมผัสแน่น แข็งบริเวณขอบ และเนื้อสัมผัสนุ่มบริเวณตรงกลางของขนมถั่ว) เกิดการแยกชั้นระหว่างผิวหน้าขนมและตัวขนมอย่างชัดเจน มีกลิ่นถั่ว

เหลือง สีเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผันตรงกับปริมาณนมถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้น จากการสังเกตลักษณะปรากฏโดยรวมอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ คือ 50:50 เนื่องจากสูตรนี้ให้ลักษณะปรากฏที่ดี ส่วนหน้าของขนมไม่แห้ง สามารถสังเกตการแตกมันย่นเป็นคลื่นในอัตราส่วนผสมที่ลงตัวระหว่างนมถั่วเหลืองและหัวกะทิ เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง หรือเป็นไต ตัวและหน้าขนมสามารถเชื่อมประสานกันใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ไม่เกิดการแยกชั้น มีกลิ่นถั่วเหลืองเล็กน้อย และยังมีกลิ่นหอมของกะทิ

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ในสูตรที่มีการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ คือ 100:0 ผิวหน้าแห้ง มีรอยแตก เกิดการแยกชั้นระหว่างผิวหน้าขนมและตัวขนมชัดเจน เนื้อสัมผัสแน่นไม่นิ่ม อาจเกิดจากองค์ประกอบของหน้าขนมที่มีความเข้มข้นของนมถั่วเหลืองที่มากเกินไป ซึ่งจะส่งผลให้ระบบอิมัลชันถูกทำลาย ถั่วเหลืองประกอบด้วยโปรตีนประมาณ ร้อยละ 35-40 ไขมัน ร้อยละ 19 และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 27 [10] โปรตีนถั่วเหลือง ความเข้มข้นของนมถั่วเหลืองแปรผันตรงกับปริมาณของแข็งที่เป็นองค์ประกอบในนมถั่วเหลือง โดยทั่วไปโปรตีนถั่วเหลืองจะเสียดสภาพธรรมชาติที่อุณหภูมิประมาณ 70

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

องศาเซลเซียส [11] การให้ความร้อนกับน้ำนมถั่วเหลืองทำให้เกิดการรวมตัวกันและการโพลีเมอร์ไรเซชันของโปรตีนถั่วเหลือง โดยเฉพาะโปรตีน 11S ซึ่งมีจำนวนของหมู่ซัลไฟไฮดริลแลพ่นระดซัลไฟด์เท่ากับ 2 และ 20 ต่อโมเลกุล ตามลำดับ จะเกิดการแลกเปลี่ยนระหว่างพันธะไดซัลไฟด์กับหมู่ซัลไฟไฮดริล ปริมาณของหมู่ซัลไฟไฮดริลจะเพิ่มขึ้นทันทีภายหลังได้รับความร้อน การให้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิและช่วงเวลาที่เหมาะสมกับน้ำนมถั่วเหลืองจะช่วยให้ได้ปริมาณของหมู่ซัลไฟไฮดริลอยู่ในช่วงที่สูง ส่งผลให้ค่าความแข็ง และการยึดเกาะของน้ำนมถั่วเหลืองสูงขึ้น [12] ดังนั้นเมื่อนำหน้าขนมถั่วด้วยอุณหภูมิน้ำเดือด จะส่งผลให้โปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในนมถั่วเหลืองเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างไปจากธรรมชาติ หน้าขนมถั่วในสูตรที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ 100:0 จึงลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่น เกิดการแยกชั้นชัดเจน

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไป 30 คน (Table 3) สูตรที่ใช้

นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 0:100 25:75 และ 50:50 มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กลิ่นเหม็นเฉพาะของถั่วเหลืองในขนมถั่วแพรผันตรงกับความเข้มข้นของปริมาณถั่วเหลือง และแปรผกผันกับคะแนนการยอมรับในด้านกลิ่นของผู้ทดสอบ โดยกลิ่นถั่วเหลืองเกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสซึ่งมีอยู่ในถั่วเหลืองตามธรรมชาติ เอนไซม์ไลพอกซีจีเนสเป็นเอนไซม์ในกลุ่มออกซิโดรีดักเตส (oxidoreductase) สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดลิโนเลอิก และกรดลิโนเลนิก ที่มีอยู่ในถั่วเหลือง โดยปฏิกิริยาจะเกิดได้ดีเมื่อมีออกซิเจนและน้ำ ทำให้เกิดสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะสลายตัวเกิดเป็นสารประกอบที่ระเหยได้ เช่น แอลดีไฮด์ คีโตนและแอลกอฮอล์ ทำให้เกิดกลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ สารสำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นถั่ว คือ เฮกซานอล ความร้อนและความดันสามารถยับยั้งปฏิกิริยาเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้[13]

Table 3 The liking score (n = 30) for five formulations of upper layer of kanomtuay

Formulation (soy milk : coconut milk (%))	Attribute				
	Appearance	Flavor	Overall taste	Texture	Overall liking
0:100	7.35±0.56 ^a	7.33±0.76 ^a	7.56±0.70 ^a	7.75±0.89 ^a	7.60±0.76 ^a
25:75	7.25±0.50 ^a	7.28±0.73 ^a	7.38±0.71 ^a	7.49±0.55 ^a	7.57±0.79 ^a
50:50	7.21±0.63 ^a	7.07±0.72 ^a	7.21±0.69 ^a	7.11±0.86 ^a	7.42±0.74 ^a
75:25	4.55±0.94 ^b	4.53±0.99 ^b	4.45 ±0.96 ^b	4.47±1.00 ^b	5.01±0.60 ^b
100: 0	3.34±0.91 ^c	3.83±0.90 ^c	4.23±0.55 ^c	4.03±0.93 ^c	4.15±0.99 ^c

note: mean±SD, ^{a-c} means within each column indicate significant differences (p≤0.05) using Duncan's multiple range test.

ขนมถั่วสูตรที่มีกะทิสูงได้รับคะแนนการยอมรับด้านรสชาติสูง ความอร่อยของอาหารที่มีไขมันสูงเกิดจากองค์ประกอบร่วมด้านเนื้อสัมผัส กลิ่นรสความรู้สึกจากรสสัมผัสทางปากและลักษณะที่ดีของอาหาร [14] จากผลการทดลองปริมาณความเข้มข้น

สูงสุดของน้ำนมถั่วเหลืองที่ใช้ทดแทนกะทิได้ คือ ไม่เกินร้อยละ 50 ของกะทิ หากใช้น้ำนมถั่วเหลืองในปริมาณที่สูงเกินไปจะส่งผลต่อคุณภาพของขนมถั่วคือ หน้าขนมแห้ง ไม่แตกมัน เนื้อสัมผัสแน่นแข็ง เป็นไต เกิดการแยกชั้นระหว่างผิวหน้าขนมและตัวขนมอย่างชัดเจน ดังนั้น

* Corresponding author e-mail: narinch@bua.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

สูตรที่มีการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 50:50 จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมถั่วเพื่อสุขภาพต่อไป เนื่องจากให้ลักษณะปรากฏที่ดี ส่วนหน้าของขนมไม่แห้ง สามารถสังเกตการแตกมันขึ้นเป็นคลื่นในอัตราส่วนผสมที่ลงตัวระหว่างนมถั่วเหลืองและหัวกะทิ เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง หรือเป็นไต ตัวขนมและหน้าขนมสามารถเชื่อมประสานกันใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ไม่เกิดการแยกชั้น ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม อยู่ในระดับชอบปานกลาง ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม

3. องค์ประกอบทางเคมีของขนมถั่วเพื่อสุขภาพ และผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ขนมถั่วที่ตัวขนมถั่วประกอบด้วย น้ำร้อยละ 15.8 น้ำตาลทรายแดง ร้อยละ 20.3 เนื้อลำไยสดปั่นละเอียด ร้อยละ 54.0 แป้งข้าวเจ้า ร้อยละ 9.0 และแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 1.0 และส่วนหน้าเป็นสูตรที่มีการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในส่วนหน้าขนมอัตราส่วน 50:50 พบว่า มีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 63.05, 5.55, 2.35, 4.60 และ 24.45 ตามลำดับ สูตรควบคุม พบว่า มีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และ คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 67.38, 1.45, 5.62, 2.50 และ 23.05 ตามลำดับ โดยสูตรที่มีการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในส่วนหน้าขนมอัตราส่วน 50:50 มีปริมาณไขมันต่ำกว่า และมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าสูตรควบคุม ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้บริโภคที่รักสุขภาพที่ต้องการลดอาหารที่มีไขมันสูง โดยทั่วไปองค์ประกอบของนมถั่วเหลืองมีกรดอะมิโนหลายชนิด เช่น กลูตามีน แอสพาราจिन และ อาร์จินีน อยู่มาก และกรดไขมันสำคัญ คือ กรดสเตียริก โอเลอิก ลิโนเลอิก และลิโนเลนิก นอกจากนี้ในส่วนที่เป็นถั่วยังพบแร่ธาตุและวิตามินที่สำคัญ คือ โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม กำมะถัน แคลเซียม โซเดียม และวิตามิน เช่น เมทไธโอนีน ไบโอฟลาวิน ไนอะซิน วิตามินเอ และวิตามินอี [15] การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของขนมถั่วเพื่อสุขภาพกับผู้บริโภคทั่วไป 100 คน เพื่อ

ประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ระดับชอบปานกลาง เท่ากับ 7.25 ± 0.58 , 7.10 ± 0.75 , 7.23 ± 0.79 , 7.15 ± 0.66 และ 7.45 ± 0.89 คะแนน ตามลำดับ

4. ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาขนมถั่วต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมถั่ว

4.1 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาขนมถั่วต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏที่สังเกตได้

ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของขนมถั่ว พบว่า ก่อนการเก็บรักษาหน้าขนมเป็นคลื่น และเมื่อตัดตามขวางจะสังเกตเห็นส่วนหน้าและตัวขนมชัดเจน โดยหน้าและตัวขนมจะเชื่อมกันไม่หลุดออกจากกัน ส่วนหน้าขนมถั่วมีสีเหลืองอ่อนและตัวขนมมีสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมปกติ เมื่อนำขนมที่หนึ่งเสร็จเรียบร้อย พักให้เย็น ตักขนมออกจากถ้วยนำมาบรรจุในกล่องพลาสติก สำหรับบรรจุอาหาร จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่า ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ขนมถั่วมีลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับขนมถั่วก่อนการเก็บรักษา เมื่อเริ่มเข้าสู่วันที่ 3 ของการเก็บรักษาบริเวณผิวหน้าขนมมีลักษณะแห้ง ตัวขนมมีลักษณะแข็งเป็นไต แต่ยังไม่เกิดการเน่าเสียเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้โดยภาพรวมปกติ ยังไม่เกิดการเน่าเสีย กลิ่นปกติ บริเวณผิวหน้าขนมมีลักษณะแห้ง ตัวขนมมีลักษณะแข็งเป็นไต ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่า ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาขนมถั่วมีลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ผิดปกติ มีกลิ่นเหม็นบูด มีน้ำเมือกเป็นยางเหนียวที่ผิวหน้า และเริ่มสังเกตลักษณะปรากฏที่ผิดปกติชัดเจนขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น จนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บที่ 7 วัน ขนมมีกลิ่นเหม็นบูดรุนแรง มีน้ำเมือกเป็นยางเหนียว สังเกตเห็นเชื้อรากระจายทั่วผิวหน้าและตัวขนม

* Corresponding author e-mail: narinch@bua.ac.th

การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏที่สังเกตได้เมื่อเก็บรักษาขนมถ้วยที่อุณหภูมิต่ำ (4 องศาเซลเซียส) บริเวณผิวหน้าขนมมีลักษณะแห้ง ตัวขนมมีลักษณะแข็งเป็นไต อาจเกิดจากปรากฏการณ์รีโทรเกรเดชัน หรือ การคืนตัวของแป้ง เกิดขึ้นเมื่อนำแป้งที่ผ่านการให้ความร้อนแล้ว ปล่อยให้เย็นตัวลง โมเลกุลของอะไมโลส และอะไมโลเพคติน ซึ่งเคยรวมตัวกับน้ำแล้วเกิดเป็นเจล จะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กัน โมเลกุลน้ำตาลกลูโคสในสายจะมาเชื่อมต่อกันเองใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจน และขั้วน้ำที่เคยจับอยู่ออกจากโมเลกุล เรียกว่า syneresis ทำให้เกิดเป็นผลึกใหม่ ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชัน อุณหภูมิ การเก็บรักษาแป้งที่ผ่านความร้อนแล้วเก็บที่อุณหภูมิต่ำ เช่น เก็บรักษาแบบแช่เย็น จะเร่งทำให้เกิดรีโทรเกรเดชันได้เร็วขึ้น [16] การเก็บรักษาขนมถ้วยที่อุณหภูมิต่ำ (30 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ขนมถ้วยเกิดการเน่าเสียตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษา ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ผิดปกติ มีกลิ่นเหม็นบูด มีน้ำเมือกเป็นยางเหนียวที่ผิวหน้า ซึ่งเป็นการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย รา หรือยีสต์ เกิดการปนเปื้อนและเพิ่มจำนวนขึ้นในอาหาร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ส่งผลต่อคุณภาพอาหารเปลี่ยนไปจนไม่เป็นที่ยอมรับ ลักษณะการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ การเกิดกลิ่นรสผิดปกติ เช่น เกิดสารระเหยที่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวและรสเปรี้ยวจากกรดอินทรีย์ การเปลี่ยนสี เป็นต้น แบคทีเรียบางชนิดสร้างรงควัตถุได้สารแคโรทีนอยด์ และแบคทีเรียโอสโคลโรฟิลล์ รวมถึงการเกิดเมือกที่ผิวเกิดจากแบคทีเรียที่มีแคปซูล ซึ่งเป็นสารพอลิแซ็กคาไรด์ เมื่อแบคทีเรียเจริญเพิ่มจำนวนมากขึ้นในอาหาร ทำให้อาหารเกิดลักษณะเป็นเมือก เหนียวยืด [17]

4.2 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาขนมถ้วยต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของขนมถ้วยระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน (Figure 2) พบว่า ที่ 4 องศา

เซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างของขนมถ้วย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่างไม่มีการเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 คือ มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.0 ส่วนที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 30 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ($p\leq 0.05$) โดยมีค่าแปรผกผันกับระยะเวลาในการเก็บรักษา ตั้งแต่วันที่ 2 จนถึงวันที่ 7 ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจาก 6.0 เหลือ 2.5

การลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่างอาจเกิดจากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ผลิตรกรดอินทรีย์ [18] ซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสีย อุณหภูมิที่เก็บรักษาอาหาร สภาพบรรยากาศที่ล้อมรอบอาหาร ความชื้นสัมพัทธ์และเวลา ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์และเป็นปัจจัยกำหนดกลุ่มหรือชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสีย เช่น อาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีสูง และค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่า 5.0 มักจะเสื่อมเสียโดยแบคทีเรีย เนื่องจากสภาวะดังกล่าวแบคทีเรียสามารถเจริญได้รวดเร็วกว่า ส่วนอาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 4.2 มักจะเสื่อมเสียจากยีสต์และเชื้อรา ถึงแม้ว่าอาหารจะมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีสูงก็ตาม สภาพความเป็นกรด-ด่างในอาหารแต่ละชนิดจะแตกต่างกันและมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ราส่วนมากจะเจริญได้ในช่วงที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง กว้างกว่ายีสต์และแบคทีเรีย ราหลายชนิดเจริญได้ดีในสภาพที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่อนข้างต่ำหรือเป็นกรดสูง ซึ่งยีสต์และแบคทีเรียจะไม่เจริญ ยีสต์ส่วนมากเจริญได้ดีในที่ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4-4.5 แต่จะไม่เจริญในสภาพที่เป็นเบสหรือค่าความเป็นกรด-ด่าง สูง และแบคทีเรียส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีในสภาพที่ใกล้เคียงเป็นกลางหรือเป็นกลาง แต่แบคทีเรียที่สร้างกรดจะเจริญได้ดีในสภาพที่เป็นกรด ส่วนแบคทีเรียที่สร้างเอนไซม์สำหรับย่อยโปรตีนได้ จะเจริญได้ดีในช่วงที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงหรือมีสภาพเป็นเบส [18]

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

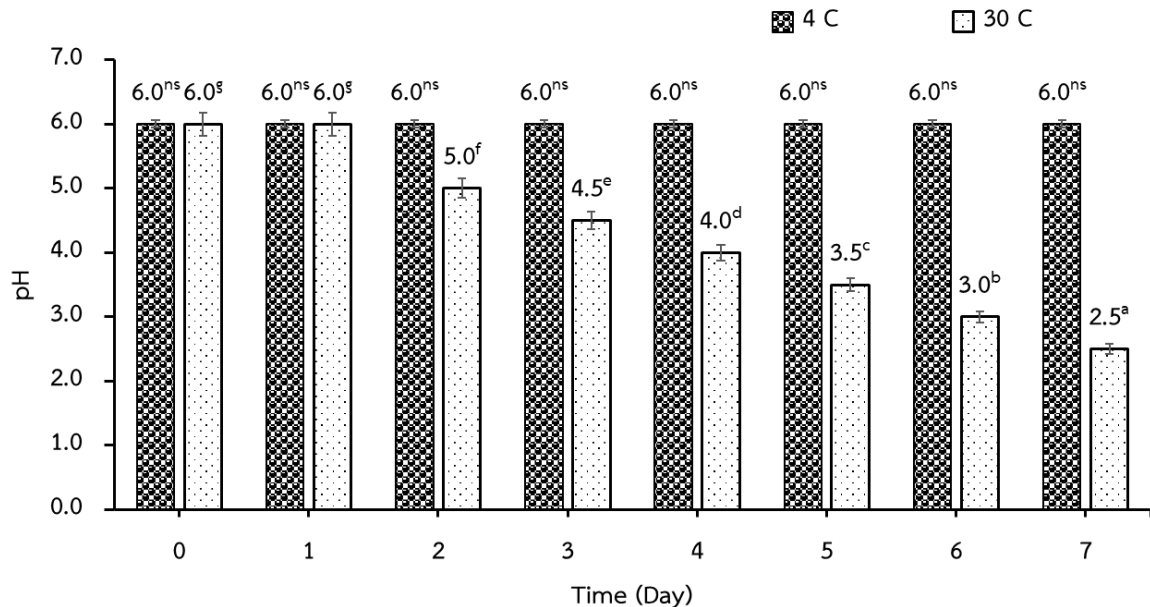


Figure 2 pH change of kanomtuay when kept at 4 °C and 30 °C for 7 days

note: ^{a-g} means within each bar indicate significant differences ($P \leq 0.05$) using Duncan's multiple range test.

^{ns} means within each bar indicate non-significant differences ($P > 0.05$) using Duncan's multiple range test.

4.3 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาขนมถ้วยต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

คุณภาพทางจุลินทรีย์ของขนมถ้วยเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน โดยการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา พบว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^4 โคโลนี ในตัวอย่าง 1 กรัม และไม่มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน แสดงว่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของขนมไทย [9] ซึ่งกำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี ในตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่ปรากฏราให้เห็นอย่างชัดเจน ดังนั้นขนมถ้วยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่ามีจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่า 1×10^4 โคโลนี ในตัวอย่าง 1 กรัม มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งเกินกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของขนมไทย [9] เกิดการเน่าเสียไม่สามารถบริโภคได้

สอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้อธิบายไว้ในผลของลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง

สรุปผล

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ โดยใช้เนื้อลำไยสดปั่นละเอียด และนมถั่วเหลืองมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไปอยู่ในระดับขอบปานกลาง โดยใช้เนื้อลำไยสดปั่นละเอียดร้อยละ 54.0 ในตัวขนม และใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในหน้าขนมถ้วยในอัตราส่วนร้อยละ 50 เป็นสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาขนมถ้วยได้นานขึ้น โดยยังไม่เกิดการเสื่อมเสีย แต่จะส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของขนมคือทำให้ผิวหน้าของขนมแห้ง และตัวขนมมีลักษณะแข็งเป็นไต องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยในระดับ

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

อุตสาหกรรม เช่น การใช้แปงัดแปรปรับปรุงคุณภาพของขนมถ้วยแช่แข็งที่มีอายุการเก็บที่ยาวนานขึ้น และสะดวกต่อการขนส่ง การเติมเมล็ดธัญพืช ผัก หรือผลไม้ที่เป็นชิ้นขนาดเล็ก ตามความเหมาะสมเพื่อเพิ่มรสชาติ และตกแต่งให้เกิดลักษณะปรากฏที่ดีขึ้น รวมถึงการประยุกต์ใช้การบรรจุในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere packaging) อาจช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานขึ้น เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่สัญญา 5/2560

เอกสารอ้างอิง

- [1] Arkanit, K. (1996). The production of canned reconstituted coconut milk partially replaced with vegetable oil. Master's thesis. Bangkok: Kasetsart University.
- [2] Kusump, S. Maneesilasun, N. and Wonganutthara, V. (2011). Substitution of soy protein isolate for non fat dry milk in low fat ice cream. Thai Journal of Science and Technology. 19(1): 48-59.
- [3] Plant varieties protection office. (2017). Longan. [Online] Available from http://www.doa.go.th/pvp/images/stories/top03_doc_vichakarn/longan.pdf [Accessed April, 17, 2018]
- [4] Soong, Y.Y. and Barlow, P.J. (2006). Quantification of gallic acid and ellagic acid from longan seed and mango kernel and their effects on antioxidant activity. Food Chemistry. 97(3): 524-530.
- [5] Rangkadilok, N., Worasuttayayangkurn, L., Bennett, R. and Satayavivad, J. (2005). Identification and quantification of polyphenolic compounds in longan (*Euphoria longana* Lam.) fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53(5): 1387-1392.
- [6] Woo, T.M. and Robinson, M.V. (2016). Pharmacotherapeutics for advanced practice nurse Prescribers. F.A. Davis Company, Philadelphia, Pennsylvania.
- [7] Duncan, D.B. (1995). Multiple range and multiple F tests. Biometrics. 11: 1-42.
- [8] Association of Official Analytical Chemists (AOAC International). (2012). Official methods of analysis. 19th ed., Washington, D.C.
- [9] Thai industrial standards institute. (2003). Thai community product standard (Thai desserts) 1/2546. [Online] Available from <http://app.tisi.go.th/otop/standard/standards.html>. [Accessed October, 16, 2017]
- [10] Department of health. (1992). Nutrition information for Thai food. Bureau of nutrition, Department of health, Ministry of public health. [Online] Available from <http://nutrition.anamai.moph.go.th>. [Accessed September, 18, 2017]
- [11] Tangkanakul, P. (2002). Factors affecting the quality of tofu. Food (Thailand). 32(2): 92-97.
- [12] Rapporn, C. (2004). Effect of high pressure on physical and sensory properties of soft tofu. Master's thesis. Songkla: Prince of Songkla University.

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

- [13] Sirison, J. and Puechkamut, Y. (2009).
Formulation of imitation pasteurized
coconut milk using soybean milk. [Online]
Available from [http://doi.nrct.go.th/
ListDoi/listDetail? Resolve_Doi=10.14457/
KMITL.res.2009.40](http://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_Doi=10.14457/KMITL.res.2009.40) [Accessed February, 25,
2018]
- [14] Phunchpoon, T. (1994). Fat replacer.
Journal of the Department of Science
Service. 42: 20-24.
- [15] Tubbiyam, P. (2006). Soybean milk
supplemented with Job's tear milk and
nata de soya. Master's thesis. Bangkok:
Kasetsart University.
- [16] Rattanapanone, N. (2006). Food chemistry.
Odeon Store, Bangkok. 504.
- [17] Samanurat, M. (2014). Bacterial inhibition of
biopreservative producing psychrotrophic
lactic acid bacteria. Master's thesis.
Songkla: Prince of Songkla University.
- [18] Kongbangkerd, T. (2003). Food Microbiology.
Department of Agro-Industry. Naresuan
University.

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th