

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตถ้วยทาร์ตปราศจากกลูเตน A Study of Suitable Formula for Gluten-free Tart Cups Production

นรินทร์ เจริญพันธ์^{1*} และ กนกพร ภาคิฉาย²
Narin Charoenphun^{1*} and Kanokporn Pakeechai²

Received: October 17, 2018

Revised: December 13, 2018

Accepted: December 21, 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ้วยทาร์ตปราศจากกลูเตน โดยวางแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ ได้ส่วนประกอบหลักของถ้วยทาร์ตจำนวน 13 สูตร ซึ่งประกอบด้วยแป้งผสม (แป้งข้าวเจ้า แป้งมันฝรั่ง และแป้งมันสำปะหลัง) เนยสดชนิดเค็ม และน้ำตาลไอซิ่ง ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบทั่วไป ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากพื้นผิวตอบสนองของกราฟคอนทัวร์ พบว่า ร้อยละการสูญเสียระหว่างการอบของถ้วยทาร์ตแปรผันตรงกับปริมาณแป้งผสมและเนยสดชนิดเค็ม ค่าปริมาตรจำเพาะแปรผันตรงกับปริมาณเนย และค่าความแข็งแปรผันตรงกับปริมาณแป้งผสม สูตรที่เหมาะสมในการผลิตถ้วยทาร์ตปราศจากกลูเตนคือสูตรที่มีแป้งผสม เนยสดชนิดเค็ม และน้ำตาลไอซิ่ง ร้อยละ 50 30 และ 20 ตามลำดับ เป็นสูตรที่ได้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงที่สุด จากนั้นศึกษาการเสริมจมูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ งาดำ และสาหร่าย พบว่า สูตรที่มีการเสริมงาดำได้รับคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมสูงที่สุด (8.13±0.78 คะแนน) อยู่ในระดับชอบปานกลาง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ถ้วยทาร์ตปราศจาก กลูเตนเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ต้องการหลีกเลี่ยงอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตนได้

คำสำคัญ : ถ้วยทาร์ต ปราศจากกลูเตน แป้งข้าวเจ้า แป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลัง

ABSTRACT

This research aimed to optimize the ingredients to produce gluten-free tart cups. The thirteen formulations of tart cups consisting of mixed flour (non-glutinous rice flour, potato flour and cassava flour), salted butter and icing sugar were studied by using Mixture Design. Physical properties and sensory evaluation by untrained panelists were investigated. Obviously, the mixture response surface contour plots showed that the percentage baking loss of the tart cup varied proportionately with the mixed flour and salted butter content. The specific volume increased with increasing butter content. Moreover, hardness increased with increasing mixed flour content. Interestingly, a suitable formulation of gluten-free tart cup was 50% mixed flour, 30% salted butter and 20% icing sugar, respectively. This formulation had the highest score of appearance, flavor, taste, texture and overall liking. Furthermore, adding riceberry germ, black sesame seed and dried seaweed in tart cups were studied. The results showed that the formula with black sesame seed had the highest average overall liking score (8.13±0.78) with the level of like moderately. In conclusion, gluten-free tart cups are an alternative for consumers who want to avoid gluten containing foods.

Keywords: tart cups, gluten-free, non-glutinous rice flour, potato flour, cassava flour

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

¹Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

²Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Suvanabhumi, Ayutthaya

บทนำ

ทาร์ต (Tart) หมายถึง ขนมอบชนิดหนึ่งมักทำเป็นถ้วยขนาดเล็ก ซึ่งประกอบด้วยส่วนเปลือกและส่วนปรุงแต่งหน้า โดยส่วนเปลือกทำจากเนื้อแป้งที่มีส่วนผสมของไขมันเดียวกับพาย และปรุงแต่งหน้าด้วยส่วนผสมต่างๆ เช่น แยม ผลไม้ มะพร้าวชุดแห้ง ธัญพืช ถั่ว คัสตาร์ด เป็นต้น [1] ทาร์ตเป็นขนมที่ได้รับความนิยมในหลายประเทศ เช่น โปรตุเกส ฝรั่งเศส จีน ญี่ปุ่น รวมถึงในประเทศไทยมีแนวโน้มการบริโภคเพิ่มขึ้นในกลุ่มผู้บริโภคที่ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมอบ โดยทั่วไปถ้วยทาร์ตทำจากแป้งสาลี ซึ่งเป็นแป้งที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ เนื่องจากแป้งสาลีมีโปรตีนกลูเตน ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของโปรตีนกลูเตนิน (glutenin) และไกลอะดีน (gliadin) โดยจะสร้างพันธะไดซัลไฟด์ ทำให้กลูเตนมีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น สามารถเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากยีสต์หรือผงฟูเอาไว้ได้ ทำให้รักษารูปร่างของผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น ขนมปัง และเค้ก [2] ปัจจุบันผู้บริโภคจำนวนมากป่วยเป็นโรคแพ้อาหาร (coeliac disease) ซึ่งมีผลกระทบต่อประมาณร้อยละ 1 ของประชากรโลก และมีแนวโน้มของจำนวนผู้ป่วยเพิ่มสูงขึ้นทุกปี [3] โรคแพ้อาหารเป็นอาการตอบสนองของระบบในร่างกายที่มีต่อสิ่งแปลกปลอมที่มากกระตุ้นจากการได้รับอาหารที่มีกลูเตน และเมื่อผ่านกระบวนการย่อย กลูเตนจะผ่านเข้าสู่ส่วนของผนังลำไส้เล็กซึ่งมีวิลลัส (villi) ทำหน้าที่ช่วยดูดซึมสารอาหาร ในผู้ที่แพ้กลูเตนระบบภูมิคุ้มกันอัตโนมัติของร่างกายจะผลิตแอนติบอดีออกมา การตอบสนองต่อวิลลัสที่มีกลูเตนเกาะอยู่ที่ผิวเซลล์ เสมือนเป็นสิ่งแปลกปลอม และทำลายวิลลัส ทำให้เกิดการบวมแดง อักเสบ และมีอาการต่างๆ ได้แก่ อาการปวดท้อง คลื่นไส้ มีลมในกระเพาะ เจ็บป่วย ท้องเสียหรือท้องผูก กินอาหารได้น้อย และน้ำหนักลด การที่เนื้อเยื่อในลำไส้เล็กเกิดการอักเสบ และถูกทำลายทำให้ไม่สามารถทำหน้าที่ดูดซึมสารอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพดั้งเดิม ส่งผลให้ร่างกายขาดสารอาหารชนิดต่างๆ รวมทั้งเกลือแร่ และวิตามิน ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพหลายประการ โรคแพ้อาหารจัดเป็น โรคเรื้อรังตลอดชีวิต

ปัจจุบันยังไม่มียารักษา วิธีป้องกันที่ดีที่สุด คือหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตนหรือรับประทานอาหารชนิดปราศจากกลูเตน [4] การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารปราศจากกลูเตนหรือกลูเตนต่ำด้วยแป้งจากพืชอื่นทดแทนแป้งสาลี เช่น แป้งมันเทศ [5] และแป้งข้าว [6] ซึ่งเป็นแป้งที่ไม่มีโปรตีนกลูเตนเป็นองค์ประกอบและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง การใช้แป้งมันเทศและแป้งข้าวในปริมาณที่เหมาะสม ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลี ซึ่งสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการลดการบริโภคอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตนหรือกลุ่มผู้บริโภคเป็นโรคแพ้อาหารได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตถ้วยทาร์ตปราศจากกลูเตนด้วยแป้งจากพืชอื่นทดแทนแป้งสาลี รวมถึงการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่ผลิตได้ โดยองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตทาร์ตปราศจากกลูเตนเพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ต้องการหลีกเลี่ยงอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตนได้

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การศึกษาผลของการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนของแป้ง เนยสดชนิดเค็ม และน้ำตาลไอซิ่งต่อคุณภาพของถ้วยทาร์ตปราศจากกลูเตน

1.1 การเตรียมถ้วยทาร์ตปราศจากกลูเตน

การทดลองหาสูตรเบื้องต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตถ้วยทาร์ต การเตรียมแป้งผสมที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 65 แป้งมันฝรั่งร้อยละ 25 แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 10 และแซนแทนกัมร้อยละ 1.5 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับการใช้แป้งสาลีร้อยละ 100 [7] โดยใช้แผนการทดลองแบบ mixture design กำหนดปริมาณแป้งผสมอยู่ในช่วงร้อยละ 30 ถึง ร้อยละ 70 เนยสดชนิดเค็มร้อยละ 10 ถึง ร้อยละ 50 และน้ำตาลไอซิ่งร้อยละ 10 ถึง ร้อยละ 30 คัดเลือกสูตรสำหรับใช้ในการทดลอง โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจุดบนพื้นที่รูปหกเหลี่ยม จากแผนการทดลองแบบ

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

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

²คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ศูนย์วาสุกรี พระนครศรีอยุธยา

mixture design ที่กระจายอยู่ทุกๆ ส่วนของบริเวณที่กำหนด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมสูตรในขอบเขตที่

แปรผันส่วนประกอบมากที่สุดได้สูตรที่คัดเลือกมา 13 สูตร (Table 1)

Table 1 Formulation of tart cups by a 3-component* mixture design

Formulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Mixed flour (g)	40	60	55	50	45	40	30	70	70	30	60	60	40
Salted butter (g)	35	20	20	30	40	50	50	10	20	40	10	25	40
Icing (g)	25	20	25	20	15	10	20	20	10	30	30	15	20

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

ซึ่งส่วนผสมหลักซึ่งประกอบด้วย แป้งผสม เนยสดชนิดเค็ม น้ำตาลไอซิ่ง และ ไข่ไก่ 10 กรัม ตามลำดับ โดยการผลิตด้วยทาร์ต เริ่มจากชั่งน้ำหนักส่วนผสมตามสูตร ร่อนแป้งผสมเตรียมไว้ จากนั้นตีเนยสดในเครื่องผสมอาหาร (FRY KING, FR-089B, China) ด้วยความเร็วปานกลางจนเนยเริ่มนุ่มและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน ใส่ น้ำตาลไอซิ่งและไข่ไก่ตีให้เข้ากัน ใส่แป้งผสมลงไป ใช้ความเร็วต่ำในการผสม จากนั้นปิดด้วยฟิล์มสำหรับหุ้มอาหาร แช่ในตู้เย็น 15 นาที รีดใส่พิมพ์ทาร์ต แช่ในตู้เย็น 10 นาที จากนั้นใช้ช้อนจิ้มบริเวณตรงกลางด้วยทาร์ตก่อนนำเข้าเตาอบด้วยอุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำถ้วยทาร์ตออกจากเตาอบ ทิ้งให้เย็นบรรจุในภาชนะพลาสติกปิดสนิท

1.2 การวิเคราะห์คุณภาพของถ้วยทาร์ตปราศจากกลิ่น

สังเกตลักษณะปรากฏของถ้วยทาร์ตที่ผลิตได้ทั้ง 13 สูตร วิเคราะห์หาค่าการสูญเสียในระหว่างการอบ (baking loss) จากการชั่งน้ำหนักถ้วยทาร์ตก่อนอบด้วยเครื่องชั่ง (Zepper EPS-3001, จีน) และชั่งน้ำหนักถ้วยทาร์ตหลังการอบ [8] นำค่าน้ำหนักที่ได้มาคำนวณเป็นร้อยละการสูญเสียในระหว่างการอบ ดังสมการ การสูญเสียในระหว่างการอบ (ร้อยละ) = $\frac{(\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ})}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$

หาปริมาณจำเพาะของถ้วยทาร์ต [9] ชั่งน้ำหนักของถ้วยทาร์ตหลังอบแล้วหาปริมาณด้วยวิธีการแทนที่

ปริมาณจำเพาะ (ลูกบาศก์เซนติเมตร/กรัม) = $\frac{(\text{ปริมาตรงาเริ่มต้น} - \text{ปริมาตรงาหลังแทนที่ด้วยถ้วยทาร์ต})}{\text{น้ำหนักถ้วยทาร์ต}}$

วัดความแข็งของถ้วยทาร์ตด้วยเครื่องวัดความแข็ง (Daiichi FG 520K, Japan) ใช้ cylinder probe ชนิดหัวกรวย ค่าแรงกดที่วัดได้เป็นหน่วยนิวตัน (N) วัดค่าสีของมันเทศด้วยเครื่องวัดสี (Minolta colorimeter CR-400, Japan) ด้วยระบบ CIE โดยค่า L* หรือความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว), ค่า a* (+a = สีแดง, -a = สีเขียว), ค่า b* (+b = สีเหลือง, -b = สีน้ำเงิน), ค่า C* ความเข้มของสีที่ปรากฏ และ H° เข้าใกล้ 0 องศา หมายถึง วัดจะอยู่ในกลุ่มสีแดง ค่า H° เข้าใกล้ 90 องศา หมายถึง วัดจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง ค่า H° เข้าใกล้ 180 องศา หมายถึง วัดจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว ค่า H° เข้าใกล้ 270 องศา หมายถึง วัดจะอยู่ในกลุ่มสีน้ำเงิน 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) [10] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม 1 สูตร ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทาร์ตปราศจากกลิ่น โดยค่าคุณภาพที่ได้ คือ ค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการอบ ปริมาตรจำเพาะ ความแข็ง ค่าที่ได้จากการวัดสี และผลจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส คัดเลือกสูตรที่

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

¹Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

²Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Suvanabhumi, Ayutthaya

เหมาะสมโดยสร้างกราฟคอนทัวร์ (contour plot) มาซ้อนทับกันเพื่อหาจุดที่เหมาะสมของปริมาณแป้งผสม ปริมาณเนยสดชนิดเค็ม และปริมาณน้ำตาลไอซิ่ง เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทาร์ตปราศจากกลูเตนต่อไป

2. การศึกษาผลของการเสริมจมูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ งามดำ และสาหร่ายในการผลิตด้วยทาร์ตปราศจากกลูเตนต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในข้อ 1 นำมาศึกษาผลของการเสริมจมูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ งามดำ และสาหร่ายเปรียบเทียบกับสูตรดั้งเดิม โดยการผลิตทาร์ต 4 สูตร คือ สูตรที่มีการเติมจมูกข้าวไรซ์เบอร์รี่บดละเอียด สูตรงามดำ สูตรสาหร่ายอบแห้งบดละเอียด ในอัตราส่วนร้อยละ 2 ของส่วนผสมทั้งหมด เปรียบเทียบกับสูตรดั้งเดิม โดยสังเกตลักษณะปรากฏของถัวยทาร์ตที่ผลิตได้ และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบทั่วไป 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) [10] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนของแป้ง เนยสดชนิดเค็ม และน้ำตาลไอซิ่งต่อคุณภาพของถัวยทาร์ตปราศจากกลูเตน

ลักษณะที่สังเกตได้ของถัวยทาร์ต ซึ่งมีปริมาณของแป้งผสม เนยสดชนิดเค็ม และน้ำตาลไอซิ่งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่าถัวยทาร์ตทั้ง 13 สูตร มีลักษณะปรากฏที่แตกต่างกัน สูตรที่ 1 5 และ 6 ขึ้นรูปยาก เนื้อสัมผัสค่อนข้างและ หลังการอบถัวยทาร์ตมีสีเหลืองอ่อน กรอบ ร่วน แตกหักง่าย กลิ่นหอม สูตรที่ 2 3 และ 12 ขึ้นรูปยาก เนื้อสัมผัสค่อนข้างแน่น หลังการอบถัวยทาร์ตมีสีเหลืองอ่อน กรอบ แน่น ค่อนข้างแข็ง กลิ่นหอม สูตรที่ 7 10 และ 13 ขึ้นรูปยาก เนื้อสัมผัส

ค่อนข้างและหลังการอบถัวยทาร์ตมีสีเหลืองอ่อน ร่วน แตกหักง่าย มีไขมันค่อนข้างเยอะ มีกลิ่นเนยชัดเจน สูตรที่ 8 9 และ 11 ขึ้นรูปยากมาก เนื้อสัมผัสแห้งไม่ค่อยมีความชื้นทำให้เนื้อทาร์ตไม่จับตัวกัน ร่วน หลังการอบถัวยทาร์ตมีสีขาวหม่น เนื้อสัมผัสค่อนข้างแห้ง ร่วน แตกหักง่าย มีกลิ่นแป้งชัดเจน สูตรที่ 4 ขึ้นรูปง่าย เนื้อสัมผัสดี ไม่แข็งหรืออ่อนเกินไปหลังการอบถัวยทาร์ตสีเหลืองอ่อน เนื้อสัมผัสกรอบกำลังดี ไม่ร่วน หรือแข็งเกินไป กลิ่นหอม ใกล้เคียงกับทาร์ตที่ผลิตจากแป้งสาลี ลักษณะปรากฏที่แตกของถัวยทาร์ตทั้ง 13 สูตร เป็นผลจากการใช้อัตราส่วนของแป้งผสม เนยสดชนิดเค็ม และน้ำตาลไอซิ่งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และผลจากปฏิบัติการเฉพาะหน่วยระหว่างกระบวนการผลิตและการให้ความร้อนด้วยวิธีการอบ ซึ่งเป็นการทำให้สุกโดยใช้ความร้อนแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของถัวยทาร์ตระหว่างกระบวนการอบ อาทิ การทำให้อาหารสุก โดยทำให้แป้งเกิดการเจลาติไนซ์ และโปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ การสูญเสียไอน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น [11]

ร้อยละการสูญเสียระหว่างการอบของถัวยทาร์ตจากพื้นผิว mixture response surface contour plots แสดงใน Figure 1 พบว่า ทาร์ตทั้ง 13 สูตรมีค่าร้อยละการสูญเสียระหว่างการอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) แนวโน้มของค่าร้อยละการสูญเสียระหว่างการอบของถัวยทาร์ตแปรผันตรงกับปริมาณแป้งผสมและเนยสด ร้อยละการสูญเสียไอน้ำหนักระหว่างการอบทาร์ตเกิดจากการสูญเสียความชื้นระหว่างการอบ [11] ความร้อนระหว่างการอบทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนทั้งแบบการพาความร้อนรวมกับการแผ่รังสี ไปที่ผิวหน้าของอาหาร และนำความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในชิ้นอาหาร ระหว่างการอบยังมีการถ่ายเทมวลออกจากผิวของอาหาร ทำให้อาหารมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยเฉพาะบริเวณผิวหน้าของอาหาร น้ำในอาหารจะระเหยออกไป เกิดการเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อคุณภาพด้านต่างๆ ของอาหาร รวมถึงการสูญเสียไอน้ำหนัก โดยในระหว่างการอบเพื่อทำให้ทาร์ตสุกนั้น เมื่อแป้งได้รับความร้อนจะเกิด

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

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

²คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ ศูนย์วาสุกรี พระนครศรีอยุธยา

การสุกคล้ายเจล หรือเกิดการเจลาติไนซ์ (gelatinization) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ของน้ำแป้งเมื่อได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะไมโลส และอะไมโลเพกทินที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัว และรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ [2]

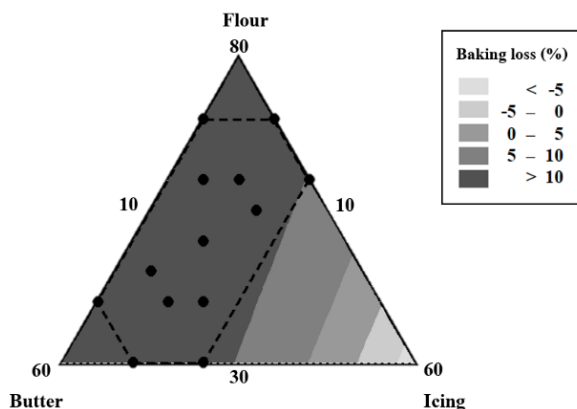


Figure 1 Baking loss of tart cups by a 3-component mixture design

ปริมาตรจำเพาะของถัวยทาร์ตหลังการอบจากพื้นผิว mixture response surface contour plots แสดงใน Figure 2 พบว่า ทาร์ตทั้ง 13 สูตรมีปริมาตรจำเพาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ปริมาตรจำเพาะของถัวยทาร์ตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผันตรงกับการเพิ่มปริมาณเนยสด อาจเนื่องจากในส่วนผสมของถัวยทาร์ตไม่มีส่วนผสมของแป้งสาลีซึ่งมีโปรตีนกลูเตน ซึ่งมีความสามารถในการเก็บอากาศได้ดี ดังนั้นในการทดลองนี้เนยจึงเป็นตัวแปรสำคัญที่มีส่วนช่วยในการเก็บอากาศในการผลิตถัวยทาร์ตปราศจากกลูเตน เนยสดเป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดหนึ่งที่ได้จากการปั่นนม เพื่อแยกเอาไขมันนมออกเพื่อนำมาแปรรูปเป็นเนย ซึ่งมีไขมันนมมากกว่าร้อยละ 80 มีปริมาณน้ำไม่เกินร้อยละ 16 เป็นอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (water-in-oil emulsion) อาจเติมเกลือเพื่อผลิตเป็นเนยเค็ม [2] ถัวยทาร์ตสูตรที่มีปริมาณไขมันสูง การขึ้นฟูของทาร์ตเกิดในระหว่างกระบวนการผลิตมีการ

ตีเนยเอาอากาศเข้าไป อนุภาคของไขมัน จะกักอากาศไว้แล้วขยายตัวระหว่างการอบ ดังนั้นถัวยทาร์ตสูตรที่มีปริมาณเนยสดค่อนข้างสูงอัตราการขยายตัวจะสูงส่งผลให้มีปริมาตรจำเพาะสูงด้วย

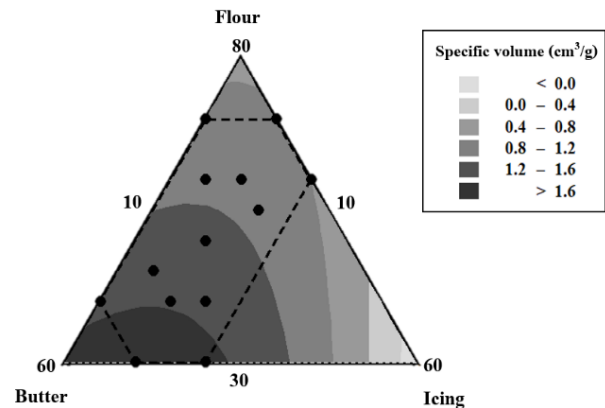


Figure 2 Specific volume of tart cups by a 3-component mixture design

ความแข็งของถัวยทาร์ตหลังการอบจากพื้นผิว mixture response surface contour plots แสดงใน Figure 3 พบว่าทาร์ตทั้ง 13 สูตรมีค่าความแข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ค่าความแข็งของถัวยทาร์ตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผันตรงกับการเพิ่มปริมาณแป้งผสมและน้ำตาลไอซิ่ง เมื่ออัตราส่วนของของแข็งในส่วนผสมเพิ่มขึ้นส่งผลให้ถัวยทาร์ตมีความแข็งเพิ่มขึ้น อีกทั้งแป้งผสมและน้ำตาลอยู่ในรูปของแข็งที่มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี กล่าวคือการเติมแป้งในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้ได้ถัวยทาร์ตที่มีเนื้อสัมผัสดี หากแป้งในสูตรมีปริมาณต่ำเกินไปไม่สามารถอุ้มน้ำได้ การขึ้นรูปจะทำได้ยาก แต่ถ้ามีปริมาณแป้งในสูตรที่มากเกินไป ปริมาณน้ำในส่วนผสมจึงมีอยู่จำกัดจะส่งผลให้แป้งดูดซับน้ำไม่เต็มที่ ถัวยทาร์ตที่ได้จะมีเนื้อสัมผัสที่แข็งมาก สอดคล้องกับผลการศึกษาค่าผลของปริมาณแป้งสาลีที่มีผลต่อความแข็งของคุกกี้ [12] พบว่าความแข็งของคุกกี้แปรผันตรงกับการเพิ่มปริมาณแป้งสาลีในส่วนผสมที่เพิ่มขึ้น

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

¹Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

²Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Suvanabhumi, Ayutthaya

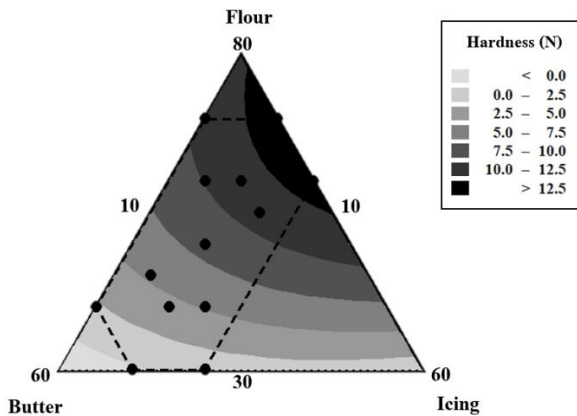


Figure 3 Hardness of tart cups by a 3-component mixture design

การเปลี่ยนแปลงสีของถ้วยทาร์ตหลังการอบ จากพื้นผิว mixture response surface contour plots แสดงใน Figure 4 พบว่า ทาร์ตทั้ง 13 สูตรมีค่า L^* , a^* , b^* , C^* และ H° แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ค่าความสว่าง (L^*) ของถ้วยทาร์ตมีแนวโน้มแปรผันตามปริมาณแป้งผสม เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งผสม สีของถ้วยทาร์ตหลังอบจะมีสีออกสีเขาวมากขึ้นตามสีของแป้งผสม ซึ่งประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้า แป้งมันฝรั่ง และแป้งมันสำปะหลัง ค่า a^* มีค่าเป็นบวกอยู่ในกลุ่มช่วงสีแดง ค่า a^* แนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเนยสดและน้ำตาลไอซิ่งเพิ่มขึ้น อาจเป็นผลจากการปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้อาหารเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (browning reaction) ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเกิดขึ้นได้ระหว่างการอบ เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดแอมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ซึ่งในส่วนผสมทาร์ตมีเนยสด และไข่ไก่เป็นส่วนผสม โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยา ผลิตภัณฑ์ได้จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นสารประกอบหลายชนิด ที่ให้สีน้ำตาลและกลิ่นรสต่างๆ ทั้งที่พึงประสงค์ และไม่พึงประสงค์ เช่น สีน้ำตาลที่เกิดขึ้นระหว่างการอบ [2] ค่า b^* มีค่าเป็นบวกอยู่ในกลุ่มช่วงสีเขียว และค่า C^* แสดงความเข้มของสีปรากฏ มีแนวโน้มแปรผันตรงกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณเนยสดและแป้งผสม จากการ

สังเกตลักษณะปรากฏสูตรที่มีปริมาณเนยสดสูง สีของถ้วยทาร์ตจะมีสีเหลืองชัดเจน สอดคล้องกับค่า H° ถ้วยทาร์ตทั้ง 13 สูตรมีค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ 90 องศา หมายถึงวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว

นำกราฟของค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการอบ ปริมาตรจำเพาะ ความแข็ง การเปลี่ยนแปลงค่าสี L^* , a^* , b^* , C^* และค่า H° มาซ้อนทับกันเพื่อหาพื้นที่ (Figure 5) ในการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม โดยเลือกจากพื้นที่ที่มีค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการอบมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 9-13 ปริมาตรจำเพาะมีค่าอยู่ระหว่าง 1-2 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม ค่าความแข็งมีค่าอยู่ระหว่าง 7-10 นิวตัน ค่า L^* มีค่าอยู่ระหว่าง 60-80 ค่า a^* มีค่าอยู่ระหว่าง 0-15 ค่า b^* มีค่าอยู่ระหว่าง 20-40 ค่า C^* มีค่าอยู่ระหว่าง 20-40 และค่า H° มีค่าอยู่ระหว่าง 75-85 เป็นเกณฑ์กำหนดในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม จาก Figure 5 พบว่าพื้นที่ที่ทับกัน (อักษร A) เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมของส่วนผสมผลิตภัณฑ์ถ้วยทาร์ต โดยสูตรที่ 4 เป็นสูตรที่มีปริมาณอยู่ในพื้นที่ทับกัน ซึ่งมีปริมาณแป้งผสมอยู่ในช่วงร้อยละ 50 ปริมาณเนยสดชนิดเค็มอยู่ในช่วงร้อยละ 30 และปริมาณน้ำตาลไอซิ่ง อยู่ในช่วงร้อยละ 20 นำข้อมูลที่ได้ไปพิจารณาพร้อมกับข้อมูลที่ได้จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไป 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale (Table 2) พบว่า ตัวถ้วยทาร์ตทั้ง 13 สูตรมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 4 เป็นสูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ (7.50 ± 0.57) กลิ่น (7.23 ± 0.43) รสชาติ (7.50 ± 0.57) เนื้อสัมผัส (7.70 ± 0.73) และความชอบรวม (7.60 ± 0.72) สูงที่สุด เมื่อพิจารณาจากผลของลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการอบ ปริมาตรจำเพาะ ความแข็ง และผลจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส สูตรที่ 4 ให้ลักษณะที่ดี เป็นสูตรที่ขึ้นรูปง่าย เนื้อสัมผัสดี ไม่แข็งหรืออ่อนเกินไป หลังการอบถ้วยทาร์ตสีเหลืองอ่อน เนื้อสัมผัสกรอบกำลังดี ไม่ร่วน หรือแข็งเกินไป กลิ่นหอม ใกล้เคียงกับทาร์ตที่ผลิตจากแป้งสาลี และมี

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

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

²คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดอนเมือง ศูนย์วาสุกรี พระนครศรีอยุธยา

คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด สูตรนี้ประกอบด้วย แป้งผสมร้อยละ 50 เนยสดชนิดเค็มร้อยละ 30 และน้ำตาลไอซิ่งร้อยละ 20 จึงเป็นสูตรที่มีความ

เหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ถ้วยทาร์ตปราศจากกลูเตนในขั้นตอนต่อไป

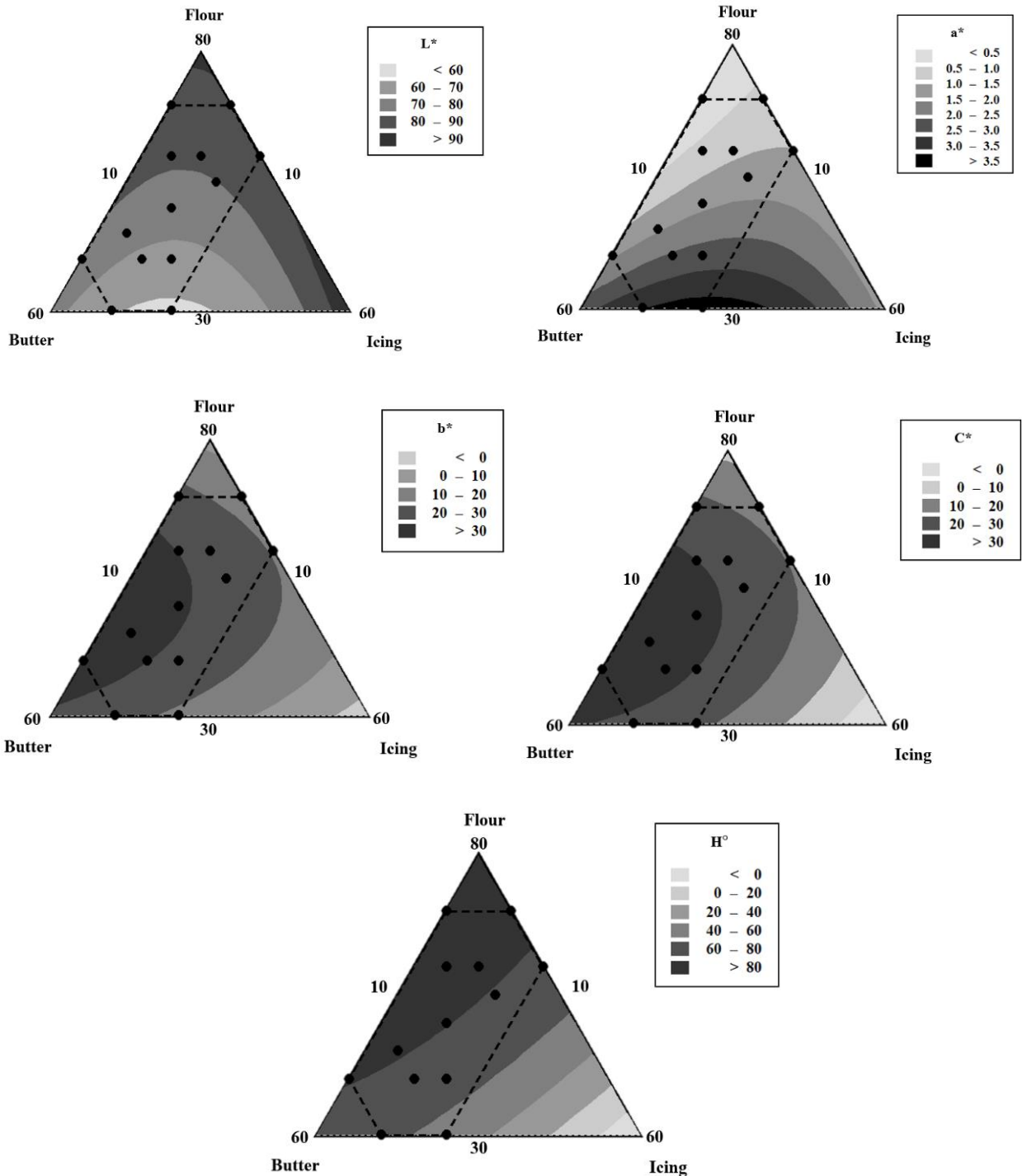


Figure 4 Color change of tart cups by a 3-component mixture design

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

¹Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

²Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Suvanabhumi, Ayutthaya

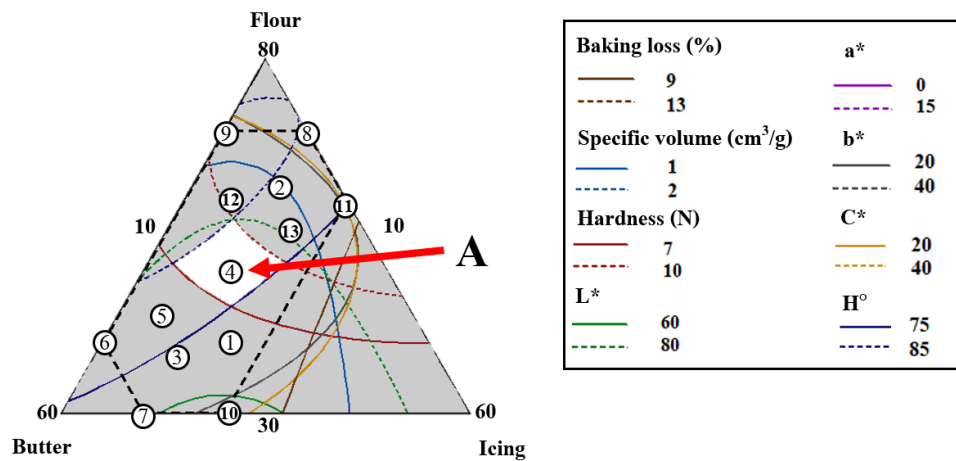


Figure 5 Contour plot for optimum overlapping (A) of tart cup formulations

Table 2 The liking score (n = 30) for thirteen formulations of tart cups

Formulation	Attribute				
	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall liking
1	4.60±0.93 ^c	6.90±0.66 ^a	6.87±0.78 ^b	3.40±1.07 ^c	3.37±1.00 ^{cd}
2	7.07±0.83 ^b	6.03±1.07 ^b	6.93±0.74 ^b	2.60±1.19 ^d	3.87±1.43 ^c
3	7.10±0.88 ^b	6.07±1.05 ^b	6.97±0.72 ^b	2.57±1.17 ^d	3.90±1.52 ^c
4	7.50±0.57 ^a	7.23±0.43 ^a	7.50±0.57 ^a	7.70±0.73 ^a	7.60±0.72 ^a
5	4.53±0.86 ^c	6.93±0.69 ^a	6.73±0.98 ^b	3.33±1.06 ^c	3.30±1.12 ^d
6	4.43±0.90 ^c	6.87±0.68 ^a	6.53±1.33 ^b	3.07±1.11 ^c	3.03±0.89 ^{de}
7	4.43±0.57 ^c	5.97±1.03 ^b	6.90±0.71 ^b	1.80±1.71 ^e	2.63±1.19 ^e
8	1.43±0.50 ^d	1.50±0.51 ^c	1.77±0.73 ^c	1.17±0.38 ^f	1.23±0.43 ^f
9	1.47±0.57 ^d	1.53±0.57 ^c	1.83±0.75 ^c	1.20±0.48 ^f	1.30±0.53 ^f
10	4.50±0.57 ^c	6.03±1.00 ^b	6.97±0.67 ^b	1.87±0.78 ^e	2.70±1.12 ^e
11	1.57±0.82 ^d	1.63±0.81 ^c	1.90±0.76 ^c	1.30±0.79 ^f	1.37±0.61 ^f
12	7.07±0.87 ^b	6.17±1.02 ^b	6.83±0.91 ^b	6.30±1.12 ^b	6.60±0.77 ^b
13	4.47±0.57 ^c	6.00±1.02 ^b	6.93±0.69 ^b	1.77±0.73 ^e	2.63±1.19 ^e

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

2. ผลของการเสริมจมูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ งาดำ และสาหร่ายในการผลิตถ้วยทาร์ตปราศจากกลูเตนต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

ผลของการเสริมคุณค่าทางโภชนาการในถ้วยทาร์ตปราศจากกลูเตนด้วยการเสริมจมูกข้าวไรซ์เบอร์รี่

งาดำ และสาหร่าย เปรียบเทียบกับสูตรดั้งเดิม (Figure 6) เมื่อนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไป 30 คน (Table 3) พบว่าสูตรงาดำ มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ (7.97±0.81) กลิ่น (8.00±0.91) รสชาติ (8.07±0.64) เนื้อ

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

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

²คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ศูนย์วาสุกรี พระนครศรีอยุธยา

สัมผัส (8.23 ± 0.68) และความชอบรวม (8.13 ± 0.78) สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น โดยภาพรวมสูตรที่มีการเสริมจมูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ งาดำ และสาหร่ายมีแนวโน้มคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงกว่าสูตรดั้งเดิม โดยการเสริมคุณค่าทางโภชนาการด้วยจมูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ งาดำ และสาหร่าย เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค จมูกข้าวหรือคัพพะเป็นตำแหน่งรวมของส่วนที่จะงอกเป็นต้นข้าวต้นใหม่ อุดมไปด้วยสารอาหาร แร่ธาตุและวิตามินเพื่อการเจริญเติบโต สารอาหารที่มีมากคือโปรตีน ไขมัน วิตามินบีและวิตามินอี [13] นอกจากนี้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งเป็นข้าวที่มีสีม่วงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ด้วยทาร์ตที่ได้มีสีม่วงอ่อน โดยทั่วไปข้าวไรซ์เบอร์รี่มีสารแอนโทไซยานิน (anthocyanin) เป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารประกอบไกลโคไซด์หรือเอซิลไกลโคไซด์ที่จัดอยู่ในกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิกที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ [14] เมล็ดงาประกอบด้วย ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใย และแร่ธาตุสำคัญสูง ซึ่ง

น้ำมันชนิดอื่นๆ เมื่อสัมผัสกับอากาศจะเกิดการเหม็นหืน แต่น้ำมันงามีความคงตัวสูงสามารถต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันไม่เกิดการเหม็นหืนง่าย จึงมักใช้เป็นตัวเพิ่มความคงตัวของน้ำมันชนิดอื่น สารที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในน้ำมันงาเป็นสารกลุ่มลิกแนน และโทโคเฟอรอล เมล็ดงามีขนาดเล็กเกือบเป็นรูปไข่ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ และรสชาติดี [15] ในส่วนของสาหร่ายมีคุณค่าทางอาหารสูง เป็นแหล่งของแร่ธาตุ วิตามิน กรดอะมิโน กรดไขมัน และสารประกอบจากสาหร่ายได้รับการยอมรับว่ามีคุณสมบัติที่ดีในด้านต่างๆ ด้านเชื้อแบคทีเรียและการต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น [16] ดังนั้นการเสริมวัตถุดิบต่างๆ เข้าไปในถ้วยทาร์ต นอกจากจะช่วยปรับปรุงคุณภาพ ยังช่วยเสริมคุณค่าทางโภชนาการและสร้างความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย ซึ่งจะช่วยให้ตอบโจทย์ให้กับกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพ ให้มีทางเลือกในการรับประทานมากขึ้น



Figure 6 Appearance of tart cups from four formulations

Table 3 The liking score (n = 30) for four formulations of tart cups

Formulation	Attribute				
	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall liking
Original	7.50 ± 0.57^b	7.23 ± 0.43^b	7.50 ± 0.57^b	7.70 ± 0.73^b	7.60 ± 0.72^b
Riceberry Germ	7.60 ± 0.72^b	7.30 ± 0.60^b	7.60 ± 0.56^b	7.83 ± 0.75^b	7.73 ± 0.78^b
Black sesame seed	7.97 ± 0.81^a	8.00 ± 0.91^a	8.07 ± 0.64^a	8.23 ± 0.68^a	8.13 ± 0.78^a
Dried seaweed	7.53 ± 0.57^b	7.27 ± 0.45^b	7.57 ± 0.57^b	7.80 ± 0.71^b	7.63 ± 0.72^b

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

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

¹Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

²Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Suvanabhumi, Ayutthaya

สรุปผล

การศึกษาศูตรที่เหมาะสมในการผลิตถัวยาทาร์ดปราศจากกลูเตนช่วยตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการหลีกเลี่ยงอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตนได้เป็นอย่างดี องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ถัวยาทาร์ดปราศจากกลูเตนสำเร็จรูปที่สามารถต่อยอดการผลิตสู่ระดับอุตสาหกรรมได้ ทั้งยังสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคยุคใหม่ ที่ต้องการความสะดวกรวดเร็วและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ อาจมีการเติมเมล็ดธัญพืช ผัก หรือผลไม้ ที่เป็นชิ้นขนาดเล็ก ตามความเหมาะสมเพื่อเพิ่มรสชาติและตกแต่งให้เกิดลักษณะปรากฏที่ดี รวมถึงการศึกษารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่สัญญา 3/2561

เอกสารอ้างอิง

- [1] Thai industrial standards institute. Thai community product standard (Pies and Tarts) 524/2555, 2012. [Online] Available from: <http://app.tisi.go.th/otop/standard/standards.html>. [Accessed May, 31, 2018]
- [2] Rattanapanone, N. Food chemistry. Bangkok: Odeon Store, 2006, 504.
- [3] Fitterman, L. Inside the race for a celiac disease treatment. (2018). [Online] Available from: <https://www.allergyliving.com>. [Accessed May, 30, 2018]

- [4] Surojanametakul, V. (2013). Coeliac disease and the importance of gluten-free foods. Food Journal (Thailand). 43: 16-21.
- [5] Charoenphun, N. (2018). Development of cookie products from sweet potato. Journal of Food Technology, Siam University. 13(1): 32-43.
- [6] Somboonpanyakul, P., Hudthagosol, C., Meekhruerod, A., Lasukhang, W. and Chuaduangpuy, D. (2012). Development of sinlek brown rice cookie. Agricultural Science Journal. 43(2)(Suppl.): 565-568.
- [7] Charoenphun, N. and Kwanhian, W. (2018). Effect of flour from durian waste on quality of gluten free pasta. Thammasat Journal of Science and Technology. 26(5): 803-814.
- [8] 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: 1387-1394.
- [9] Sharma, P. and Gujral, H. (2014). Cookie making behavior of wheat-barley flour blends and effects on antioxidant properties. LWT – Food Science and Technology. 55: 301-307.
- [10] Duncan, D.B. (1995). Multiple range and multiple F tests. Biometrics. 11: 1-42.
- [11] Kotoki, D. and Deka, S.C. (2010). Baking loss of bread with special emphasis on increasing water holding capacity. Journal of Food Science and Technology. 47(1): 128-131.
- [12] Luangsakul, N., Katekasem, P., Suksawang, M. and Pomanansiri, S. (2012). The effects of the amount and type of wheat flour and mixing method on the quality of fortune

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

¹Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

²Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Suvanabhumi, Ayutthaya

- cookies. [Online] Available from: <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2555/KC4906034.pdf> [Accessed May, 30, 2018]
- [13] Nivikul, O. (2007). Rice: Science and Technology. Kasetsart University. Bangkok.
- [14] Ratthanatham, P., Laohakunjit, N. and Kerdchoechuen, O. (2013). Phenolic compound, anthocyanin and antioxidant activity of germinated colored rice. *Agricultural Science Journal*. 44 (2)(Suppl.): 441-444.
- [15] Srisayam, M., Weerapreeyakul, N. and Sribuarin, P. (2014). In vitro antioxidant activity of white, black and red sesame seeds. *Isan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 10(2): 136-146.
- [16] Yangthong, M. and Thawonsuwan, J. (2016). Nutritional evaluation and antibacterial activity of seaweeds. *Journal of Fisheries Technology Research*. 10(2): 68-77.

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

¹Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

²Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Suvanabhumi, Ayutthaya