

การจับตัวของแป้งต่อแห้วในทับทิมกรอบ
The Adhesion of Starch to Water Chestnut in Tup Tim Grob
(Coated Water Chestnut Pieces in Coconut Milk)

พรดารา เขตต์ทองคำ
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
Porndara Ketthongkam
Ramkhamhaeng University, Thailand
E-Mail : porndara.kk@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์หาปริมาณ อะไมโลสในแป้งมันสำปะหลัง และแป้งท้าวายม่อม 2) ศึกษาปริมาณการใช้แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวายม่อม : แป้งดัดแปร (modified starch) :- oxidized starch ในทับทิมกรอบ และ 3) ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยนำตัวอย่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งท้าวายม่อมที่ใช้ในการทดลองตรวจวิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลส ทดลองทำทับทิมกรอบโดยตัวอย่างที่ 1, 2, 3 และ 4 ใช้สัดส่วนของแป้งมันสำปะหลัง : แป้งดัดแปร ในระดับต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10 และ 85 : 15 ตามลำดับ ตัวอย่างที่ 5, 6, 7 และ 8 ใช้สัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวายม่อม : แป้งดัดแปร ในระดับต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละ 50 : 50 : 0, 47.5 : 47.5 : 5, 45 : 45 : 10 และ 42.5 : 42.5 : 15 ตามลำดับ วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน สุ่มแบบบังเอิญ โดยวางแผนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดลองแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล (Balanced Incomplete Block Design; BIB) ด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ 7-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมาก ถึง 7=ชอบมาก) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย F-test วิเคราะห์ความแปรปรวน One-way Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการทดลองพบว่า การวิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลสในแป้งมันสำปะหลัง และแป้งท้าวายม่อม เท่ากับ 19.54 g./100 g. และ 19.24 g./100 g. ตามลำดับ ผลการศึกษาปริมาณการใช้แป้งมันสำปะหลังต่อแป้งท้าวายม่อมต่อแป้งดัดแปร :- oxidized starch ในทับทิมกรอบ ตัวอย่างที่ 2 ใช้สัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง : แป้งดัดแปร ร้อยละ 95 : 5 มีคะแนนปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น ความใสของแป้ง การเกาะตัวของแป้ง และการยอมรับโดยรวม มากกว่าทุกตัวอย่าง โดยมีคะแนนเท่ากับ 6.04 ± 0.91 , 5.90 ± 1.12 , 5.97 ± 1.00 , 6.16 ± 0.94 และ 6.20 ± 0.82 ตามลำดับ รองลงมาคือตัวอย่างที่ 1 ใช้สัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง :

* วันที่รับบทความ : 31 มีนาคม 2566; วันแก้ไขบทความ 22 เมษายน 2566; วันตอบรับบทความ : 22 เมษายน 2566

Received: March 31 2023; Revised: April 22 2023; Accepted: April 22 2023

แป้งดัดแปร ร้อยละ 100 : 0 มีคะแนนเฉลี่ยด้านสี ความเหนียวของแป้ง ความนุ่มของแป้ง รสชาติ โดยมีคะแนนเท่ากับ 6.22 ± 0.91 , 5.90 ± 1.10 , 6.06 ± 0.97 และ 6.14 ± 1.03 ตามลำดับ ลำดับที่ 3 คือ ตัวอย่างที่ 3 ใช้สัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง : แป้งดัดแปร ร้อยละ 90 : 10 มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความใสของแป้ง การเกาะตัวของแป้ง ความเหนียวของแป้ง ความนุ่มของแป้ง รสชาติ และการยอมรับโดยรวม มีคะแนนเท่ากับ 5.88 ± 0.98 , 6.03 ± 0.96 , 5.70 ± 1.16 , 5.69 ± 0.96 , 5.79 ± 1.21 , 5.62 ± 1.22 , 5.76 ± 1.24 , 5.87 ± 0.97 และ 5.89 ± 1.00 ตามลำดับ ตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3 ทุกปัจจัยคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยที่หับทิมกรอบตัวอย่างที่ใช้สัดส่วน แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวายม่อม : แป้งดัดแปร ร้อยละ 5, 10 และ 15 กลับมีแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณร้อยละของแป้งดัดแปรมากขึ้น ในขณะที่ตัวอย่างที่ 5, 6, 7 และ 8 ทุกปัจจัยคุณภาพ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีคะแนนเฉลี่ยลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณร้อยละของแป้งดัดแปรมากขึ้น เช่นเดียวกัน

คำสำคัญ หับทิมกรอบ; แป้งออกซีไดซ์สตาร์ช; แป้งมันสำปะหลัง; แป้งท้าวายม่อม

Abstracts

The objectives are 1) To evaluate the amount of amylose in tapioca starch and arrowroot starch. 2) Study the amount of tapioca starch, arrowroot starch and modified starch :- oxidized starch used to prepare Tup Tim Grob and 3) Study sensory evaluation using the sample of tapioca starch and arrowroot starch used in the amylose evaluation above to prepare Tup Tim Grob. The first to fourth experiments used tapioca starch: arrowroot starch : oxidized starch in different percentages as 100: 0: 0, 95: 0: 5, 90: 0: 10, 85: 0: 15, 50: 50: 0, 47.5: 47.5: 5, 45: 45: 10, and 42.5: 42.5: 15 respectively. The experiments are applied by Completely Randomized Design (CRD) and randomly evaluate sensory on 100 consumers with Balanced Incomplete Block Design (BIB) with a 7-point hedonic scale (1=most dislike to 7= most like). The statistical analysis uses statistical package to compare the difference of averages with the F-test. Analyze variance by One-Way Analysis of Variance (ANOVA). Comparing the average by Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) at a confidence level percentage of 95 found that the amount of amylose in tapioca starch and arrowroot starch is 19.54 and 19.24 grams per 100 grams. The result represents that the second experiment used tapioca starch: arrowroot starch : oxidized starch percentage as 95: 0: 5 derived the most score in qualified appearance, odor, transparency of starch, adhesion of starch, and overall acceptance as 6.04 ± 0.91 , 5.90 ± 1.12 , 5.97 ± 1.00 , 6.16 ± 0.94 and 6.20 ± 0.82 respectively. Following the first experiment that used tapioca starch: arrowroot starch : oxidized starch as 100: 0: 0 derived the score of color, the stickiness of starch, tenderness of starch, and taste as 6.22 ± 0.91 , 5.90 ± 1.10 , 6.06 ± 0.97 and 6.14 ± 1.03 respectively. The third experiment used tapioca starch: arrowroot starch : oxidized starch as 90: 0: 10 derived the average score in qualified appearance, color, odor, transparency of starch, adhesion of starch, stickiness of starch, tenderness of starch, taste, and overall acceptance at 5.88 ± 0.98 , 6.03 ± 0.96 , 5.70 ± 1.16 , 5.69 ± 0.96 , 5.79 ± 1.21 , 5.62 ± 1.22 , 5.76 ± 1.24 , 5.87 ± 0.97 and 5.89 ± 1.00 respectively. All three experiments above have no significant difference in the qualified statistics factors ($p > 0.05$). The experiments that use tapioca starch: arrowroot starch : oxidized starch as 5, 10, 15 tended to have lower scores for sensory tests when increasing the proportion of modified starch. On the other hand, the

fifth to eighth experiments had a significant difference in statistics in all qualified factors ($p \leq 0.05$). Furthermore, their average score decreased when adding the modified starch percentage.

Keywords : Tup Tim Grob; Oxidized Starch; Tapioca Starch; Arrowroot Starch

บทนำ

ทับทิมกรอบ เป็นขนมไทยที่สามารถรับประทานได้ทุกฤดูกาล นิยมมากที่สุดในฤดูร้อน มีรสชาติหวาน เค็มเล็กน้อยจากกะทิ กลิ่นหอม เย็น คลายร้อนได้ดี ประกอบด้วยเม็ดทับทิมกรอบสีแดงและเม็ดทับทิมกรอบสีชมพู ซึ่งทำมาจากแห้ว ด้านนอกเป็นแป้งลักษณะใส นุ่ม หนึบ ห่อหุ้มอยู่ ซึ่งแป้งที่นิยมนำมาทำทับทิมกรอบนั้นคือแป้งมันสำปะหลัง บางตำรับใช้แป้งท้าวยายม่อมมาผสมด้วย (อบเชย อิมสบาย, 2553 : 92-93) ซึ่งแป้งทั้ง 2 ชนิดนี้เมื่อสุกแล้วจะให้ลักษณะใส และนุ่ม รวดด้วยน้ำเชื่อมที่ทำจากน้ำตาลทราย ปรงแต่งกลิ่นด้วยดอกมะลิหรือกลิ่นสังเคราะห์ มีกะทิสดจากการคั้นมะพร้าว หรือใช้กะทิอบควันเทียน ทำให้มีรสชาติอร่อย และมีกลิ่นหอมชื่นใจ รับประทานโดยใส่น้ำแข็งบดละเอียดหรือน้ำแข็งทุบให้เป็นเม็ดเล็ก ๆ ทับทิมกรอบเป็นของหวานที่ไทยรับมาจากอาหารเวียดนาม ในเวียดนามตัวทับทิมกรอบจะทำจากแห้ว มันแกว เผือก และมะพร้าว ทินทิก จากนั้นใส่ตัวลอดช่อง วุ้นขูดเส้น สาคุเม็ดใหญ่ ลอยน้ำเชื่อม ใส่กะทิ และใส่น้ำแข็ง ใกล้เคียงกับของไทย ทางเวียดนามระบุว่าอาหารชนิดนี้เป็นอาหารที่รับอิทธิพลจากอาหารจีนอีกต่อหนึ่ง (สิทธิโชค ศรีโซ, 2563 : 1)

แป้งมันสำปะหลัง นำมาใช้ทำขนมที่ต้องการลักษณะใส เหนียวนุ่ม เช่น ขนมชั้น ครอบแครงกะทิสด เต้าส่วน ทับทิมกรอบ ฯลฯ ส่วนแป้งท้าวยายม่อม นำมาใช้ทำขนมที่ต้องการลักษณะใส เหนียวนุ่ม นิยมนำมาใช้ทำ ขนมชั้น เต้าส่วน และทับทิมกรอบ เช่นเดียวกัน ปัญหาหนึ่งซึ่งหลาย ๆ คนมักพบในการทำทับทิมกรอบ คือ เมื่อนำแห้วที่คลุกแป้งลงต้มจะพบว่าแป้งลอกหลุดจากแห้ว แม้แต่เมื่อนำแห้วขึ้นจากน้ำมาพักไว้ก็มักพบปัญหาแป้งลอกหลุด หรือเมื่อใส่น้ำเชื่อม น้ำกะทิ วางทิ้งไว้สักครู่แป้งก็จะดูนูน เปื่อยและลอกหลุด จึงทำให้เสียคุณลักษณะของทับทิมกรอบไป ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้ทับทิมกรอบเก็บรักษาได้ไม่นาน บางครั้งเมื่อรับประทานทับทิมกรอบจะรู้สึกวุ้น แป้งที่เคลือบตัวอยู่มีแต่ความนุ่ม เหนียวเหนอะหนะ ไม่มีความเหนียวนุ่ม หนึบ ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีคำถามว่า สาเหตุที่แป้งไม่ติดแห้ว ลอกหลุดขณะต้มน่าจะเกิดมาจากคุณสมบัติของน้ำขณะต้ม ซึ่งถ้าใสแห้วที่คลุกแป้งขณะน้ำเดือดแป้งจะไม่หลุด ส่วนสาเหตุของทับทิมกรอบเมื่อนำขึ้นจากน้ำแล้วพักไว้ เมื่อนำมาบริโภคแป้งลอกหลุดเกิดมาจากคุณสมบัติการจับตัวของแป้งกับวัตถุ (Affinity) และแป้งมีการดูดน้ำเชื่อม น้ำกะทิเพิ่มเติมขณะตั้งทับทิมกรอบทิ้งไว้ และเมื่อรับประทานเนื้อสัมผัสไม่เหนียว นุ่ม หนึบ สาเหตุน่าจะมาจากองค์ประกอบของแป้ง ได้แก่ ปริมาณอะไมโลส และ อะไมโลเพคติน

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมานี้จึงทำให้ผู้วิจัย สนใจที่จะศึกษาปริมาณอะไมโลส ในแป้งที่ใช้ในการทำทับทิมกรอบ คือแป้งมันสำปะหลัง และแป้งท้าวยายม่อม เนื่องจากอะไมโลสมีคุณสมบัติช่วยให้เนื้อสัมผัสเกิดความ

เหนียวหนึบ และศึกษาปริมาณการนำแป้ง oxidized starch มาใช้ร่วม จุดประสงค์เพื่อช่วยให้แป้งจับตัวกับวัตถุคิบได้ดีขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. วิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลสในแป้งมันสำปะหลัง และแป้งท้าวยายม่อม
2. ศึกษาปริมาณการใช้แป้งมันสำปะหลังต่อแป้งท้าวยายม่อมต่อแป้งตัดแปร (modified starch) :- oxidized starch ในหับทิมกรอบ
3. ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ปัจจัยคุณภาพด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความใสของแป้ง การเกาะตัวของแป้ง ความเหนียวของแป้ง ความนุ่มของแป้ง รสชาติ และการยอมรับโดยรวม

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยเรื่องการจับตัวของแป้งต่อแห้วในหับทิมกรอบ มีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1. นำตัวอย่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งท้าวยายม่อมตราปลามังกรที่ใช้ในการทดลองตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ อะไมโลส ที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สำนักงานใหญ่ ในหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ด้วยวิธี In-house method TE-PH-201 based on Quality and Testing of Thai Hom Mali Rice, Department of Agriculture : 2004 P.117-119

2. ทำหับทิมกรอบ โดยตัวอย่างที่ 1, 2, 3 และ 4 ใช้ตำรับของ พรตารา เขตต์ทองคำ (2564 : 192) ตัวอย่างที่ 5, 6, 7 และ 8 ใช้ตำรับของ อบเชย อิมสบาย (2543 : 92-93) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD)

2.1 เตรียมโดย หั่นแห้วต้มสุกเป็นลูกเต๋าทันขนาด 0.5X0.5 จำนวน 200 กรัม

2.1 แช่น้ำหวานเฮลซ์บลูบอย 150 กรัม เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.3 กรองน้ำหวานออกคลุกแป้ง ตัวอย่างที่ 1, 2, 3 และ 4 ใช้สัดส่วนของแป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ในระดับต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละ 100 : 0 : 0, 95 : 0 : 5, 90 : 0 : 10 และ 85 : 0 : 15 ตามลำดับ ตัวอย่างที่ 5, 6, 7 และ 8 ใช้ร้อยละ 50 : 50 : 0, 47.5 : 47.5 : 5, 45 : 45 : 10 และ 42.5 : 42.5 : 15 ตามลำดับ

2.4 นำแห้วที่คลุกแป้งแล้วแต่ละตัวอย่างต้มน้ำเดือดอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เมื่อแป้งสุกใส ตักขึ้นแช่น้ำเย็น

2.5 ทำน้ำเชื่อมเข้มข้นสัดส่วน น้ำ : น้ำตาลทราย เท่ากับ 1 : 1

2.6 กะทิราด เตรียมโดย หัวกะทิ ร้อยละ 100 เกลือ ร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักกะทิ

2.7 ตักหับทิมกรอบใส่ถ้วยชิม ถ้วยละ 20 กรัม น้ำเชื่อม 10 กรัม หัวกะทิ 5 กรัม น้ำแข็งป่น 20 กรัม

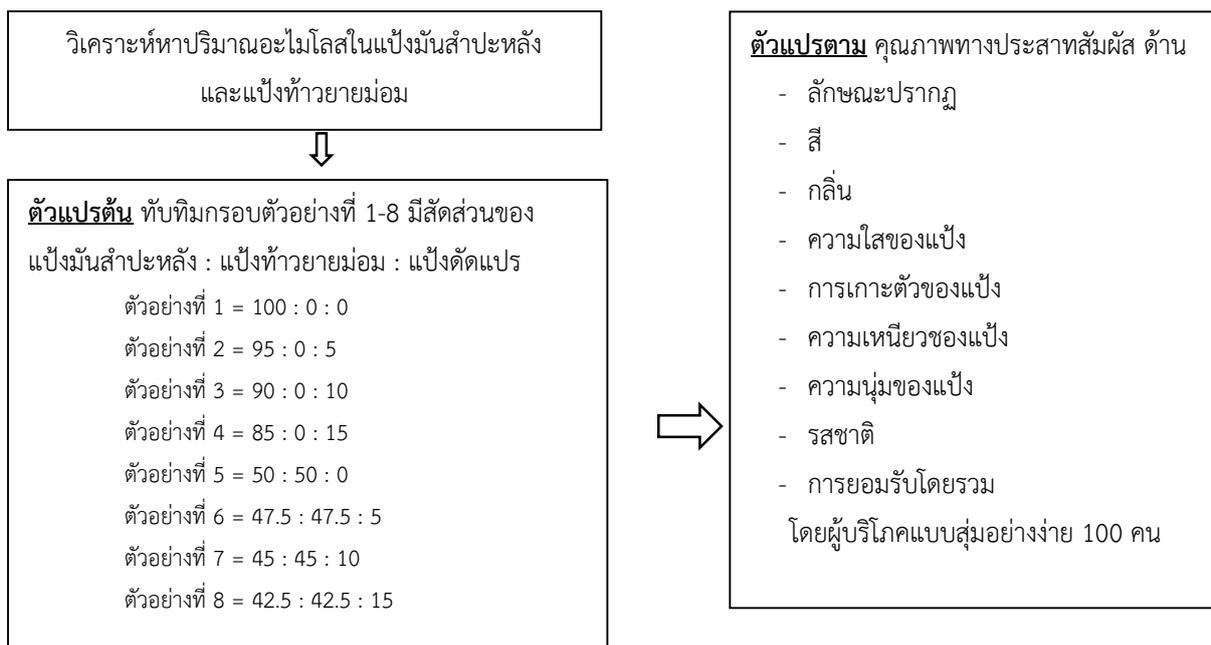
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำทับทิมกรอบนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ 7-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมาก ถึง 7=ชอบมาก) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้บริโภคทั่วไปซึ่งมีทั้งบุคลากร นักศึกษา ประชาชนทั่วไปที่มาใช้บริการโรงอาหารอาคารนพมาศ มหาวิทยาลัยรามคำแหง สุ่มอย่างง่าย จำนวน 100 คน โดยวางแผนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดลองแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แบบสมดุล (Balanced Incomplete Block Design; BIB)

4. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย F-test เมื่อมีตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง และวิเคราะห์ความแปรปรวน One-way Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อมีตัวอย่างตั้งแต่ 3 ตัวอย่างขึ้นไป

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย การคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน F-test และ One-way ANOVA

กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะวิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลสในแป้งมันสำปะหลัง และแป้งท้าวยายม่อม เนื่องจากอะไมโลสมีคุณสมบัติช่วยให้เนื้อสัมผัสเกิดความเหนียวหนึบ และศึกษาปริมาณการนำแป้ง oxidized starch มาใช้ร่วม จุดประสงค์เพื่อช่วยให้แป้งจับตัวกับวัตถุดิบได้ดีขึ้น ลดการลอกหลุดจากแก้ว สัดส่วนของแป้งทั้ง 3 ชนิดนี้ เป็นตัวแปรต้น ส่วนตัวแปรตาม คือคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความใสของแป้ง การเกาะตัวของแป้ง ความเหนียวของแป้ง ความนุ่มของแป้ง รสชาติ และการยอมรับโดยรวม



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลสในแป้งมันสำปะหลังและแป้งท้าวยายม่อม

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลสในแป้งมันสำปะหลังและแป้งท้าวยายม่อม โดยบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ด้วยวิธี TE-PH-201 (In-house method TE-PH-201 based on Quality and Testing of Thai Hom Mali Rice, Department of Agriculture : 2004 : 117-119) พบว่า แป้งมันสำปะหลังตราปลามังกรมีปริมาณ อะไมโลส เท่ากับ 19.54 กรัม/100 กรัม ส่วนแป้งท้าวยายม่อมตราปลามังกรมีปริมาณ อะไมโลส เท่ากับ 19.24 กรัม/100 กรัม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลสในแป้งมันสำปะหลังและแป้งท้าวยายม่อม

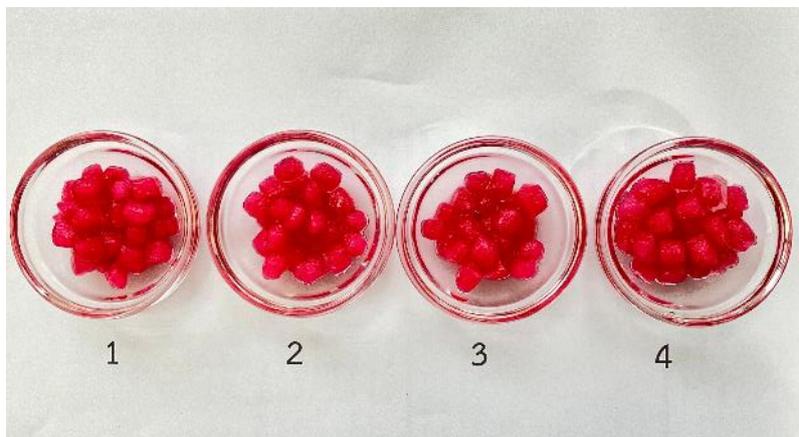
ตัวอย่างแป้ง	ปริมาณ Amylose	วิธีทดสอบอ้างอิง
แป้งมันสำปะหลัง	19.54 กรัม/100 กรัม	In-house method TE-PH-201 based on Quality and Testing of Thai Hom Mali Rice, Department of Agriculture : 2004 : 117-119
แป้งท้าวยายม่อม	19.24 กรัม/100 กรัม	

2. ผลการทดลองทำหับหิมกรอบที่ใช้สัดส่วนของแป้งมันสำปะหลัง แป้งท้าวยายม่อม และแป้งตัดแปร ในระดับต่าง ๆ

พบว่า การใช้แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 100 : 0 : 0 ในการทำหับหิมกรอบ ซึ่งเป็นตำรับพื้นฐานในการทำหับหิมกรอบโดยทั่วไป ได้หับหิมกรอบที่มีลักษณะใสเป็นมันเงา แป้งเกาะกับแห้วไม่หนา เนื้อสัมผัสของแป้งสุกมีลักษณะนุ่ม เหนียว หนึบ ในขณะที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 50 : 50 : 0 ได้หับหิมกรอบที่มีลักษณะใสเป็นมันเงา แป้งเกาะกับแห้วไม่หนาเช่นเดียวกับการใช้แป้งมันสำปะหลังเพียงชนิดเดียว เนื้อสัมผัสของแป้งสุกนุ่ม เหนียว หนึบน้อยกว่าการใช้แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 100 เมื่อมีการผสมแป้งออกซิไดซ์ในปริมาณที่แตกต่างกันจะพบว่าหับหิมกรอบแต่ละตัวอย่่างมีลักษณะที่ต่างกันดังแสดงในตารางที่ 10 กล่าวคือ เมื่อใช้แป้งออกซิไดซ์เพิ่มมากขึ้นช่วยให้แป้งเกาะตัวกันดีขึ้น แป้งหนามากขึ้น แต่แป้งออกซิไดซ์ไม่ได้ช่วยชะลอการดูดน้ำของแป้งที่เป็นส่วนผสมในหับหิมกรอบ เมื่อแช่ในน้ำเชื่อม หรือพักหับหิมกรอบไว้นานเกิน 12 ชั่วโมง แป้งที่เกาะกับแห้วก็เปื่อยและอัดลอกหลุดจากแห้วได้ง่าย (แสดงในตารางที่ 2)

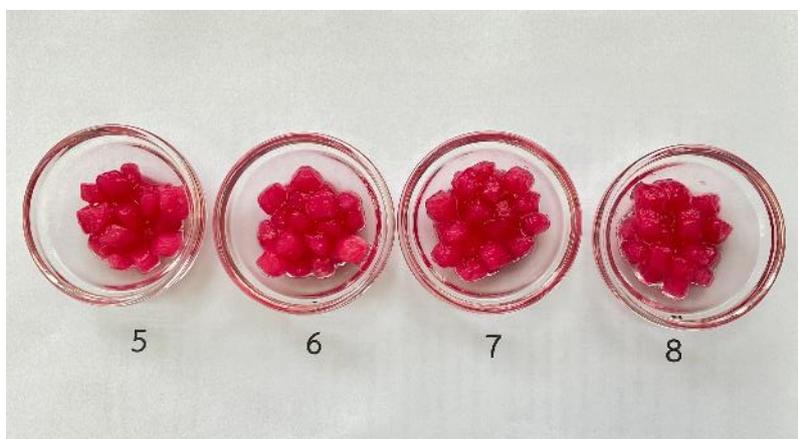
ตารางที่ 2 แสดงลักษณะปรากฏของทับทิมกรอบทั้ง 8 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่	ลักษณะปรากฏ
1 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งคั่วแปร ร้อยละ 100 : 0 : 0	แป้งใสเป็นมันเงา แป้งเกาะไม่หนา เนื้อสัมผัสของแป้งสุกมีลักษณะนุ่ม เหนียว หนึบ มีสีชมพูเข้ม
2 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งคั่วแปร ร้อยละ 95 : 0 : 5	แป้งใสเป็นมันเงา แป้งเกาะหนากว่าใช้แป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว เนื้อสัมผัสของแป้งสุกมีลักษณะนุ่ม เหนียว หนึบ มีสีชมพูเข้ม
3 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งคั่วแปร ร้อยละ 90 : 0 : 10	แป้งใสเป็นมันเงา แป้งเกาะหนากว่าตัวอย่างที่ 2 เนื้อสัมผัสของแป้งสุกมีลักษณะนุ่ม เหนียว หนึบน้อยลงกว่าตัวอย่างที่ 2 มีสีชมพูเข้ม
4 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งคั่วแปร ร้อยละ 85 : 0 : 15	แป้งใสเป็นมันเงา แป้งเกาะหนากว่าตัวอย่างที่ 3 เนื้อสัมผัสของแป้งสุกมีลักษณะนุ่ม เหนียว หนึบน้อยลงกว่าตัวอย่างที่ 3 แป้งเริ่มอืด พอง เมื่อแช่น้ำเชื่อมนานขึ้นมีสีชมพูเข้ม
5 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งคั่วแปร ร้อยละ 50 : 50 : 0	แป้งใสเป็นมันเงา แป้งเกาะไม่หนาเช่นเดียวกับการใช้แป้งมันสำปะหลังเพียงชนิดเดียว เนื้อสัมผัสของแป้งสุกนุ่ม เหนียว หนึบน้อยกว่าการใช้แป้งมันสำปะหลังเพียงชนิดเดียว มีสีชมพูเข้ม
6 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งคั่วแปร ร้อยละ 47.5 : 47.5 : 5	แป้งใสเป็นมันเงา แป้งเกาะหนากว่าตัวอย่างที่ 5 เนื้อสัมผัสของแป้งสุกนุ่ม เหนียวและหนึบน้อยกว่าตัวอย่างที่ 5 แป้งไม่ค่อยเกาะกับแห้วเมื่อทิ้งไว้ในน้ำเชื่อม แป้งมีลักษณะเปื่อยเล็กน้อย มีสีชมพูเข้ม
7 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งคั่วแปร ร้อยละ 45 : 45 : 10	แป้งใสเป็นมันเงา แป้งเกาะหนากว่าตัวอย่างที่ 6 เนื้อสัมผัสของแป้งสุกนุ่ม เหนียวและหนึบน้อยกว่าตัวอย่างที่ 6 แป้งไม่ค่อยเกาะกับแห้วเมื่อทิ้งไว้ในน้ำเชื่อม แป้งมีลักษณะเปื่อยเพิ่มมากขึ้น มีสีชมพูเข้ม
8 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งคั่วแปร ร้อยละ 42.5 : 42.5 : 15	แป้งใสเป็นมันเงา แป้งเกาะหนากว่าตัวอย่างที่ 7 เนื้อสัมผัสของแป้งสุกนุ่ม เหนียวและหนึบน้อยกว่าตัวอย่างที่ 6 แป้งไม่ค่อยเกาะกับแห้วเมื่อทิ้งไว้ในน้ำเชื่อม แป้งมีลักษณะเปื่อยและอืดพองน้ำ มีสีชมพูเข้ม



รูปที่ 2 แสดงลักษณะปรากฏของทึบทิมกรอบทั้ง 4 ตัวอย่าง

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 1 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 100 : 0 : 0
 ตัวอย่างที่ 2 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 95 : 0 : 5
 ตัวอย่างที่ 3 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 90 : 0 : 10
 ตัวอย่างที่ 4 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 85 : 0 : 15



รูปที่ 3 แสดงลักษณะปรากฏของทึบทิมกรอบทั้ง 4 ตัวอย่าง

หมายเหตุ

ตัวอย่างที่ 5 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 50 : 50 : 0
 ตัวอย่างที่ 6 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 47.5 : 47.5 : 5
 ตัวอย่างที่ 7 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 45 : 45 : 10
 ตัวอย่างที่ 8 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 42.5 : 42.5 : 15

3. ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของทับทิมกรอบทั้ง 8 ตำรับ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของทับทิมกรอบทั้ง 8 ตัวอย่าง

ปัจจัย คุณภาพ	ตัวอย่างที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ลักษณะ ปรากฏ*	5.96±0.94 ^a	6.04±0.91 ^a	5.88±0.98 ^{ab}	5.64±0.98 ^{bc}	5.56±1.10 ^c	5.25±1.30 ^d	5.05±1.17 ^d	4.37±1.13 ^e
สี*	6.22±0.91 ^a	6.21±0.95 ^a	6.03±0.96 ^{ab}	5.82±1.04 ^{bc}	5.66±0.97 ^c	5.32±1.21 ^d	5.18±1.21 ^d	4.53±1.30 ^e
กลิ่น*	5.96±1.10 ^a	5.90±1.12 ^{ab}	5.70±1.16 ^{abc}	5.48±1.10 ^{cd}	5.56±1.11 ^{bc}	5.14±1.35 ^d	5.12±1.34 ^d	4.63±1.70 ^e
ความใส ของแป้ง*	5.79±1.11 ^{ab}	5.97±1.00 ^a	5.69±0.96 ^{ab}	5.58±0.99 ^b	5.45±1.10 ^{bc}	5.24±1.29 ^c	4.77±1.29 ^d	4.01±1.59 ^e
การเกาะ ตัวของ แป้ง*	6.12±0.94 ^a	6.16±0.94 ^a	5.79±1.21 ^a	5.38±1.13 ^b	5.02±1.33 ^c	4.72±1.63 ^{cd}	4.47±1.34 ^d	3.43±2.05 ^e
ความ เหนียว ของแป้ง*	5.90±1.10 ^a	5.87±1.08 ^a	5.62±1.22 ^a	5.16±1.28 ^b	4.97±1.35 ^b	4.58±1.51 ^c	4.50±1.58 ^c	2.56±1.27 ^d
ความนุ่ม ของแป้ง*	6.06±0.97 ^a	6.02±0.99 ^a	5.76±1.24 ^a	5.20±1.38 ^b	5.18±1.47 ^b	4.91±1.66 ^{bc}	4.71±1.36 ^c	3.63±1.86 ^d
รสชาติ*	6.14±1.03 ^a	6.12±1.00 ^a	5.87±0.97 ^a	5.48±1.05 ^b	5.48±1.23 ^b	4.95±1.62 ^c	4.97±1.39 ^c	4.45±1.51 ^d
การ ยอมรับ โดยรวม*	6.12±0.91 ^a	6.20±0.82 ^a	5.89±1.00 ^a	5.36±1.19 ^{bc}	5.51±1.27 ^b	5.11±1.48 ^c	4.77±1.52 ^d	3.71±1.99 ^e

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในแนวนอนเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอย่างที่ 1 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 100 : 0 : 0

ตัวอย่างที่ 2 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 95 : 0 : 5

ตัวอย่างที่ 3 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 90 : 0 : 10

ตัวอย่างที่ 4 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 85 : 0 : 15

ตัวอย่างที่ 5 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 50 : 50 : 0

ตัวอย่างที่ 6 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 47.5 : 47.5 : 5

ตัวอย่างที่ 7 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 45 : 45 : 10

ตัวอย่างที่ 8 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 42.5 : 42.5 : 15

จากตารางที่ 3 พบว่า

ตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยทุกปัจจัยคุณภาพมากกว่าตัวอย่างที่ 2-8 เกือบทุกปัจจัยคุณภาพ ได้แก่ ปัจจัยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความเหนียวของแป้ง ความนุ่มของแป้ง รสชาติและการยอมรับโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.96 ± 0.94 , 6.22 ± 0.91 , 5.96 ± 1.10 , 5.90 ± 1.10 , 6.06 ± 0.97 , 6.14 ± 1.03 และ 6.12 ± 0.91 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ยกเว้นด้านความใสของแป้ง และการเกาะตัวของแป้ง ซึ่ง 2 ปัจจัยนี้ ตัวอย่างที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่า โดยมีคะแนนเท่ากับ 5.97 ± 1.00 และ 6.16 ± 0.94 ตามลำดับ และพบว่า ตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3 ทุกปัจจัยคุณภาพไม่แตกต่างกันนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตัวอย่างที่ 4 และ 5 มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี ความใสของแป้ง ความเหนียวของแป้ง ความนุ่มของแป้ง รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ไม่แตกต่างกันนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยตัวอย่างที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี ความใสของแป้ง ความเหนียวของแป้ง และความนุ่มของแป้ง มากกว่าตัวที่ 5 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.64 ± 0.98 , 5.82 ± 1.04 , 5.58 ± 0.99 , 5.16 ± 1.28 และ 5.20 ± 1.38 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

ตัวอย่างที่ 6 และ 7 มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น การเกาะตัวของแป้ง ความเหนียวของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และรสชาติ ไม่แตกต่างกันนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) พบว่าตัวอย่างที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยทุกปัจจัยคุณภาพมากกว่าตัวอย่างที่ 7 ได้แก่ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความใสของแป้ง การเกาะตัวของแป้ง ความเหนียวของแป้ง ความนุ่มของแป้ง รสชาติ และการยอมรับโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.25 ± 1.30 , 5.32 ± 1.21 , 5.14 ± 1.35 , 5.24 ± 1.29 , 4.72 ± 1.63 , 4.58 ± 1.51 , 4.91 ± 1.66 , 4.95 ± 1.62 และ 5.11 ± 1.48 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย

ในขณะที่ ตัวอย่างที่ 8 ทุกปัจจัยคุณภาพแตกต่างจากตัวอย่างที่ 1-7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความใสของแป้ง การเกาะตัวของแป้ง ความเหนียวของแป้ง ความนุ่มของแป้ง รสชาติ และการยอมรับโดยรวม เท่ากับ 4.37 ± 1.13 , 4.53 ± 1.39 , 4.63 ± 1.70 , 4.01 ± 1.59 , 3.43 ± 2.05 , 2.56 ± 1.27 , 3.63 ± 1.86 , 4.45 ± 1.51 และ 3.71 ± 1.99 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ ไม่ชอบปานกลาง ถึงเฉย ๆ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลสในแป้งมันสำปะหลังและแป้งท้าวยายม่อม

งานวิจัยนี้ พบว่า แป้งมันสำปะหลังตราปลามังกรจากการส่งตรวจวิเคราะห์มีปริมาณ อะไมโลส เท่ากับ 19.54 กรัม/100 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับ กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ (2550 : 37) ซึ่งกล่าวว่าแป้งมันสำปะหลังมีปริมาณอะไมโลส อยู่ร้อยละ 18-23 แต่ไม่สอดคล้องกับ สุนัดดา โยมญาติ (2565 : 1) ให้ข้อมูลว่า แป้งมันสำปะหลังมีปริมาณ อะไมโลส ร้อยละ 17-18 ส่วนแป้งท้าวยายม่อมตราปลามังกร จากการส่งตรวจวิเคราะห์มีปริมาณ อะไมโลส เท่ากับ 19.24 กรัม/100 กรัม มีความใกล้เคียงกับ พิชราภรณ์ แสงโยจารย์ และคณะ (2565 : 1) ได้วิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลสในแป้งท้าวยายม่อม พบว่า มีปริมาณร้อยละ 18.69 และมีความใกล้เคียงกับ สุนัดดา โยมญาติ (2565 : 1) โดยให้ข้อมูลว่าแป้งท้าวยายม่อมมีปริมาณ อะไมโลสร้อยละ 21 กล่าวโดยรวมแป้งท้าวยายม่อมมีปริมาณอะไมโลส อยู่ระหว่างร้อยละ 18-21 อย่างไรก็ตาม ปริมาณอะไมโลสที่มีอยู่ในแป้งท้าวยายม่อมแต่ละยี่ห้อหรือแต่ละแหล่งอาจจะมีปริมาณแตกต่างกันไป ซึ่งปริมาณของ อะไมโลสที่เป็นองค์ประกอบในแป้งแต่ละชนิดทำให้แป้งมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป กล่าวคือ แป้งที่มี ปริมาณอะไมโลสเป็นองค์ประกอบอยู่มากจะทำให้แป้งมีความแข็ง เหนียวหนึบ ดูน้ำค่อนข้างขำ

2. ผลการทดลองทำหัตถกรรมรอบที่ใช้สัดส่วนของแป้งมันสำปะหลัง แป้งท้าวยายม่อม และแป้งตัดแปรร ในระดับต่าง ๆ

การใช้แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 100 ในการทำหัตถกรรมรอบ ซึ่งเป็นตำรับพื้นฐานในการทำหัตถกรรม โดยทั่วไป ได้หัตถกรรมรอบที่มีลักษณะใสเป็นมันเงา แป้งเกาะกับแห้วไม่หนา เนื้อสัมผัสของแป้งสุกมี ลักษณะนุ่ม เหนียว หนึบ ในขณะที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปรร : ร้อยละ 50 : 50 : 0 ได้หัตถกรรมรอบที่มีลักษณะใสเป็นมันเงา แป้งเกาะกับแห้วไม่หนาเช่นเดียวกับการใช้แป้งมันสำปะหลัง เพียง ชนิดเดียว เนื้อสัมผัสของแป้งสุกนุ่ม เหนียว หนึบน้อยกว่าการใช้แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปรร : ร้อยละ 100 : 0 : 0 แป้งมันสำปะหลังและแป้งท้าวยายม่อม เป็นแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำทั้งคู่ โมเลกุล ส่วนใหญ่เป็นพวอะไมโลเพคติน แป้งที่ได้จะไม่แข็งตัวมากนัก ด้วยคุณสมบัติของอะไมโลเพคตินทำให้ได้หัตถกรรมรอบที่ใส เหนียวนุ่ม แต่ความเหนียวหนึบไม่เท่ากันเป็นเพราะแป้งทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณ อะไมโลสที่ต่างกัน กล่าวคือ แป้งชนิดใดที่มีปริมาณอะไมโลสมากจะได้ผลิตภัณฑ์ที่เหนียวหนึบ จึงเป็นคำตอบที่ว่าหัตถกรรมรอบที่ทำจากแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 100 มีความเหนียวหนึบมากกว่าหัตถกรรมรอบที่ผสมแป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม 50 : 50

เมื่อมีการผสมแป้งออกซิไดซ์ในปริมาณที่ต่างกันจะพบว่าหัตถกรรมรอบแต่ละตัวอย่างมีลักษณะที่ แตกต่างกันดังรายงานไปแล้วนั้น โดยเมื่อใช้แป้งออกซิไดซ์เพิ่มมากขึ้นช่วยทำให้แป้งเกาะตัวกันดีขึ้น เกาะตัว กันหนามากขึ้น สอดคล้องกับ พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์ (2565 : 1) กล่าวถึงคุณสมบัติ ของแป้งออกซิไดซ์ว่ามีสมบัติเป็น polyelectrolyte เนื่องจากมีหมู่คาร์บอกซิลจำนวนมาก ดังนั้นจึงอาจใช้เพื่อ

ช่วยในการกระจายตัวของสารได้ แต่แป้งออกซิไดซ์ไม่ได้ช่วยชะลอการดูดน้ำของแป้งที่เป็นส่วนผสมในหีบหุ้มกรอบ เมื่อแช่หีบหุ้มกรอบหรือพักหีบหุ้มกรอบไว้ในน้ำเชื่อมนานเกิน 12 ชั่วโมง แป้งที่เกาะกับแห้วก็เปื่อยและอืด ลอกหลุดจากแห้วได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับ กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ (2550 : 161) วนิตา เผอิญโชค และจิรารัตน์ ทัดติยกุล (2547 : ออนไลน์) ซึ่งกล่าวว่า คุณสมบัติแป้งออกซิไดซ์มีความหนืดที่ลดลง

3. ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหีบหุ้มกรอบทั้ง 8 ตำรับ

3.1 ลักษณะปรากฏ สี ความใสของแป้ง การเกาะตัวของแป้ง ความเหนียวของแป้ง และความนุ่มของแป้ง

ตัวอย่างที่ 1 ใช้แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 100 : 0 : 0 ตัวอย่างที่ 2-4 ใช้แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า หีบหุ้มกรอบตัวอย่างที่ 2 (แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 95 : 0 : 5) มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏมากที่สุด รองลงมาคือตัวอย่างที่ 1 (แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 100 : 0 : 0) และตัวอย่างที่ 3 (แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ร้อยละ 90 : 0 : 10) มีคะแนนเฉลี่ยมากเป็นอันดับ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.04 ± 0.91 , 5.96 ± 0.94 และ 5.88 ± 0.98 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยด้านสี ตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนมากที่สุด รองลงมาคือตัวอย่างที่ 2 และ 3 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.22 ± 0.91 , 6.21 ± 0.95 และ 6.03 ± 0.96 ตามลำดับ ด้านความใสของแป้ง ตัวอย่างที่ 2 มีความใสมากที่สุด รองลงมาคือตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 3 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.97 ± 1.00 , 5.79 ± 1.11 และ 5.69 ± 0.96 ตามลำดับ ด้านการเกาะตัวของแป้ง ตัวอย่างที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 3 โดยมีคะแนนเท่ากับ 6.16 ± 0.94 , 6.12 ± 0.94 และ 5.79 ± 1.21 ตามลำดับ ด้านความเหนียวของแป้ง ตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนมากที่สุด รองลงมาคือตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 โดยมีคะแนนเท่ากับ 5.90 ± 1.10 , 5.87 ± 1.08 และ 5.62 ± 1.22 ตามลำดับ ด้านความนุ่มของแป้ง ตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 โดยมีคะแนนเท่ากับ 6.06 ± 0.97 , 6.02 ± 0.99 และ 5.76 ± 1.24 ตามลำดับ หีบหุ้มกรอบทั้งสามตัวอย่างมีลักษณะ สีออกแดงอมชมพู ซึ่งเป็นสีของน้ำแดงหวานเฮลส์บูบอย แป้งเกาะติดค่อนข้างหนา มีความใสเป็นเงา นุ่ม เหนียวเหนอะหนะ ซึ่งเป็นคุณสมบัติของแป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินเป็นองค์ประกอบจำนวนมากกว่าปริมาณอะไมโลส สอดคล้องกับ กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ (2550 : 37) สุนัดดา โยมญาติ (2565 : 1), พิชราภรณ์ แสงโยจารย์ และคณะ (2565 : 4) ซึ่งกล่าวถึงปริมาณอะไมโลสในแป้งมันสำปะหลังว่ามีอยู่ประมาณ ร้อยละ 17-23

ส่วนหีบหุ้มกรอบตัวอย่างที่ 5 ซึ่งมีส่วนผสมระหว่าง แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร (ร้อยละ 50 : 50 : 0) ตัวอย่างที่ 6-8 ใช้แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งตัดแปร ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งตัดแปรมากขึ้น คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี ความใสของแป้ง การเกาะตัวของแป้ง ความเหนียวของแป้ง และความนุ่มของแป้ง มีแนวโน้มลดลง สาเหตุเนื่องจาก

แป้งตัดแปร (ออกซีไดซ์สตาร์ช) คุณสมบัติการพองตัวและการละลายของแป้งจะเปลี่ยนไปเมื่อมีการตัดแปรทางเคมี จะทำให้เกิดการแตกออกของพันธะภายในร่างแห ทำให้เม็ดแป้งกระจายออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ การละลายและการพองตัวสูงขึ้น ความหนืดลดลง (กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2550 : 37) เมื่อมีปริมาณแป้งตัดแปรเพิ่มขึ้นทำให้ทับทิมกรอบมีลักษณะอืดน้ำ ในทางเดียวกัน แป้งทำยายม่อมมีปริมาณอะไมโลสต่ำกว่าแป้งมันสำปะหลังทำให้แป้งทำยายม่อมมีการพองตัวสูงกว่า ซึ่งอะไมโลสจะทำให้โครงสร้างร่างแหในเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้นทำให้พองตัวได้น้อย และอีกเหตุผลคือ แป้งทำยายม่อมมีขนาดเม็ดแป้ง 13-17 ไมครอน เม็ดแป้งใหญ่กว่าเม็ดแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งแป้งมันสำปะหลังมีขนาดเม็ดแป้ง 5-35 ไมครอน (Maningat C. C., and Seib, P. A. 1992 : 1) โดยทั่วไปแป้งที่มีขนาดใหญ่กว่าจะเกิดเจลาตินในเข็ช้นก่อนขนาดเล็ก

3.2 ด้านกลิ่น ตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนมากที่สุด รองลงมาคือตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.96 ± 1.10 , 5.90 ± 1.12 และ 5.70 ± 1.16 ตามลำดับ และตั้งแต่ตัวอย่างที่ 4-8 คะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ อาจเป็นเพราะว่าแป้งทำยายม่อมและแป้งตัดแปรมีกลิ่นที่แรงกว่าแป้งมันสำปะหลังทำให้ทับทิมกรอบที่มีการผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลัง : แป้งทำยายม่อม : แป้งตัดแปร ผู้บริโภคยอมรับได้ลดน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับ ณรงค์ นิยมวิทย์ และอัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ (2528 : 115) กล่าวว่า แป้งทำยายม่อมเป็นแป้งที่ไม่มีกลิ่น แต่เมื่อทำให้สุกจะเกิดกลิ่นขึ้นโดยเฉพาะ และสอดคล้องกับ กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ (2550 : 159-160) กล่าวถึงวิธีการผลิตแป้งออกซีไดซ์ ใช้สารโซเดียมไฮโปคลอไรด์หรือแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ เป็นสารออกซีไดซ์ ทำโดยเติมแก๊สคลอรีนเข้าไป และผ่านกระบวนการตามขั้นตอนต่าง ๆ แป้งที่ได้จะขาวขึ้น กลิ่นดีขึ้น

3.3 รสชาติ ตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนมากที่สุด รองลงมาคือตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.14 ± 1.03 , 6.12 ± 1.00 และ 5.87 ± 0.97 ตามลำดับ ตั้งแต่ตัวอย่างที่ 4-8 คะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ สอดคล้องกับ นิรนาม (2565 : 1) สันนิษฐานได้ว่า การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ ต้องใช้การมองเห็น การได้กลิ่น การชิม และการสัมผัส ทำให้สารในปากเกิดปฏิกิริยาเคมีกับเซลล์รับรสที่อยู่ในตุ่มรับรสที่ลิ้น พร้อม ๆ กับกลิ่นและการกระตุ้นที่ประสาท เมื่อลักษณะของตัวอย่างที่ชิมเริ่มมีลักษณะไม่เป็นที่ยอมรับทำให้การรับรู้รสชาติหรือการยอมรับในรสชาติก็จะด้อยลงไปด้วย

3.4 การยอมรับโดยรวม ตัวอย่างที่ 2 มีคะแนนมากที่สุด รองลงมาคือตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 3 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.20 ± 0.82 , 6.12 ± 0.91 และ 5.89 ± 1.00 ตามลำดับ ตั้งแต่ตัวอย่างที่ 6-8 คะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ การยอมรับโดยรวมหมายถึงการยอมรับโดยภาพรวม คือนำทุกปัจจัยคุณภาพมาพิจารณาว่าตัวอย่างใดที่ผู้บริโภคยอมรับได้มากที่สุด สอดคล้องกับ ไพโรจน์ วิริยจारी (2545 : 2) ได้อธิบายไว้เกี่ยวกับความสำคัญในการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation) ไว้ว่า ผู้บริโภคสามารถเลือกผลิตภัณฑ์บนพื้นฐานของความรู้สึกอย่างมีเหตุมีผลเบื้องต้น ต่อการยอมรับบนพื้นฐานของความคิดเห็นทั่วไปที่สอดคล้องกับการใช้งาน โดยความคิดเห็นในการเลือกนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานของคุณภาพทางด้าน

ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมนุษย์นั้นจะใช้การรับรู้ต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ในหลาย ๆ อย่าง เพื่อที่จะตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์โดยรวมนั้น โดยทั่วไปการรับรู้ทางด้านผลิตภัณฑ์ของมนุษย์มักพิจารณาในลักษณะดังต่อไปนี้ ลักษณะที่ปรากฏ (Appearance) กลิ่น (Oder) รูปร่างของเนื้อหรือผิวสัมผัส และความคงตัวของรูปร่าง (Texture and Consistency) รสชาติ (Tasted) และลักษณะต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมานี้ มักจะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะเป็นวงจร โดยลักษณะหรือรูปร่างหนึ่งจะมีความสัมพันธ์กับอีกลักษณะหนึ่งอย่างมีเหตุผล

ดังนั้นผลจากงานวิจัยหัตถิกรอบในครั้งนี้ตัวอย่างที่ได้คะแนนมากที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 2 แป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งดัดแปร ร้อยละ 95 : 0 : 5 ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย (การใช้แป้งดัดแปร oxidized starch ในหัตถิกรอบ ทำให้แป้งมีการเกาะติดกับแห้วได้ดีกว่าการใช้แป้งมันสำปะหลังและแป้งท้าวยายม่อม) เพียงแต่ใช้ได้ปริมาณที่จำกัด เพราะถ้าใช้เกินร้อยละ 5 หัตถิกรอบเก็บรักษาได้ไม่นาน เนื่องจากแป้งจะอืดน้ำ และแป้งท้าวยายม่อมไม่เหมาะที่จะนำมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังในการทำหัตถิกรอบ เพราะจากคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกด้านมีคะแนนน้อยกว่าที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว โดยตัวอย่างที่ 1 แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 100 มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความใสของแป้ง การเกาะตัวของแป้ง ความเหนียวของแป้ง ความนุ่มของแป้ง รสชาติ และการยอมรับโดยรวม มีคะแนนเท่ากับ 5.96 ± 0.94 , 6.22 ± 0.91 , 5.96 ± 1.10 , 5.79 ± 1.11 , 6.12 ± 0.94 , 5.90 ± 1.10 , 6.06 ± 0.97 , 6.14 ± 1.03 และ 6.12 ± 0.91 ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างที่ 5 ใช้สัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง : แป้งท้าวยายม่อม : แป้งดัดแปร ร้อยละ 50 : 50 : 0 มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความใสของแป้ง การเกาะตัวของแป้ง ความเหนียวของแป้ง ความนุ่มของแป้ง รสชาติ และการยอมรับโดยรวม มีคะแนนเท่ากับ 5.56 ± 1.10 , 5.66 ± 0.97 , 5.56 ± 1.11 , 5.45 ± 1.10 , 5.02 ± 1.33 , 4.97 ± 1.35 , 5.18 ± 1.47 , 5.48 ± 1.23 และ 5.51 ± 1.27 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังไม่มีผู้ศึกษาการนำแป้งออกซิไดซ์มาใช้กับอาหารลักษณะเช่นนี้ แต่พบการนำแป้งออกซิไดซ์มาใช้กับอาหารในลักษณะอื่น โดย วนิดา เผอญุช และจิรารัตน์ ทัตติยกุล (2547 : ออนไลน์) ได้ศึกษาเรื่องการผลิตสตาร์ชมันสำปะหลังออกซิไดซ์-พรีเจลาติไนซ์เพื่อเป็นสารเพิ่มการเกาะติดในแป้งชุบทอดแทนที่แป้งสาลี พบว่า ใช้แป้งออกซิไดซ์ไม่เกินร้อยละ 5 มีความสามารถในการเกาะติดของน้ำแป้งชุบและปริมาณการเกาะติดของเปลือกแป้งในผลิตภัณฑ์ไก่และแครอทชุบแป้งทอดดีขึ้น และมีลักษณะกรอบเปราะ แต่เมื่อใช้แทนที่แป้งสาลีร้อยละ 10 มีคะแนนทางประสาทสัมผัสในด้านการยอมรับโดยรวมลดลง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ

1. แป้งออกซิไดซ์ เหมาะที่จะใช้ทำอาหารลักษณะกรอบ เช่น แป้งทอดกรอบ
2. แป้งท้าวยาม่อมไม่เหมาะที่จะใช้ผสมกับแป้งมันในการทำทัมกรอบ
3. ในการศึกษาการใช้แป้งดัดแปรเพื่อช่วยในการยึดเกาะกับอาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบมาก ๆ

ควรศึกษาแป้งดัดแปรแบบอื่น

2. ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติ

1. ในการวิจัยครั้งนี้แห้วหน้าขนาด 0.5X0.5 cm. ควรทดลองหั่นแห้วให้มีขนาดใหญ่กว่านี้เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการยึดเกาะของแป้ง
2. ทัมกรอบควรทำแล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคเลยไม่ควรทิ้งไว้เกิน 1 วัน เพราะแป้งจะอืดน้ำและลอกหลุดจากแห้ว
3. ควรเสิร์ฟตัวอย่างขณะเย็นจัดหรือใส่น้ำแข็งป่น
4. ควรศึกษาอายุการเก็บรักษา
5. ทัมกรอบสามารถนำไปใช้แทนแห้วในตะโก้ได้ เพื่อเป็นการสร้างสีสัน และความหลากหลาย
6. เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ สามารถใส่มะพร้าวอ่อน ข้าวโพดหวาน เผือก ฯลฯ เพื่อรับประทานร่วมกับทัมกรอบได้

3. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรทดลองนำแป้งตั้งหมิ่นมาใช้ในการทำทัมกรอบ หรือ
2. ควรทดลองนำแป้งมันฮ่องกงมาใช้ในการทำทัมกรอบ

เอกสารอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2550). เทคโนโลยีของแป้ง. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณรงค์ นิยมวิทย์ และอัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. (2528). วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรดารา เขตต์ทองคำ. (2564). ทัมกรอบ การประกอบอาหารไทยและขนมไทย. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์. (2565). Oxidized starch / สตาร์ชออกซิไดส์. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 17 พฤษภาคม 2565. แหล่งที่มา <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4172/oxidized-starch>.

- พัชราภรณ์ แสงโยจารย์ และคณะ. (2465). *สมบัติทางเคมี กายภาพ ของแป้งท้าวยายม่อม และสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2565. แหล่งที่มา <http://ird.rmuti.ac.th/2015/files/2562/File/>.
- ไพโรจน์ วิริยจारी. (2545). *การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)*. เชียงใหม่: คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วนิดา เผอิญโชค และ จิรารัตน์ ทัดติยกุล. (2547) งานวิจัยเรื่อง *การผลิตสตาร์ชมันสำปะหลังออกซิไดซ์-ฟรีเจลาติไนซ์เพื่อเป็นสารเพิ่มการเกาะติดในแป้งชุบทอด*. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2565. แหล่งที่มา http://www.tnrr.in.th/?page=result_search&record_id=45057.
- นิรนาม. (2565). การรับรู้รส. วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2565แหล่งที่มา <https://th.wikipedia.org/wiki/การรับรู้รส>.
- สิทธิโชค ศรีโซ. (2563). “ทับทิมลอยแก้ว” ขนมไทยสูตรลับตำรับญวน. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 29 กุมภาพันธ์ 2565. แหล่งที่มา: <https://goodlifeupdate.com/healthy-food/199780.html>
- สุนัดดา โยมญาติ. (2565). แป้งอะไรใช้ทำขนม. สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) สาขาชีววิทยา เขียนโดย biology. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม 2565. แหล่งที่มา <http://biology.ipst.ac.th/?p=3266>.
- อบเชย อิมสบาย. (2564). ทับทิมกรอบ. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2564. แหล่งที่มา <https://Krua.co>
- Department of Agriculture. (2004). In-house method TE-PH-201 based on Quality and Testing of Thai Hom Mali Rice, *Department of Agriculture : 2004*. P.117-119.
- Maningat, C. C., and Seib, P. A. (1992). Starch: Occurrence, isolation, and properties of Starch granules. In AACC Short Course. “*Starch: Structure, Properties, and Food Uses.*” December 3-4, 1992. Chicago.