

การผลิตเค้กลูกชুবจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย

Production of “Look Choub” Cake from Broken Thai Jasmine Rice Flour

นรินทร์ เจริญพันธ์*

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

ถนนสุวรรณศร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว 27160

Narin Charoenphun*

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sakaeo Campus,

Suwanasorn Road, Watthananakhon, Sakaeo 27160

บทคัดย่อ

ปลายข้าวเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว มีโปรตีนสูง ไขมันและใยอาหารต่ำ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งจากปลายข้าวและเนื้อลำไยสดต่อคุณภาพของเค้ก วิเคราะห์ค่าปริมาตร วัดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ ค่าสี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน พบว่าค่าปริมาตรของเค้กแปรผันตรงกับปริมาณแป้งจากปลายข้าว โดยสูตรที่มีปริมาณเนื้อลำไยสดปั่นละเอียดมากที่สุดมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้สูงและค่าความสว่าง (L^*) ที่ต่ำสุด สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเค้กประกอบด้วยแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย เนื้อลำไยสด นมสด ผงฟู ยีสต์ เนยสดชนิดเค็ม น้ำตาลทรายขาว และไข่ไก่ เท่ากับ 75, 25, 60, 1.5, 1.5, 20, 40 และ 20 กรัม ตามลำดับ โดยคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงสุด เมื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เค้กลูกชুব และทดสอบความชอบกับผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวม (7.88 คะแนน) อยู่ในระดับชอบปานกลาง โดยภาพรวมเค้กลูกชুবจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทยเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดสู่การผลิตในระดับอุตสาหกรรม

คำสำคัญ : ปลายข้าว; เค้ก; แป้ง; ลำไย

Abstract

Broken rice is a by-product from rice milling that has high protein, low fat and low fiber. The objective of this research was to investigate the proper ratios of broken Thai Jasmine Rice flour and fresh longan flesh on quality of cake. The volume, water activity, color measurement and sensory

evaluation by 30 untrained panelists were investigated. The results showed that the volume of cake directly changed with the amount of broken rice flour. Obviously, the formula with the highest content of fresh longan flesh had the highest water activity value and lowest lightness. The optimum formulation of cake is composed of 75 g broken rice flour, 25 g fresh longan flesh, 60 g fresh milk, 1.5 g baking powder, 1.5 g yeast, 20 g salted butter, 40 g sugar and 20 g whole egg, respectively. Apparently, it had the highest score of sensory evaluation in terms of test, texture and overall liking. This formula was further developed into “look choub” cake and its sensory evaluation by 100 untrained panelists was studied. The developed cake had overall liking scores of 7.88 (or like moderately). Overall, “look choub” cake from broken Thai Jasmine Rice flour was an interesting product that can be developed to industrial scale in the future.

Keywords: broken rice; cake; flour; longan

1. บทนำ

ข้าวหอมมะลิไทย (Thai Hom Mali Rice หรือ Thai Jasmine Rice) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryza sativa* L. เป็นพันธุ์ข้าวที่ผลิตเป็นการค้า ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ประกาศรับรองว่าเป็นพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 และพันธุ์ กข15 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวหอมที่ไวต่อช่วงแสง มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของข้าวใหม่หรือข้าวเก่า ข้าวหุงสุกมีความอ่อนนุ่ม ปลายข้าวหอมมะลิหรือข้าวหัก คือ ส่วนของข้าวที่ผ่านการสีเอาเปลือกและแยกข้าวเมล็ดเต็มออกไปแล้ว เป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว โดยจะได้ส่วนของปลายข้าวประมาณร้อยละ 15 เมล็ดข้าวหัก [1] ปลายข้าวหอมมะลิมีราคาขายต่ำเฉลี่ยกิโลกรัมละ 20-30 บาท ซึ่งต่ำกว่าข้าวเมล็ดเต็มประมาณ 2-3 เท่า [2] ในช่วงฤดูการที่มีปริมาณผลผลิตข้าวมาก ปลายข้าวจะมีราคาถูก การแปรรูปปลายข้าวหอมมะลิให้อยู่ในรูปของแป้งข้าว เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ปลายข้าวหอมมะลิมีองค์ประกอบของไขมันและใยอาหารต่ำ มีโปรตีนร้อยละ 8 [3]

เคกเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่มีแป้งสาลี น้ำตาล ไขมัน และไข่เป็นส่วนผสมหลัก อาจมีการเติมนม เกลือ ผงฟูและส่วนผสมอื่นที่เหมาะสม เช่น สารแต่งกลิ่นรส ผลไม้ ผัก ถั่ว เครื่องเทศ ผสมให้เข้ากัน นำไปอบที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม อาจสอดไส้หรือแต่งหน้าเพิ่มความสวยงาม [4] กลูเตน (gluten) เป็นไกลโคโปรตีนที่พบในส่วนที่เป็นเอนโดสเปอร์มของธัญพืชบางชนิด รวมทั้งในข้าวสาลี ปัจจุบันผู้บริโภคที่มีอาการแพ้กลูเตนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โรคแพ้กลูเตน (celiac disease) เกิดจากการอักเสบที่ลำไส้เล็ก ทำให้ไม่สามารถดูดซึมไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และสารอาหารอื่น ๆ อย่างเพียงพอ ส่งผลทำให้ลำไส้เล็กไม่สามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โรคแพ้กลูเตนจัดเป็นโรคเรื้อรังตลอดชีวิต ปัจจุบันยังไม่มียารักษา วิธีการป้องกันที่ดีที่สุด คือ หลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตน [5] การใช้แป้งข้าวหอมมะลิจากปลายข้าวหักข้าวทดแทนแป้งสาลีในการผลิตเค้ก เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้บริโภคที่หลีกเลี่ยงอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตน โดยเป็นการใช้ประโยชน์จากข้าวอย่างเต็มประสิทธิภาพ และสร้าง

มูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทยต่อคุณภาพของเค้ก การประเมินสมบัติทางเคมีกายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค รวมทั้งการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เค้กลูกชุบ องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตระดับอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมวัตถุดิบในการผลิตเค้ก

การเตรียมแป้งจากปลายข้าวหอมมะลิไทยโดยวิธีการโม่แห้ง (dry milling) ปลายข้าวหอมมะลิไทย ซื้อมาจากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในพื้นที่อำเภอดอนนาคร จังหวัดสระแก้ว นำปลายข้าวมาทำความสะอาดเพื่อแยกสิ่งสกปรกออก แล้วจึงนำไปดัดให้เป็นแป้งด้วยเครื่องบดละเอียด (Dxfill, Model DXM-500, China) ที่ความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 2 นาที จำนวน 5 รอบ ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 120 เมช

การเตรียมเนื้อลำไยสดปั่นละเอียดลำไยลำไยสด (*Dimocarpus longan* Lour) พันธุ์ตอ นำลำไยมาปอกเปลือก คว้านเมล็ดออก และล้างด้วยน้ำสะอาด ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น (Philips, Model HR2115, Thailand) ที่ความเร็วระดับ 3 เป็นเวลา 2 นาที

2.2 การหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตเค้กจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย

การทดลองหาสูตรเบื้องต้นที่เหมาะสมในการผลิตเค้กจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิ โดยการเติมเนื้อลำไยสดปั่นละเอียด เพื่อปรับปรุงรสชาติและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (สูตรที่ 1) ซึ่งเป็นสูตรเค้กทั่วไปที่มีการใช้แป้งสาลีในการผลิต โดยแปรส่วนผสมของแป้งเค้กและแป้งปลายข้าว ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรของเค้ก

ส่วนผสม (กรัม)	สูตรที่				
	1*	2	3	4	5
แป้งเค้ก	100	0	0	0	0
แป้งปลายข้าวหอมมะลิ	0	25	50	75	100
ลำไยสด	0	75	50	25	0
นมสด	60	60	60	60	60
ผงฟู	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
ยีสต์	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
เนยสดชนิดเค็ม	20	20	20	20	20
น้ำตาลทรายขาว	40	40	40	40	40
ไข่ไก่	20	20	20	20	20

*สูตรที่ 1 เป็นสูตรควบคุม

ซึ่งส่วนผสมตามสูตร ขั้นตอนการผลิตเค้กมีดังนี้ (1) ร่อนส่วนผสมแห้ง ประกอบด้วยแป้ง ผงฟู และยีสต์ ให้เข้ากัน พักไว้ก่อนในอ่างผสม (2) ใส่เนยสดชนิดเค็มใช้เครื่องตีด้วยความเร็วจากต่ำไปสูงจนเนือเนยฟูเนียน (3) ค่อย ๆ ใส่น้ำตาลทราย ตีส่วนผสมเข้าด้วยกันด้วยความเร็วสูง จนเนยกับน้ำตาลเข้ากัน (4) ติไข่ในชาม ค่อย ๆ เทไปลงในอ่างผสมช้า ๆ แล้วตีด้วยความเร็วสูง (5) เมื่อส่วนผสมเข้ากันดีแล้ว ค่อย ๆ ใส่ส่วนผสมแห้งที่เตรียมไว้ สลับกับการใส่นมสด และเนื้อลำไยสดปั่นละเอียด ทำประมาณ 3 รอบ ใช้ตะกร้อคนจนส่วนผสมเข้ากันดี (6) ตักใส่พิมพ์เค้ก ความสูงประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของพิมพ์ และ (7) นึ่งในลังถึงสำหรับนึ่งอาหาร เป็นเวลา 15 นาที

ประเมินสมบัติทางกายภาพของเค้กทั้ง 5 สูตร โดยสังเกตลักษณะปรากฏของเนื้อเค้กก่อนและหลังการนึ่ง วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta colorimeter CR-400, Japan) ระบบ CIE โดยค่า L* หรือความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว) ค่า a* (+a = สีแดง, -a = สีเขียว) ค่า b* (+b = สีเหลือง, -b = สีนํ้าเงิน) ค่า C* ความเข้มของสีที่ปรากฏ

และ H^+ เข้าใกล้ 0 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีแดง ค่า H^+ เข้าใกล้ 90 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง ค่า H^+ เข้าใกล้ 180 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว ค่า H^+ เข้าใกล้ 270 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีน้ำเงิน

การวิเคราะห์ค่าปริมาตร (volume) หลังอบโดยวิธีแทนที่ด้วยเมล็ดถั่วเขียว [6] วัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตีด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (AQUALAB 4TE water activity meter, Serie 4TE, USA) ออกแบบการทดลองโดย completely randomized design (CRD)

ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale คะแนน 1 ถึง 9 (9 = ชอบมากที่สุด, 8 = ชอบมาก, 7 = ชอบปานกลาง, 6 = ชอบเล็กน้อย, 5 = เฉย ๆ, 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 3 = ไม่ชอบปานกลาง, 2 = ไม่ชอบมาก, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) ออกแบบการทดลองโดย randomized complete block design (RCBD) ใช้วิธี one-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) [7] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เค้กลูกชุบจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทยต่อไป

2.3 การยอมรับประสาทสัมผัสของเค้กลูกชุบที่ผลิตจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย

นำเค้กสูตรที่ถูกคัดเลือกในข้อ 2.2 มาผลิตเป็นเค้กลูกชุบ โดยนำเค้กมาบดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ เติมหล้ารัม 3 ซ่อนโตะ บั่นขึ้นรูปเป็นรูปผลไม้ขนาดเล็ก ทาสีผสมอาหารจนทั่ว เสียบไม้เสียบ จากนั้นทำ

วุ้นโดยเตรียมผงวุ้น 10 กรัม ต่อน้ำสะอาด 500 กรัม ใส่วุ้นในหม้อ และเติมน้ำสะอาด ต้มจนน้ำเดือด และผงวุ้นสุก นำเค้กที่ระบายสีเสร็จแล้ว ชุบลงในวุ้น พักให้วุ้นที่เคลือบบริเวณผิวลูกชุบแข็ง แกะออกจากไม้ที่เสียบ บรรจุในกล่องพลาสติกสำหรับบรรจุอาหาร สังเกตลักษณะปรากฏของเค้กลูกชุบที่ผลิตได้ ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale เปรียบเทียบกับลูกชุบที่ผลิตจากถั่วเขียวหวานที่มีจำหน่ายในท้องตลาด (ชุดควบคุม) ใช้วิธี one-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test [7] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลของการใช้แป้งปลายข้าวหอมมะลิไทยต่อคุณภาพของเค้ก

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการผลิตเค้กจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทยจากสูตรการทดลองทั้งหมด 5 สูตร โดยมีสูตรควบคุม (สูตรที่ 1) ผลิตจากแป้งสาลีสำหรับผลิตเค้กทั่วไป ผลจากการสังเกตลักษณะปรากฏของเนื้อเค้กก่อนการนึ่งและหลังการนึ่ง พบว่าเค้กสูตรควบคุมก่อนนึ่งเนื้อเนียนเข้ากันดี หลังการนึ่งเนื้อเค้กสีขาว ขึ้นฟูเหมือนเค้กทั่วไป เนื้อสัมผัสจับตัวกันดีไม่ร่วน มีความเหนียวเล็กน้อย มีกลิ่นเนย สูตรที่ 2 เนื้อเค้กก่อนนึ่งค่อนข้างละเอียด ไม่เข้ากัน สังเกตเห็นไขมันเป็นก้อนเล็กกระจายที่ผิวของเค้ก หลังการนึ่งเนื้อเค้กสีน้ำตาลอ่อน ไม่ขึ้นฟู ยุบตรงกลาง เนื้อเค้กและ มีกลิ่นหอมคล้ายชัดเจน สูตรที่ 3 เนื้อเค้กก่อนการนึ่งค่อนข้างละเอียด ไม่เข้ากัน หลังการนึ่งเนื้อเค้กสี

น้ำตาลอ่อน ขึ้นฟูเล็กน้อย เนื้อเค้กนุ่ม มีกลิ่นหอมลำไย สูตรที่ 4 ก่อนนึ่งเนื้อเนียนเข้ากันดี หลังการนึ่ง เนื้อเค้กสีขาวครีม ขึ้นฟูเหมือนเค้กทั่วไป เนื้อสัมผัสนุ่ม มีกลิ่นหอมลำไย สูตรที่ 5 ก่อนนึ่งเนื้อค่อนข้างชื้น เหนียว เป็นเนื้อเดียวกัน เค้กหลังการนึ่งเนื้อเค้กสีครีม ขึ้นฟูมาก เนื้อสัมผัสร่วนมากไม่จับตัวกัน มีกลิ่นข้าว

การวิเคราะห์ค่าสี ผลจากการวัดค่าสีเค้ก ทั้ง 5 สูตร (ตารางที่ 2) พบว่าค่า L^* , a^* , b^* , C^* และ H° แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่า a^* และ b^* มีค่าอยู่ในช่วงสีเขียวและสีเหลืองสอดคล้องกับค่า C^* ความเข้มสี และ H° เข้าใกล้ 90 องศา วัดจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง ค่าความสว่าง (L^*) ของเค้กสูตรที่ 2 มีค่าต่ำที่สุด คือ 74.50 เค้กที่มีส่วนประกอบของเนื้อลำไยปริมาณสูงแนวโน้มสีเป็นสีน้ำตาลเข้มเพิ่มขึ้น อาจเกิดจากปฏิกิริยาน้ำตาลแบบ

ปฏิกิริยาเมลลาร์ด การให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดสาร 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF) ในปริมาณสูง โดยการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดมีสารตัวกลางเกิดขึ้น คือ HMF เป็นผลผลิตที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาของสาร 2 ชนิด คือ น้ำตาลรีดิคัลกับกรดอะมิโนได้เป็นสาร 3-deoxyhexosulose มีการสูญเสียน้ำขณะทำปฏิกิริยาได้เป็นสาร 1,2 enol ของน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโทส การเกิดสีน้ำตาลที่สภาวะที่มีการใช้อุณหภูมิสูงจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดมากกว่าการเกิดสีน้ำตาลอื่น เนื่องจากความร้อนจะเร่งให้สารตั้งต้น ได้แก่ น้ำตาลรีดิคัลและกรดอะมิโน โปรตีนหรือเปปไทด์ในเนื้อลำไยทำปฏิกิริยากันจนเกิดสีน้ำตาล เมื่อสภาวะของการแปรรูปมีการใช้อุณหภูมิสูง ปริมาณสาร HMF จะเพิ่มสูงขึ้น [8]

ตารางที่ 2 ค่าสีของเค้กทั้ง 5 สูตร

สูตรที่	ค่าสี				
	L^*	a^*	b^*	C^*	H°
1	88.48±0.17 ^a	-3.82±0.01 ^d	20.83±0.11 ^d	21.18±0.11 ^e	100.57±0.36 ^a
2	74.50±0.27 ^d	-1.75±0.11 ^c	25.84±0.09 ^b	25.90±0.08 ^b	94.36±0.28 ^b
3	82.41±0.34 ^c	-1.76±0.04 ^c	26.56±0.46 ^a	27.29±0.35 ^a	93.81±0.06 ^c
4	83.31±0.23 ^b	-1.54±0.05 ^b	24.33±0.29 ^c	24.38±0.28 ^d	93.63±0.14 ^c
5	83.32±0.03 ^b	-0.71±0.05 ^a	25.40±0.03 ^b	25.41±0.03 ^c	91.59±0.11 ^d

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการวัดปริมาตรของเค้กทั้ง 5 สูตร พบว่าเค้กทั้ง 5 สูตรมีปริมาตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเพิ่มปริมาณของเนื้อลำไยสดปั่นละเอียดในเค้กจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย ทำให้เค้กมีปริมาตรลดลงอย่างชัดเจน โดยมีปริมาตรของเค้กอยู่ระหว่าง 49.17-66.45 มิลลิลิตรต่อชิ้น ขณะที่

ตัวอย่างควบคุมมีค่าเท่ากับ 73.10 มิลลิลิตรต่อชิ้น (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการสังเกตลักษณะปรากฏพบว่าเค้กสูตรควบคุม (สูตรที่ 1) มีขนาดและความสูงมากที่สุด เมื่อเทียบกับเค้กจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย (สูตรที่ 5) มีขนาดและความสูงลดลง อาจเนื่องจากแป้งข้าวไม่สามารรถเกิดร่างแหโปรตีนได้ ส่งผลให้

โครงสร้างขนมอบไม่แข็งแรงและไม่สามารถเก็บกักก๊าซไว้ได้ [9] อีกทั้งการเติมน้ำมันใส่ลงไปในเนื้อเค้กสูง เกิดความไม่สมดุลกับของแข็งในระบบทำให้เกิดการยุบตัวของโครงสร้างได้ง่าย (สูตรที่ 2) ในทางตรงข้ามในสูตรควบคุมมีการใช้แป้งสาลีในการผลิตเค้กซึ่งโดยทั่วไปแป้งสาลีมีกลูเตนซึ่งเกิดจากการรวมตัวของโปรตีนกลูเตนิน (glutenin) และไกลอะดิน (gliadin) ในสัดส่วนเท่า ๆ กัน โดยจะสร้างพันธะไดซัลไฟด์ (disulfide bond) ทำให้กลูเตนมีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น ไม่ละลายในน้ำ กลูเตนสามารถเก็บกักก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตขึ้นโดยยีสต์หรือผงฟูเอาไว้ได้ ทำให้รักษารูปร่างของเค้ก [10]

ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของเค้กทั้ง 5 สูตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.70-0.80 (ตารางที่ 3) สูตรที่ 2 มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีสูงสุด (0.80) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ เนื้อเค้กหลังการอบและการยุบตัว เนื่องจากมีปริมาณเนื้อแป้งและไขมันสูง ซึ่งเป็นของเหลวในปริมาณสูง มีปริมาณเนื้อแป้งสูงซึ่งเป็นของแข็งในปริมาณต่ำ ในทำนองเดียวกันเค้กสูตรที่ 5 มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต่ำที่สุด (0.70) อาจเป็นผลจากในส่วนผสมของสูตรที่ 5 มีปริมาณแป้งสูง อีกทั้งแป้งยังมีความสามารถในการกักความชื้นและก๊าซต่ำ สังเกตจากลักษณะปรากฏเนื้อเค้กจะค่อนข้างแห้ง

และร่วนไม่จับตัวกัน ส่วนเค้กสูตรควบคุมค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (0.73) แม้จะมีปริมาณของแข็งจากแป้งเค้กและแป้งข้าวในส่วนผสมเท่ากันกับเค้กสูตรที่ 5 แต่ทำจากแป้งสาลีซึ่งมีสมบัติในการกักความชื้นและก๊าซได้ดีกว่า

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4) เพื่อทดสอบความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมจากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเค้กทั้ง 5 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏสูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 มีคะแนนการยอมรับสูงอยู่ในช่วง 7.40-7.73 คะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลาง ด้านกลิ่นสูตรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด (7.47 คะแนน) อาจเนื่องจากเป็นสูตรที่มีการเติมน้ำมันใส่ลงไปในเนื้อเค้กสูงที่สุด ทำให้เค้กสูตรที่ 2 มีกลิ่นหอมแป้ง สูตรที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ (7.63 คะแนน) เนื้อสัมผัส (7.70 คะแนน) และความชอบรวม (7.50 คะแนน) สูงที่สุด สอดคล้องกับผลที่ได้จากการสังเกตลักษณะปรากฏของเค้กที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น

เมื่อพิจารณาในภาพรวมสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นสูตรต้นแบบของเค้กลูกชุบคือสูตรที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย เนื้อแป้ง

ตารางที่ 3 ค่าปริมาตรและค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของเค้กทั้ง 5 สูตร

คุณภาพ	สูตรที่				
	1	2	3	4	5
ปริมาตร (มิลลิลิตรต่อชิ้น)	73.10±6.94 ^a	49.17±2.03 ^d	57.05±5.41 ^c	61.69±5.16 ^{bc}	66.45±4.17 ^b
วอเตอร์แอกทิวิตี	0.73±0.01 ^c	0.80±0.00 ^a	0.74±0.01 ^b	0.73±0.02 ^c	0.70±0.01 ^d

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเค้กทั้ง 5 สูตร

สูตรที่	การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	7.73±0.69 ^a	6.87±1.01 ^b	7.00±0.87 ^b	6.87±0.82 ^b	6.87±0.57 ^b
2	3.10±1.32 ^c	7.47±0.51 ^a	7.10±0.61 ^b	2.43±1.57 ^d	2.37±1.25 ^d
3	6.80±0.85 ^b	7.03±0.81 ^b	6.97±0.61 ^b	6.93±0.87 ^b	6.70±0.99 ^b
4	7.40±0.62 ^a	6.90±0.61 ^b	7.63±0.85 ^a	7.70±0.84 ^a	7.50±0.73 ^a
5	7.37±0.89 ^b	6.10±0.88 ^c	5.87±0.73 ^c	4.07±2.30 ^c	4.13±1.98 ^c

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน; ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สดปั่นละเอียด นมสด ผงฟู ยีสต์ เนยสดชนิดเค็ม น้ำตาลทรายขาว ไข่ไก่ เท่ากับ 75, 25, 60, 1.5, 1.5, 20, 40 และ 20 กรัม ตามลำดับ เนื่องจากการสังเกตลักษณะปรากฏของเค้กก่อนนึ่งเนื้อเนียนเข้ากันดี หลังการนึ่ง เนื้อเค้กสีขาวครีม ขึ้นฟูเหมือนเค้กทั่วไป เนื้อสัมผัสนุ่ม มีกลิ่นหอมลำไย และมีคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่น ซึ่งสูตรที่ 4 มีความเป็นไปได้สูงและเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นเค้กลูกชุบในขั้นตอนต่อไป

3.2 การยอมรับประสาทสัมผัสของเค้กลูกชุบที่ผลิตจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย

โดยทั่วไปลูกชุบเป็นขนมหวานชนิดหนึ่งที่ทำจากถั่วหวาน ปั้นขึ้นรูปเป็นรูปร่างต่าง ๆ ระบายสีนำไปชุบวุ้นให้สวยงาม มีรสชาติอร่อย ผู้บริโภคบางคนมีอาการแพ้โปรตีนในถั่ว โดยเฉพาะในกลุ่มเด็ก สารก่อภูมิแพ้ในถั่วส่วนใหญ่เป็นโปรตีนที่สะสมในเมล็ด [11] การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชุบจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย เป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารที่มีส่วนผสมของถั่วเมล็ดแห้งต่าง ๆ รูปที่ 1 แสดงลักษณะของเค้กลูกชุบที่ผลิตจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย ซึ่งมีลักษณะ

ปรากฏภายนอกใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ลูกชุบที่ผลิตจากถั่วหวานที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด สีของเนื้อลูกชุบเป็นสีครีม กลิ่นหอมลำไยและกลิ่นเหล้ารัมเล็กน้อย รสชาติเหมือนเค้ก เนื้อสัมผัสนุ่มไม่แน่นเหมือนลูกชุบที่ผลิตจากถั่วเขียวหวาน



ลักษณะของเค้กหลังการขึ้นรูป

ลักษณะของเค้กหลังทาสีและชุบวุ้น

รูปที่ 1 ลักษณะของเค้กลูกชุบจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเค้กลูกชุบที่ผลิตจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย จากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 100 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale (ตารางที่ 5) พบว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่พัฒนาได้มีคะแนนเฉลี่ยความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ (7.95 คะแนน) กลิ่น (7.62 คะแนน) รสชาติ (7.53 คะแนน) เนื้อสัมผัส (7.81 คะแนน) และความชอบรวม (7.88 คะแนน) อยู่ในระดับชอบปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งเป็นลูกชุบที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด เนื้อลูกชุบผลิตจากถั่วเขียว

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเค้กลูกชุบ

ตัวอย่าง	การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ลูกชุบ (ชุดควบคุม)	8.00±0.79 ^{ns}	7.66±0.87 ^{ns}	7.70±0.85 ^{ns}	8.12±0.86 ^a	8.02±0.84 ^{ns}
เค้กลูกชุบ	7.95±0.80 ^{ns}	7.62±0.85 ^{ns}	7.53±0.77 ^{ns}	7.81±0.84 ^b	7.88±0.78 ^{ns}

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 100 คน; ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$); ^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

กวน พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ไม่แตกต่างกับเค้กลูกชุบผลิตจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทย แต่คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องจากผู้ทดสอบทั่วไปเคยชินกับการบริโภคลูกชุบแบบที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างแน่นกว่าเค้กลูกชุบจากแป้งข้าว

4. สรุป

เค้กลูกชุบจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิไทยเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่สามารถพัฒนาเป็นสินค้าที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวได้ ทั้งยังเป็นอาหารที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ สามารถต่อยอดการผลิตสู่ระดับอุตสาหกรรมได้ในอนาคต อาจมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของรูปแบบบรรจุภัณฑ์ การปรับปรุงเนื้อสัมผัสด้วยผลไม้ที่หลากหลายชนิดตามฤดูกาล ที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เค้กลูกชุบให้ยาวนานขึ้น รวมถึงการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ทันสมัยดึงดูดความสนใจจากผู้บริโภค

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาปีงบประมาณ 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา

เลขที่สัญญา 3/2561

6. รายการอ้างอิง

- [1] สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ข้าวหอมมะลิไทย, 2561, แหล่งที่มา : http://www.acfs.go.th/standard/download/Thai-Hom-Mali_Rice-60.pdf, 15 มกราคม 2561.
- [2] สมาคมโรงสีข้าวไทย, ราคาข้าว, 2561, แหล่งที่มา : <http://www.thairicemillers.com>, 15 มกราคม 2561.
- [3] พรทวี ธนสัมพันธ์ และสุวรรณา พิชัยยงค์วงศ์ดี, 2560, การใช้ประโยชน์ปลายข้าวเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ, ว.วิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 10(30): 105-128.
- [4] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 459/2547) เค้ก, แหล่งที่มา : http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps459_47.pdf, 15 กุมภาพันธ์ 2561.
- [5] Marino, M., Casale, R., Borghini, R., Nardi, S.D., Donato, G., Angeloni, A., Moscaritolo, S., Grasso, L., Mazzarella, G., Tola, M.D., Rossi, M. and Picarelli, A., 2017, The effects of modified versus unmodified wheat

- gluten administration in patients with celiac disease, *Int. Immunopharmacol.* 47: 1-8.
- [6] AACC., 2000, Approved Method of the American Association of Cereal Chemists, 8 th Ed., The American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
- [7] Duncan, D.B., 1995, Multiple range and multiple F Tests, *Biometrics* 11: 1-42.
- [8] รุ่งทิพย์ วงศ์ต่อม, 2549, การเกิดปฏิกิริยาสำนึกน้ำตาลในกระบวนการอบแห้งลำไย (*Euphoria longana* Lam.) แบบทั้งผล, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม. 133 น.
- [9] พรรัตน์ สันชัยพานิช, กุลกรภัส บุตรพงษ์, ศศพินทุ ดิษนิล และเรณู ทวีชาติวิทยากุล, 2560, ผลของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในบราวนี่ : เนื้อสัมผัสและลักษณะคุณภาพ, ว.วิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 10(2): 69-79.
- [10] นิธิยา รัตนานนท์, 2557, เคมีอาหาร, โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ, 504 น.
- [11] Vitaliti, G., Pavone, P., Spataro, G., Giunta, L., Guglielmo, F., Falsaperla, R., 2015, Legumes steam allergy in childhood: Update of the reported cases, *Allergol. Immunopathol. (Madr)* 43: 196-202.