

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทองกึ่งสำเร็จรูป

Development of Semi-Processed Pumpkin-Custard

กมลวรรณ แจ่มชัด อันวัต แจ่มชัด วิชัย หฤทัยธนาสันติ
และขวัญนุช วงศ์มหาสกุล

Kamolwan Jangchud, Anuvat Jangchud, Vichai Haruthaithanasan
and Khwannuch Wongmahasakul

ABSTRACT

Development of semi-processed pumpkin-custard using mixture design found that the optimum ratio of egg white powder : coconut powder : pumpkin powder was 35 : 35 : 30 and the ratio of dry mix : water was 1 : 2. After all the ingredients were mixed and steamed for 20 min, the consumer rated the overall liking of pumpkin custard as like slightly to like moderately (6.50). Process development was conducted by using microwave at 30% of the highest power. The result showed that 65 gram of the dry mix mixed with water at the ratio of 1 : 1.7 and microwave time was 6 min. Consumer rated the overall liking of microwave pumpkin-custard as like moderately (7.10). Water activity of the powder of semi-processed pumpkin-custard was 0.45. The color of microwave pumpkin-custard was light yellow and the firmness presented as a distance that penetrated through the product was 18.70 mm. Coliform was less than 3 MPN/g.

Key words : development, microwave, pumpkin-custard, semi-processed

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทองกึ่งสำเร็จรูป โดยใช้แผนการทดลองแบบ Mixture Design พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของ ไข่ขาวผง:กะทิผง:ฟักทองผง เท่ากับ 35:35:30 และมีอัตราส่วนระหว่างส่วนผสมแห้ง:น้ำเท่ากับ 1:2 หลังจากนำของผสมทั้งหมดไปนึ่งที่น้ำเดือดเวลานาน 20 นาที จะได้สังขยาฟักทองที่มีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบ

ปานกลาง (6.50) ในการศึกษาพัฒนากระบวนการผลิต โดยการใช้ไมโครเวฟอบที่ 30% ของกำลังสูงสุด พบว่าส่วนผสมแห้ง 65 กรัม ผสมกับน้ำในอัตราส่วนของส่วนผสมแห้ง:น้ำที่เหมาะสมในการอบด้วยไมโครเวฟคือ 1:1.7 และใช้เวลาในการอบ 6 นาที คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.10) สังขยาฟักทองกึ่งสำเร็จรูปมีลักษณะเป็นผงมีค่า a_w เท่ากับ 0.45 คุณภาพของผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทองที่ผ่านการอบโดยไมโครเวฟมีสีเหลืองอ่อน และมีค่าความคงตัวที่แสดง

ระยะทางที่หัวเจาะผ่านเข้าไปในตัวอย่างเท่ากับ 18.70 มิลลิเมตร โคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/g

คำนำ

ขนมไทยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้ทั้งศาสตร์และศิลป์ในการทำ มีลักษณะและรสชาติเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ส่วนประกอบหลักของขนมไทยคือแป้ง น้ำตาล และมะพร้าว โดยนำมาใช้ในสัดส่วนและกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันไปเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ขนมไทยหลายชนิด (สำนักพิมพ์แสงแดด, 2539) ต่อมาก็ได้มีการนำเอาวัตถุดิบอื่น ๆ มาใช้เป็นส่วนผสมในขนม เช่น ไข่ ถั่ว และงาเป็นต้น ทำให้ได้ขนมไทยหลายชนิดเพิ่มขึ้น กรรมวิธีการทำขนมไทยให้สุกมีหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ต้องการวิธีการทั่วไปได้แก่ การกวน การนึ่ง การเชื่อม การอบ และการต้ม สังขยาฟักทองเป็นขนมไทยประเภทหนึ่งที่ทำให้สุกด้วยการนึ่ง โดยมีส่วนผสมคือไข่ทั้งฟอง (หรือเฉพาะไข่ขาว) กะทิ แป้งข้าวเจ้า น้ำตาล และฟักทอง ฟักทองที่ใช้ในสูตรอาจจะใช้ฟักทองทั้งผลซึ่งควั่นเอาเมล็ดและไส้ออกแล้วบรรจุสังขยาลงไปแทน บางสูตรอาจหั่นฟักทองเป็นชิ้น ๆ แล้วนำลงไปกวนกับส่วนผสมอื่นให้ทั่วก่อนนำไปนึ่ง (ยุติ, 2541) ซึ่งขั้นตอนในการทำไม่ยุ่งยากนักแต่ก็ใช้เวลาพอสมควร จากการสำรวจของภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (2537) พบว่าผู้บริโภคชาวไทยส่วนใหญ่ยังนิยมรับประทานอาหารไทยแต่จะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่างจากในอดีต คือต้องการอาหารไทยที่ทำง่าย สะดวกและรวดเร็วดังนั้นอาหารสำเร็จรูปและอาหารกึ่งสำเร็จรูปจึงเข้ามามีบทบาทในสังคมไทยมากขึ้นในปัจจุบัน อาหารกึ่งสำเร็จรูปหมายถึงอาหารที่ผ่านการแปรรูปหรือทำให้สุกบางส่วนแล้ว แต่ยังไม่สามารถนำไปบริโภคได้ทันทีต้องนำไปหุงต้มให้สุกอีกครั้ง

ฟักทองเป็นพืชผลผลิตทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งในสังขยาฟักทอง ฟักทองมีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะมีวิตามินเอซึ่งอยู่ในรูปของเบต้าแคโรทีนสูงถึง 1065 IU ต่อฟักทอง

100 กรัม (กองโภชนาการ, 2535) เหมาะสำหรับนำมาเป็นส่วนผสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเป็นอย่างมาก การแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรผักและผลไม้ให้อยู่ในรูปของแห้ง หรือการทำเป็นผงเป็นที่นิยมมากเนื่องจากการเพิ่มมูลค่าของสินค้าทางการเกษตร ยืดอายุการเก็บ สะดวกในการเก็บและการนำไปใช้ (Siemonsma and Piluek, 1994) สีนินารถ และคณะ (2529) ได้ศึกษาการผลิตฟักทองผงโดยผ่านกรรมวิธีการทำแห้ง พบว่ากรรมวิธีการทำแห้งโดยการอบ และกรรมวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ได้ฟักทองผงที่มีคุณภาพดี และสามารถรักษาคูณค่าทางโภชนาการได้มากกว่าวิธีการตากแห้ง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมสังขยาฟักทองกึ่งสำเร็จรูปโดยนำเอาฟักทองผงมาเป็นส่วนประกอบ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการนำเอาฟักทองผงมาใช้ประโยชน์ และเป็นการพัฒนาขนมไทยให้อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์ขนมกึ่งสำเร็จรูปซึ่งเก็บไว้ได้นาน บริโภคได้สะดวก รวดเร็ว และมีคุณค่าทางโภชนาการ นอกจากนี้ยังมียศัภาพที่สามารถส่งเสริมเป็นสินค้าส่งออกได้อีกด้วย ในการวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทองผงกึ่งสำเร็จรูป โดยมีวัตถุประสงค์คือศึกษาอัตราส่วนของสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตสังขยาฟักทองจากสังขยาฟักทองผงกึ่งสำเร็จรูป และศึกษาคูณภาพของสังขยาฟักทองผงกึ่งสำเร็จรูปและสังขยาฟักทองที่พัฒนาได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมวัตถุดิบ

ฟักทองผงเตรียมจากการนำฟักทองพันธุ์หนึ่งล้างทำความสะอาดให้สะอาด ปอกเปลือก ผ่าเอาเมล็ดออกและหั่นตามยาวของผลฟักทองเป็นชิ้นหนาประมาณ 2.5 เซนติเมตร นำไปนึ่งจนสุก แล้วนำมาผสมกับน้ำ ปั่นให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันโดยเครื่องบด จากนั้นทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer) ที่อุณหภูมิ 115 -120°C ความดัน 35 - 40 mm.Hg ระยะห่างของลูกกลิ้ง 0.17 มม. นำฟักทองแห้งที่ได้ไปบดไล่

ความชื้นอีกครั้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบใช้ลมร้อน (tray dryer) ที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 3 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปบดให้เป็นผงด้วยเครื่อง Hammer mill ผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 มม. ประเมินค่าคุณภาพทางกายภาพฟักทองผงโดยวัดค่าสี L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่อง Chroma Meter รุ่น CR-200b ของ Minolta Corp., Japan และค่า water activity (a_w) รุ่น MB Measuring Set ของ Novasina Ltd., Switzerland

ไข่ขาวผง กะทิผงตราขาวเกาะ และน้ำตาลทรายซื้อโดยตรงจากแหล่งจำหน่ายในกรุงเทพฯ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สังขยาซื้อจากแหล่งจำหน่ายขนมไทยในกรุงเทพฯ 3 แหล่ง

2. การศึกษาสูตรที่เหมาะสม

สูตรที่ศึกษาดัดแปลงมาจากสูตรสังขยาฟักทอง

ของดวงเดือนและคณะ (2536) และใช้ไข่ขาวผงแทนไข่ทั้งฟองโดยศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างไข่ขาวผง กะทิผง และฟักทองผง ใช้แผนการทดลองแบบ Mixture Design ที่ระดับต่างๆ คือ ไข่ขาวผง 20-50% กะทิผง 20-50% และฟักทองผง 0-60% ได้สิ่งทดลองที่มีอัตราส่วนระหว่างไข่ขาวผง กะทิผง และฟักทองผง ระดับต่างๆ 5 สิ่งทดลอง คือ 50:20:30, 50:50:0, 20:50:30, 20:20:60 และ 35:35:30 (Figure 1, Table 1) กรรมวิธีการผลิตสังขยาฟักทองเริ่มจากการผสมไข่ขาวผง กะทิผง ฟักทองผง และน้ำตาลทรายเข้าด้วยกัน เติมน้ำโดยใช้อัตราส่วนของส่วนผสมแห้งต่อน้ำเท่ากับ 1:2 คนให้เข้ากัน เทใส่ภาชนะ นำไปนึ่งที่น้ำเดือดนาน 20 นาที

ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (Hedonic scale) 1-9 คะแนน (1 = ไม่ชอบ

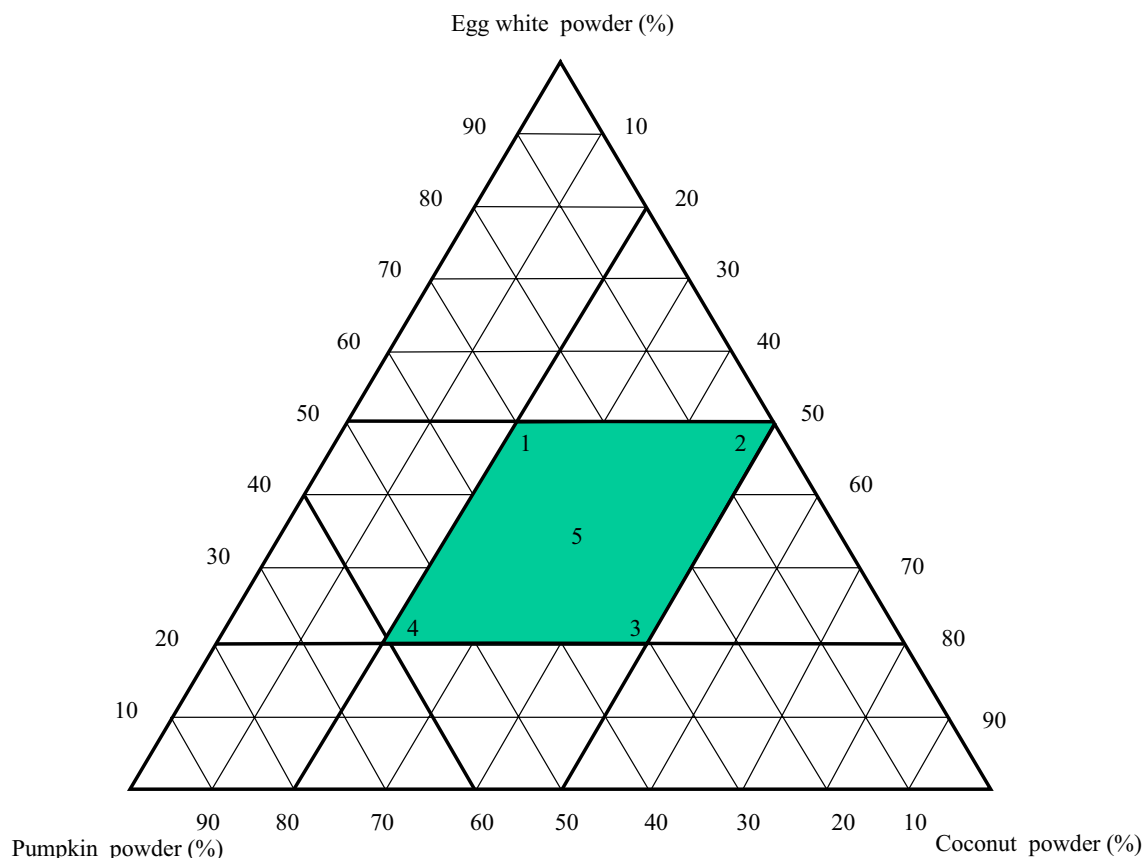


Figure 1 Percentage of ingredients in mixture design.

Table 1 Treatments in mixture design for formulation development.

Ingredients	Treatments				
	1	2	3	4	5
Coconut powder (%)	20	50	50	20	35
Egg white powder (%)	50	50	20	20	35
Pumpkin powder (%)	30	0	30	60	30

มากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน คุณลักษณะที่ทำการทดสอบคือ สี กลิ่น ไข่ กลิ่นฟักทอง ความนุ่ม รสชาติ และความชอบรวม และทำการทดสอบเชิงพรรณนาวิธี Quantitative descriptive analysis (QDA) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน ประเมินค่าคุณภาพทางกายภาพโดยวัดค่าสี L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่อง Chroma Meter วัดค่าความคงตัวด้วยใช้เครื่อง Penetrometer รุ่น Kochler Digital Penetrometer ของ Kochler Instrument Co., U.S.A.

3. การศึกษากรรมวิธีการผลิตโดยใช้ไมโครเวฟ

1. ศึกษา กำลังความร้อนที่ใช้ในไมโครเวฟโดยดัดแปลงจากวิธีของ Stanford (1990)

ทำการทดลองโดยใส่น้ำ 1000 ก. ในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร ทำให้มีอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 20°C จากนั้นนำไปเข้าเตาไมโครเวฟที่กำลังความร้อนสูงสุดเป็นเวลา 2 นาที วัดอุณหภูมิของน้ำทันทีที่นำออกจากเตาไมโครเวฟ คำนวณความร้อนโดยใช้สูตร $P \text{ (watts)} = 70[(\Delta T_1 + \Delta T_2)/2]$

P คือ กำลังความร้อน

ΔT_1 คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิของน้ำที่วัดได้ก่อนและหลังเข้าไมโครเวฟครั้งที่ 1

ΔT_2 คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิของน้ำที่วัดได้ก่อนและหลังเข้าไมโครเวฟครั้งที่ 2

2. ศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนของส่วนผสมแห้งต่อน้ำ และเวลาที่ใช้ในการอบด้วยไมโครเวฟที่มีผลต่อคุณภาพของสังขยาฟักทอง

จัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล 3×2 ในแผนการทดลองแบบกลุ่มทดลอง (CRD) ปัจจัยที่ศึกษาคือ อัตราส่วนผสมแห้งต่อน้ำ และเวลาที่ใช้ในการอบ โดยอัตราส่วนของส่วนผสมแห้งต่อน้ำมี 3 ระดับ คือ 1:1.5, 1:2 และ 1:2.5 เวลาที่ใช้มี 2 ระดับคือ 4 และ 6 นาที ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง (Table 2)

การศึกษากกรรมวิธีการผลิตสังขยาฟักทองโดยการอบด้วยไมโครเวฟใช้ส่วนผสมแห้ง 65 กรัมโดยผสมไข่ขาวผง กะทิผง ฟักทองผง และน้ำตาลทราย เติมน้ำตามอัตราส่วนของแต่ละสิ่งทดลอง คนให้เข้ากัน เทใส่ถ้วยแก้วสำหรับไมโครเวฟแล้วนำไปอบที่ กำลังความร้อน 30% ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธี QDA ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน คุณลักษณะสำคัญที่ทำการทดสอบ คือ สีเหลือง กลิ่น

Table 2 Ratio of dry mix and water and microwave time.

Processing condition	Treatments					
	1	2	3	4	5	6
Dry mix : water	1:1.5	1:1.5	1:2.0	1:2.0	1:2.5	1:2.5
Time (min)	4	6	4	6	4	6

รสฟักทอง รสหวาน ความนุ่ม และความคงตัว และประเมินค่าโดยวิธีการเรียงลำดับความชอบ (Ranking) คุณลักษณะที่ทำการทดสอบคือ ความชอบรวม โดยกำหนดให้คะแนน 4 = ชอบมากที่สุด และ 1 = ชอบน้อยที่สุด ประเมินค่าคุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่อง Chroma Meter และวัดค่าความคงตัวโดยใช้เครื่อง Penetrometer

เมื่อเลือกสูตรที่มีคุณภาพดีที่สุด โดยมีอัตราส่วนของผสมแห้งค่อน้ำ และเวลาที่ใช้ในการอบที่เหมาะสม แล้วนำสูตรที่ได้มาปรับปรุง โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด) คุณลักษณะที่ทำการทดสอบคือ สี กลิ่นฟักทอง กลิ่นรสไข่ กลิ่นรสฟักทอง กลิ่นรสกะทิ รสหวาน ความคงตัว และความชอบรวม ทดสอบร่วมกับวิธี Just-right scale ซึ่งเป็นสเกลระดับความเข้มที่ผู้ทดสอบต้องการปรับปรุงในแต่ละคุณลักษณะให้เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงสูตร (Lawless and Heymann, 1998) โดยทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ประเมินคุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่อง Chroma Meter และวัดค่าความคงตัวโดยใช้เครื่อง Penetrometer

4. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์

4.1 การตรวจสอบคุณภาพสังขยาฟักทองผงกึ่งสำเร็จรูป

4.1.1 คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี และค่า a_w

4.1.2 คุณภาพทางเคมี โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และเส้นใยอาหาร ด้วยวิธี AOAC (1995)

4.1.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดยีสต์และราและโคลิฟอร์มด้วยวิธี AOAC (1995)

4.2 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทอง

4.2.1 คุณภาพทางกายภาพ วัดค่าสี และค่าความคงตัว

4.2.2 คุณภาพทางเคมี วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และเส้นใยอาหาร ด้วยวิธี AOAC (1995)

4.2.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ วิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และโคลิฟอร์ม ด้วยวิธี AOAC (1995)

4.2.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (Hedonic scale) 1-9 คะแนน (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ในคุณลักษณะด้านสี กลิ่นฟักทอง กลิ่นรสไข่ กลิ่นรสฟักทอง กลิ่นรสกะทิ รสหวาน รสชาติรวม ความคงตัว และความชอบรวม

ผลและวิจารณ์

1. การเตรียมวัตถุดิบ

หลังจากนำฟักทองมาผ่านกระบวนการผลิตฟักทองผงแล้ว ได้ฟักทองผงที่มีสีเหลืองอ่อน โดยมีค่าสี $L^* = 67.4$, $a^* = -2.0$, $b^* = 29.2$ ค่า $a_w = 0.40$ มีกลิ่นหอมของฟักทอง

2. การศึกษาสูตรที่เหมาะสม

จากการศึกษาอัตราส่วนของไข่ขาวผงกะทิผงและฟักทองผง จำนวน 5 สิ่งทดลอง คือ 50:20:30, 50:50:0, 20:50:30, 20:20:60 และ 35:35:30 โดยใช้ปริมาณไข่ขาวผง กะทิผง และฟักทองผงในแต่ละอัตราส่วนจำนวน 30.30% และน้ำตาลทราย 69.70% ผสมกับน้ำโดยใช้อัตราส่วนของส่วนผสมแห้งค่อน้ำเท่ากับ 1:2 เมื่อนำไปนึ่งในน้ำเดือดนาน 20 นาที พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านกลิ่นไข่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบเฉลี่ยคุณลักษณะสี กลิ่นฟักทอง ความนุ่ม รสชาติ และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดัง Table 3 โดยที่สิ่ง

ทดลองที่ 5 มีค่าตัวเลขคะแนนความชอบของแต่ละคุณลักษณะสูงสุด (ยกเว้นคุณลักษณะสี) และจากผลการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสวิธี QDA พบว่าคุณลักษณะต่างๆประกอบด้วย สีเหลือง กลิ่นฟักทอง กลิ่นไข่ กลิ่นกะทิ กลิ่นรสฟักทอง กลิ่นรสไข่ กลิ่นรสกะทิ รสหวาน และความนุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดัง Table 4

เนื่องจากสิ่งทดลองที่ 2 ไม่ได้ใส่ฟักทองผงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีขาวจึงไม่ได้ประเมินค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีเหลือง จาก Table 4 พบว่าผลการทดลองสอดคล้องกับส่วนผสมต่างๆ ในสูตร โดย

สิ่งทดลองที่ 4 มีความเข้มของสีเหลือง กลิ่นฟักทอง และกลิ่นรสฟักทองสูงสุด เนื่องจากมีระดับของฟักทองผงสูงสุด (60%) สิ่งทดลองที่ 2 มีค่าตัวเลขคะแนนความเข้มของกลิ่นไข่และกลิ่นกะทิสูงสุดเนื่องจากมีระดับของไข่ขาวผงและกะทิผงสูงสุด (50%) ในคุณลักษณะด้านความนุ่ม พบว่าสิ่งทดลองที่ 3 และ 4 มีคะแนนความเข้มของความนุ่มมากและไม่มีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากมีระดับของกะทิผงสูงสุด (50%) ผลิตภัณฑ์จึงมีไขมันเป็นส่วนประกอบสูง ผลจากการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพโดยวัดค่าสีและค่าความคงตัวดังแสดงใน Table 5

Table 3 Means of hedonic ratings for sensory attributes of steam pumpkin-custard.

Sensory attributes	Treatments				
	1	2	3	4	5
Color	6.87±1.11a	2.97±1.52c	4.73±1.89b	6.40±1.79a	6.47±1.28a
Egg aroma	5.77±1.77a	5.40±1.65a	5.73±1.34a	5.80±1.37a	6.33±1.49a
Pumpkin aroma	5.40±1.73b	4.17±1.58c	5.57±1.19b	6.13±1.46ab	6.43±1.41a
Softness	5.63±1.77a	5.27±1.98a	4.03±2.07b	4.93±2.13ab	5.97±1.88a
Taste	5.83±1.74ab	4.87±1.96bc	4.63±1.52c	5.30±2.02bc	6.37±1.71a
Overall liking	5.93±1.64a	4.50±1.63b	4.80±1.49b	5.67±1.84a	6.50±1.68a

Means within the same row with different letters are significantly different at the 95% confidence level.

Table 4 Means of QDA-intensity for sensory attributes of steam pumpkin-custard.

Sensory attributes	Treatments				
	1	2	3	4	5
Yellowness	8.25±0.81b	NA	6.90±1.08c	10.44±0.66a	5.42±0.46d
Pumpkin aroma	7.92±1.36b	7.30±0.78b	5.77±0.68c	10.05±1.03a	1.94±0.51d
Egg aroma	6.19±1.38bc	7.93±2.48a	7.57±1.34ab	5.02±2.05c	7.35±0.53ab
Coconut aroma	6.76±1.40b	8.17±1.46a	8.02±1.09a	5.97±0.99b	6.76±0.72b
Pumpkin flavor	8.57±1.39b	8.14±1.16b	7.60±0.80b	11.40±1.21a	1.98±0.49c
Egg flavor	6.88±1.34ab	7.97±3.11a	8.25±1.06a	5.57±1.81b	8.13±0.34a
Coconut flavor	7.60±1.52a	8.32±1.78a	8.65±1.34a	6.14±1.52b	7.37±0.67ab
Sweetness	7.76±1.37b	8.65±1.67ab	9.73±1.14a	8.83±1.77ab	7.85±1.33b
Softness	7.71±1.62b	7.61±2.47b	11.00±1.09a	10.05±1.68a	7.76±0.82b

Means within the same row with different letters are significantly different at the 95% confidence level. NA - Not available

Table 5 Color and firmness of steam pumpkin-custard.

Color and firmness	Treatments				
	1	2	3	4	5
L*	65.20±0.66c	78.9±0.80a	66.20±0.72b	63.30±0.78d	65.30±0.49c
a*	-6.20±0.67d	-3.6±0.49a	-3.80±0.51a	-4.40±0.88b	-5.20±0.68c
b*	31.11±0.55b	4.70±0.42c	29.50±0.67c	37.87±0.68a	26.91±0.73d
Distance (mm)	8.35±0.66c	23.00±1.02b	38.05±0.75a	33.85±1.54a	25.10±1.56b

Means within the same row with different letters are significantly different at the 95% confidence level.

จาก Table 5 พบว่าค่าสี L* a* และ b* ของสิ่งทดลองทั้ง 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ 4 มีค่า b* ซึ่งแสดงถึงสีเหลืองสูงที่สุด เพราะมีระดับฟักทองผงสูงที่สุด (60%) ซึ่งสอดคล้องกับค่าคะแนนความเข้มของสีเหลือง (Table 4) ส่วนสิ่งทดลองที่ 2 มีค่า L* แสดงถึงความสว่างสูงที่สุด และมีค่าสีเหลืองน้อยที่สุดเพราะมีระดับฟักทองผงต่ำที่สุด (0%) ค่าความคงตัวของสิ่งทดลองทั้ง 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งวัดค่าเป็นระยะทางที่หัวเจาะเข้าไปในผลิตภัณฑ์ โดยที่ค่าความคงตัวของสิ่งทดลองที่ 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกัน และมีค่าความคงตัวต่ำสุด เนื่องจากมีค่าระยะทางที่หัวเจาะเข้าไปในผลิตภัณฑ์มาก แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความนุ่มสูง ซึ่งสิ่งทดลองทั้งสองมีปริมาณไข่ขาวผงต่ำสุด (20%) และค่าความคงตัวของสิ่งทดลองที่ 2 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่สิ่งทดลองที่ 1 มีค่าความคงตัวสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ เนื่องจากระยะทางที่หัวเจาะเข้าไปในผลิตภัณฑ์ต่ำ ซึ่งค่าคุณภาพทางกายภาพดังกล่าวมีความสอดคล้องกับส่วนผสมในสูตร โดยสิ่งทดลองที่ 1 มีปริมาณไข่ขาวผงสูงที่สุด ปริมาณฟักทองผงปานกลาง และปริมาณกะทิผงน้อยที่สุด และสอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากการทดลองพบว่าปริมาณฟักทองผงและไข่ขาวผงที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความคงตัวสูงขึ้น ในขณะที่กะทิผงมีผลทำให้ความคงตัวลดลง

จากคะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ (Table 3) พบว่าสิ่งทดลองที่ 5 มีค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยสูง

ที่สุดในคุณลักษณะ กลิ่น ไข่ กลิ่นฟักทอง ความนุ่มรสชาติ และความชอบรวม จะสังเกตได้ว่าผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทองที่มีค่าความคงตัวต่ำ (หรือมีความนุ่มสูงเกินไป) ผู้ทดสอบจะให้ค่าตัวเลขคะแนนความชอบน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความคงตัวสูง ดังนั้นจึงเลือกสิ่งทดลองที่ 5 ซึ่งมีอัตราส่วนของกะทิผง ไข่ขาวผง และฟักทองผงเป็น 35: 35: 30 ซึ่งใช้ปริมาณ 30.30% และน้ำตาลทราย 69.70% เป็นสูตรในการศึกษาการรวมวิธีการผลิตโดยใช้ไมโครเวฟต่อไป

3. การศึกษาการรวมวิธีการผลิตโดยใช้ไมโครเวฟ

จากผลการศึกษาหาอัตราส่วนของส่วนผสมแห้งต่อน้ำ คือ 1: 1.5, 1: 2 และ 1: 2.5 เวลาที่ใช้ คือ 4 และ 6 นาที โดยมีอัตราส่วนของไข่ขาวผง กะทิผง และฟักทองผงคือ 35:35:30 ซึ่งในส่วนผสมแห้งประกอบด้วยไข่ขาวผง 10.60% กะทิผง 10.60% ฟักทองผง 9.10% และน้ำตาลทราย 69.70% โดยแต่ละสูตรที่ศึกษานี้มีส่วนผสมแห้งรวม 65 กรัม พบว่าเมื่อนำสิ่งทดลองที่มีอัตราส่วนผสมแห้งต่อน้ำ เท่ากับ 1: 2.5 เข้าอบในไมโครเวฟที่เวลา 4 และ 6 นาที (สิ่งทดลองที่ 5 และ 6) ได้สังขยาฟักทองที่มีลักษณะเหลวไม่จับตัวกันเนื่องจากอัตราส่วนของน้ำมากเกินไป จึงทำการศึกษาล้างทดลองที่เหลือจำนวน 4 สิ่งทดลอง และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีเรียงลำดับความชอบรวม พบว่าการเรียงลำดับความชอบรวมของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สิ่งทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าคะแนนการเรียงลำดับ

ความชอบรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.83 ± 1.08 , 1.83 ± 0.99 , 2.77 ± 1.14 และ 3.57 ± 1.21 ตามลำดับ โดยที่การเรียงลำดับความชอบรวมของสิ่งทดลองที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สิ่งทดลองที่ 4 มีค่าการเรียงลำดับความชอบรวมอยู่ในลำดับชอบมาก

การทดสอบการให้คะแนนความเข้มของผลิตภัณฑ์โดยวิธี QDA ได้ผลดัง Table 6 พบว่าสิ่งทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าความเข้มในคุณลักษณะด้านความคงตัวสูงกว่าสิ่งทดลองที่ 3 และ 4 เพราะมีอัตราส่วนของส่วนผสมแห้งต่อน้ำต่ำที่สุด (1:1.5) ค่าความคงตัวของสิ่งทดลองที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันและค่าความคงตัวของสิ่งทดลองที่ 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันแม้จะใช้เวลาในการอบต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับค่าความคงตัวที่ได้จากการวัดค่าทางกายภาพ

สิ่งทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าความคงตัวที่แสดงเป็นระยะทางเท่ากับ 16.00 ± 1.05 , 13.78 ± 0.64 , 23.56 ± 1.68 และ 21.96 ± 1.46 มม. ตามลำดับ โดยสิ่งทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าระยะทางที่หัวเจาะเข้าไปในผลิตภัณฑ์น้อยแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความคงตัวสูง

จากการวัดค่าความคงตัวของผลิตภัณฑ์สังขยาในท้องตลาดจาก 3 แหล่ง พบว่ามีค่าความคงตัวอยู่ในช่วง 16.08 มม. ถึง 19.60 มม. และจากผลการเรียงลำดับความชอบพบว่า สิ่งทดลองที่ 4 ได้คะแนนการเรียงลำดับความชอบอยู่ในระดับชอบมาก และมีค่าความคงตัวใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์สังขยาในท้องตลาด จึงคัดเลือกสิ่งทดลองที่ 4 มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีการให้คะแนนความชอบร่วมกับ Just-right scale เพื่อพัฒนาสูตรได้ผลดัง Table 7

Table 6 Means of QDA-intensity for sensory attributes of microwave pumpkin-custard.

Sensory attributes	Treatments			
	1	2	3	4
Yellowness	$8.00 \pm 0.82a$	$8.78 \pm 0.72a$	$6.09 \pm 1.03b$	$8.11 \pm 0.86a$
Pumpkin flavor	$6.00 \pm 1.33b$	$6.49 \pm 0.53b$	$5.99 \pm 0.78a$	$7.90 \pm 0.74a$
Sweetness	$5.28 \pm 0.67b$	$5.59 \pm 0.51b$	$7.59 \pm 0.56a$	$8.16 \pm 1.24a$
Softness	$5.37 \pm 0.34b$	$5.20 \pm 0.46b$	$9.03 \pm 1.03a$	$9.04 \pm 0.69a$
Firmness	$10.13 \pm 0.49a$	$10.16 \pm 0.99a$	$7.85 \pm 1.22b$	$7.97 \pm 1.11b$

Means within the same row with different letters are significantly different at the 95% confidence level.

Table 7 Means of hedonic ratings for sensory attributes of microwave pumpkin-custard.

Sensory attributes	Before improvement	After improvement
Color	$6.13 \pm 1.47a$	$6.50 \pm 0.97a$
Pumpkin aroma	$6.23 \pm 1.19b$	$6.90 \pm 0.93a$
Egg flavor	$5.93 \pm 1.40a$	$6.25 \pm 1.11a$
Pumpkin flavor	$5.93 \pm 1.83b$	$7.10 \pm 1.13a$
Coconut flavor	$5.80 \pm 1.42b$	$6.50 \pm 0.88a$
Sweetness	$6.30 \pm 1.58a$	$6.67 \pm 1.12a$
Firmness	$6.25 \pm 1.17b$	$7.10 \pm 1.05a$
Overall liking	$6.50 \pm 1.00b$	$7.10 \pm 0.99a$

Means within the same row with different letters are significantly different at the 95% confidence level.

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุง ผู้ทดสอบให้ข้อเสนอแนะว่าความคงตัวของผลิตภัณฑ์น้อยไปทำให้เนื้อสัมผัสค่อนข้างนุ่ม ดังนั้นจึงปรับปรุงสูตรโดยลดอัตราส่วนของผสมแห้งต่อน้ำจาก 1: 2 เป็น 1: 1.7 พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยของคุณลักษณะกลิ่นฟักทอง กลิ่นรสฟักทอง กลิ่นรสกะทิ ความคงตัว และความชอบรวมผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุง มีค่ามากกว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อลดปริมาณน้ำทำให้ได้กลิ่น และกลิ่นรสเพิ่มขึ้น รวมทั้งความคงตัวสูงขึ้นมีผลทำให้ความชอบรวมมีคะแนนเพิ่มขึ้น

4. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์

จากการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สังขยา

ฟักทองผงกึ่งสำเร็จรูป และผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทองทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ดัง Table 8 พบว่าผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทองผงกึ่งสำเร็จรูปมีสีเหลืองและค่าความสว่างค่อนข้างสูง คือ $L^* = 63.3$, $a^* = -4.4$, $b^* = 37.87$ มีค่า a_w เท่ากับ 0.45 องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น 2.40% โปรตีน 8.48%, ไขมัน 9.07%, คาร์โบไฮเดรต 78.95%, เถ้า 1.10%, และเส้นใยอาหาร 0.05% คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 1×10^3 CFU/g ยีสต์และรา น้อยกว่า 250 CFU/g และโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 3 MPN/g ส่วนสังขยาฟักทองมีค่าความคงตัวที่แสดงระยะทางที่หัวเจาะของเครื่องผ่านเข้าไปในตัวอย่าง = 18.70 มม. ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงความคงตัวของผลิตภัณฑ์สังขยาที่จำหน่ายในกรุงเทพฯ มีค่าความสว่างค่อนข้างสูงและมีสีเหลือง คือ $L^* = 63.1$, $a^* = -5.3$, $b^* = 30.60$ องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น 54.15% โปรตีน 4.11% ไขมัน 6.32%

Table 8 Quality of semi-processed pumpkin-custard and microwave pumpkin-custard.

Quality	Semi-processed pumpkin-custard	Microwave pumpkin-custard
Physical		
Distance (mm)	NA	18.70
Color		
L^*	63.30	63.10
a^*	- 4.40	- 5.30
b^*	37.87	30.60
a_w	0.45	NA
Chemical		
Moisture(%)	2.40	54.15
Protein (%)	8.48	4.11
Fat (%)	9.07	6.32
Carbohydrate (%)	78.95	34.90
Ash (%)	1.10	0.51
Fiber (%)	0.05	0.01
Microbiological		
Total plate count (CFU/g)	1×10^3	< 250
Yeast & Molds (CFU/g)	< 250	< 250
Coliforms (MPN/g)	< 3	< 3

คาร์โบไฮเดรต 34.90% เถ้า 0.51% และเส้นใยอาหาร 0.01% ให้พลังงาน 176.52 กิโลแคลอรี/100 กรัม คุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่าอยู่ในระดับปลอดภัย โดยมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 250 CFU/g ยีสต์และรา น้อยกว่า 250 CFU/g และโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/g

สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทองเป็นการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากฟักทองซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรมาใช้เป็นส่วนประกอบในขนมไทย จากการศึกษพบว่าปริมาณฟักทองผง กะทิผง และไข่ขาวผงมีอิทธิพลต่อคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทอง ผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทองผงทั้งสำเร็จรูปมีสีเหลืองอ่อนประกอบด้วยไข่ขาวผง 10.60% กะทิผง 10.60% ฟักทองผง 9.10% และน้ำตาลทราย 69.70% เมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยการนึ่ง อัตราส่วนของส่วนผสมแห้งค่อนน้ำเป็น 1:2 ขณะที่เมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยใช้ไมโครเวฟโดยใช้ส่วนผสมแห้ง 65 กรัม และใช้อัตราส่วนของส่วนผสมแห้งค่อนน้ำ เป็น 1:1.7 เวลาที่ใช้ในการอบด้วยไมโครเวฟ 6 นาที (กำลังความร้อน 401.33 วัตต์) ได้สังขยาฟักทองสีเหลืองอ่อนที่มีคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.10)

เอกสารอ้างอิง

กองโภชนาการ. 2535. สารอาหารที่คนไทยควรได้รับประจำวันสำหรับประชาชนไทย. กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ. 25 น.
ดวงเดือน เรืองเกิด, นราธิป เตียวนิช, และลักขณา ศรีขำนิ. 2536. การออกแบบการควบคุมคุณภาพการผลิตขนมหม้อแกงและสังขยา. สาขาวิชาพัฒนา

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 160 น.
ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2537. อาหารไทยในกระแสโลกาภิวัตน์, บริษัทโรงพิมพ์ตะวันออก จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ. 85 น.
ยุวดี จอมพิทักษ์. 2541. ขนมไทย สูตรดั้งเดิม ทำเองได้. สำนักพิมพ์หอสมุดกลาง 09, กรุงเทพฯ. 176 น.
สินีนารถ สระคันต์, นवलพรรณ ณ ระนอง, สุขใจ โสมะฐิติ, และดร. เดโชวีรณ. 2529. กระบวนการผลิตฟักทองผงและการนำไปใช้ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ, น.135-150. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 24, 27-29 มกราคม 2529 คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
สำนักพิมพ์แสงแดด. 2539. ตำรับขนมไทย. สำนักพิมพ์แสงแดด, กรุงเทพฯ. 135 น.
A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Washington, D.C. 1,298 p.
Lawless, H.T. and H. Heymann. 1998. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. Chapman & Hall, New York. 819 p.
Siemonnsma, J.S. and K. Piluek. 1994. Plant Resources of South-East Asia 8. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. 412 p.
Stanford, M. 1990. Microwave oven characterization and implications for food safety in product development. Microwave World 11(3) : 7-9.

วันรับเรื่อง : 24 ก.ย. 42
วันรับตีพิมพ์ : 30 ธ.ค. 42