

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่โดยใช้ข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุกทดแทนแป้งข้าวสาลี และใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล

Development of Brownies using Chai Nat RD 43 Cooked Rice as a Substitute for Wheat Flour and Sweetener Sucralose as a Substitute for Sugar

อัญธิศร สิริทรัพย์เจริญ* สุพัชชา ขับกล่อมสง และ ศรชัย สิ้นสุวรรณ

Aunthisorn Sirisupjarean* Supatcha Kubglomsong and Sornchai Sinsuwan

สาขาวิชามนุษยนิเวศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จังหวัดนนทบุรี 11120

School of Human Ecology, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120

*Corresponding author; E-mail: Wetagar@gmail.com

Received: 23 March 2022 /Revised: 22 April 2022 /Accepted: 15 June 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุกที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวสาลีในผลิตภัณฑ์บราวนี่ ปริมาณสารให้ความหวานซูคราโลสที่ใช้ทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์บราวนี่ คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุกและสารให้ความหวานซูคราโลส และการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตได้ พบว่า ปริมาณข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุก ที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวสาลี อัตราส่วน 50:50 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 7.5-8.0 อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ปริมาณสารให้ความหวานซูคราโลสที่ใช้ทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์ บราวนี่ อัตราส่วน 50:50 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 7.6-8.0 อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก และผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุกและใช้สารให้ความหวานซูคราโลสประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน ความชื้น เถ้า และใยอาหาร ร้อยละ 38.74 31.22 5.72 20.69 1.61 และ 2.04 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตได้มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม (ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เตรียมจากแป้งสาลี) ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตได้มีค่าสี (ค่า L^* a^* และ b^*) ค่าความแข็ง ค่าความยืดหยุ่น ค่าการยืดเกาะ และค่าการทนต่อการเคี้ยว ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม (ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เตรียมจากแป้งข้าวสาลี) ($p > 0.05$) ส่วนค่าคอเรลแอคติวิตีและค่าความเหนียว สูงกว่าตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตได้ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ($p > 0.05$)

คำสำคัญ: ข้าวชัณนาทพันธุ์ กข.43 แป้งข้าวสาลี ผลิตภัณฑ์บราวนี่ สารให้ความหวานซูคราโลส



Abstract

The objectives of this research were to study the suitable amount of Chai Nat RD 43 cooked rice as a substitute for wheat flour in brownie products, the suitable amount of sucralose as a substitute for sucrose in brownie products, the physical and chemical qualities, and nutritional values of brownie products made using Chai Nat RD 43 cooked rice and sweetener sucralose, and consumer acceptance of the brownies. The results found that the amount of Chai Nat RD 43 cooked rice used instead of wheat flour in brownie products at the ratio of 50:50 received the highest acceptance level ($p \leq 0.05$) scoring between 7.5-8.0 meaning like moderately to like very much. The amount of sucralose used instead of sucrose in brownie products at the ratio of 50:50 received the highest acceptance level ($p \leq 0.05$) scoring between 7.6-8.0 meaning like moderately to like very much. The brownie products, produced by using Chai Nat RD 43 cooked rice and sucralose, consisted of carbohydrate, fat, protein, moisture, ash, and dietary fiber at 38.74, 31.22, 5.72, 20.69, 1.61, and 2.04%, respectively. The resulting brownie products had a lower glycemic index than the control sample (brownie products prepared from wheat flour) ($p \leq 0.05$). The results showed that color values (L^* , a^* , and b^* values), hardness, springiness, cohesiveness, and chewiness of brownie products were not different from the control sample ($p > 0.05$) (brownie products prepared from wheat flour), whereas their water activity and gumminess were higher than the control one ($p \leq 0.05$). Consumers accepted that the brownie products were not different from the control sample ($p > 0.05$).

Keywords: Chai Nat RD 43, Wheat flour, Brownie products, Sweetener sucralose

บทนำ

บราวนี่เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีลักษณะเนื้อนุ่มแต่ค่อนข้างแน่น ทำให้สุกด้วยวิธีการอบ นิยมรับประทานเป็นอาหารว่าง แต่ผลิตภัณฑ์บราวนี่ให้พลังงานสูงเพราะมีส่วนผสมของช็อกโกแลต แป้งข้าวสาลี เนย และน้ำตาลเป็นส่วนผสมหลัก¹ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงและเป็นสาเหตุของการเกิดโรคอ้วน โรคหัวใจ โรคเบาหวาน ภาวะไขมันในเลือดสูง เป็นต้น² แป้งข้าวสาลีเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตบราวนี่ แต่การผลิตแป้งข้าวสาลีใน

ประเทศไทยยังมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการบริโภค ในปี 2555-2560 และมีแนวโน้มที่จะต้องนำเข้าในปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง³ นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้สำรวจความต้องการของผู้บริโภคในมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคมีความต้องการอาหารประเภทเบเกอรี่ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์บราวนี่ถึงจำนวน 94 คน และเฉลี่ยซื้ออาทิตย์ละ 4-5 วัน จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่เพื่อสุขภาพ

ข้าวชัยนาทพันธุ์ กข. 43 เป็นข้าวที่มีลักษณะเด่น คือเมื่อหุงสุกเม็ดข้าวจะนุ่ม เหนียว และมีกลิ่นหอม มีอะไมโลสต่ำ และเป็นข้าวที่มีค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index: GI) ปานกลางค่อนข้างต่ำ เมื่อรับประทานข้าวสุก ร่างกายจะถูกเปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาลต่ำลง ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ช่วยให้หิวช้าลง จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักและผู้รักสุขภาพ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดนิยมใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล โดยเฉพาะสารให้ความหวานที่ไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการหรือให้พลังงานต่ำ เช่น ซูคราโลส ซึ่งเป็นสารให้ความหวานที่หวานกว่าน้ำตาลทราย 600 เท่า⁴ ไม่มีสารสะสมในร่างกาย ไม่ให้รสขมหรือเผ็ดอนิดลิ้น ให้รสชาติใกล้เคียงกับน้ำตาลทรายมาก และสามารถเข้ากับอาหารที่ต้องปรุงด้วยความร้อนสูงได้ ซึ่งปริมาณที่บริโภคต่อวันได้อย่างปลอดภัย (ADI) ตามที่ Codex อนุญาต คือ ไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม⁵

ปัจจุบันมีงานวิจัยที่ใช้แบ่งจากวัตถุดิบชนิดอื่นทดแทนแป้งสาลี เช่น แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ แป้งข้าวโอ๊ต แป้งกล้วย เป็นต้น แต่ยังไม่มีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ข้าวชัยนาท ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่โดยใช้ข้าวชัยนาทพันธุ์ กข. 43 ทดแทนแป้งสาลี และใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล เพื่อลดปริมาณ

คาร์โบไฮเดรตที่ผู้บริโภคจะได้รับจากการบริโภคผลิตภัณฑ์บราวนี่ อีกทั้งยังเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่สนใจในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพื่อสุขภาพ ลดปริมาณการใช้แป้งสาลี และเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวชัยนาทพันธุ์ กข. 43 ซึ่งเป็นวัตถุดิบในท้องถิ่น

วิธีการวิจัย

1. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรพื้นฐาน

1.1 รวบรวมและคัดเลือกผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรพื้นฐาน 3 สูตร ดังแสดงใน Table 1 มาทำการผลิต โดยนำช็อกโกแลตแท่งและเนยละลายลงในชามสแตนเลสที่รองด้วยน้ำร้อน คนให้ส่วนผสมละลายให้เข้ากันทั้งหมดพักไว้ร้อนแบ่ง ผงโกโก้ ผงฟู หรือเบกกิ้งโซดา และเกลือป่น รวมกันพักไว้ จากนั้นใส่น้ำตาล ไข่ไก่ กลิ่นวานิลลา ลงในชามสแตนเลสตีให้เข้ากัน และเทส่วนผสมของแป้ง ช็อกโกแลต และเนยละลายลงไป ผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน เทส่วนผสม บราวนี่ลงในพิมพ์เทฟลอนขนาด 16x16x7 เซนติเมตร เคาะพิมพ์เบา ๆ เพื่อไล่ฟองอากาศ จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที หรือจนกระทั่งสุก นำบราวนี่ออกจากตู้อบ พักไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตัดบราวนี่ออกเป็นชิ้นขนาด 5x5 เซนติเมตร

Table 1. Three basic brownie recipes

Ingredient	Amount (g)		
	Recipe 1	Recipe 2	Recipe 3
Wheat flour	55	-	80
Cake flour	-	110	-
Chocolate	110	180	150
Cocoa powder	20	30	40
Unsalted butter	70	160	75
Egg (s)	100 (2 eggs)	150 (3 eggs)	100 (2 eggs)
Sucrose	175	220	90
Salt	2	2	2
Vanilla flavor	5	10	10
Baking powder	-	5	-
Baking soda	-	-	2

Source: Food and Nutrition Chandrakasem Rajabhat University 2020

1.2 นำผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตได้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แบบ 9-point hedonic scale ซึ่งกำหนดให้คะแนนเท่ากับ 9 คือ ชอบมากที่สุด ถึงคะแนนเท่ากับ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด ประเมินโดยผู้ประเมินที่ไม่ผ่านการฝึกฝน คือ นักศึกษาและบุคลากร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จำนวน 30 คน เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด 1 สูตร ที่จะนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

2. ศึกษาอัตราส่วนข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุกที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวสาลีในผลิตภัณฑ์บราวนี่

2.1 การผลิตข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุก โดยนำข้าวสารที่แช่น้ำเย็น 1 ชั่วโมงมาหุงด้วยหม้อหุงข้าว อัตราส่วนข้าวสาร 1 ส่วน ต่อน้ำ 2 ส่วน ใช้เวลาหุง 10 นาที จะได้ข้าวสวยที่หอม นุ่มและเหนียว จากนั้นนำข้าวไปบดให้ละเอียดลักษณะเนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน นุ่มและเหนียว

2.2 การศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุก ที่เหมาะสมในการผลิตบราวนี่ โดยนำข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุก ที่ผลิตได้มาใช้ทดแทนแป้งข้าวสาลีในสูตรพื้นฐานที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด โดยใช้อัตราส่วนต่าง ๆ ดังแสดงใน Table 2

Table 2. The ratio of wheat flour to Chainat RD 43 cooked rice in brownie products

Sample	Ratio	
	Wheat flour	Chainat RD 43 cooked rice
1	100	0
2	75	25
3	50	50
4	25	75
5	0	100

2.3 นำผลิตภัณฑ์บราวนี่ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แบบ 9-point hedonic scale ด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ประเมินที่ไม่ผ่านการฝึกฝน คือ นักศึกษาและบุคลากร มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมจำนวน 60 คน เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด 1 สูตร ที่จะนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

3. ศึกษาสัดส่วนสารให้ความหวานชูคราโลสที่ใช้ทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์บราวนี่จากข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุก

3.1 นำบราวนี่ที่ได้ใช้ข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุก ที่ผลิตได้จากสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดในข้อ 2.3 มาศึกษาการใช้สารให้ความหวานชูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครส ในสัดส่วนต่างๆ โดยการเปรียบเทียบความหวานในปริมาณความหวานที่เท่ากันของน้ำตาลซูโครสต่อสารให้ความหวานชูคราโลส ดังแสดงใน Table 3

Table 3. The ratio of sucrose to sweetener sucralose in brownie products from Chainat RD 43 cooked rice

Sample	Sweetness ratio	
	Sucrose (Percentage (g))	Sweetener sucralose (Percentage (g))
1	100 (220)	0 (0)
2	75 (165)	25 (0.093)
3	50 (110)	50 (0.19)
4	25 (55)	75 (0.28)
5	0 (0)	100 (0.37)



3.2 นำผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แบบ 9-point hedonic scale ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ประเมินที่ไม่ผ่านการฝึกฝน คือ นักศึกษาและบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมจำนวน 60 คน เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด 1 สูตร ที่จะนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

4. ศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่

นำผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด ดังระบุในข้อที่ 1.2 2.3 และ 3.2 ได้แก่ สูตรที่ 1 บราวนี่สูตรพื้นฐาน สูตรที่ 2 บราวนี่จากข้าวชียนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุก และสูตรที่ 3 บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ข้าวชียนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุกและสารให้ความหวานซูคราโลส ไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ได้แก่

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ความชื้น เถ้า และใยอาหารตามวิธีการของ AOAC⁶ และการวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (Aw) ด้วยเครื่อง Water Activity Meter

4.2 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

4.2.1 การวัดค่าเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) โดยวัดค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ค่าการยึดเกาะ (Cohesiveness) ค่าความเหนียว (Gumminess) และ ค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) โดยทำการตัดชิ้นตัวอย่างผลิตภัณฑ์บราวนี่ ขนาด 3x3x3 เซนติเมตร และทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส ด้วยหัววัดอลูมิเนียมทรงกระบอกด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P/50) ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตร

ต่อวินาที และระยะกดตัวอย่างเท่ากับ ร้อยละ 80 และหาค่าเฉลี่ย

4.2.2 การวัดค่าสี โดยนำตัวอย่างขนาด 2.5 x 5.5 เซนติเมตร ใส่ในช่องใส่ตัวอย่าง ครอบด้วยฝาปิด ทำการวัดด้วยเครื่องวัดสี (Spectrophotometer) ใช้แหล่งกำเนิดแสงแบบ Daylight รายงานผลการวัดค่าเป็นค่า L* (ค่าความสว่าง) a* (ค่าความเป็นสีแดง-เขียว) และ b* (ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน)

5. ศึกษาค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index: GI)

นำผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด ดังระบุในข้อที่ 1.2 2.3 และ 3.2 ได้แก่ สูตรที่ 1 บราวนี่สูตรพื้นฐาน สูตรที่ 2 บราวนี่จากข้าวชียนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุก และสูตรที่ 3 บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ข้าวชียนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุกและสารให้ความหวานซูคราโลส มาหาค่าดัชนีน้ำตาลโดยประมาณในหลอดทดลอง โดยดัดแปลงวิธีของ Goni et al.⁷ ดังนี้ ซึ่งตัวอย่าง จำนวน 100 มิลลิกรัม ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายบัฟเฟอร์กรดไฮโดรคลอริก-โพแทสเซียมคลอไรด์ ค่าความเป็นกรด - ด่างเท่ากับ 1.5 จำนวน 10 มิลลิลิตร และสารละลายเอนไซม์เปปซิน (37500 ยูนิต/มิลลิลิตร) จำนวน 200 ไมโครลิตร ตามลำดับ จากนั้นอุ่นตัวอย่างในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่มีการเขย่าตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ถัดมาเติมสารละลายทริสมาเลทบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.9 จำนวน 9 มิลลิลิตร และสารละลายเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส ความเข้มข้น 70 ยูนิต/มิลลิลิตร จำนวน 1 มิลลิลิตร จากนั้นอุ่นตัวอย่างในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่มี

การเขย่าตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที ทำการเก็บตัวอย่างที่ผ่านการย่อย ที่ 0, 20, 30, 60, 90 และ 120 นาทีตามลำดับ นำมาปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 900xg เป็นเวลา 15 นาที ที่ 25 องศาเซลเซียส หยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์โดยการเติมเอทานอล จากนั้นนำมาวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคสด้วย D-glucose assay kit อ่านค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลท ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร

คำนวณปริมาณน้ำตาลกลูโคส โดยสูตร:

$$D\text{-glucose} = \frac{\Delta OD_{\text{sample}}}{\Delta OD_{\text{standard}}} \times 100$$

แปลงค่าปริมาณกลูโคส เป็นความสามารถในการย่อยได้ของแป้งในแต่ละเวลาโดยการคูณด้วย 0.9 แล้วหาพื้นที่ใต้กราฟ ด้วยโปรแกรม Graph-Pad Prism (GraphPad Prism Version 9, USA) และใช้ขนมปังขาวเป็นอาหารมาตรฐาน (Reference food) ส่วนค่าดัชนีการย่อยได้ (Hydrolysis index: HI) คำนวณโดยเปรียบเทียบพื้นที่ใต้กราฟของตัวอย่างกับอาหารมาตรฐาน คำนวณค่าดัชนีน้ำตาลโดยประมาณในหลอดทดลอง (*In vitro* estimated glycemic index; eGI) โดยสูตร $eGI = 39.71 + 0.549 HI$

6. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุกทดแทนแป้งข้าวสาลี และใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล

นำผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุก และสารให้ความหวานซูคราโลส มาทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภค จำนวน 150 คน เทียบกับบราวนี่สูตรพื้นฐาน โดยเตรียมตัวอย่างบราวนี่ขนาด 3x3 เซนติเมตร บรรจุในถ้วยพลาสติกที่มีฝาปิด ประเมินคุณภาพทาง

ประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale พร้อมทั้งประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่พัฒนาได้ซึ่งบรรจุในกล่องพร้อมจำหน่ายเชิงพาณิชย์ จำนวน 1 ชั่น น้ำหนัก 50 กรัม และกำหนดราคาขาย 25 บาทต่อกล่อง

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ทางสถิติใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design: RCBD) นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)⁸ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ผลการคัดเลือกผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรพื้นฐาน

ผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรพื้นฐาน พบว่าผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 2 มีสีน้ำตาลเข้มปานกลาง กลิ่นหอมช็อกโกแลตและโกโก้ มีรสชาติหวานน้อยกว่าสูตรที่ 1 และมีเนื้อสัมผัสนุ่ม ฟู มากกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 เนื่องจากสูตรที่ 1 มีปริมาณน้ำตาลมาก ทำให้มีรสชาติหวานมาก และสูตรที่ 3 มีปริมาณช็อกโกแลตมากทำให้สีผลิตภัณฑ์บราวนี่มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ ค่อนข้างเหนียว (Figure 1) และผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงใน Table 4 พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบ

ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 7.2-7.5 อยู่ในช่วงชอบปานกลาง

ถึงชอบมาก ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 2 ไปใช้ในการวิจัยขั้นตอนต่อไป



Figure 1. Basic brownie recipes (Photo by the researcher)

Table 4. Sensory quality of basic brownie products

Sample	Product preference rating				
	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall Preferences
1	6.46±0.49 ^c	6.76±0.42 ^c	6.70±0.45 ^c	6.46±0.49 ^b	6.56±0.49 ^b
2	7.26±0.44 ^a	7.23±0.42 ^a	7.20±0.40 ^a	7.46±0.49 ^a	7.26±0.44 ^a
3	6.73±0.44 ^b	7.00±0.00 ^b	7.00±0.00 ^b	6.50±0.50 ^b	6.70±0.45 ^b

Note: Mean ± Standard Deviation

: Different letters in the same column indicate statistically significant differences at $p \leq 0.05$.

2. ผลการศึกษาอัตราส่วนข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุกที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวสาลีในผลิตภัณฑ์บราวนี่

จากการศึกษาปริมาณข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุกที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวสาลีในผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรพื้นฐานที่ดีที่สุด 5 อัตราส่วน (5 สูตร) พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 3 มีสีน้ำตาลเข้มมาก กลิ่นหอมช็อกโกแลตและกลิ่นแป้งข้าว มากกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีรสชาติหวานปานกลาง เนื้อสัมผัสนุ่ม มีความฉ่ำเล็กน้อย และขึ้นฟูดี มากกว่าสูตรที่ 4 และ

สูตรที่ 5 ที่เนื้อสัมผัสค่อนข้างฉ่ำ เนื้อขนมยุบตัว และขึ้นฟูได้น้อย (Figure 2) และผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงใน Table 5 พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 7.5-8.0 อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 2 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มีเพียงคะแนน

ความชอบด้านกลิ่นที่สูตรที่ 3 สูงกว่าสูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 3 (แป้งข้าวสาลี:ข้าวชัณนาท

พันธุ์ กข. 43 หุงสุก 50:50) ไปใช้ในการวิจัยขั้นตอนต่อไป



Figure 2. Brownie product from Chainat RD 43 cooked rice instead of wheat flour (Photo by the researcher)

Table 5. Sensory quality of brownies from Chainat RD 43 cooked rice instead of wheat flour

Sample	Product Preference Rating				
	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall Preferences
1	7.36±1.03 ^b	7.45±1.07 ^b	7.20±0.97 ^c	7.33±1.07 ^b	7.41±0.95 ^b
2	7.56±1.02 ^a	7.40±0.91 ^b	7.66±1.01 ^a	7.53±1.10 ^a	7.95±0.71 ^a
3	7.53±1.05 ^a	7.68±1.13 ^a	7.68±1.10 ^a	7.63±1.18 ^a	7.98±0.78 ^a
4	7.36±1.18 ^b	7.40±1.11 ^b	7.35±1.22 ^b	7.11±1.29 ^c	7.28±1.22 ^b
5	7.41±1.17 ^b	7.38±1.15 ^b	7.28±1.25 ^{bc}	7.31±1.28 ^b	7.40±1.12 ^b

Note: Mean ± Standard Deviation

: Different letters in the same column indicate statistically significant differences at $p \leq 0.05$.

3. ผลการศึกษาสัดส่วนสารให้ความหวานซูคราโลสที่ใช้ทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์บราวนี่จากข้าวชยันนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุก

จากการศึกษาปริมาณสารให้ความหวานซูคราโลสที่ใช้ทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์บราวนี่ 5 อัตราส่วน (5 สูตร) พบว่า เมื่อใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล ผลิตภัณฑ์จะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น มีเนื้อแน่นขึ้น โดยสูตรที่ 5 ที่ใช้สารให้ความหวานซูคราโลสเพียงอย่างเดียว พบว่าผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ กลิ่นหอมโกโก้ และช็อคโกแลตมาก หวานติดลิ้น เนื้อแน่น ไม่ขึ้นฟู หนึบและเหนียวเล็กน้อย เนื้อแน่นกว่าทุกสูตร (Figure

3) และผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงใน Table 6 พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 7.6-8.0 อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มีเพียงคะแนนความชอบด้านกลิ่นที่สูตรที่ 3 สูงกว่าสูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 3 (น้ำตาล: สารให้ความหวานซูคราโลส เท่ากับ 50:50) ไปใช้ในการวิจัยขั้นตอนต่อไป



Sample 1



Sample 2



Sample 3



Sample 4



Sample 5

Figure 3. Brownie product from Chainat RD 43 cooked rice instead of wheat flour and sucralose sweetener instead of sugar (Photo by the researcher)

Table 6. Sensory quality of brownies using sweetener sucralose to substitute sugar

Sample	Product Preference Rating				
	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall Preferences
1	7.71±0.85 ^a	7.71±0.79 ^{ab}	7.55±0.64 ^a	7.58±0.78 ^a	7.90±0.72 ^a
2	7.93 ±0.24 ^a	7.63±0.48 ^b	7.48±0.49 ^a	7.55±0.61 ^a	7.98±0.28 ^a
3	7.95±0.61 ^a	7.88±0.51 ^a	7.73±0.60 ^a	7.60±0.48 ^a	7.90±0.30 ^a
4	7.45±0.64 ^b	7.48±0.78 ^b	6.61±0.85 ^b	6.78±0.77 ^b	6.86±0.78 ^b
5	7.25±0.67 ^b	7.25±0.59 ^c	6.50±0.78 ^b	6.50±0.97 ^c	6.60±1.02 ^c

Note: Mean ± Standard Deviation

: Different letters in the same column indicate statistically significant differences at $p \leq 0.05$.

4. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่

นำผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรพื้นฐาน ผลิตภัณฑ์บราวนี่จากข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุก และผลิตภัณฑ์บราวนี่จากข้าวชัณนาทพันธุ์ กข. 43 หุงสุก และสารให้ความหวานซูคราโลส ที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด มาศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพ ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน ความชื้น เถ้า และ

ใยอาหาร แสดงใน Table 7 พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่ทั้ง 3 สูตร มีคาร์โบไฮเดรต ไขมัน ความชื้น โปรตีน เถ้า และใยอาหาร ร้อยละ 52.37 - 48.22, 25.05 - 26.79, 14.02 - 16.85, 1.50 - 1.36 และ 1.73 - 2.04 ตามลำดับ โดยทุกสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นใยอาหาร สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

Table 7. The chemical composition of brownie product

Sample	Chemical Composition (percent)					
	Carbohydrate	Fat	Protein	Moisture	Ash	Dietary Fiber (ns)
1	52.37±1.16 ^a	25.05±0.66 ^c	5.33±0.10 ^b	14.02 ±0.54 ^c	1.50±0.01 ^b	1.73±0.08
2	48.22±0.80 ^c	26.79±0.99 ^b	4.97±0.08 ^c	16.85±0.13 ^b	1.36±0.01 ^c	1.79±0.09
3	38.74±0.15 ^d	31.22±0.05 ^a	5.72±0.06 ^a	20.69±0.23 ^a	1.61±0.01 ^a	2.04±0.08

Note: Mean ± Standard Deviation

: Different letters in the same column indicate statistically significant differences at $p \leq 0.05$.

: ns (not significant) = Means in the same column are not significantly different ($p > 0.05$).

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ การวัดค่าสีและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ แสดงใน Table 8 พบว่า ค่าสีผลิตภัณฑ์บราวนี่ทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วน ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ส่วนผลการวัดคุณภาพ ด้านเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์บราวนี่ 3 สูตร แสดงใน Table 9 พบว่า

ผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีค่า ความแข็ง (Hardness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) ค่าการยึดเกาะ (Cohesiveness) และค่าการทนต่อการเคี้ยว (chewiness) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าความเหนียว (Gumminess) สูตรที่ 3 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

Table 8. Color and water activity values of brownie product

Sample	Color Value			Water Activity
	L*	a*	b*ns	
1	28.99±1.39 ^{ab}	7.69±0.38 ^a	0.22±0.43	0.769±0.007 ^b
2	28.96±0.89 ^{ab}	7.05±0.09 ^{ab}	0.60±0.29	0.815±0.815 ^a
3	29.85±0.20 ^a	7.20±0.12 ^a	0.35±0.07	0.813±0.813 ^a

Note: The data shown is the mean from the analysis for 10 repeatedly times

: Mean ± Standard Deviation

: Different letters in the same column indicate statistically significant differences at $p\leq 0.05$.

: ns (not significant) = Means in the same column are not significantly different ($p>0.05$).

Table 9. Texture quality of brownie product

Sample	Hardness (gram) (ns)	Springiness	Cohesiveness (ns)	Gumminess (gram)	Chewiness (ns)
1	12340.66±1511.94	0.27±0.02 ^{ab}	0.10±0.01	1302.82±286.31 ^b	358.98±66.69
2	11836.08±933.36	0.35±0.12 ^a	0.10±0.00	1300.60±142.39 ^b	471.63±84.93
3	12582.23±1288.82	0.29±0.03 ^{ab}	0.11±0.01	1541.73±203.75 ^a	461.45±83.27

Note: The data shown are the mean from the analysis 10 repeatedly times.

: Mean ± Standard Deviation

: Different letters in the same column indicate statistically significant differences at $p\leq 0.05$.

: ns (not significant) = Means in the same column are not significantly different ($p>0.05$).

5. ผลการศึกษาค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index: GI)

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์บราวนี่ พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่จะย่อยได้อย่างรวดเร็วในช่วง 20 นาทีแรก จากนั้นการปลดปล่อยน้ำตาลกลูโคสจะค่อนข้างคงที่ จนเมื่อครบเวลาในการย่อยที่ 120 นาที บราวนี่สูตรพื้นฐาน สูตรที่ 1 (F1) แบ่งถูกย่อยได้สูงที่สุด ร้อยละ 56.06-

60.79 รองลงมา บราวนี่จากข้าวชัณนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุก สูตรที่ 2 (F2) แบ่งถูกย่อยได้ ร้อยละ 51.24-60.21 และอันดับสุดท้ายบราวนี่จากข้าวชัณนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุก และสารให้ความหวานซูคราโลส สูตรที่ 3 (F3) แบ่งถูกย่อยได้ต่ำที่สุด ร้อยละ 50.57-52.63 แสดงให้เห็นว่าแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตในผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 3 (F3) มีการปลดปล่อยน้ำตาลได้น้อยที่สุด (Figure 4)

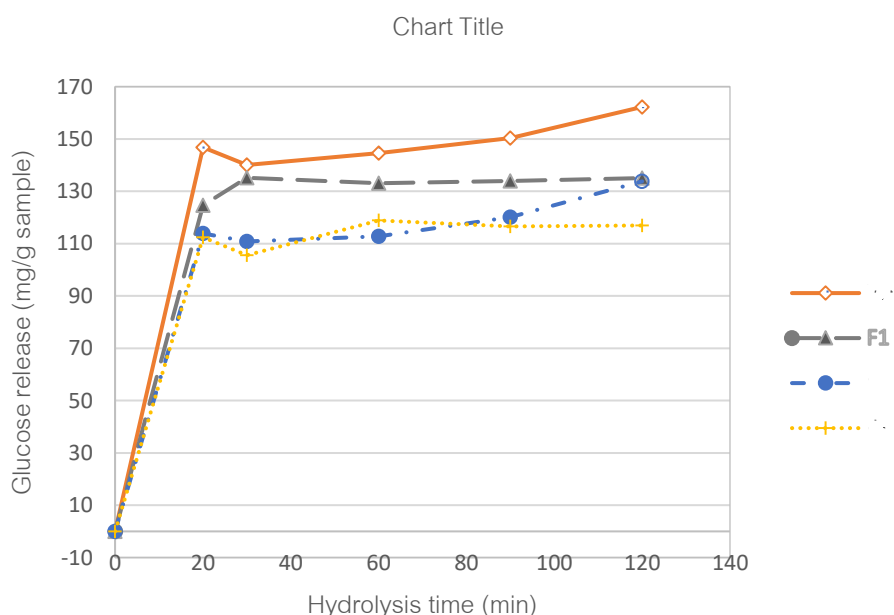


Figure 4. *In vitro* starch hydrolysis of brownie product compared to reference samples (White Bread; WB)

จากพื้นที่ใต้กราฟของความสามารถในการย่อยได้ของแป้ง เมื่อนำมาคำนวณหาค่าดัชนีการย่อยได้ (Hydrolysis Index; HI) พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่ทั้ง 3 สูตรมีค่า HI แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ บราวนี่สูตรที่ 1 มีค่า HI สูงสุด รองลงมา คือ สูตรที่ 3 และสูตรที่ 2

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีน้ำตาลโดยประมาณ ในหลอดทดลอง (*In vitro* estimated glycemic index; eGI) พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรที่ 1 มีค่า eGI สูงสุด รองลงมา คือ สูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 ตามลำดับ (Table 10)

Table 10. Hydrolysis Index and *In vitro* estimated glycemic index

Sample	Hydrolysis Index; HI	<i>In vitro</i> estimated glycemic index; eGI
1	88.51±9.83 ^a	88.28
2	77.59±5.96 ^c	82.28
3	78.03±3.84 ^b	82.52

Note: The data shown is the mean from the analysis for 10 repeatedly times

: Mean ± Standard Deviation

: Different letters in the same column indicate statistically significant differences at $p \leq 0.05$.

6. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ข้าวชัณนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุกทดแทนแป้งข้าวสาลี และใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตได้ จำนวน 150 คน พบว่าส่วนใหญ่ ผู้ประเมินเป็นเพศหญิง ร้อยละ 61.33 และเพศชาย ร้อยละ 38.66 มีอายุในช่วง 20-30 ปี ร้อยละ 64.67 มีรายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 48.66 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับบราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ข้าวชัณนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุกทดแทนแป้งสาลี และใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล คะแนนความชอบโดยรวม 7.94 มากกว่าบราวนี่สูตรพื้นฐานที่ได้คะแนนความชอบโดยรวม 7.84 เมื่อนำเสนอผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตได้ในถ้วยพลาสติกและบรรจุในกล่อง จำนวน 1 ชิ้น น้ำหนัก 50 กรัม ราคา 25 บาท พบว่า ผู้บริโภคทั่วไปให้การยอมรับร้อยละ 100 และจากการสอบถามความคิดเห็นด้านการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตได้ พบว่า ผู้บริโภคมีความ

สนใจที่จะซื้อ ร้อยละ 100 สรุปได้ว่า ถ้าหากผลิตผลิตภัณฑ์บราวนี่โดยใช้ข้าวชัณนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุกทดแทนแป้งข้าวสาลี และใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาลออกมาจำหน่าย ผู้บริโภคมีความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์

อภิปรายผล

เมื่อนำข้าวชัณนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุกทดแทนแป้งข้าวสาลีในผลิตภัณฑ์บราวนี่ พบว่า เมื่อใส่อัตราส่วนข้าวหุงสุกเพิ่มมากขึ้นจะทำให้บราวนี่มีกลิ่นหอมแป้งข้าวมากขึ้น เนื้อสัมผัสนิ่ม ค่อนข้างฉ่ำมากขึ้น และขึ้นฟูได้น้อยลง เนื่องจากข้าวชัณนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุกที่นำมาบดละเอียดมีความเหนียวนุ่ม และมีความชื้นมากกว่าแป้งข้าวสาลีทำให้ปริมาณของเหลวในส่วนผสมเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้เนื้อสัมผัสบราวนี่ฉ่ำและขึ้นฟูได้น้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของกองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. (2561) ที่ว่า ข้าวชัณนาพันธุ์ กข. 43 เมื่อนำมาหุงจะมีกลิ่นหอม เนื้อสัมผัสเหนียวและนุ่มมาก เมื่อนำมาทำอาหารจะทำให้อาหารมีความเหนียวนุ่มขึ้น³ และเมื่อใส่สารให้ความ



หวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์บราวนี่ จากข้าวชยันนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุก พบว่า เมื่อใส่ อัตราส่วนสารให้ความหวานซูคราโลสเพิ่มมากขึ้น บราวนี่จะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นเกือบดำ และมีรสชาติ หวานติดลิ้น เนื้อแน่น ไม่ขึ้นฟู ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ พิชญานิธิ เพชรล้อมทองและปทุมทริกา รตนตรัยวงศ์⁹ ที่ได้ศึกษาน้ำตาลและสารให้ความ หวานแนวทางการบริโภคในยุคปัจจุบัน พบว่า รสชาติ ของผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้ซูคราโลส จะให้ความหวาน คล้ายกับน้ำตาลซูโครส ไม่ทำให้เกิดรสขม หรือเผื่อน ติดปลายลิ้น แต่เมื่อใส่สารให้ความหวานซูคราโลสใน ปริมาณมาก สีของผลิตภัณฑ์บราวนี่จะมีสีเข้มขึ้น เกือบดำเนื้อฉ่ำและหนึบมากขึ้น และสอดคล้องกับ งานวิจัยของ Akesowan¹⁰ ที่ได้ศึกษาลักษณะ คุณภาพของเค้กชิฟฟอนไขมันต่ำที่ใช้ซูคราโลส ทดแทนน้ำตาล พบว่า เค้กที่มีปริมาณซูคราโลสใน ปริมาณมากจะให้เนื้อเค้กมีสีเข้มมากขึ้นตามลำดับ เนื่องจากการทดแทนด้วยสารให้ความหวานซูคราโลส ทำให้ปริมาณน้ำตาลลดลงไปค่อนข้างมาก ซึ่งน้ำตาล จะช่วยให้เกิดความคงตัวและขึ้นฟูของอาหาร ทั้งยัง ช่วยชะลอการพองตัวของสตาร์ชและชะลอการ เปลี่ยนแปลงของโปรตีน ทำให้โปรตีนค่อย ๆ อ่อนตัว ลง ทำให้อาหารมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น และปริมาณ น้ำตาลที่ลดลง ทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ ลดลง เนื้อสัมผัสที่แห้ง เนื้อแน่น ไม่ขึ้นฟู¹¹ และมี รสชาติหวานติดลิ้นของสารให้ความหวานซูคราโลสที่ เพิ่มขึ้น เมื่อนำผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ข้าว ชยันนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุกทดแทนแป้งข้าวสาลี และ ใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล มา วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า คาร์โบไฮเดรตมี ปริมาณลดลงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ

Mckemie¹² ที่ได้ศึกษาการใช้ซูคราโลส ในคุกกี้ ข้าวโอ๊ตช็อกโกแลตชิป ที่พบว่าการใช้สารให้ความ หวานทดแทนน้ำตาลช่วยลดการบริโภคคาร์โบไฮเดรต ลงได้ เนื่องจากสารให้ความหวาน ซูคราโลสเป็นสาร ให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงาน แต่มีความหวาน มากกว่าน้ำตาล 600 เท่า ให้รสหวานเช่นเดียวกับ น้ำตาล ไม่สะสมในร่างกาย และได้รับอนุญาตให้ใช้ เป็นสารให้ความหวานในอาหารรวมถึงขนมอบด้วย ส่วนด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ค่าการยึดเกาะ (Cohesiveness) และค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ไม่แตกต่างจากบราวนี่ที่ใช้แป้งข้าวสาลี ยกเว้นค่าความเหนียว (Gumminess) และค่าวอเตอร์ แอคติวิตีที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสารให้ความหวาน ซูคราโลสที่ใช้ทดแทนน้ำตาลที่หายไป ทำให้ ผลิตภัณฑ์มีความฉ่ำและมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น และข้าว ชยันนาพันธุ์ กข. 43 เมื่อนำมาหุงจะมีเนื้อสัมผัสข้าวที่ เหนียวนุ่ม มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น และข้าวชยันนา พันธุ์ กข. 43 ไม่มีโปรตีนไกลอะดิน ที่จะสามารถจับ กับโปรตีนกลูเตนินได้ จึงทำให้ไม่เกิดกลูเตน ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความฉ่ำขึ้นและค่อนข้างนิ่ม ไม่คงตัว¹³ จึงทำให้มีค่าความเหนียวเพิ่มมากขึ้น ส่วนค่าดัชนีการ ย่อยได้ (HI) และค่าดัชนีน้ำตาล (eGI) พบว่า บราวนี่ ที่ผลิตจากข้าวชยันนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุก มีการ ปลดปล่อยน้ำตาลได้ต่ำ เนื่องจากมีค่าดัชนีน้ำตาล ปานกลางค่อนข้างต่ำ (GI = 57.5) แต่เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์บราวนี่ทั้ง 3 สูตร มีน้ำตาลจากส่วนผสมอื่น ด้วย ทำให้มีการปลดปล่อยน้ำตาลได้สูง จึงส่งผลให้ ผลิตภัณฑ์บราวนี่ทั้ง 3 สูตร มีค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ใน ระดับสูง (GI = 70-100) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธาริณี นิลกำแหง¹⁴ ที่ได้ศึกษาการประเมินค่าดัชนี



น้ำตาลของข้าว กข. 43 และผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิคการเลียนแบบการย่อยของน้ำตาล พบว่า ค่าดัชนีการย่อยได้ของแป้ง มีความสอดคล้องกับค่าดัชนีน้ำตาลโดยที่ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าดัชนีการย่อยได้ ในระดับต่ำจะทำให้มีค่าดัชนีน้ำตาลที่ระดับต่ำ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าดัชนีการย่อยได้ ในระดับสูง ส่งผลให้ค่าดัชนีน้ำตาลที่ระดับสูงเช่นกัน อาหารที่มีค่า GI สูง จะถูกดูดซึมได้เร็วกว่า และเป็นสาเหตุให้ระดับน้ำตาลในเลือดขึ้นสูงกว่าอาหารที่มี GI ต่ำ แต่อาหารที่มี GI ต่ำ จะถูกย่อยช้า ทำให้กลูโคสถูกปล่อยเข้าไปในกระแสเลือดอย่างช้า ๆ มีผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดขึ้นช้า¹⁴ และด้านการยอมรับ พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ข้าวชยันนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุกทดแทนแป้งข้าวสาลี และใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล ร้อยละ 100 มากกว่าผลิตภัณฑ์บราวนี่จากแป้งข้าวสาลี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรชัย พุทธิรักษ์และคณะ¹⁵ ที่ได้ศึกษาคูณลักษณะของการใช้ซูคราโลสทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์เค้กไข่ได้ห้วน พบว่า เค้กไข่ได้ห้วนที่มีการใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาล ที่ระดับร้อยละ 25, 50 และ 100 ของปริมาณความหวานน้ำตาลซูโครส ได้รับคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรพื้นฐาน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณข้าวชยันนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุกที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวสาลีในผลิตภัณฑ์บราวนี่ พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ แป้งข้าวสาลี:ข้าวชยันนาพันธุ์ กข. 43 หุง อัตราส่วนร้อยละ 50:50 มากที่สุด จากนั้น

นำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บราวนี่จากข้าวชยันนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุก ใช้ทดแทนแป้งข้าวสาลีและสารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ น้ำตาล:สารให้ความหวานซูคราโลส อัตราส่วนร้อยละ 50:50 มากที่สุด และเมื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ข้าวชยันนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุกทดแทนแป้งข้าวสาลี และใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาลมีคาร์โบไฮเดรตน้อยที่สุด 38.74 แต่มีไขมัน โปรตีน ความชื้น เถ้า และใยอาหารเพิ่มมากขึ้น เท่ากับ 31.22, 5.72, 20.69, 1.61 และ 2.04 ตามลำดับ ส่วนค่าสี ค่าความแข็ง ค่าความยืดหยุ่น ค่าการยืดเกาะ และค่าการทนต่อการเคี้ยวไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรพื้นฐาน ยกเว้นค่าวอเตอร์แอคติวิตีและค่าความเหนียวที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรพื้นฐาน และผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตได้มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม และผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ผลิตโดยใช้ข้าวชยันนาพันธุ์ กข. 43 หุงสุกทดแทนแป้งข้าวสาลี และใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล ที่ผลิตได้มากกว่าผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรพื้นฐาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่หลักสูตรการจัดการระบบอาหารเพื่อโภชนาการ สาขาวิชามนุษยนิเวศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช และสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ดร.ลัดดา วัฒนศิริธรรม สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้



ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านอาหาร อาจารย์ ดร.จิตราพร งามพิระพงศ์ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์ค่า GI ของผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

1. ถนนท์ แดงสังวาลย์. The Ultimate Brownie. กรุงเทพฯ: แม่บ้าน; 2556.
2. Arikawa AY, Jakits HE, Flood A, Thomas W, Gross M, Schmitz KH, Kurzer MS. Consumption of a high glycemic load but not a high glycemic index diet is marginally associated with oxidative stress in young women. *Nutr Res* 2015;35:7-13.
3. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. มูลค่าส่งออกและนำเข้าสินค้าทั้งหมดรายเดือน [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2554 [เข้าถึงเมื่อ 11 กุมภาพันธ์ 2563]. เข้าถึงได้จาก: <http://impexp.oae.go.th/service/import.php?S>
4. Grotz LV, Molinary S, Peterson CR, Quinlan EM, Reo R. Alternative sweeteners. 4th ed. Nabors, 2012;182-97.
5. Codex alimentarius commission. Sucralose. 2020. [Internet]. available: <http://www.fao.org/gsafonline/additives/details.html?id=137>
6. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official methods of analysis of the AOAC. Washington D.C; 2005.
7. Goni I, Garcia-Diz L, Manas E, and Saura-Calixto F. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food Chem* 1996;56:445-9.
8. กัลยา วานิชย์บัญชา. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS for Windows. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2540.
9. พิษฐานิน เพชรล้อมทอง, ปุณศรีภา รัตนตรัยวงศ์. น้ำตาลและสารให้ความหวานกับแนวทางการบริโภคในยุคปัจจุบัน. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า* 2557;32:77-86.
10. Akewan A. Quality of Reduced-Fat Chiffon Cakes Prepared with Erythritol-Sucralose as Replacement for Sugar. *Pak J Nutr* 2009;9:1383-86.
11. จำลองลักษณะ หุ่นขึ้น, รุ่งทิพย์ พรหมทรัพย์. Choux Cream & Eclair. กรุงเทพฯ: แม่บ้าน; 2556.
12. Mckemie RJ. Functionality of Sucralose/maltodextrin: isomalt Blends in Oatmeal and Chocolate Chip Cookies. B.S., Georgia Southern University. Georgia:Georgia Southern University; 2006.
13. Duangrutai T, Wipawan J, Rungthiwa W. Bread and Bakery Gluten Free. Bangkok: Petchprakai Publishers Ltd; 2012.



14. ธาริณี นิลกำแหง. การประเมินค่าดัชนีน้ำตาลของข้าว กข. 43 และผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิคการเลียนแบบการย่อยของน้ำตาล. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม 2564;16:59-77.
15. พรชัย พุทธิรักษ์, ทศนา ศิริโชติ, โซเฟีย ดุมา, ปริญา เรืองศรี, ปัทมาภรณ์ ทองนวล. การใช้จุลินทรีย์ทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์เค้กไข่ได้ห้วน. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา; 2563.