การใช้กากแครอทผงแทนที่เนยขาวในบราวนี่

พิชญาสินี ขจรเศรษฐการ, สันต์ฤทัย อริยะบารนีกุล และ ธนภรณ์ แคมงคลสุข
โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี
51 หมู่ 6 ตำบลบ่อเงิน อ.ลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี 12140
อีเมล์ : pichayasinee13@gmail.com

บทคัดย่อ
การลดปริมาณเนยในผลิตภัณฑ์เบเกอรีสามารถส่งผลเชิงบวกต่อสุขภาพของผู้บริโภค กากแครอทที่เหลือจากการทำน้ำแครอทนั้นหาได้ทั่วไปจากร้านเบเกอรีที่ขายน้ำผลไม้คั้นสดหรือน้ำผลไม้ปั่นอยู่แล้ว ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้กากแครอทแปรรูปแทนเนยในการทำบราวนี่ ซึ่งพบว่าสูตรที่มีการใช้แครอทแทนเนยเป็นปริมาณ 25% นั้นเป็นที่พึงพอใจของผู้ทดลอง แต่หากใส่กากแครอทมากกว่านี้ผู้บริโภคจะให้คะแนนต่ำกว่าสูตรดั้งเดิม จึงแนะนำให้ใช้กากแครอทผงแทนเนยใน บราวนี่ในปริมาณ25% ซึ่งมีข้อดีหลายประการ ทั้งการลดความเสี่ยงทางด้านสุขภาพจากการบริโภคเนย ลดปริมาณแคลอรี่ และลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

คำสำคัญ: บราวนี่ กากแครอท การใช้แทนเนย บราวนี่เพื่อสุขภาพ ปัจจัยเสี่ยงด้านสุขภาพ

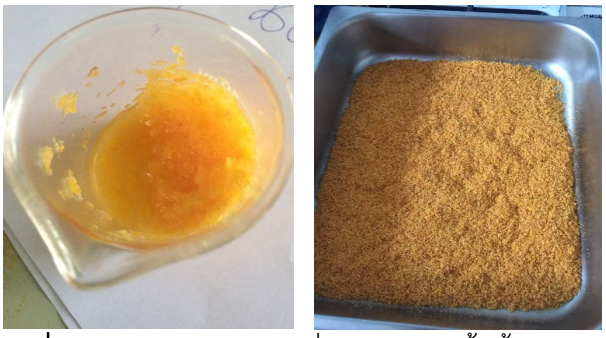
1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เป็นอาหารที่คนไทยบริโภคอย่างแพร่หลาย ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ส่วนใหญ่มส่วนประกอบสำคัญสามอย่างคือ แป้ง น้ำตาล และเนยหรือน้ำมัน เนยมีไขมันทรานส์ในปริมาณมากถึง 9%และไขมันอิ่มตัวมากถึ 50% ซึ่งทั้งสองอย่างนี้เป็นที่ทราบกันดีว่าเป็นตัวเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดเส้นเลือดอุดตัน[6] การบริโภคเนยยังเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคอื่นๆ เช่นโรคอ้วนโรคผนังหลอดเลือดแข็ง และโรคเบาหวาม[4] เพื่อจะลดผลกระทบด้านลบต่อสุขภาพจากการบริโภคเนย เป็นไปได้ที่จะทดแทนเนยด้วยส่วนประกอบอื่น

อุลิสาณ์ และคณะ ได้แสดงให้เห็นว่ายางของลูกสำรองสามารถใช้แทนเนยในบราวนี่ได้บางส่วน[5] และยังมีการศึกษาการใช้ส่วนประกอบอื่น ๆ เพื่อเพิ่มสารอาหารและลดปัจจัยเสี่ยงด้านสุขภาพใ ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และอาหารหลาย ๆ อย่าง[,2,3,4]

ร้านเบเกอรี่จำนวนมากมีการจำหน่ายน้ำผลไม้คั้นสดและน้ำผลไม้ปั่น การทำน้ำแครอทคั้นสดจะมีกากแครอทจำนวนมากเหลือจากการคั้นน้ำแครอท ซึ่งปกติจะถูกทิ้งไปเฉย ๆ กากแครอทนั้นมีคุณค่าทางโภชนาการ[1] ดังนั้นการใช้กากแครอทผงมาแทนเนยขาวในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นมีข้อดีหลายประการ เช่น ลดปัจจัยเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคเนย และยังเป็นการเพิ่มสารอาหารให้กับผลิตภัณฑ์ การใช้กากแครอทยังเป็นการลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ลงได้อย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากเนยนั้นคิดเป็นต้นทุนประมาณ %40 ของส่วนประกอบทั้งหมดของราคาขายส่งในประเทศไทยตามที่ผู้เขียนประมาณการ ในที่นี้เราศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ผงจากกากแครอทแทนเนยในบราวนี่

ผงจากกากแครอททำมาจากกากแครอทที่เหลือจากการคั้นน้ำแครอทซึ่งแสดงในรูปที่ 1 จะใช้แทนเนยในบราวนี่ ในอัตราส่วนเริ่มจากไม่มีแครอทเลย



รูปที่ 1. ตัวอย่างกากแครอทที่เหลือจากการคั้นน้ำแครอท และผงแป้งแครอทแห้งที่ใช้ในสูตรต่าง ๆ (ซ้าย)ของบราวนี่ (ขวา)

จนถึงการใช้แครอทแทนเนยทั้งหมด บราวนี่แต่ละสูตรจะถูกทดสอบความแข็ง ความยืดหยุ่น การเกาะตัว ความเหนียว และ แรงการเคี้ยว ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมอาหารโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส[7] (Texture Analyzer) และสีของแต่ละสูตรโดยใช้เครื่องวัดสี (Colorflex) ซึ่งจะประเมินค่าสีเป็นสามตัวแปร 1 ความสว่าง (Lightness;L) โดยค่า ที่มาก L หมายถึง สีอ่อน 2ค่าสีแดง-เขียว (Red-Green; a) โดย 3 ค่าที่มากแสดงถึงสีที่ออกแดงมาก และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน(Yellow-Blue;b)โดยค่าที่มากแสดงถึงสีที่ออกเหลืองมาก ปริมาณแคลอรี่ของแต่ละสูตรถูกวัดโดยใช้แคลอรี่มิเตอร์ (bomb calorimeter) และท้ายสุด แต่ละสูตรจะถูกประเมินความพึงพอใจโดยผู้บริโภคในด้านต่าง ๆ คือ ลักษณะภายนอก สี กลิ่น รสชาติ และความพึงพอใจโดยรวม โดยวิธี ซึ่ง point hedonic scale-9 เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจของผู้บริโภคที่เชื่อถือได้ในอุตสาหกรรมอาหาร[9]

2. วิธีการทดลอง

การเลือกสูตรบราวนี่

สูตรบราวนี่จำนวน 3 สูตร (รูปที่ 2) ถูกอบตามคำแนะนำของสูตร แต่ละสูตรได้รับการประเมินด้านต่าง ๆ คือ ลักษณะภายนอก สี กลิ่น รสชาติ และความพึงพอใจโดยรวมโดยวิธี 9-Point Hedonic Scale ซึ่งระดับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุดและระดับ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด โดยผู้ประเมินจำนวน 30 คน ประกอบด้วยผู้ใหญ่ 10 คนและนักเรียนมัธยมปลาย 20 คน ซึ่งแบ่งชายหญิงอย่างละเท่ากัน สูตรที่ให้คะแนนโดยรวมที่ดีที่สุดได้รับเลือกเป็นสูตรทดสอบมาตรฐานสำหรับการทดลอง สูตรที่ได้รับคัดเลือกแสดงในรูปที่ 3

องค์ประกอบ	สูตร 1 (กรัม)	สูตร 2 (กรัม)	สูตร 3 (กรัม)
ผงโกโก้	60	80	80
แป้งอเนกประสงค์	75	190	190
น้ำตาลทราย	220	235	235
เนย	160	150	170
ไข่ไก่	100	100	100
กลิ่นนมเนย	10	10	10
ช็อคโกแลตชิพ	50	50	50

รูปที่ 2. ส่วนประกอบของแต่ละสูตร โดยส่วนประกอบจะถูกผสมตามลำดับ และอบที่อุณหภูมิ องศาเซลเซียส 150 นาที 20 เป็นเวลา

การเตรียมกากแครอทผงและการหาสูตรที่เหมาะสม

นำกากแครอทที่เหลือจากการคั้นมาเติมน้ำในอัตราส่วน 1: 2 และต้มเป็นเวลา 10 นาที ทิ้งน้ำแล้วนำไปอบด้วยอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดเป็นผงสำหรับใช้ในการทดลอง นำกาก

แครอทผงไปทดสอบหาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณน้ำ เพื่อใช้แทนเนยในสูตรอาหาร ผสมกากแครอทผงและน้ำในอัตราส่วนตั้งแต่ 1: 1 ถึง 1:10 เพื่อหาอัตราส่วนที่กากแครอทผงสามารถดูดซับและเก็บน้ำได้ดี กากแครอทผงและน้ำผสมอยู่บนกระดาษกรองในกรวยกรอง หลังจากทิ้งไว้ 5 นาที วัดมวลของน้ำที่ไหลออกมาจากด้านล่าง นำอัตราส่วนที่ดีที่สุดไปทดสอบความสามารถในการกักเก็บน้ำได้นานถึง 30 นาที

การทดสอบสูตรการทดแทนผงแครอท

ใช้กากแครอทผงที่ทำขึ้นใหม่แทนเนยขาวในการอบบราวนี่สูตรที่เลือก ในอัตราส่วน 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% นำบราวนี่ทั้ง 5 สูตรไปทดสอบคุณภาพสีโดยใช้เครื่องวัดสี Colorflex รวมทั้งหมด 3 ครั้ง ปริมาณแคลอรี่ของแต่ละสูตรถูกวัดด้วยบอมเคลอรี่มิเตอร์ สุตรละ 2 ครั้ง ใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัสในการวัดค่าความแข็ง (Hardness) ความยืดหยุ่น (Springiness)

รูปที่ 3 แสดงบราวนี่ที่อบเสร็จแล้ว (ซ้าย) ตัดเป็นชิ้นขนาด 2x2 ตารางเซนติเมตร สำหรับใช้ในการทดสอบ

สูตร	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
สูตรที่ 1	7.8 ± 1.2 [a]	8.2 ± 0.9 [a]	7.8 ± 1.0 [a]	8.2 ± 0.6 [a]	8.0 ± 0.8 [a]
สูตรที่ 2	6.8 ± 1.8 [b]	7.7 ± 1.1 [a]	7.2 ± 1.8 [b]	7.4 ± 0.8 [b]	7.5 ± 1.0 [ab]
สูตรที่ 3	7.1 ± 1.4 [b]	7.7 ± 1.4 [a]	7.2 ± 1.3 [b]	7.2 ± 1.3 [b]	7.4 ± 1.4 [b]

รูปที่ 4. ผลการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคของทั้ง 3 สูตร ตัวอักษรตัวยกแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในการทดสอบคุณภาพแต่ละครั้ง สูตรที่ 1 ได้รับความพึงพอใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกด้านยกเว้นสี

การยึดเกาะ (Cohesiveness) ความเหนียว (Toughness) และแรงการเคี้ยว (Chewing strength) จำนวน 5 ครั้งต่อตัวอย่าง สุดท้ายแต่ละสูตรได้รับการการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส จากผู้ทดสอบจำนวน 30 รายประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบประเมิน 9-point hedonic scale วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทดสอบความแตกต่างโดย Ducan's New Multiple Rang Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมวิเคราห์ทางสถิติ

3. ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

การเลือกสูตรบราวนี่

จากการนำสูตรบราวนี่ 3 สูตรที่มาประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี รสชาติ และความชอบโดยรวม ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4 ตัวอักษร

อัตราส่วน กากแครอทผง :น้ำ	มวลของน้ำที่ออกมา (g)
1:1	0.00
1:2	0.00
1:3	0.00
1:4	0.00
1:5	0.00
1:6	0.00
1:7	0.02
1:8	0.04
1:9	0.07
1:10	0.09

รูปที่ 5. ผลการทดสอบความสามารถในการดูดซับและกับเก็บน้ำของกากแครอทผงเป็นเวลา 5 นาที และอัตราส่วน 1: 6 กักเก็บน้ำได้นานถึง 30 นาที

ตัวยกที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ p) ($0.05 \geq$

พบว่าบราวนี่สูตรที่ 1ได้รับคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ สูตรที่ 1 มีคะแนนมากกว่าสูตร 3 ในความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มากกว่าสูตร 2 อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง 3 สูตรในด้านสี จึงเลือกสูตร 1 เป็นสูตรควบคุมเพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

การเตรียมกากแครอทผงและการหาสูตรที่เหมาะสม

นำกากแครอทที่ผสมเป็นผงผสมกับอัตราส่วนน้ำที่แตกต่างกัน และทดสอบความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ 5 นาที เมื่อวางในกระดาษกรอง ผลลัพธ์ดังรูปที่ 5 แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนของกากแครอทผงต่อน้ำ 1: 6 เก็บกักน้ำไว้ได้ดีที่สุดภายใน 5 นาที ได้ทำการทดสอบเพิ่มเติมแสดงให้เห็นว่าอัตราส่วน 1:6 ยังคงกักเก็บน้ำไว้ได้นานถึง 30 นาที ดังนั้นจึงใช้ อัตราส่วนกากแครอทผงต่อน้ำ 1: 6ในสูตรที่ใช้ทดสอบต่อไป

% การแทนที่ด้วยกากแครอท	Lightness (L)	Red-Green (a)	Yellow-Blue (b)
0%	20.98 [a]	1.99 [a]	1.23 [a]
25%	20.28 [b]	1.46 [b]	1.42 [a]
50%	19.88 [bc]	1.32 [b]	1.31 [a]
75%	19.60 [c]	0.38 [c]	0.55 [b]
100%	19.12 [d]	0.36 [c]	0.54 [b]

รูปที่ 6. การวัดค่าสีของบราวนี่ที่ใช้กากแครอทแทนเนยขาวด้วยอัตราส่วนต่างๆ ในสูตรที่เลือก ตัวอักษรตัวยกแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p < 0.05$) เมื่อทดสอบคุณภาพแต่ละครั้ง

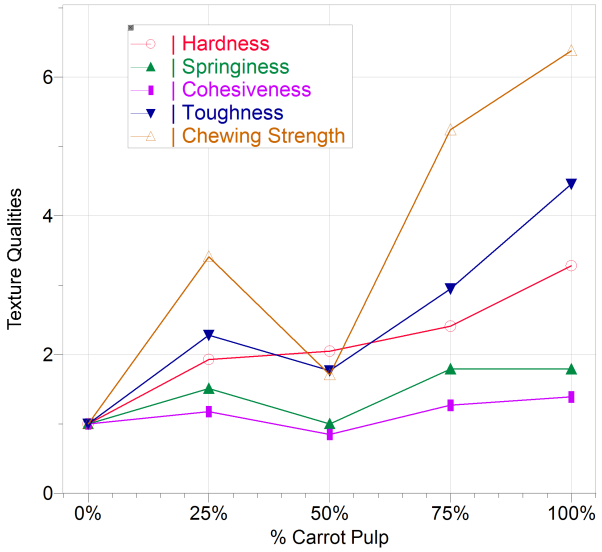
% Carrot Pulp Substitution	Caloric Content (cal/g)
0%	4660
25%	4340
50%	3870
75%	3490
100%	2980

รูปที่ 7. ปริมาณแคลอรี่ของบราวนี่ที่ใช้กากแครอผงทดแทนเนยขาวในปริมาณต่าง ผลเป็นไปตามที่คาดไว้คือ ปริมาณแคลอรี่น้อยลงเมื่อเพิ่มกากแครอทผงมากขึ้น

การทดสอบสูตรการทดแทนผงแครอท

ทดลองใช้กากแครอทผงงทดแทนเนยขาวในสูตรที่เลือกที่อัตราส่วนตั้งแต่ 0% ถึง 100% ตามที่อธิบายไว้ข้างต้น ผลการทดสอบค่าสีด้วยเครื่อง Colorflex แสดงในรูปที่ 6 พบว่า ค่า 'L' ลดลงซึ่งแสดงว่าสูตรอาหารมีสีเข้มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเพิ่มปริมาณกากแครอทผง สูตรยังแสดงแนวโน้มของสีแดงที่น้อยลงเนื่องจากมีการใช้กากแครอทผงแทนเนยขาวมากกว่าเนื่องจากค่า 'a' ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้กากแครอทผลในเปอร์เซนต์ที่สูงกว่า ในระดับสีเหลือง - การใช้กากแครอทผงทนแทนถึง 50% ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีอย่างมีนัยสำคัญ แต่สูตรกากแครอท 75% และ 100% นั้นจะเป็นสีน้ำเงินมากขึ้น

การวัดปริมาณแคลอรี่ของแต่ละสูตรโดยใช้เครื่องแคลอริมิเตอร์ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 7 ปริมาณแคลอรี่ของบราวนี่ลดลง 7-10% เมื่อเพิ่มการทดแทนกากแครอทผงขึ้น 25%



รูปที่ 8. ค่าเฉลี่ยของการทดสอบผิวสัมผัสทั้ง 5 ตัวแปรในแต่ละสูตร

เมื่อทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส เพื่อวัดความแข็ง, ความยืดหยุ่น, การยืดเกาะ, ความเหนียวและแรงการเคี้ยว ค่าเฉลี่ยสำหรับคุณสมบัติ 5 ตัวแปรสำหรับแต่ละสูตรที่ทดสอบจะแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ในแต่ละคุณสมบัติที่วัดสำหรับห้าสูตรที่ทดสอบ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของเนื้อแครอทมีผลกระทบเล็กน้อยต่อความยืดหยุ่นและการยืดเกาะของบราวนี่ แต่ความแข็งความเหนียวและแรงในการเคี้ยวเพิ่มขึ้นจากปัจจัยประมาณ 3, 4 และ 6 ตามลำดับ

ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ทางสถิติของการวิเคราะห์ผิวสัมผัส แสดงในรูปที่ 9 สูตรทั้งหมดเพิ่มกากแครอทแทนเนยขาว มีค่าความแข็ง การยืดเกาะ และ

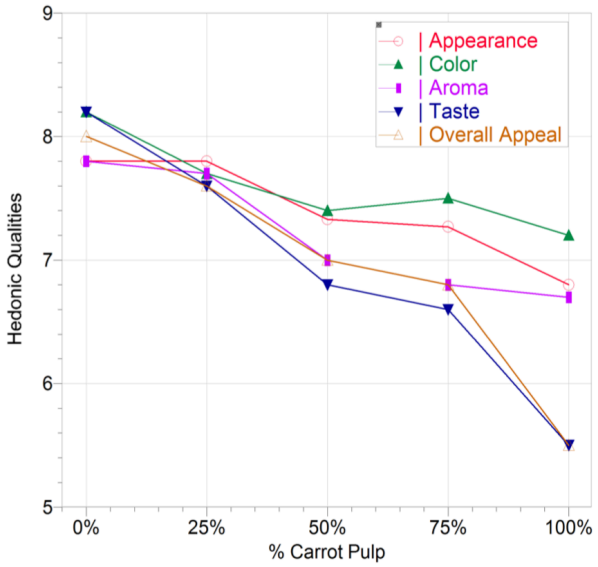
% การแทนที่ด้วยกากแครอท	ความแข็ง	ความยืดหยุ่น	การยืดเกาะ	ความเหนียว	แรงการเคี้ยว
0%	1690 ± 30 ^{a}	0.43 ± 0.01 ^{a}	0.33 ± 0.01 ^{a}	570 ± 10 ^{a}	246 ± 3 ^{a}
25%	3260 ± 280 ^{b}	0.65 ± 0.13 ^{b}	0.39 ± 0.29 ^{b}	1300 ± 150 ^{b}	840 ± 100 ^{b}
50%	3460 ± 430 ^{b}	0.43 ± 0.28 ^{a}	0.28 ± 0.17 ^{c}	1010 ± 170 ^{b}	420 ± 65 ^{a}
75%	4070 ± 310 ^{b}	0.77 ± 0.64 ^{c}	0.42 ± 0.01 ^{d}	1680 ± 110 ^{c}	1290 ± 140 ^{c}
100%	5550 ± 300 ^{c}	0.62 ± 0.17 ^{b}	0.46 ± 0.01 ^{b}	2540 ± 130 ^{d}	1570 ± 60 ^{d}

รูปที่ 9. ผลการวิเคราะห์ผิวสัมผัสของบราวนี่ที่ใช้กากแครอทแทนเนยขาวด้วยอัตราส่วนต่างๆ ในสูตรที่เลือก ตัวอักษรตัวยกแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p < 0.05$) เมื่อทดสอบคุณภาพแต่ละครั้ง

ความเหนียวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสูตรดั้งเดิม แต่ที่น่าสนใจคือสูตรที่มีกากแครอท 50% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรดั้งเดิมในด้านความยืดหยุ่นและแรงการเคี้ยว แม้ว่าสูตรเนื้อเยื่อจากแครอท 25% มีคุณสมบัติทั้งสองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ยังไม่ชัดเจนว่าเป็นเพราะเหตุใด จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปฏิกิริยาระหว่างส่วนผสมในสัดส่วนที่ต่างกัน

ท้ายสุดทุกสูตรได้รับการประเมินโดยผู้ทดสอบ 30 คนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบประเมิน 9-point hedonic scale ค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติทั้ง 5 ของแต่ละสูตรที่ทดสอบแสดงในรูปที่ 10 ผลการทดสอบคุณสมบัติทั้งหมด แนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน ลักษณะปรากฏและสีลดลงน้อยที่สุดเมื่อเพิ่มการทดแทนที่กากแครอท ในขณะที่รสชาติ และ ความชอบโดยรวม แสดงเห็นชัดที่สุด สูตรที่มีกากแครอท 25% มีคะแนนคุณสมบัติส่วนใหญ่ลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับสูตรดั้งเดิม แต่สูตรอื่น ๆ มีคะแนนลดลง

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลคะแนนความพอใจของผู้ทดสอบแสดงในรูปที่ 11 ผู้ทดสอบพอใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับการปรากฏตัวของบราวนี่ถึงอัตราทดแทน 50% ในแง่ของสีสูตรทดแทนกากแครอทมีคะแนนความน่าสนใจน้อยกว่าโดยกลุ่มตัวอย่าง สำหรับคุณภาพของกลิ่นหอมรสชาติและความดึงดูดใจโดยรวมพบว่าผู้บริโภคไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการเลือกใช้สูตรกากแครอท



รูปที่ 10. ค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติทั้ง 5 ของแต่ละสูตร

25% เปรียบเทียบกับสูตรดั้งเดิมในขณะที่สูตรทั้งหมด 50% ขึ้นไป

เมื่อพิจารณาถึงการวัดค่าสี ในส่วนความพึงพอใจของผู้ทดสอบมีแนวโน้มลดลง เมื่อสีของบราวนี่เข้มขึ้นจากการเพิ่มปริมาณกากแครอท พร้อมกับเกิดการเปลี่ยนแปลงของความสมดุลสีแดง และเขียว

ความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์ผิวสัมผัสและความพอใจของผู้ทดสอบมีความชัดเจนน้อยกว่าความแข็ง ความเหนียว และแรงการเคี้ยวของสูตรทั้งหมดด้วยกากแครอททดแทนนั้นวัดได้สูงกว่าสูตรดั้งเดิมตั้งแต่ 2 ถึง 7 เท่า การเพิ่มปริมาณกากแครอทผงนั้นทำให้คุณสมบัติเหล่านี้เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับแนวโน้มการให้คะแนนของผู้ทดสอบ แต่ลดระดับความ

% การแทนที่ด้วยกากแครอท	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
0%	7.8 ± 1.2 ^{a}	8.2 ± 0.9 ^{a}	7.8 ± 1.0 ^{a}	8.2 ± 0.6 ^{a}	8.0 ± 0.8 ^{a}
25%	7.8 ± 1.5 ^{ab}	7.7 ± 1.6 ^{b}	7.7 ± 1.5 ^{a}	7.6 ± 1.7 ^{a}	7.6 ± 1.6 ^{ab}
50%	7.33 ± 1.5 ^{abc}	7.4 ± 1.5 ^{b}	7.0 ± 1.7 ^{b}	6.8 ± 1.7 ^{b}	7.0 ± 1.7 ^{bc}
75%	7.27 ± 1.6 ^{bc}	7.5 ± 1.7 ^{b}	6.8 ± 2.0 ^{b}	6.6 ± 2.0 ^{b}	6.8 ± 1.9 ^{c}
100%	6.8 ± 1.6 ^{c}	7.2 ± 1.6 ^{b}	6.7 ± 1.7 ^{b}	5.5 ± 2.0 ^{c}	5.5 ± 2.0 ^{d}

รูปที่ 11. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลคะแนนความพอใจของผู้ทดสอบด้วยวิธี 9-Point Hedonic scale. สูตรที่มีการแครอท 25% มีคะแนนคุณสมบัติส่วนใหญ่สูงใกล้เคียงกับสูตรดั้งเดิม ตัวอักษรตัวยกแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p < 0.05$) เมื่อทดสอบคุณภาพแต่ละครั้ง

แตกต่างลง อย่างไรก็ตามผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นยืดหยุ่นและแรงการเคี้ยวของสูตรที่ผสมกากแครอทผง 50% ซึ่งเป็นสถิติเดียวกันกับสูตรดั้งเดิมนั้นไม่ได้สะท้อนในการประเมินของผู้ทดสอบอย่างถูกต้อง

ผลการศึกษาแสดงว่าร้านเบเกอรี่อาจใช้กากแครอทผงทดแทนเนยขาว 25% ในสูตรบราวนี่ ให้ผลการลดต้นทุนส่วนผสม 10% ลดการบริโภคเนยลง 25% และลดปริมาณแคลอรี่ประมาณ 7% จากข้อมูลที่พบ ในการผสมกากแครอทในบราวนี่ทำให้เกิดผลในเนื้อสัมผัสแต่ไม่ได้ลดความพึงพอใจของผู้ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญ การทดแทน 50% แสดงให้เห็นว่าคะแนนของผู้ทดสอบลดลงอย่างมาก ในด้านต่างๆ แต่ที่น่าสนใจคือ 2 ใน5 ของการวัดผิวสัมผัสไม่ได้แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ควรทำการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อกำหนดปริมาณที่เหมาะสมระหว่าง 25% ถึง 50% หรือทำการวิจัยด้วยวิธีการอื่นในการเตรียมกากแครอทผงในสูตรเพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่าย และอาจศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากแครอทผงมาทดแทนเนยในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อื่น ๆ

4. สรุปผลการทดลอง

เราได้แสดงให้เห็นว่าการใช้กากแครอทผง ในอัตราส่วนกากแครอทต่อน้ำ 1: 6 สำหรับแทนที่เนยขาวในการทำบราวนี่ ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคว่าไม่แตกต่างจากสูตรดั้งเดิม ร้านเบเกอรี่สามารถใช้กากแครอทผง ทดแทนเนยขาวได้ 25% เพื่อลดผลกระทบของการบริโภคเนยขาวต่อสุขภาพ เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและลดต้นทุนการผลิตของบราวนี่

5. เอกสารอ้างอิง

1. กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2543). ผลิตภัณฑ์แครอท. วารสารวิทยาศาสตร์บริการ. 48(152). 32-34
2. วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. (2551). โครงงานการผลิตและคุณสมบัติของใยอาหารจากเปลือกส้มโอเพื่อนำมาใช้ในการ ผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
3. ณนนท์ แดงสังวาลย์. (2544). การใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีในบราวนี่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
4. อัญชัน ชุณหะหิรัณย์.(2554). การซ้เมล็ดประร่วมกับมอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารทดแทนไขมันในไอศกรีม. มหาวิทยาลัยหอการค้า
5. อุลิสาณ์ พาชีครีพาพล (2552). การใช้วุ้นสำรองทดแทนไขมันในเค้กบราวนี. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
6. Brouwer, I., Wanders, A., Katan, M. (2010). Effect of animal and industrial trans fatty acids on HDL and LDL cholesterol levels in humans--a quantitative review. PLoS One, 5(3): page9434.
7. Steffe, J.F. (1996). Rheological Methods in Food Process Engineering. 2nd Ed. East Lansing, MI: Freeman Press.
8. Pathare, P., Opara, U. and Al-Julanda Al-Said, F. (2013). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. Food and Bioprocess Technology. 10.1007/s11947-012-0867-9.
9. Lawless, H. and Heymann, H. (1998). Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. Second Edition. New York, NY: Springer.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์จุฑารัตน์ ใจงาม โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี และรองศาสตราจารย์.ดร.ประภาศรี เทพรักษา ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต สำหรับการให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย