

งานวิจัย

ข้าวเหนียวแก้ลดพลังงาน

Reduced Caloric Sweeten Glutinous Rice

นางศรอุษา สมพงษ์

โรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร(ม้วน บำรุงศิลป์)

สำนักพัฒนาสังคม กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานด้วยการใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาลและใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิมะพร้าว ผลจากการทดลองพบว่าการนำข้าวเหนียวแก้วมาลดปริมาณน้ำตาลและกะทิในอัตราส่วนร้อยละ 25 และ 25 ตามลำดับเทียบกับตำรับต้นแบบ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส นำตำรับข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลและกะทิในอัตราส่วนร้อยละ 25 และ 25 มาลดน้ำตาลลงร้อยละ 50 และ 100 ตามลำดับและทดแทนความหวานด้วยซูคราโลสในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทรายที่ลดลง 10 กรัม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) นำตำรับที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุดคือตำรับที่ใช้ซูคราโลสทดแทนน้ำตาลในปริมาณร้อยละ 50 มาใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิจากมะพร้าวที่ปริมาณร้อยละ 50 และ 100 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตำรับที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุดคือตำรับที่ใช้กะทิธัญพืชแทนกะทิจากมะพร้าวร้อยละ 100 นำตำรับที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดคือ ตำรับที่ทดแทนสารให้ความหวานซูคราโลสร้อยละ 50 และกะทิธัญพืชร้อยละ 100 ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานมากที่สุดร้อยละ 12 ยอมรับมากร้อยละ 41 ยอมรับปานกลางร้อยละ 40 ยอมรับน้อยร้อยละ 7 โดยร้อยละ 90 ระบุว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์

ด้านคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานที่ลดน้ำตาลลงร้อยละ 50 โดยทดแทนความหวานด้วยซูคราโลส และทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืชร้อยละ 100 พบว่าข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานมีพลังงานลดลงร้อยละ 2.40 เมื่อคำนวณพลังงานจากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการพบว่าข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานมีพลังงานลดลงร้อยละ 19.90 เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาพบว่าข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานไม่เป็นที่ยอมรับจากกลุ่มผู้ทดสอบในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา

ลายมือชื่อผู้จัดทำ

ลายมือชื่อผู้อำนวยการ โรงเรียน

/ /

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	19
อุปกรณ์	19
วิธีการ	21
ผลและการวิจารณ์	25
สรุปและข้อเสนอแนะ	47
สรุป	47
ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	50
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย	54
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	60

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณสารอาหารในข้าวเหนียว	4
2	ปริมาณธาตุอาหารในข้าวเหนียว	4
3	คุณภาพทางกายภาพของข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 (กรัม/100 กรัม)	6
4	องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 100 กรัม	7
5	คุณค่าทางโภชนาการของกะทิ(คั้นไม่ใส่น้ำ)และกะทิธัญพืช 100 กรัม	9
6	เปรียบเทียบปริมาณและสัดส่วนของกรดไขมันของกะทิธัญพืช	13
7	แสดงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายในส่วนที่กินได้ 100 กรัม	16
8	ส่วนผสมของข้าวเหนียวแก้วทั้ง 3 คำรับในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	26
9	ลักษณะของข้าวเหนียวแก้วในการทดลองทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบทั้ง 3 คำรับ	27
10	คะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านต่างๆ ของข้าวเหนียวแก้วทั้ง 3 คำรับ	
11	ส่วนผสมของข้าวเหนียวแก้วที่นำมาลดปริมาณน้ำตาลและกะทิลงในปริมาณที่ ต่างกัน	29
12	คะแนนเฉลี่ยในด้านความชอบของคุณลักษณะต่างๆ ของข้าวเหนียวแก้วที่นำมา ลดปริมาณน้ำตาลและกะทิในอัตราส่วนร้อยละ 25,25	30
13	ส่วนผสมของข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลทรายในระดับร้อยละ 50 และ 100	32
14	คะแนนเฉลี่ยของข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลทรายในระดับร้อยละ 50 และ 100	33
15	ส่วนผสมของข้าวเหนียวแก้วที่ใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิในปริมาณที่ต่างกัน	35
16	คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่างๆ ของข้าวเหนียวแก้วที่ใช้ กะทิธัญพืชทดแทนกะทิ ร้อยละ 50 และร้อยละ 100 ของน้ำหนักกะทิทั้งหมด	36

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
17	เปรียบเทียบพลังงานของข้าวเหนียวแก้วดำรับต้นแบบและดำรับพัฒนาจากการคำนวณและการวิเคราะห์	38
18	เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการจากการวิเคราะห์ทางเคมีของข้าวเหนียวแก้วดำรับต้นแบบและดำรับพัฒนาปริมาณ 100 กรัม	39
19	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	41
20	การยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน	42
21	เหตุผลการยอมรับข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานตามอันดับความสำคัญ	43
22	การเปรียบเทียบความชอบด้านต่างๆระหว่างข้าวเหนียวแก้วตัวอย่างกับข้าวเหนียวแก้วที่เคยบริ โภค	43
23	ความคิดเห็นเกี่ยวกับการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน	44
24	ศึกษาอายุการเก็บรักษาของข้าวเหนียวแก้วสูตรพัฒนา	45

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้างซูโครส	14
2	โครงสร้างของซูคราโลสเป็นไดแซกคาไรด์	17
3	ขั้นตอนการทำข้าวเหนียวแก้ว	25
4	ข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบและตำรับพัฒนา	40

คำนำ

ข้าวเหนียวแก้วเป็นขนมหวานที่ได้รับความนิยมตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน โดยมีส่วนประกอบหลักได้แก่ ข้าวเหนียว น้ำตาลและกะทิ (อมราภรณ์, 2549) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ข้าวเหนียวแก้วเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูงและมีปริมาณของไขมันประเภทอิ่มตัวสูงซึ่งเป็นผลเสียต่อสุขภาพ

ในยุคที่ประเทศมีการพัฒนาจากสังคมเกษตรกรรมมาสู่สังคมอุตสาหกรรมส่งผลให้วิถีชีวิตของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปจากสังคมชนบทมาสู่สังคมเมือง ส่งผลให้มนุษย์ส่วนหนึ่งมีลักษณะการทำงานที่เปลี่ยนไป มีเครื่องทุ่นแรงเพิ่มมากขึ้น การใช้พลังงานในการทำงานลดน้อยลงเนื่องจากต้องทำงานแข่งขันกับเวลาทำให้มีพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่เหมาะสม พลังงานที่ใช้ไม่สมดุลกับพลังงานที่ได้รับส่งผลให้เกิดภาวะโภชนาการเกินและนำไปสู่ภาวะโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicated Chronic Diseases) เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคคอเลสเตอรอลในเลือดสูง นำไปสู่โรคหัวใจขาดเลือด และโรคเส้นเลือดในสมองตีบตัน (ชุมศักดิ์, 2550)

การพัฒนาข้าวเหนียวแก้วให้มีพลังงานลดลงเป็นการลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicated Chronic Diseases) และเป็นส่งเสริมการบริโภคขนมไทย ด้วยเหตุนี้จึงเห็นความสำคัญของการพัฒนาส่วนผสมในข้าวเหนียวแก้วให้มีพลังงานลดลงโดยใช้สารให้ความหวานซูคราโลสที่ให้รสหวานแต่ไม่ให้พลังงานแทนการใช้น้ำตาลทรายและใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิเพื่อให้ได้ข้าวเหนียวแก้วที่มีพลังงานลดลง ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา

1. การพัฒนาข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน
2. การทดแทนซูคราโลสและกะทิธัญพืชในข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน
3. การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน
4. การวิเคราะห์พลังงานและคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน
5. อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วพลังงาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน
2. เป็นแนวทางการศึกษาการลดพลังงานในขนมไทยที่มีพลังงานสูง

การตรวจเอกสาร

ข้าวเหนียวแก้ว

ข้าวเหนียวแก้วเป็นของหวานอีกชนิดหนึ่งที่ยังเป็นที่นิยมของคนไทย เป็นภูมิปัญญาของคนไทยโบราณที่รู้จักการนำวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น มาดัดแปลงเป็นของหวาน โดยใช้ข้าวเหนียว มะพร้าว และน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก (อมราภรณ์ ,2549)

1. ส่วนประกอบของข้าวเหนียวแก้ว

1.1. ข้าวเหนียว

ข้าวเหนียวที่เป็นข้าวสารมีลักษณะเมล็ดสีขาวขุ่น ต่างจากข้าวเจ้าที่องค์ประกอบของแป้งในเมล็ดข้าวสาร ชนิดของแป้งในเมล็ดข้าวเหนียว จะมีแป้งอมิโลเปคตินอยู่ในเมล็ดเพียงอย่างเดียว ส่วนในข้าวเจ้าจะมีแป้ง 2 ชนิด คืออมิโลเปคตินและอมิโลส โดยสัดส่วนของแป้งอมิโลสจะทำให้การดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดของข้าวเหนียวและข้าวเจ้าไม่เท่ากันเมื่อผ่านการหุง

ดังนั้นข้าวเหนียวและข้าวเจ้าที่หุงสุกจึงมีลักษณะไม่เหมือนกัน ข้าวเหนียวจะมีความเหนียว เเกาะตัวกันไม่ร่วนเหมือนข้าวเจ้า (สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว [ส.ผ.ข.] ,2550)

ตารางที่ 1 ปริมาณสารอาหารในข้าวเหนียว

ปริมาณสารอาหารในส่วนที่กินได้ 100 กรัม (ข้าวสาร)						
ประเภท	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	วิตามิน บี 1 (มิลลิกรัม)	วิตามิน บี 2 (มิลลิกรัม)	ใยอาหาร (กรัม)
ข้าวเหนียว	359	8.4	1.6	0.16	0.06	0.8
ข้าวเหนียวไม่ขัดสี	360	7.4	2.1	0.30	0.12	0.8
ข้าวเหนียวห่มัก	164	1.8	0.1	0.01	0.03	0.3
ข้าวเจ้าขัดสี	353	6.6	1.1	0.11	0.02	0.8
ข้าวกล้อง	352	7.8	3.4	0.61	0.15	3.4
ข้าวนี้้ง	364	6.7	1.0	0.20	0.08	-

ที่มา: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2530 และ 2535

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารในข้าวเหนียว

ปริมาณสารอาหารในส่วนที่กินได้ 100 กรัม (ข้าวสาร)				
ประเภท	แคลเซียม (มิลลิกรัม)	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	เหล็ก (มิลลิกรัม)	ไนอะซิน (มิลลิกรัม)
ข้าวเหนียวไม่ขัดสี	21	243	3.4	5.0
ข้าวเหนียวห่มัก	12	29	0.6	0.8
ข้าวเจ้ากล้อง	4	107	-	-
ข้าวเจ้าขัดสี	-	130	0.9	1.6

ที่มา: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2530 และ 2535

1.1.1 ข้าวเหนียวเขี้ยววง

วัฒนธรรมของชาวนาแถบล้านนาในอดีตจะบริโภคข้าวเหนียวเป็นหลัก พันธุ์ข้าวที่ปลูกไว้เพื่อใช้ประโยชน์ทั้งบริโภคและใช้ในพิธีกรรมต่างๆ แบ่งเป็น 2 พันธุ์ โดยอาศัยฐานะทางสังคมเป็นเครื่องชี้วัด กล่าวคือผู้ที่มีฐานะดีจะนิยมปลูกข้าวเหนียวที่มีคุณภาพดี เมล็ดเล็ก เรียวยาว นุ่มและมีกลิ่นหอมแต่จะได้ผลผลิตน้อย มีการสันนิษฐานว่าเป็นข้าวเหนียวเขี้ยววง แต่สำหรับผู้ที่มีฐานะยากจนข้าวที่ปลูกสำหรับบริโภคจะมีเมล็ดสั้นแต่จะได้ผลผลิตมาก คุณภาพต่ำ

ในพุทธศักราช 2505 กรมการข้าวได้คัดเลือกข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง ซึ่งเป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสง รวงยาว เมล็ดเรียวยาว และได้ผลผลิตต่อไร่สูง คุณภาพของข้าวที่หุงสุกแล้ว จะนุ่มและเหนียว กรมการข้าวได้ออกเป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม พุทธศักราช 2505 ชาวนาจึงเริ่มหันมาปลูกข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตองเป็นจำนวนมาก ข้าวเหนียวเขี้ยววงพันธุ์ดั้งเดิมจึงมีการปลูกลดลงและสูญหายไป โรงสีหันมาใช้ข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตองมาผลิตเป็นข้าวเหนียวเขี้ยววง ต่อมาเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม พุทธศักราช 2505 กรมการข้าวได้มีมติให้ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 เป็นพันธุ์รับรอง เนื่องจากเป็นพันธุ์ข้าวคุณภาพดี ผลผลิตสูง ระบบนิเวศการทำนาเริ่มเปลี่ยนแปลงจากมีความหลากหลายทางสายพันธุ์ เข้าสู่การปลูกข้าวเหนียวพันธุ์เดี่ยว สถานประกอบการข้าวได้หันมาสีข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 เป็นข้าวเหนียวเขี้ยววงแทนข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง ข้าวเหนียวเขี้ยววงในปัจจุบันจึงเป็นเพียงชื่อทางการค้าที่ใช้เรียกผลิตภัณฑ์ข้าวสารของข้าวเหนียวที่ถูกเปลี่ยนรูปลักษณะโดยขั้นตอนกระบวนการสีของโรงสี เพื่อให้มีลักษณะตามต้องการ

ดังนั้นในปัจจุบันจึงแบ่งข้าวเหนียวเขี้ยววงเป็น 2 แนวทางดังนี้คือข้าวเหนียวเขี้ยววงพันธุ์พื้นเมืองดั้งเดิมที่สูญหายไปแล้ว และข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ที่ผ่านกระบวนการสีดัดแปลงรูปร่างให้มีคุณสมบัติคล้ายกับข้าวเหนียวเขี้ยววงพันธุ์ดั้งเดิม (พายัพภูเบศร์, 2549)

ก. ข้าวเหนียวเขี้ยววงพันธุ์พื้นเมืองดั้งเดิม

ในอดีตเคยปลูกกันมากในอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงรายมีลักษณะประจำพันธุ์คือเป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสง มีความสูงประมาณ 150 เซนติเมตร ลำต้นแข็ง รวงยาวและเล็กระแงห่าง เมล็ดเล็กเรียวยาว มีหางเล็กน้อย ลักษณะของข้าวเปลือกเป็นสีน้ำตาล เมล็ดต่อรวงน้อย ผลผลิตต่อไร่ต่ำ เมื่อนำไปสีจะได้ข้าวสารเมล็ดเล็กแหลม รวงยาว คล้ายเขี้ยววง นิยมปลูกใน

นาปี ออกดอกปลายเดือนตุลาคม เมล็ดที่นึ่งสุกแล้วจะมีขนาดเล็ก เรียวยาว เป็นมันวาว นุ่ม เมื่อใช้ทำของหวานจะมีความเลื่อมมัน และมีกลิ่นหอม (พชัยภูเบศวร์,2549)

ข. ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ที่ผ่านกระบวนการสี คัดแปลงรูปร่างให้มีคุณสมบัติคล้ายข้าวเหนียวเขี้ยวพันธุ์ดั้งเดิม

ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 เป็นสายพันธุ์ที่นำมาเพิ่มขึ้นตอนการสีให้มีรูปลักษณะและคุณสมบัติใกล้เคียงกับข้าวเหนียวเขี้ยวพันธุ์พื้นเมืองดั้งเดิม เนื่องจากข้าวเหนียวเขี้ยวพันธุ์พื้นเมืองดั้งเดิมมีผลผลิตต่อไร่ต่ำ แนวทางนี้เกิดจากการนำข้าวเปลือกเหนียว สายพันธุ์ กข 6 มาเพิ่มขึ้นตอนวิธีการขัดสีขาวและขัดมัน ในโรงสีที่มีระบบทันสมัย เพื่อให้ได้ข้าวสารที่มีเมล็ดยาวเรียว และใช้ชื่อทางการค้าว่าข้าวเหนียวเขี้ยว (พชัยภูเบศวร์,2549)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพของข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 (กรัม/100 กรัม)

พันธุ์	% อมิโลส	Alkali (เท่า)	Swelling power	%Soluble Amylose
กข 6	5-6	7.0	11.63	0.54

ที่มา: กรมการข้าว (2550)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ข้าวกล้องและข้าวสาร 100 กรัม

องค์ประกอบ	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร
พลังงาน(Kcal)	357.45	351.09
ความชื้น(กรัม)	12.64	12.44
โปรตีน(กรัม)	6.64	5.72
ไขมัน (กรัม)	2.69	0.49
คาร์โบไฮเดรต(กรัม)	76.68	80.95
Starch(กรัม)	64.13	80.95
Total Dietary Fiber (กรัม)	2.90	1.12
Crude Fiber (กรัม)	0.87	-
Ash(กรัม)	1.35	0.10
Vitamin B 1 (mg)	0.23	-
Vitamin B 2 (mg)	0.01	-
Niacin (mg)	6.65	-

ที่มา: กรมการข้าว (2550)

1.2 กะทิ

น้ำกะทิ(coconut milk) เป็นของเหลวสีขาวขุ่นที่ได้จากการคั้นหรือบีบเนื้อมะพร้าว (solid coconut endosperm) โดยอาจเติมน้ำหรือไม่เติมน้ำก็ได้ มีลักษณะเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ ซึ่งหมายถึงลักษณะของน้ำมันที่กระจายอยู่ในสารละลายน้ำและถูกล้อมรอบหรือห่อหุ้มด้วยโปรตีน สภาพดังกล่าวเกิดจากระบบที่มีแรงตึงระหว่างผิว(interfacial tension) ระหว่างโมเลกุลของน้ำและไขมันที่ต่ำลงเพราะมีโปรตีนเป็นตัวลดแรงตึงซึ่งทำให้น้ำกะทิสามารถคงตัวอยู่ได้ นอกจากนั้น กะทียังมีอิมัลซิฟายเออร์โดยธรรมชาติอยู่แล้ว (Luis,1967) ได้รายงานไว้ว่ามี ฟอสโฟไลปิด (phospholipid) ได้แก่ เซฟาลิน(cephalin)และเลซิธิน(lecithin) อยู่ในกะทิ เลซิธินเป็นอิมัลซิฟายเออร์ชนิดหนึ่งที่สามารถทำให้อิมัลชันมีความคงตัวมากขึ้นได้ขณะที่ลดขนาดเม็ดไขมันลง สารเหล่านี้สามารถทำให้ไขมันในกะทิมิคุณสมบัติเปียกน้ำ กระจายตัว ไหลได้และละลายได้ แต่

ถึงแม้ว่าจะมีเลซิธินในกะทิก็ยังไม่สามารถทำให้กะทิตกตัวอยู่ได้เนื่องจากกะทิมีปริมาณของไขมันอยู่มากเมื่อเทียบกับปริมาณ โปรตีน(Monera,1979)ความเข้มข้นของ โปรตีนที่พื้นผิวระหว่างเม็ดไขมันกับน้ำมีไม่มากพอที่จะป้องกันการรวมตัว (coalescence) ของเม็ดไขมันได้ซึ่งการรวมตัวของเม็ดไขมันจะก่อให้เกิดชั้นของครีม เมื่อตั้งทิ้งไว้เป็นเวลานานๆ ประมาณ 5-10 ชั่วโมง ทำให้สามารถแบ่งชั้นของกะทิต่อออกเป็น 2 ชั้น โดยชั้นล่างเป็นชั้นของหางกะทิ(coconut skim milk)และชั้นบนเป็นหัวกะทิ(coconut cream)

กะทิตัวรมีไขมันและโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.30 และ 3 ตามลำดับ ส่วนน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 55 ขณะที่หัวกะทิซึ่งได้จากการแยกอิมัลชันของกะทิโดยตั้งทิ้งไว้หรือทำการหมุนเหวี่ยง ควรมีไขมันและโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 และ 5 ตามลำดับ (Anonymous,1988)

กะทิเมื่อคั้นแล้วถูกอากาศนานๆจะมีกลิ่นหืน และบูดเสียได้ง่ายเนื่องจากกะทิเป็นแหล่งอาหารที่ดีของจุลินทรีย์สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสียได้ จึงทำให้กะทิที่ไม่ได้ผ่านวิธีการใดๆจะมีการเน่าเสียอย่างรวดเร็วแม้เก็บที่อุณหภูมิต่ำ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์มักมาจากกะลามะพร้าว เครื่องมือเครื่องใช้ และอุปกรณ์ในการแปรรูปอื่นๆ

น้ำมันมะพร้าวประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่า 90% และกรดไขมันไม่อิ่มตัวคือกรดโอเลอิก (oleic acid)และกรดลิโนเลอิก(linoleic acid) ประมาณ 10% โดยกรดลอริก (lauric acid)เป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากที่สุด การบริโภครดไขมันอิ่มตัวพบว่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะเป็นปัจจัยเสี่ยงที่จะทำให้เกิดโรคหัวใจขาดเลือด (Ischemic Heart Disease)

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการของกะทิ (คั้นไม่ใส่น้ำ) และกะทิธัญพืช 100 กรัม

องค์ประกอบ	กะทิคั้นไม่ใส่น้ำ	กะทิธัญพืช ²
ความชื้น(กรัม)	53.8	-
พลังงาน(Kcal.)	330	160
ไขมัน(กรัม)	34.7	18
กรดไขมันอิ่มตัว(กรัม) ¹	91.5	33.2
กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง(กรัม) ¹	7.1	29.7
กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง(กรัม) ¹	1.3	37
คาร์โบไฮเดรต(กรัม)	6.0	0.1
โปรตีน(กรัม)	4.3	<0.5
แคลเซียม(mg.)	11	-
ฟอสฟอรัส(mg.)	122	-
เหล็ก(mg.)	2.3	-
วิตามินบี 1(mg.)	0.03	-
ไนอะซิน(mg.)	0.9	-
วิตามินซี(mg.)	3	-
วิตามินอี	-	6.29

ที่มา: กองโภชนาการ กรมอนามัย (2530)

หมายเหตุ ¹ วันทนีย์ (2551)

หมายเหตุ ² <http://www.4care.co.th> (2550)

1.3 กะทิธัญพืช

กะทิเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ใช้ในการประกอบอาหารไทยทั้งคาวและหวานเป็นที่นิยมบริโภคของคนไทย เมื่อคำนึงถึงปัจจัยด้านโภชนาการซึ่งพบว่าในกะทิมีปริมาณไขมันสูง และกรดไขมันส่วนใหญ่ในกะทิเป็นกรดไขมันอิ่มตัว ซึ่งอาจมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ จึงมีการแนะนำให้หลีกเลี่ยงหรือรับประทานในปริมาณที่น้อยลง

สมาพันธ์โรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกาแนะนำว่าควรรับประทานอาหารที่มีไขมันน้อยกว่าร้อยละ 30 ของพลังงานทั้งหมดที่ได้รับต่อวัน โดยที่สัดส่วนของกรดไขมันที่ควรประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง ให้ใกล้เคียงกับสัดส่วน 1:1:1 จึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์กะทิให้มีสัดส่วนของกรดไขมันที่เหมาะสมกับสุขภาพมากขึ้น คือปรับให้มีกรดไขมันอิ่มตัวน้อยลง ขณะที่เพิ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดหนึ่งตำแหน่งและหลายตำแหน่ง ทำให้กะทิที่ถูกดัดแปลงนี้มีค่าของกรดไขมันใกล้เคียงที่แนะนำ โดยการใช้โปรตีนจากถั่วเหลือง น้ำมันรำข้าว และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน อาจมีส่วนผสมของกะทิมะพร้าว หรือไม่มีส่วนผสมของกะทิมะพร้าวเลย โดยมีวัตถุประสงค์ในการผลิตกะทิธัญพืชขึ้นเพื่อสามารถนำผลิตภัณฑ์มาปรุงอาหารทดแทนกะทิจากมะพร้าว เพื่อปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาการของไขมันให้ดีขึ้น

การผลิตกะทิธัญพืชโดยมีการนำส่วนผสมผ่านกระบวนการที่เรียกว่าโฮโมจิไนเซชัน (Homogenization) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้กันทั่วไปในการผลิตนมสด ทำให้ไขมันมีขนาดเล็กลงและสามารถรวมตัวกับน้ำได้ ไม่แยกชั้นเป็นน้ำมัน ทั้งนี้ด้วยขนาดของไขมันที่เล็กลงนี้จะสะท้อนแสงและทำให้ตาเห็นเป็นสีขาว กะทิธัญพืชมีสีขาวเหมือนกะทิมะพร้าว มีรสชาติใกล้เคียงกะทิจากมะพร้าว สามารถใช้แทนกะทิในการปรุงอาหารได้

1.3.1 ส่วนประกอบสำคัญในกะทิธัญพืช มีดังนี้

ก. น้ำมันรำข้าว

น้ำมันรำข้าวเป็นน้ำมันพืชที่ผลิตและสกัดได้จากรำข้าวดิบ มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่นวิตามินอี ในกลุ่มโทโคฟีรอลประมาณร้อยละ 19-40 และกลุ่มโทโคไตรอีนอล ร้อยละ 51-81 ซึ่งมีในน้ำมันพืชทุกชนิดแต่จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันพืช นอกจากนี้ในน้ำมันรำข้าวมีสารแกมมา โอริซานอลซึ่งเป็นต้านอนุมูลอิสระอีกชนิดหนึ่งที่พบในรำข้าวเท่านั้น ไม่พบในน้ำมันพืชชนิดอื่น และมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าวิตามิน อี หลายเท่า ด้วยคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจึงช่วยลดคอเลสเตอรอลซึ่งเป็นสาเหตุของโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดและโรคหัวใจ ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง สารประกอบอื่น ๆ ที่มีความสำคัญที่มีอยู่ในน้ำมันรำข้าวได้แก่ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 เบต้าแคโรทีน เลซิธิน (เรวดี, 2550) นอกจากนี้ยังมีสารประกอบกลุ่มไฟโตสเตอรอล ซึ่งมีส่วนช่วยลดการดูดซึมของคอเลสเตอรอล กรดไขมันส่วนใหญ่ในน้ำมันรำข้าวจะเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว 1 แห่ง (monounsaturated fatty acids) โดยมีกรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 18 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวร้อยละ 45 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนร้อยละ 37 (Onanong, 2008)

ข. น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน

น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวันมีกรดไลโนเลอิก ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายในเมล็ดดอกทานตะวันนั้นอุดมไปด้วยน้ำมัน และวิตามินอีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ น้ำมันที่ได้จากเมล็ดดอกทานตะวันมีกรดไลโนเลอิกสูงถึงร้อยละ 44-75 ซึ่งมีความจำเป็นต่อร่างกายสามารถป้องกันการแข็งตัวของเลือดในหลอดเลือด ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ ส่วนวิตามินอีทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเส้นเลือด ป้องกันการสะสมของไขมันที่ผนังหลอดเลือด ลดความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจด้วยเช่นกัน กรดไลโนเลอิกสามารถป้องกันการเกิดมะเร็ง บำรุงสายตา และป้องกันเนื้อเยื่อปอดถูกทำลายจากอากาศ นอกจากนี้ยังมีกรดไขมัน CLA (Conjugated Acid) คือ กรดไขมันที่ร่างกายไม่สามารถผลิตเองได้ มีประโยชน์ในการเร่งการเผาผลาญไขมันที่สะสมตามส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยเพิ่มฮอร์โมนที่ช่วย

กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่ช่วยในการเผาผลาญไขมันสะสมมาใช้เป็นพลังงานอย่างเต็มที่ พร้อมทั้งลดปริมาณการเกิดไขมันสะสมที่จะเกิดใหม่ด้วย (Herbel and another, 1998)

ค. โปรตีนจากถั่วเหลือง

ในโปรตีนถั่วเหลืองมีสารไอโซฟลาโวน ซึ่งเป็นฮอร์โมนจากพืช มีประโยชน์ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง นอกจากนี้ไอโซฟลาโวนยังทำหน้าที่คล้ายกับฮอร์โมนเอสโตรเจน ช่วยป้องกันการสูญเสียมวลกระดูก ปรับสมดุลของฮอร์โมน ลดอาการต่างๆ ในวัยทอง และบำรุงผิวพรรณให้ชุ่มชื้น (กันทรส และคณะ, 2548) Soy Protein เป็นโปรตีนจากถั่วเหลือง ซึ่งเป็นโปรตีนจากพืชเพียงชนิดเดียว ที่มีกรดอะมิโนครบทั้ง 22 ชนิด นิยมเตรียมในรูปของโปรตีนสกัดให้มีความเข้มข้น เพื่อให้ได้เป็น Soy Protein Isolate เป็นแหล่งรวมของกรดอะมิโนที่มีความเข้มข้นสูงสุด ช่วยเสริมสร้างกล้ามเนื้อ ผู้บริโภคยังคงได้รับโปรตีนคุณภาพสูงในระหว่างที่ควบคุมอาหาร Soy Protein ยังจะไปเพิ่มการผลิตฮอร์โมน Thyroid hormone) คือ Thyroxine) ที่ต่อมธัยรอยด์ ซึ่งทำให้ร่างกายมีอัตราการเผาผลาญสารอาหารเพิ่มมากขึ้น ทำให้ไขมันที่สะสมอยู่ในร่างกายมีปริมาณลดลง

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณและสัดส่วนของกรดไขมันของกะทิธัญพืช

ปริมาณสารอาหาร แคลอรี่**	WHO/FAO แนะนำ*	กะทิธัญพืช ฟอร์
Saturated fatty acids	< 10 % (สำหรับผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการ เป็นโรคหัวใจควรได้รับ < 7%)	6.89 %
Polyunsaturated fatty acids (PUFAs)	6 – 10 %	10.86 %
Trans fatty acids	< 1 %	< 0.1 %
Monounsaturated fatty acids (MUFAs)	7 – 13 %	12.24 %

หมายเหตุ* จากเอกสาร WHO Technical Report Series 916 เรื่อง Diet, Nutrition and The Prevention of Chronic Diseases (Geneva 2003)

** จากเอกสารผลวิเคราะห์จาก SGS และคิดที่ปริมาณไขมันที่แนะนำที่ 30% จากพลังงานที่ได้รับใน 1 วัน

ที่มา: เอกสารเผยแพร่ข้อมูลของกะทิธัญพืชตราเฟอร์แคร์ (2550)

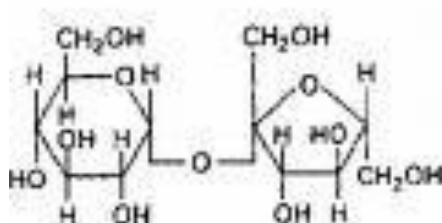
กะทิธัญพืชผลิตมาจากการใช้ส่วนผสมของน้ำมันพืช และส่วนผสมอื่นเช่นน้ำมันรำข้าว น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน และโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง ปริมาณและสัดส่วนของกรดไขมันในกะทิธัญพืชและกะทิมะพร้าวจึงมีความแตกต่างกัน โดยพบว่ากะทิธัญพืชมีกรดไขมันอิ่มตัวต่ำกว่า แต่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่งและหลายตำแหน่งเพิ่มขึ้น ซึ่งมีการปรับสัดส่วนกรดไขมัน

ให้คีต่อสุขภาพคือ กรดไขมันอิ่มตัว : กรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียว : กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง เท่ากับ 1:1:1 และแต่งกลิ่นเลียนแบบธรรมชาติ

1.4 น้ำตาลทราย

ในทางเคมีโดยทั่วไปน้ำตาลทรายหมายถึงซูโครส(sucrose) เป็นไดแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะเป็นผลึกแข็งสีขาว น้ำตาลทรายเป็นสารเพิ่มความหวานและละลายน้ำได้จึงเรียกอีกอย่างว่าคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (soluble carbohydrate) ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขนมหวาน และเครื่องดื่ม

ซูโครสพบมากในพืชทุกชนิดโดยจะมีการสะสมมากในน้ำตาลอ้อยและน้ำตาลบีต (beetsugar) น้ำตาลที่ผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่ทำจากอ้อย มีชื่อเรียกได้หลายชื่อเช่นน้ำตาลทราย น้ำตาลอ้อยจัดเป็นไดแซ็กคาไรด์ที่ไม่รีดิวิซึ่งประกอบขึ้นจากน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดที่ต่างกันคือ แอลฟา - D - กลูโคสและβ-D-ฟรุกโทส เมื่อแตกตัวจะให้กลูโคส 1 โมเลกุลและฟรุกโทส 1 โมเลกุล (พรณีและศศิเกษม,2530) น้ำตาลที่นิยมใช้ในขนมไทยเป็นน้ำตาลทรายซึ่งมีผลึกเล็ก ๆ และน้ำตาลปีบหรือน้ำตาลปึก ซึ่งได้จากมะพร้าวหรือจันทาล(ณรงค์และอัญชัญ,2528)



Sucrose (α -D-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 2) - β -D-fructofuranoside)

ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างซูโครส

ที่มา: เบญจวรรณ (2549)

การใช้น้ำตาลในการประกอบอาหารเพื่อเพิ่มความหวานและทำให้แป้งนุ่ม ทำให้อาหารชุ่มชื้น มีความเงามัน มีสีน้ำตาลไหม้และมีกลิ่นหอม

1.4.1 คุณสมบัติของน้ำตาล มีดังนี้ (อบเชยและขมิ้นฐา,2544)

ก. ความหวานของน้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารให้รสหวานตามธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบความหวานของของกลูโคสซึ่งถือว่าเท่ากับ 100 เท่า ส่วนฟรุกโทสเป็นน้ำตาลที่หวานที่สุด รองลงมาได้แก่ ซูโครส และกลูโคสตามลำดับโดยทั่วไปในการปรุงอาหารนิยมใช้ซูโครสหรือน้ำตาลทราย

ข. การละลายของน้ำตาล

โดยทั่วไปน้ำตาลสามารถละลายน้ำได้ร้อยละ 30-80 ปริมาณที่ละลายขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการละลายของน้ำตาลก็จะเพิ่มขึ้น โดยน้ำตาลฟรุกโทสเป็นน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ดีที่สุดรองลงมาคือซูโครส กลูโคส มอลโทสและแล็กโทสตามลำดับ

ค. การเกิดสีน้ำตาล

เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีได้แก่ปฏิกิริยาการเกิดสารเคียวไหม้(caramelization) ระยะเวลาจะเกิดสารน้ำตาลเคียวไหม้ น้ำตาลจะสูญเสียไป 1 โมเลกุลและเกิดน้ำตาลที่เรียกว่า น้ำตาลแอนไฮโดร(anhydro sugar) กรณีของซูโครสเมื่อถูกความร้อนประมาณ 200 °C ผลึกของซูโครสจะละลายพร้อมทั้งเดือดเป็นฟอง และจะหยุดเมื่อเวลาผ่านไป 35 นาที สารเคมีที่เกิดขึ้นในระยะนี้จะไม่หวานแต่จะมีรสขม หลังจากที่เดือดเป็นฟองในระยะเวลาที่ผ่านไป 55 นาที จะเกิดสารคาราเมล(caramel) ซึ่งมีรสขม สารสีน้ำตาลเคียวไหม้ ถูกนำมาใช้ในการแต่งสีซีอิ๊วดำ ซีอิ๊วหวาน แต่งน้ำสีน้ำตาลคัลมประเภทโคล่าและชาชี่

ง. ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction)

การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหารจะเร็วขึ้นหากอาหารมีไนโตรเจน โดยเฉพาะสารประเภทเอมีน ปฏิกิริยาเริ่มต้นเป็นปฏิกิริยาระหว่างกลุ่มคาร์บอนิลของน้ำตาล(-CO) และกลุ่มอะมีน(-NH₂) เกิดอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงกว่า 112 °C หรือที่ pH สูงกว่า 7 ของกรดอะมิโนมักจะเกิดขึ้นในอาหารแห้งหรืออาหารเข้มข้นที่มีปริมาณน้ำน้อย

จ. การดูความชื้นและการเก็บรักษาความชื้น

น้ำตาลมีผลต่อเนื้อสัมผัสของอาหาร การดูความชื้นของน้ำตาลมีผลต่อความนุ่มและความชุ่มชื้นของอาหาร การเก็บรักษาความชื้นเกี่ยวข้องกับการดูความชื้น การเก็บรักษาความชื้นหมายถึง การที่น้ำตาลสามารถยึดความชื้นไว้ในอาหารไม่คายออกสู่บรรยากาศ มีประโยชน์ช่วยให้อาหารไม่แห้งแข็ง

ตารางที่ 7 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

ชนิดของน้ำตาล	พลังงาน (Kcal)	โปรตีน (g.)	ไขมัน (g.)	คาร์โบไฮเดรต (g.)	แคลเซียม (mg)	ฟอสฟอรัส (mg)	เหล็ก (mg)	วิตามินเอ (IU.)
น้ำตาลทราย	385	0	0	99.5	0	0	0	0

ที่มา: กองโภชนาการ (2544)

1.5 สารให้ความหวาน สารให้ความหวานที่ใช้ในอาหารสามารถแบ่งตามคุณค่าทางโภชนาการได้ 2 ประเภท

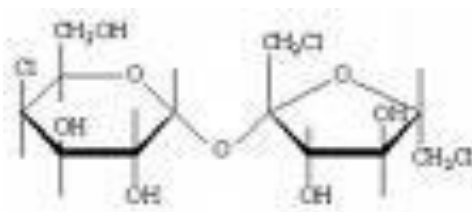
สารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ (nutritive sweeteners) จะให้พลังงานแก่ร่างกาย เช่น น้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรุกโทส น้ำตาลอินเวอร์ท กลุ่มของน้ำตาลแอลกอฮอล์ ได้แก่ ซอลบิทอล แมนนิทอล ไชลิทอล มอลติทอล แลคซิทอล

สารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ (non- nutritive sweeteners) จะไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย เนื่องจากไม่มีการดูดซึมหรือดูดซึมน้อยมาก เช่น ซัคคาริน ไชคราเมต แอสปาร์แตม เอสซัลเฟต-เค ซูคราโลส นิโอเทม(กล้าณรงค์,2542)

1.6 ซูคราโลส (Sucralose)

ซูคราโลส คือสารให้ความหวานที่มาจากการรวมตัวระหว่างน้ำตาลทรายกับคลอรีน (chlorination) โดยคลอรีนอะตอมจำนวน 3 หมู่เข้าไปแทนที่หมู่ OH ของคาร์บอนอะตอมที่ 4 ของ กลูโคส และที่ 1' และ 6' ของฟรักโทสทำให้โครงสร้างมีความคงตัว

ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่ได้ผ่านการยอมรับหลายประเทศ ในปี พ.ศ. 2541 ทางองค์การอาหารและยาได้ยอมรับเป็นสารให้ความหวานใช้ได้เฉพาะในเครื่องดื่ม ขนมหวาน และลูกอม แต่หลังจากการทำการรวบรวมข้อมูลการศึกษาวิจัยในคนมากกว่า 110 ชิ้น โดยไม่พบความผิดปกติในการก่อให้เกิดมะเร็ง ผลต่อระบบสืบพันธุ์ และระบบประสาท จึงได้มีการยอมรับให้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานทั่วไปในปีพ.ศ. 2542



ภาพที่ 2 โครงสร้างของซูคราโลสเป็นไดแซ็กคาไรด์

ที่มา: เบญจวรรณ (2549)

ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม(mammals)จะไม่มีการดูดซึมหรือดูดซึมได้น้อย ดังนั้นซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงาน(non-nutritive sweeteners)ซึ่งถูกสร้างจากการใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารตั้งต้น แล้วแทนที่กลุ่มไฮดรอกซิล 3 ตำแหน่งด้วยอะตอมของคลอรีน ทำให้มีสูตรโครงสร้างคล้ายกับน้ำตาล แต่ร่างกายไม่สามารถย่อยได้ การบริโภคซูคราโลสเป็นเวลานานร่างกายจะไม่ปรับตัวเพื่อย่อยซูคราโลส จากผลทางเภสัชจลศาสตร์ พบว่าซูคราโลสไม่มีการสะสมในร่างกายแม้ว่าจะได้รับอย่างต่อเนื่อง และจะขับออกทางปัสสาวะหรืออุจจาระ ความเร็วในการขับถ่ายจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำหรือของเหลวในร่างกายที่ไม่ใช่ไขมัน ในด้านรสชาติซูคราโลสให้รสชาติหวาน 600 เท่าของน้ำตาลซูโครสและไม่มีรสขมติดลิ้น มีลักษณะเป็นผลึกแข็งสีขาวร่วน ละลายได้ดีในน้ำและแอลกอฮอล์ และสามารถละลายในน้ำได้มากประมาณ 283 กรัมต่อ

ลิตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีจุดหลอมเหลว 125.5 องศาเซลเซียส ด้วยคุณสมบัติในด้านนี้ ทำให้ซูคราโลสสามารถรวมตัวกับอาหารได้เป็นอย่างดีและมีความคงตัวสูงในช่วง PH ตั้งแต่ 1.5 - 10 และอุณหภูมิตั้งแต่ -18 ถึง 210 องศาเซลเซียสจึงสามารถใช้ปรุงอาหารร้อนบนเตาได้โดยไม่สูญเสียความหวาน (เบนจววรรณ,2548)

นอกจากนี้แบคทีเรีย *Streptococcus mutans* ที่มีอยู่ในปากก็ไม่สามารถใช้ ซูคราโลส (sucralose) เป็นอาหารสำหรับการเจริญเติบโตได้จึงไม่ทำให้เกิดฟันผุ (ADA Report ,2004)

1.7 เกลือ

เกลือที่ใช้ในการทำขนมไทยเป็นเกลือปั่นละเอียด ที่ใช้ประกอบอาหารทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วย โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์และซัลเฟตอื่น ๆ หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์ คือ ทำให้อาหารมีรสดี, เน้นรสกลื่นของส่วนผสมอื่นเช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตข้าวเหนียวแก้ว

1.1.1 ข้าวเหนียวเขี้ยวงู

1.1.2 กะทิกล่องตราขาวเกาะ

1.1.3 น้ำตาลทรายห่อมิตรผล

1.1.4 เกลือยี่ห้อปรุngthิพย์

1.2 วัตถุดิบที่ใช้ทดแทนกะทิและน้ำตาลในการผลิตข้าวเหนียวแก้ว

1.2.1 กะทิธัญพืชห่อกูดไรด์

1.2.2 สารให้ความหวาน ซูคราโลสยี่ห้อ ดี-เอ็ด

2. อุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์ในการผลิตข้าวเหนียวแก้ว

2.1.1 ลังถึงนั่งข้าวเหนียว

2.1.2 อ่างสแตนเลสมีฝาครอบ

2.1.3 ไม้พายไม้

2.1.4 กะทะทองเหลือง

2.1.5 เครื่องชั่งดิจิตอล

2.1.6 ถ้วยตวง, ช้อนตวง

2.2 อุปกรณ์ในการประเมินค่าทางประสาทสัมผัส

2.2.1 ตัวอย่างอาหารที่ใช้ทดสอบ

2.2.2 ภาควิชาอาหาร

2.2.3 แก้วน้ำ

2.2.4 ดินสอ

2.2.5 ใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส Hedonic Scaling Test

(เพ็ญขวัญ, 2536)

2.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

2.3.1 Bomb Calorimeter

2.3.2 ชุดวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

- ชุดวิเคราะห์โปรตีน

- ชุดวิเคราะห์ไขมัน

- ชุดวิเคราะห์ความชื้น

วิธีการ

1. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

1.1 คัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบในการทำข้าวเหนียวแก้วจำนวน 3 ตำรับ จากเอกสารและสื่อต่างๆ ได้แก่ ตำรับที่ 1 จากโรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (ม่วน บำรุงศิลป์) ตำรับที่ 2 สำนักพิมพ์บ้านหนังสือ (2548) และตำรับที่ 3 ศรีสมรและมณี (ม.ป.ป.) เพื่อหาผลิตภัณฑ์ต้นแบบของข้าวเหนียวแก้ว โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design)

1.2 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9- point hedonic scaling 1 ถึง 9 คะแนน (1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดและ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) (เพ็ญขวัญ, 2536) โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาวิชาอาหารและโภชนาการ โรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (ม่วน บำรุงศิลป์) จำนวน 20 คน เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

โดยจัดระดับคะแนนความชอบดังนี้

9=ชอบมากที่สุด	8=ชอบมาก	7=ชอบปานกลาง
6=ชอบเล็กน้อย	5=บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	4=ไม่ชอบเล็กน้อย
3=ไม่ชอบปานกลาง	2=ไม่ชอบมาก	1=ไม่ชอบมากที่สุด

2. การพัฒนาสูตรข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข มีการรับรองอาหารลดน้ำตาล ไขมัน และโซเดียม เพื่อส่งเสริมสุขภาพด้านโภชนาการ โดยอาหารนั้นต้องลดปริมาณ ไขมัน น้ำตาลและโซเดียม ลงอย่างน้อย 2 ชนิดและลดพลังงานไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 (กองโภชนาการ, 2552) ของพลังงานจากสูตรต้นแบบ ในที่นี้จะลดพลังงานและน้ำตาลลงร้อยละ 25 และปรับส่วนประกอบของกรดไขมันในข้าวเหนียวแก้ว

2.1 นำผลิตภัณฑ์ต้นแบบมาลดน้ำตาลลงร้อยละ25และ50 ลดกะทิลงร้อยละ25และ50 ตามลำดับ ได้สิ่งทดลอง 2 ตำรับ คือน้ำตาลและกะทิลดลงร้อยละ 25 ของน้ำหนักน้ำตาลและกะทิ ในตำรับต้นแบบ และน้ำตาลและกะทิลดลงร้อยละ 50 ของน้ำหนักน้ำตาลและกะทิในตำรับต้นแบบ ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย 9- point hedonic scaling (เพ็ญขวัญ,2536) โดยผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาวิชาอาหารและโภชนาการ โรงเรียนฝึกออาชีพกรุงเทพมหานคร(ม้วน บำรุงศิลป์) รุ่นที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 20 คน

2.2 การใช้สารทดแทนความหวาน

นำข้าวเหนียวมูนที่ลดปริมาณน้ำตาลและกะทิจากข้อ 2.1 มาลดปริมาณน้ำตาลลงร้อยละ 50 และ 100 ของน้ำหนักน้ำตาล ทดแทนความหวานด้วยซูคราโลสในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทราย 10 กรัม ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย 9- point hedonic scaling (เพ็ญขวัญ ,2536) ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาวิชาอาหารและโภชนาการ โรงเรียนฝึกอชีพกรุงเทพมหานคร (ม้วน บำรุงศิลป์) รุ่นที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 20 คน

2.3 การใช้กะทิธัญพืชทดแทน

นำข้าวเหนียวแก้วตำรับที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 2.2 มาทดแทนกะทิด้วยกะทิธัญพืชในอัตราส่วนร้อยละ 50 และ 100 ตามลำดับและทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย 9- point hedonic scaling(เพ็ญขวัญ,2536) ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาวิชาอาหารและโภชนาการ โรงเรียนฝึกอชีพกรุงเทพมหานคร(ม้วน บำรุงศิลป์) รุ่นที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 20 คน

3. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและพลังงานของข้าวเหนียวมูนตำรับพัฒนาเปรียบเทียบกับตำรับต้นแบบ

3.1 กำหนดพลังงานและวิเคราะห์พลังงานของข้าวเหนียวมูนตำรับพัฒนาเปรียบเทียบกับตำรับต้นแบบโดยใช้ Bomb Calorimeter

3.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเหนียวแก้วตำรับพัฒนาเปรียบเทียบกับตำรับต้นแบบโดยวิธี Association of Official Analytical Chemical Chemists โดยวิธีหาความชื้น ไขมัน (A.O.A.C., 2000) โปรตีน (A.O.A.C., 2000) วิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต จากการคำนวณ

4. ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วตำรับพัฒนามาศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค ณ โรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (ม้วน บำรุงศิลป์) จำนวน 100 คน โดยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ นำมาประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติร้อยละ

5. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

5.1 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วตำรับพัฒนาเพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของข้าวเหนียวแก้วตำรับพัฒนาที่บรรจุในถุง Vacuum โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ถูละ 400 กรัม ปิดบรรจุภัณฑ์ให้สนิทเก็บภายใต้อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และทำการตรวจคุณภาพทุกๆ 2 วันเป็นระยะเวลา 5 วัน หรือจนกว่าการประเมินไม่เป็นที่ยอมรับ โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบ แบบ 9- point hedonic scaling ทางด้าน สี กลิ่น ความนุ่ม รสชาติ ใช้กลุ่มผู้ทดสอบที่รู้จักลักษณะที่ดีของข้าวเหนียวแก้ว จำนวน 20 คน

6. การวิเคราะห์ผล

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย 9- point hedonic scaling ในการทำเหมียวนพลังงานต่ำมาประเมินผลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ตามแผน RCBD : Randomized Complete Block Design ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) และ T- test วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

7. สถานที่ทำการวิจัย

- ห้องปฏิบัติการภาควิชาอาหารและโภชนาการ โรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (ม้วน
บำรุงศิลป์)

8. ระยะเวลาที่วิจัย

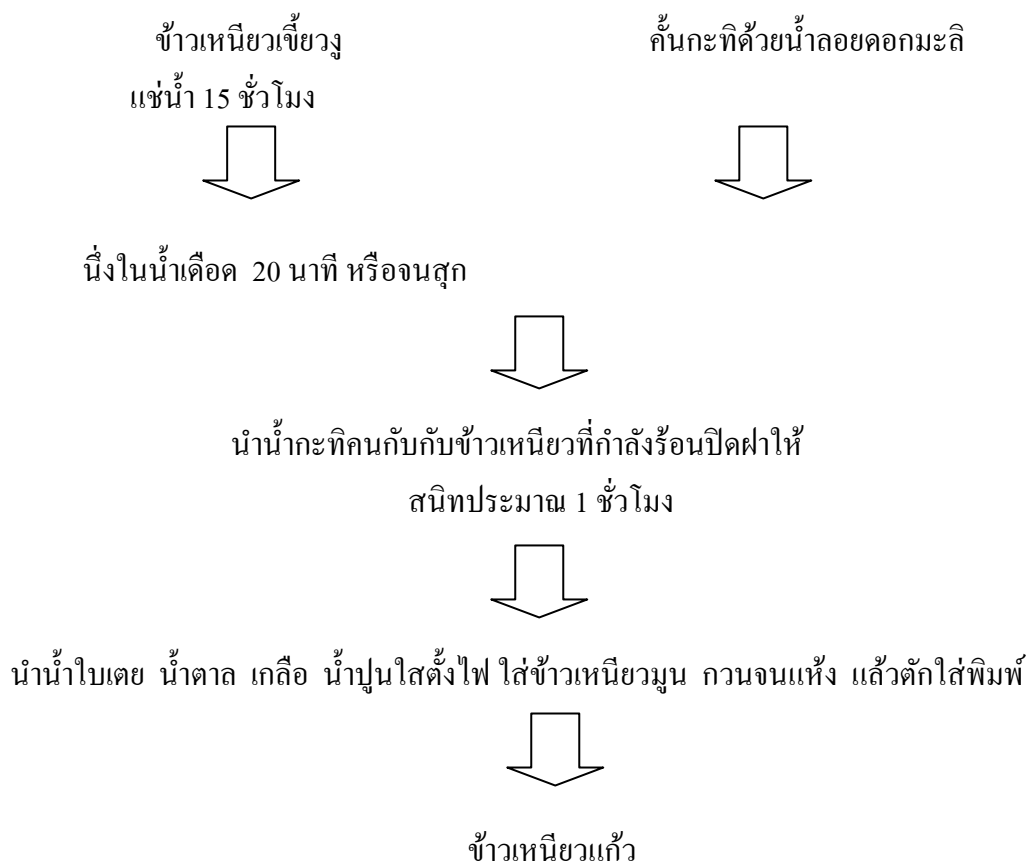
เริ่มตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2555

ผลและวิจารณ์

1. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบของข้าวเหนียวแก้ว

1.1. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

เลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากข้าวเหนียวมูนจำนวน 3 ตำรับ ที่ได้จากเอกสารและสื่อต่างๆ ได้แก่ ตำรับที่ 1 โรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (ม่วน บำรุงศิลป์) ตำรับที่ 2 สำนักพิมพ์บ้านหนังสือ (2548) และตำรับที่ 3 ศรีสมรและมณี (ม.ป.ป.) ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาวิชาอาหารและโภชนาการ โรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร(ม่วน บำรุงศิลป์) จำนวน 20 คน จำนวน 20 คน ซึ่งกรรมวิธีในการผลิตข้าวเหนียวแก้วทั้ง 3 ตำรับ เป็นดังภาพที่ 3 และมีส่วนผสมดังตารางที่ 8



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทำข้าวเหนียวแก้ว

ตารางที่ 8 ส่วนผสมของข้าวเหนียวมูนทั้ง 3 ตำรับในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ส่วนผสม	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3	
	ปริมาณ (กรัม)	ร้อยละ	ปริมาณ (กรัม)	ร้อยละ	ปริมาณ (กรัม)	ร้อยละ
ข้าวเหนียวเจี้ยว	500	40.88	500	49.80	500	41.22
กะทิ	500	40.88	316	31.47	563	46.41
น้ำตาลทราย	193	15.78	182	18.12	135	11.12
เกลือ	8	1.22	6	0.59	15	1.23

ตารางที่ 9 ลักษณะของข้าวเหนียวมูนในการทดลองทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบทั้ง 3 ตำรับ

ข้าวเหนียวมูนตำรับที่ 1	ข้าวเหนียวมูนตำรับที่ 2	ข้าวเหนียวมูนตำรับที่ 3
เมล็ดข้าวมีการเรียงตัวกันดี มีสีขาวใส มีความนุ่มพอดี มีกลิ่นกะทิเล็กน้อย	เมล็ดข้าวมีการเรียงตัวกันดี มีสีขาวอมน้ำตาล ก่อนข้างนุ่ม มีกลิ่นกะทิเล็กน้อย	เมล็ดข้าวมีการเรียงตัวกันดี มีสีขาวอมน้ำตาล ก่อนข้าง และ มีกลิ่นกะทิเล็กน้อย

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความมันวาว ความเกาะตัว สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ(9- point hedonic scaling) ดังผลในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 คะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านต่างๆ ของข้าวเหนียวมูนทั้ง 3 ตำรับ

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3
ความมันวาว	7.73±1.23 ^a	7.13±1.12 ^a	6.25±1.71 ^b
ความเกาะตัว (ns)	7.47±1.47	7.20±1.30	7.68±1.23
สี (ns)	7.60±1.05	7.15±0.93	6.85±1.05
กลิ่น (ns)	6.73±1.66	6.33±1.70	6.55±1.50
รสชาติ	7.30±0.93 ^a	6.67±1.54 ^b	6.20±1.61 ^b
ความนุ่ม (ns)	7.37±1.28	7.10±1.02	6.75±1.97
ความชอบรวม	7.63±1.38 ^a	6.87±1.64 ^{ab}	6.30±1.10 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตำรับที่ 1 สูตรจากโรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (ม่วน บำรุงศิลป์)

ตำรับที่ 2 สำนักพิมพ์บ้านหนังสือ (2548)

ตำรับที่ 3 ศรีสมรและมณี (ม.ป.ป.)

ผลจากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวแก้วทั้ง 3 ตำรับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยในด้านความมันวาว สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และ ความชอบโดยรวมพบว่า ตำรับที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุดใน 3 ตำรับและเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยในด้านความเกาะตัวพบว่า ตำรับที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุดใน 3 ตำรับ

สาเหตุที่ความมันวาวและความนุ่มตำรับที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ยมากที่สุดเนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลมาก และมีปริมาณกะทิที่เหมาะสม โดยคุณสมบัติของน้ำตาลสามารถดูดความชื้นและเก็บรักษาความชื้นไว้ได้จึงทำให้ตำรับที่ 1 ได้คะแนนความมันวาวและความนุ่มมากกว่าสูตรอื่นๆ ในด้านการเกาะตัวพบว่าตำรับที่ 3 มีความเกาะตัวมากเนื่องจากมีปริมาณของน้ำกะทิมาก และตัวข้าวเหนียวค่อนข้างแฉะ ส่วนในด้านของกลิ่นกะทิทั้ง 3 ตำรับทำจากกะทิล่องยี่ห่อเดียวกัน เนื่องจากกลิ่นของกะทิล่องไม่หอมเท่ากะทิสดจึงทำให้คะแนนการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย และ

ทั้ง 3 คำรับมีคะแนนไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงคัดเลือกคำรับที่ 1 เป็นคำรับต้นแบบในการทดลองครั้งต่อไป

1.1.1 ในด้านสีและความนุ่ม พบว่าคำรับที่ 1 ได้คะแนนสูงกว่าคำรับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ขอบปานกลาง เมื่อพิจารณาความแตกต่างพบว่าทั้ง 3 คำรับไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.1.2 ในด้านความมันวาว พบว่าคำรับที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคำรับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ขอบปานกลาง เมื่อพิจารณาความแตกต่างพบว่า คำรับที่ 1 ไม่มีความแตกต่างจากคำรับที่ 2 แต่มีความแตกต่างจากคำรับที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และคำรับที่ 2 และ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.1.3 ในด้านความเกาะตัวพบว่าคำรับที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคำรับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ขอบปานกลาง เมื่อพิจารณาความแตกต่างพบว่าทั้ง 3 คำรับไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.1.4 ในด้านกลิ่นพบว่าคำรับที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคำรับที่ 3 และ 2 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ขอบเล็กน้อย เมื่อพิจารณาความแตกต่างพบว่าทั้ง 3 คำรับไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.1.5 ในด้านรสชาติพบว่าคำรับที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคำรับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ขอบปานกลาง เมื่อพิจารณาความแตกต่างพบว่าคำรับที่ 1 มีความแตกต่างจากคำรับที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และคำรับที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.1.6 ในด้านความชอบรวมพบว่าคำรับที่ 1 ได้คะแนนสูงกว่าคำรับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ขอบปานกลาง เมื่อพิจารณาความแตกต่างพบว่าคำรับที่ 1 และไม่มีแตกต่างจากคำรับที่ 2 แต่มีความแตกต่างจากคำรับที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และคำรับที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. การพัฒนาสูตรข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน

2.1 นำข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบมาลดปริมาณน้ำตาลและกะทิลงในอัตราส่วนร้อยละ 25 : 25 และ 50:50 ตามลำดับ โดยนำมาเปรียบเทียบกับตำรับต้นแบบ ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย 9- point hedonic scaling (เพ็ญขวัญ,2536) โดยนักศึกษาวิชาอาหารและโภชนาการ โรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร(ม่วน บำรุงศิลป์) รุ่นที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 20 คน

ตารางที่ 11 ส่วนผสมของข้าวเหนียวมูนที่นำมาลดปริมาณน้ำตาลและกะทิลงในปริมาณที่ต่างกัน

ส่วนผสม (กรัม)	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 5
ข้าวเหนียว	500	500	500
หัวกะทิ	500	375	250
น้ำตาลทราย	193	145	96.5
เกลือไทย	8	8	8
น้ำปูนใส	50	50	50
น้ำลอยดอกมะลิ	200	200	200

*หมายเหตุ ตำรับที่ 1 สูตรจากโรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร(ม่วน บำรุงศิลป์)

ตำรับที่ 4 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลและกะทิในอัตราส่วนร้อยละ 25 และ 25 ตามลำดับ

ตำรับที่ 5 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลและกะทิอัตราส่วนร้อยละ 50 และ 50 ตามลำดับ

การลดปริมาณน้ำตาลและกะทิซึ่งอยู่ในอัตราส่วนร้อยละ 50และ50 ตามลำดับ จากตำรับต้นแบบ พบว่าข้าวเหนียวไม่สามารถเกาะตัวกันได้และลักษณะปรากฏของข้าวเหนียวไม่มีความมันวาวและมีสีขุ่นหม่น จึงต้องตัดตำรับที่ 5 ทิ้งไป

นำทั้ง 3 ตำรับมาทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความมันวาว ความเกาะตัว สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ(9- point hedonic scaling) ดังผลในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 คะแนนเฉลี่ยในด้านความชอบของคุณลักษณะต่างๆ ของข้าวเหนียวแก้วที่นำมาลดปริมาณน้ำตาลและกะทิในอัตราส่วนร้อยละ 25,25

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 4	t-test	p-value
ความมันวาว	7.00±0.65 ^a	8.00±0.65 ^b	-4.87	.000
ความเกาะตัว	6.70±0.73 ^a	7.70±0.86 ^b	-3.94	.000
สี	7.00±0.79 ^a	7.65±0.88 ^b	-2.45	.019
กลิ่น(ns)	7.10±0.91	7.50±0.83	-1.45	.154
รสชาติ	7.20±0.77 ^a	8.00±0.92 ^b	-2.99	.005
ความนุ่ม	7.00±0.65 ^a	7.85±0.88 ^b	-3.49	.001
ความชอบรวม	7.05±0.69 ^a	8.05±0.89 ^b	-3.98	.000

*หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตำรับที่ 1 สูตรจากโรงเรียนฝึกอาชีพรุงเทพมหานคร(무원 บำรุงศิลป์)

ตำรับที่ 4 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลและกะทิอัตราส่วนร้อยละ 25 และ 25 ตามลำดับ

ผลจากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวแก้วทั้ง 2 ตำรับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยในด้านความมันวาว ความเกาะตัว สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และ ความชอบโดยรวมพบว่าตำรับที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบมากกว่าตำรับที่ 1

2.1.1 ด้านความเกาะตัว ความนุ่ม และสี พบว่าตำรับที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ 1 โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง โดยตำรับที่ 4 มีความแตกต่างกับตำรับที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.1.2 ด้านความมันวาวและรสชาติ พบว่าตำรับที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ 1 โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก โดยตำรับที่ 4 มีความแตกต่างกับตำรับที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.1.3 ด้านกลิ่น พบว่าตำรับที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ 1 โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง โดยตำรับที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกับตำรับที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.1.4 ด้านความชอบรวม พบว่าตำรับที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ 1 โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก โดยตำรับที่ 4 มีความแตกต่างกับตำรับที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวมูนทั้ง 2 ตำรับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยในด้านความมันวาว ความเกาะตัว สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และ ความชอบโดยรวมพบว่าตำรับที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบมากกว่าตำรับที่ 1 จึงคัดเลือกตำรับที่ 4 เป็นตำรับที่ใช้ในการทดลองครั้งต่อไป ซึ่งสามารถลดน้ำตาลและกะทิในตำรับต้นแบบจะได้ร้อยละ 25 และ 25 ของน้ำหนักน้ำตาลและกะทิตามลำดับ

2.2 การใช้สารทดแทนความหวาน

นำข้าวเหนียวแก้วตำรับที่ 4 มาทดแทนความหวานจากน้ำตาลด้วยซูคราโลสในอัตราส่วนร้อยละ 50 และ 100 ตามลำดับ โดยคำนวณตามความหวานของซูคราโลสเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลทราย(ซูโครส) ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย 9- point hedonic scaling (เพ็ญขวัญ,2536) โดยผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาวิชาอาหารและโภชนาการ โรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร(ม้วนบำรุงศิลป์) รุ่นที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 20 คน

ตารางที่ 13 ส่วนผสมของข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลทรายในระดับร้อยละ 50 และ 100

ส่วนผสม (กรัม)	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 7
ข้าวเหนียว	500	500	500
หัวกะทิ	375	375	375
น้ำตาลทราย	145	72.5	-
ชูคราโรส	-	6.52	13.05
เกลือ	8	8	8
น้ำปูนใส	50	50	50
น้ำลอยดอกมะลิ	200	200	200

*หมายเหตุ ตำรับที่ 4 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลและกะทิอัตราส่วนร้อยละ 25 และ 25 ตามลำดับ
 ตำรับที่ 6 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลร้อยละ 50 และทดแทนความหวานด้วยชูคราโรส
 ในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทราย 10 กรัม
 ตำรับที่ 7 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลร้อยละ 100 และทดแทนความหวานด้วยชูคราโรส
 ในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทราย 10 กรัม

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความมันวาว ความเกาะตัว สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ(9- point hedonic scaling) ดังผลในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 คะแนนเฉลี่ยของข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลทรายในระดับร้อยละ 50 และ 100

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 7
ความมันวาว	7.80±1.11 ^a	6.95±0.89 ^b	5.90±0.97 ^c
ความเกาะตัว	7.80±1.11 ^a	6.90±1.17 ^b	6.25±0.97 ^c
สี	7.30± 1.26 ^a	7.10±0.79 ^{ab}	6.55±1.15 ^b
กลิ่น	7.40±1.39 ^a	6.85±0.81 ^b	6.30±1.34 ^c
รสชาติ	8.10±0.91 ^a	6.95±0.83 ^b	5.50±1.67 ^c
ความนุ่ม	8.00±0.73 ^a	6.85±0.75 ^b	5.75±1.41 ^c
ความชอบรวม	8.15±0.59 ^a	7.00±0.65 ^b	5.50±1.40 ^c

*หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนต่างกันหมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตำรับที่ 4 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลและกะทิลงร้อยละ 25 และ 25 ตามลำดับ

ตำรับที่ 6 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลร้อยละ 50 และทดแทนความหวานด้วยซูคราโลส ในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทราย 10 กรัม

ตำรับที่ 7 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาลร้อยละ 100 และทดแทนความหวานด้วยซูคราโลส ในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทราย 10 กรัม

ผลจากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวแก้วตำรับที่ 4 ,6 และ 7 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยด้าน ความมันวาว ความเกาะตัว สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และ ความชอบโดยรวม พบว่าตำรับที่ 4 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดจาก 3 ตำรับ

2.2.1 ด้านความมันวาว ความเกาะตัวและกลิ่น พบว่าตำรับที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ 6 และ 7 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ขอบปานกลาง และตำรับที่ 4 มีความแตกต่างกับตำรับที่ 6 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และตำรับที่ 6 และ 7 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2.2 ด้านสี พบว่าตำรับที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ 6 และ 7 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ขอบปานกลาง โดยตำรับที่ 4 ไม่แตกต่างจากตำรับที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความแตกต่างจากตำรับที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และตำรับที่ 6 ไม่แตกต่างจากตำรับที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2.3 ในด้านรสชาติ ความนุ่มและความชอบโดยรวมพบว่า ตำรับที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าตำรับที่ 6 และ 7 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ขอบมาก โดยตำรับที่ 4 มีความแตกต่างจากตำรับที่ 6 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และตำรับที่ 6 และ 7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการศึกษาทางประสาทสัมผัสพบว่าตำรับที่ 6 มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยทุกด้านสูงกว่าตำรับที่ 7 ได้แก่ความมันวาว ความเกาะตัว สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม ดังนั้นจึงคัดเลือกตำรับที่ 6 เพื่อนำไปพัฒนาในขั้นตอนต่อไป

จากการศึกษาการใช้สารทดแทนความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาลทรายในอัตราส่วนร้อยละ 50 และ 100 ตามลำดับในข้าวเหนียวมูนตำรับที่ 6 และ 7 พบว่าตำรับที่ใช้สารทดแทนความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาลทรายในอัตราส่วนร้อยละ 50 จะได้คะแนนความชอบในทุกด้านสูงกว่าตำรับที่ใช้สารทดแทนความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาลทรายในอัตราส่วนร้อยละ 100

ทั้งนี้คะแนนการยอมรับในตำรับที่ลดน้ำตาลร้อยละ 50 และทดแทนความหวานด้วยซูคราโลส ได้คะแนนสูงกว่าตำรับที่ลดน้ำตาลร้อยละ 100 เนื่องจากตำรับที่ลดน้ำตาลร้อยละ 50 จะมีความมันวาว มีความเกาะตัวและความนุ่มมากกว่าตำรับที่ลดน้ำตาลร้อยละ 100 เนื่องจากน้ำตาลมีหน้าที่ดูดความชื้นและเก็บรักษาความชื้นไว้(อบเชยและขมิ้น, 2544) ส่วนความชอบในด้านรสชาติ ตำรับที่ลดน้ำตาลร้อยละ 50 และทดแทนความหวานด้วยซูคราโลสยังมีรสชาติความหวานของน้ำตาล ในขณะที่ตำรับที่ลดน้ำตาลร้อยละ 100 และทดแทนความหวานด้วยซูคราโลสนั้น มีความหวานจากซูคราโลสทั้งหมดซึ่งจะให้ความหวานแตกต่างจากน้ำตาลทราย โดยจะมีรสหวานไม่เป็นธรรมชาติ และด้วยความคุ้นเคยของผู้ชิมจะยอมรับความหวานจากน้ำตาลทรายมากกว่า

2.3 การใช้กะทิธัญพืชทดแทน

ใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิในข้าวเหนียวแก้วตำรับที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 2.2 ในอัตราส่วนร้อยละ 50 และ 100 ตามลำดับและทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย 9-point hedonic scaling(เพ็ญขวัญ,2536.) โดยนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ โรงเรียนศรีกออาชีพ กรุงเทพมหานคร (ม้วน บำรุงศิลป์) จำนวน 20 คน

ตารางที่ 15 ส่วนผสมของข้าวเหนียวแก้วที่ใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิในปริมาณที่ต่างกัน

ส่วนผสม (กรัม)	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 8	ตำรับที่ 9
ข้าวเหนียว	500	500	500
กะทิ	375	187.5	-
กะทิธัญพืช	-	187.5	375
น้ำตาลทราย	72.5	72.5	72.5
ชูคราโรส	6.5	6.5	6.5
เกลือไทย	8	8	8
น้ำปูนใส	50	50	50
น้ำลอยดอกมะลิ	200	200	200

*หมายเหตุ ตำรับที่ 6 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาล 50 % ทดแทนความหวานด้วยชูคราโรสในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทราย 10 กรัม

ตำรับที่ 8 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาล 50 % ทดแทนความหวานด้วยชูคราโรสในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทราย 10 กรัมและทดแทนกะทิด้วยกะทิธัญพืช 50 %

ตำรับที่ 9 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาล 50 % ทดแทนความหวานด้วยชูคราโรสในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทราย 10 กรัมและทดแทนกะทิด้วยกะทิธัญพืช 100 %

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความมันวาว ความเกาะตัว สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ(9- point hedonic scaling) ณ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังผลในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 คะแนนเฉลี่ยในด้านคุณลักษณะต่างๆ ของข้าวเหนียวแก้วที่ใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิ ร้อยละ 50 และร้อยละ 100 ของน้ำหนั กกะทิทั้งหมด

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ปริมาณกะทิธัญพืช(ร้อยละ)		
	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 8	ตำรับที่ 9
ความมันวาว	6.10±0.91 ^a	6.85±1.14 ^b	8.35±0.67 ^c
ความเกาะตัว	6.35±0.93 ^a	6.95±0.10 ^b	7.65±1.27 ^c
สี	6.60±0.90 ^a	7.20±0.83 ^b	7.90±1.12 ^c
กลิ่น(ns)	6.80±1.32	6.90±1.59	6.95±1.67
รสชาติ	6.55±1.57 ^a	7.00±1.34 ^a	7.90±1.21 ^b
ความนุ่ม	6.60±1.31 ^a	7.25±1.02 ^{ab}	7.90±1.12 ^b
ความชอบรวม	6.50±1.24 ^a	7.25±0.72 ^b	8.25±0.97 ^c

*หมายเหตุ ตัวอักษรในแวนอนต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตำรับที่ 6 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาล 50% ทดแทนความหวานด้วยซูคราโลสในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทราย 10 กรัม

ตำรับที่ 8 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาล 50% ทดแทนความหวานด้วยซูคราโลส ในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทราย 10 กรัมและทดแทนกะทิด้วยกะทิธัญพืช 50%

ตำรับที่ 9 ข้าวเหนียวแก้วที่ลดน้ำตาล 50% ทดแทนความหวานด้วยซูคราโลส ในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทราย 10 กรัมและทดแทนกะทิด้วยกะทิธัญพืช 100%

ผลจากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวแก้วทั้ง 3 คำรับพบว่า คำรับที่ 9 ได้คะแนนเฉลี่ยทางด้าน ความมันวาว การเกาะตัว สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่มและความชอบโดยรวม สูงที่สุดใน 3 คำรับ เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์ความแปรปรวน และหาความแตกต่างทางสถิติพบว่า

2.3.1 ด้านความมันวาว ความชอบโดยรวม พบว่าคำรับที่ 9 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า คำรับที่ 8 และ 6 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์ความแปรปรวน และหาความแตกต่างทางสถิติพบว่า คำรับที่ 9 มีความแตกต่างจากคำรับที่ 8 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนคำรับที่ 8 และ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3.2 ด้านการเกาะตัว สี พบว่าคำรับที่ 9 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคำรับที่ 8 และคำรับที่ 6 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง โดยคำรับที่ 9 มีความแตกต่างจาก คำรับที่ 8 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และคำรับที่ 8 และ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3.3 ด้านกลิ่น พบว่าคำรับที่ 9 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคำรับที่ 8 และคำรับที่ 6 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย เมื่อพิจารณาความแตกต่างพบว่าทั้ง 3 คำรับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3.4 ด้านรสชาติ พบว่าคำรับที่ 9 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคำรับที่ 8 และคำรับที่ 6 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง เมื่อพิจารณาความแตกต่างพบว่า พบว่า คำรับที่ 9 มีความแตกต่างจากคำรับที่ 8 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนคำรับที่ 8 และ 6 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3.5 ด้านความนุ่ม พบว่าคำรับที่ 9 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคำรับที่ 8 และคำรับที่ 6 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง เมื่อพิจารณาความแตกต่างพบว่า คำรับที่ 9 ไม่มีความแตกต่างกับคำรับที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่มีความแตกต่างกับคำรับที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่คำรับที่ 6 และคำรับที่ 8 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากผลการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวแก้วทั้ง 3 ตำรับพบว่า ตำรับที่ 9 ได้คะแนนเฉลี่ยทางด้าน ความมันวาว การเกาะตัว สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่มและความชอบโดยรวม สูงที่สุดใน 3 ตำรับ จึงเลือกตำรับที่ 9 เป็นตำรับพัฒนา

สาเหตุที่ตำรับที่ 9 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกๆด้าน เนื่องจากตำรับที่ 9 มีส่วนผสมของกะทิธัญพืชร้อยละ 100 ซึ่งกะทิธัญพืชมีส่วนผสมของน้ำมันรำข้าว และน้ำมันดอกทานตะวัน ด้วยคุณสมบัติของน้ำมันจะซึมเข้าไปในเมล็ดข้าวได้ดี ส่งผลให้เมล็ดข้าวมีความมันวาว นุ่มและเกาะตัวกันดี นอกจากนี้ยังทำให้เมล็ดข้าวใสดูน่ารับประทาน

3. คุณค่าทางโภชนาการและพลังงานของข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบเปรียบเทียบกับตำรับพัฒนา

3.1 จำนวนและวิเคราะห์พลังงานของตำรับพัฒนาเปรียบเทียบกับตำรับต้นแบบ

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบพลังงานของข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบและตำรับพัฒนาจากการคำนวณและการวิเคราะห์

พลังงาน	ตำรับต้นแบบ	ตำรับพัฒนา	ความแตกต่าง
พลังงานจากการคำนวณ	279	226	19%
พลังงานจาก Bomb calorimeter	2854.10	2231.16	21.8%
น้ำหนัก(กรัม)	1,201	962	

*หมายเหตุ ตำรับต้นแบบคือสูตรที่ 1
ตำรับพัฒนาคือสูตรที่ 9

จากการคำนวณพลังงานของข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบที่มีน้ำหนัก 1,201 กรัมเปรียบเทียบกับตำรับพัฒนาที่มีน้ำหนัก 962 กรัม พบว่าข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบปริมาณ 100 กรัมให้พลังงาน 279 กิโลแคลอรีและตำรับพัฒนา 100 กรัมให้พลังงาน 226 กิโลแคลอรี ทั้ง 2 สูตรให้พลังงานแตกต่างกัน โดยตำรับพัฒนาจะให้พลังงานน้อยกว่าตำรับต้นแบบ 53 กิโลแคลอรี คิดเป็นร้อยละ 19.00 เมื่อวิเคราะห์พลังงานโดยใช้ Bomb Calorimeter พบว่าปริมาณข้าว

เหนียวแก้วตำรับต้นแบบ 1 ตำรับให้พลังงาน 2854.10 กิโลแคลอรี ข้าวเหนียวแก้วตำรับพัฒนา 1 ตำรับให้พลังงาน 2231.16 กิโลแคลอรี โดยตำรับพัฒนาจะให้พลังงานน้อยกว่าตำรับต้นแบบ 622.94 กิโลแคลอรี คิดเป็นร้อยละ 21.8 เท่านั้นไม่สามารถลดลงได้ถึงร้อยละ 25 เมื่อเปรียบเทียบพลังงานที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Bomb calorimeter ของตำรับทั้งสองต่อ 100 กรัม พบว่าพลังงานสามารถลดลงเพียงร้อยละ 2.4

3.2. ผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการจากห้องปฏิบัติการภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยวิธีหาความชื้น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต พบว่าปริมาณข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบ 100 กรัมมีความชื้น 43.6 กรัม ไขมัน 4.82 กรัม โปรตีน 3.02 กรัมและคาร์โบไฮเดรต 47.80 กรัม ข้าวเหนียวแก้วตำรับพัฒนา 100 กรัมมีความชื้น 45.91 กรัม ไขมัน 4.27 กรัม โปรตีน 3.11 กรัมและคาร์โบไฮเดรต 45.74 กรัม ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการจากการวิเคราะห์ทางเคมีของข้าวเหนียวมูนตำรับต้นแบบและตำรับพัฒนาปริมาณ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ตำรับต้นแบบ	ตำรับพัฒนา	ความแตกต่าง
ความชื้น (กรัม)	43.6	45.91	+5.29%
ไขมัน (กรัม)	4.82	4.27	-11.41%
โปรตีน (กรัม)	3.02	3.11	+ 2.98%
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	47.80	45.74	- 4.31%

*หมายเหตุ ตำรับต้นแบบคือสูตรที่ 1
ตำรับพัฒนาคือสูตรที่ 9

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในห้องปฏิบัติการของข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบเปรียบเทียบกับตำรับพัฒนา พบว่าพลังงานที่ได้ของทั้ง 2 ตำรับ มีค่าไม่แตกต่างกันมาก เนื่องจากชุกตราโลสเกิดจากการรวมตัวระหว่างน้ำตาลทรายและคลอรีน แต่ในร่างกายของมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมไม่สามารถดูดซึม หรือดูดซึมได้น้อยมาก โดยไม่มีการแตกตัว(กล้าณรงค์, 2542) ดังนั้นเมื่อวัดค่าพลังงานของชุกตราโลสที่อยู่ในรูปของอาหาร อาจจะทำให้ได้ค่าพลังงาน

ที่ได้ไม่แตกต่างกับน้ำตาลทราย แต่เมื่อบริโภคเข้าไปในร่างกายแล้วจะไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย เพราะร่างกายไม่สามารถดูดซึมซูคราโลสได้



ข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบ



ข้าวเหนียวแก้วตำรับพัฒนา

รูปที่ 4 ข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบและตำรับพัฒนา

4. การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานด้วยสารให้ความหวานซูคราโลสร้อยละ 50 และ กะทิธัญพืชที่ร้อยละ 100 ทดสอบการยอมรับโดยผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน ณ โรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (ม้วน บำรุงศิลป์) กรุงเทพมหานคร ได้ผลดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

n=100

ข้อมูลทั่วไป	ร้อยละ
เพศ	
ชาย	44
หญิง	56
อายุ (ปี)	
ต่ำกว่า 20	12
21-25	4
26-30	15
31-35	12
36-40	19
มากกว่า 41	38
การศึกษา	
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	4
มัธยมศึกษา	28
อนุปริญญา (ปวช./ ปวส.)	17
ปริญญาตรี	45
สูงกว่าปริญญาตรี	6
อาชีพ	
นักเรียน/นักศึกษา	11
ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	10
พนักงานบริษัทเอกชน	7
ธุรกิจส่วนตัว / ค้าขาย	29
พนักงานขาย / ตัวแทนจำหน่าย	1
ยังไม่มีอาชีพ	27
อื่นๆ โปรรระบุ.....	15

จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคเป็นชายร้อยละ 44 เป็นหญิงร้อยละ 56 โดยมีอายุไม่เกิน 20 ปีคิดเป็นร้อยละ 12 มีอายุ 21-25 ปีคิดเป็นร้อยละ 4 มีอายุ 26-30 ปีคิดเป็นร้อยละ 15 มีอายุ 31-35 ปีคิดเป็นร้อยละ 12 มีอายุ 36-40 ปีคิดเป็นร้อยละ 19 อายุมากกว่า 40 ปีคิดเป็นร้อยละ 38 ในด้านการศึกษาในระดับต่ำกว่ามัธยมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 4 ระดับมัธยมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 28 ระดับอนุปริญญา (ปวช./ ปวส.)คิดเป็นร้อยละ 17 ระดับปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 45 ระดับสูงกว่าปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 6 ในด้านอาชีพ อาชีพนักเรียน/นักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 11 อาชีพข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจคิดเป็นร้อยละ 10 อาชีพพนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 7 อาชีพธุรกิจส่วนตัว / ค้าขายคิดเป็นร้อยละ 29 อาชีพพนักงานขาย / ตัวแทนจำหน่ายคิดเป็นร้อยละ 1 ยังไม่มีอาชีพคิดเป็นร้อยละ 27 และอาชีพอื่นๆคิดเป็นร้อยละ 15 ได้แก่ อาชีพแม่บ้านร้อยละ 11 ข้าราชการบำนาญร้อยละ 4

ตารางที่ 20 การยอมรับผลิตภัณฑ์เหนียวแก้วลดพลังงาน

n=100	
การยอมรับ	ร้อยละ
คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์	
มากที่สุด	12
มาก	41
ปานกลาง	40
น้อย	7
คะแนนการตัดสินใจซื้อ	
ซื้อ	90
ไม่ซื้อ	10

การศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานในตารางที่ 20 พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานในระดับมากที่สุดร้อยละ 12 ยอมรับมากร้อยละ 41 ยอมรับปานกลางร้อยละ 40 ยอมรับน้อยร้อยละ 7 ด้านการตัดสินใจซื้อพบว่า มีผู้ตัดสินใจซื้อคิดเป็นร้อยละ 90 ไม่ซื้อร้อยละ 10

ตารางที่ 21 เหตุผลการยอมรับข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานตามอันดับความสำคัญ 1-3

การยอมรับ	n=100		
	อันดับที่ 1 (ร้อยละ)	อันดับที่ 2 (ร้อยละ)	อันดับที่ 3 (ร้อยละ)
เหตุผลการยอมรับผลิตภัณฑ์			
มีประโยชน์ต่อร่างกาย	60	10	7
รสชาติดี	4	12	12
มีกลิ่นหอม	2	3	12
ไม่มีไขมันมาก	18	34	7
เนื้อสัมผัสนุ่ม	9	28	33
ลักษณะปรากฏดีไม่และเป็นเม็ดสวย	7	13	29

ด้านเหตุผลการยอมรับผลิตภัณฑ์จากตารางที่ 21 พบว่าเหตุผลการยอมรับอันดับที่ 1 มีประโยชน์ต่อร่างกายร้อยละ 60 อันดับที่ 2 ไม่มีไขมันมากร้อยละ 34 เนื้อสัมผัสนุ่มร้อยละ 33

ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบความชอบด้านต่างๆระหว่างข้าวเหนียวมูนตัวอย่างกับข้าวเหนียวมูนที่เคยบริโกล

	ข้าวเหนียวมูน	
	ตัวอย่าง	ที่เคยบริโกล
	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)
ความนุ่ม	68	28
ความหวาน	48	48
ความมัน	60	36
ความหอมของกะทิ	37	59

ด้านประสบการณ์การบริโภค ผู้บริโภคส่วนใหญ่เคยบริโภคข้าวเหนียวแก้วคิดเป็นร้อยละ 96 ไม่เคยบริโภคคิดเป็นร้อยละ 4 จากการศึกษาความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานในตารางที่ 22 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบข้าวเหนียวแก้วตัวอย่างกับข้าวเหนียวแก้วที่เคยบริโภคในด้านความนุ่มผู้บริโภคชอบข้าวเหนียวแก้วตัวอย่างร้อยละ 68 ชอบข้าวเหนียวแก้วที่เคยบริโภค ร้อยละ 28 ด้านความหวานผู้บริโภคชอบข้าวเหนียวแก้วตัวอย่างร้อยละ 48 ชอบข้าวเหนียวแก้วที่เคยบริโภคร้อยละ 48 ด้านความมันพบว่าผู้บริโภคชอบข้าวเหนียวแก้วตัวอย่างร้อยละ 60 ชอบข้าวเหนียวแก้วที่เคยบริโภคมากกว่าร้อยละ 36 ด้านความหอมของกะทิ พบว่าผู้บริโภคชอบข้าวเหนียวที่แก้วตัวอย่างร้อยละ 37 ชอบข้าวเหนียวแก้วที่เคยบริโภคร้อยละ 59

ตารางที่ 23 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน

n=96

ความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์	ร้อยละ
ควรปรับปรุง	
กลิ่น	36
ความนุ่มของเนื้อสัมผัส	14
ความมันวาว	6
ความหวาน	20
สี	4
ความเค็ม	12
อื่นๆ	4

ในด้านการปรับปรุงข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน อันดับที่ 1 ควรปรับปรุงในด้านกลิ่นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 36 อันดับที่ 2 ความหวานร้อยละ 20 อันดับที่ 3 ความนุ่มของเนื้อสัมผัสร้อยละ 14 อันดับที่ 4 ความเค็มร้อยละ 12 อันดับที่ 5 ความมันวาวร้อยละ 6 อันดับที่ 6 สีร้อยละ 4 และอื่นๆ ได้แก่ รสชาติร้อยละ 4

5. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วดำรับพัฒนาเพื่อผลการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของข้าวเหนียวแก้วดำรับพัฒนาเปรียบเทียบกับดำรับต้นแบบ ที่บรรจุในถุง Vacuum โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ถุงละ 400 กรัม ปิดบรรจุภัณฑ์ให้สนิทเก็บภายใต้อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และทำการตรวจคุณภาพทุกๆ 2 วันเป็นระยะเวลา 5 วัน โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น ความนุ่ม รสชาติ โดยกลุ่มผู้ทดสอบที่รู้จักลักษณะที่ดีของข้าวเหนียวแก้ว ณ โรงเรียนฝักอาชีพกรุงเทพมหานคร (ม้วน บำรุงศิลป์) จำนวน 20 คน

ตารางที่ 24 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของข้าวเหนียวแก้วสูตรพัฒนา

ลักษณะผลิตภัณฑ์	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 5
สี	7.65±0.81 ^a	7.45±0.76 ^a	4.70±2.18 ^b
กลิ่น	6.30±0.57 ^a	6.25±1.41 ^a	2.60±1.87 ^b
รสชาติ	8.10±1.07 ^a	6.15±1.69 ^b	2.90±1.71 ^c
ความนุ่ม	7.75±0.97 ^a	6.65±1.53 ^b	4.52±2.29 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วดำรับพัฒนาเปรียบเทียบกับระหว่างวันที่ 1,3 และ 5 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนความชอบ แบบ 9- point hedonic scaling ทางด้าน สี กลิ่น ความนุ่ม รสชาติ โดยกลุ่มผู้ทดสอบที่รู้จักลักษณะที่ดีของข้าวเหนียวแก้วจำนวน 20 คน

ผลจากการเก็บรักษาข้าวเหนียวแก้วดำรับพัฒนาเป็นเวลา 5 วัน โดยมีการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในวันที่ 1 วันที่ 3 และวันที่ 5 พบว่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสลดลงเรื่อยๆ จนถึงขั้นผู้บริโภคไม่ยอมรับ ในด้านกลิ่นเนื่องจากดำรับพัฒนามีส่วนผสมของกะทิธัญพืชร้อยละ 100 และส่วนผสมของกะทิธัญพืชมีส่วนผสมหลักคือน้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน ซึ่งมีปริมาณไขมันไม่อิ่มตัวอยู่มากจึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เร็วและมาก ทำให้

มีกลิ่นหืน (นิธิยา,2549) ในด้านความนุ่มพบว่าตำรับพัฒนามีส่วนผสมของน้ำมันพืช ด้วยคุณสมบัติของน้ำมันพืชเมื่อทิ้งไว้วันเกิดการกินตัว สาเหตุมาจากน้ำมันเกิดการเกาะตัวเป็นจำนวนมาก และแยกตัวออกจากส่วนที่เป็นน้ำ เมื่อเก็บไว้ถึงวันที่ 5 ข้าวเหนียวแก้วตำรับพัฒนา จึงมีน้ำมันพืชไหลออกมาจากข้าวเหนียวมาก จึงทำให้ข้าวเหนียวแก้วมีความแฉะแฉะละ

5.1.1 ในด้านสีและกลิ่น พบว่าในวันที่ 1 ถึงวันที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ในวันที่ 3 ถึงวันที่ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2.2 ในด้านรสชาติและความนุ่ม พบว่าวันที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าวันที่ 3 และ 5 ตาลำดับโดย มีความแตกต่างกันพบว่า วันที่ 1 มีความแตกต่างกับวันที่ 3 และมีความแตกต่างจากวันที่ 5 ในขณะที่วันที่ 1 และวันที่ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. จากการคำนวณพลังงานของข้าวเหนียวแก้วด้วยตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการพบว่า ข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบ 100 กรัม ให้พลังงาน 279 กิโลแคลอรี ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน 100 กรัม ให้พลังงาน 226 กิโลแคลอรี ซึ่งข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานจะให้พลังงานลดลงจากตำรับต้นแบบคิดเป็นร้อยละ 19 ของพลังงานจากสูตรต้นแบบ

เมื่อนำไปวิเคราะห์พลังงานด้วย Bomb Calorimeter พบว่าข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบ 1,201 กรัม ให้พลังงาน 2,854.10 กิโลแคลอรี ส่วนข้าวเหนียวแก้วตำรับพัฒนา 962 กรัม ให้พลังงาน 2,231.16 กิโลแคลอรี ซึ่งมีพลังงานลดลงจากตำรับต้นแบบเพียงร้อยละ 21.8 ซึ่งไม่ถึงร้อยละ 25 ดังที่คาดหวังเอาไว้ เมื่อเปรียบเทียบตำรับทั้งสองต่อ 100 กรัม พบว่าข้าวเหนียวแก้วตำรับพัฒนามีพลังงานลงเพียงร้อยละ 2.4

2. สามารถลดน้ำตาลลงร้อยละ 50 และทดแทนความหวานทดแทนความหวานด้วยซูคราโลส ในอัตรา 0.9 กรัมต่อน้ำตาลทราย 10 กรัม และสามารถทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืช ร้อยละ 100

3. จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ผู้บริโภคร้อยละ 41 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวลดพลังงานอยู่ในเกณฑ์ยอมรับมากที่สุด ในการตัดสินใจซื้อ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวลดพลังงานร้อยละ 90 ไม่ซื้อร้อยละ 10

4. การวิเคราะห์พลังงานและคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบและข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานโดยการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการทางเคมี พบว่าข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบ 100 กรัมมีความชื้น 43.6 กรัม ไขมัน 4.82 กรัม โปรตีน 3.02 กรัม คาร์โบไฮเดรต 47.8 กรัม ส่วนข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน 100 กรัมมีความชื้น 45.91 กรัม ไขมัน 4.27 กรัม โปรตีน 3.11 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 45.74 กรัม เมื่อนำไปวิเคราะห์พลังงานด้วย Bomb Calorimeter พบว่าข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบ 1 ตำรับหนัก 1,201 กรัม ให้พลังงาน 2,854.10 กิโลแคลอรี ส่วนข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน 1 ตำรับหนัก 962 กรัม ให้พลังงาน 2,231.16 กิโลแคลอรี

จากการคำนวณพลังงานจากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการ พบว่าข้าวเหนียวแก้วตำรับต้นแบบ 100 กรัม ให้พลังงาน 279 กิโลแคลอรี และข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน 100 กรัม ให้พลังงาน 226 กิโลแคลอรี

5. จากการศึกษาการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 5 วัน ของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน พบว่าจากวันที่ 1 ถึงวันที่ 5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสลดลงเรื่อยๆ จนไม่เป็นที่ยอมรับในวันที่ 5 ดังนั้นการเก็บรักษาข้าวเหนียวแก้วในถุงสุญญากาศ สามารถเก็บรักษาได้ประมาณ 3 วัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาการลดพลังงานในส่วนที่เป็นพลังงานหลักของอาหารคือตัวข้าวเหนียว และกะทิ เพื่อจะได้เห็นความแตกต่างของพลังงานมากกว่านี้
2. การพัฒนาข้าวเหนียวแก้วให้มีพลังงานลดลงมากยิ่งขึ้นควรมีการนำสารทดแทนไขมันชนิดอื่น มาเป็นส่วนผสมร่วมด้วยในการผลิต เนื่องจากกะทิธัญพืชให้พลังงานไม่แตกต่างจากกะทิมะพร้าว จึงทำให้ข้าวเหนียวแก้วที่พัฒนาได้ยังคงมีพลังงานใกล้เคียงกับตำรับต้นแบบ
3. กลิ่นของข้าวเหนียวแก้วที่ใช้กะทิธัญพืชไม่หอมเท่าการใช้กะทิมะพร้าวจึงควรมีการศึกษาปรับปรุงกลิ่นของกะทิธัญพืชให้มีกลิ่นหอมใกล้เคียงกับกะทิมะพร้าว
4. ควรมีการศึกษาในสัตว์ทดลอง เมื่อใช้ซูคราโลสทดแทนน้ำตาล เนื่องจากซูคราโลสเป็นอนุพันธ์ของซูโครส ให้ผลการวิเคราะห์ด้วย Bomb Calorimeter ใกล้เคียงกับน้ำตาลแต่ไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอ็นไซม์ของมนุษย์ จึงควรมีการทดสอบผลของซูคราโลสด้วย enzyme

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. สารให้ความหวาน. จาร์พา เทคโนโลยีเซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.

กองโภชนาการ. 2544. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กรมอนามัย, กรุงเทพฯ.

คันทรส ปานแก้ว, เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล และวิชัย หลุทัยธนาสันต์. 2548. การสำรวจผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากถั่วเหลืองและการศึกษาองค์ประกอบของถั่วเหลือง, น. 18-19. ใน รายงานการประชุมสัมมนาวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, กรุงเทพฯ.

ฉวีวรรณ จิตยพันธุกุล. 2540. เอกสารวิชาการเรื่อง “ซูคราโลส วัตถุให้ความหวานจัดชนิดใหม่”, กรุงเทพฯ. (อัครสำเนา)

ชุมศักดิ์ พุกกษาพงษ์. 2550. โรคอ้วนคนไทย. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ไกล่หมอ, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ นิยมวิทย์ และอัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2528. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนปนนท์. 2549. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

นิรนาม. 2548. ขนมหไทย. สำนักพิมพ์บ้านหนังสือ 19, กรุงเทพฯ.

บริษัท ดี-เอ็ด จำกัด. 2550. สารให้ความหวาน. สารให้ความหวานซูคราโลสตราดีเอ็ด.
แหล่งที่มา: www.on-diet.com, 12 กันยายน 2550.*

บริษัท ฟอร์แคร์ จำกัด. 2550. กะทิธัญพืชฟอร์แคร์. คุณค่าทางโภชนาการของกะทิธัญพืช.
แหล่งที่มา: www.4care.co.th, 5 กันยายน 2550.

บริษัท ฟอร์แคร์ จำกัด. 2550. เอกสารเผยแพร่ข้อมูลของกะทิธัญพืชตราฟอร์แคร์. ม.ป.ท. (อัด
สำเนา)

เบญจวรรณ วรรณนารักษ์. 2548. ชูคราโรส : อีกหนึ่งสารให้ความหวานที่ควรรู้จัก. **For Quality**
12(92):122-125.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค.
พิมพ์ครั้งที่1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พชัยภูเบศวร์ มากกุล. 2549. ข้าวเหนียวเขียวงู. **กสิกร** 5(79):12-20.

เรวดี จงสุวัฒน์. 2550. น้ำมันรำข้าวกินอย่างไรจึงจะได้ประโยชน์. **เกษตรกรรมธรรมชาติ**
10(4):22-25.

วันทนีย์ เกรียงสินยศ. 2551. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อป้องกันและจัดการ โรคอ้วนและโรค
ไม่ติดต่อเรื้อรัง, น.64-68. ใน การประชุมวิชาการโภชนาการแห่งชาติครั้งที่ 3.สมาคม
โภชนาการแห่งประเทศไทยฯ, กรุงเทพฯ.

วรรณมา คุลยชัย. 2549. เคมีอาหารของคาร์โบไฮเดรต. พิมพ์ครั้งที่1. แอคทีฟ พรินท์, กรุงเทพฯ.

วรรัตน์ สานนท์. 2552. การพัฒนาขนมหม้อแกงไขลดพลังงานและการปรับปรุงสัดส่วนของกรด
ไขมันด้วยสารให้ความหวานชูคราโรสและกะทิธัญพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศรีสมร กงพันธุ์และมณี สุวรรณผ่อง. ม.ป.ป. ขนมและน้ำผลไม้. สำนักพิมพ์แสงแดด, กรุงเทพฯ.

สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว. 2550. ข้าวเหนียวอาหารยอดนิยมของคนไทย, น.9-10. ใน
การสัมมนาในหัวข้อข้าวเหนียว : อนาคต การผลิต การค้า สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว
กรมการข้าว, กรุงเทพฯ.

สุพรรณิการ์ โกสุม. 2546. การใช้ไขมันชนิดแทนกะทิและเสริมแคโรทีนในขนมชั้น.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อบเชย วงศ์ทองและชนิษฐา พูนผลกุล. 2544. หลักการประกอบอาหาร. ,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

อมราภรณ์ วงษ์พีค.2549. หวาน มัน เค็ม กับข้าวเหนียวมูลสารพัดหน้า. พิมพ์ครั้งที่1. สำนักพิมพ์
แม่บ้าน, กรุงเทพฯ.

อารีย์พร อัมพรัตน์. 2547. โดนต์จากแป้งฟลาวมันส์ประหลาดผสมงาดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ADA Report.2004.Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners.J American Dietetic
Association ;104(2): 255-275

Anonymous. 1998. Fat substitute update. **Food Technol** 44(3): 92-97.

Herbel BK, McGuire MK, McGuire MA, et al. 1998. Safflower oil consumption does not increase
plasma conjugated linoleic acid concentrations in humans. **Am J Clin Nutr.** 67 : 332-
337.

Monera, O.1979. Physicochemical studies on the natural emulsifiers of coconut milk
emulsion.Cited by J.A.Banszon,O.N.Gonzalez,A.Y.de Leon and P.C. Sanchez
Coconut as food.Philippines Coconut Research and Development Foundation, Inc.,
Quezon City, Philippines.

Onanong Naivikul and Utai klinkeskesorn. 2008. Rice Bran oil. The National Innovrtion Agency
(NIA), Bangkok.

ภาคผนวก

ใบรายงานผลการทดลอง 9-Hedonic Scale test

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ตัวอย่าง ข้าวเหนียวแก้ว

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างอาหารแล้วให้คะแนนความชอบของตัวอย่างตามความรู้สึกของท่านให้มากที่สุด และกรุณาบ้วนปากก่อนการทดสอบตัวอย่าง โดยมีการให้คะแนน ดังนี้

- | | | |
|-------------------|-------------------------------|---------------------|
| 9 = ชอบมากที่สุด | 8 = ชอบมาก | 7 = ชอบปานกลาง |
| 6 = ชอบเล็กน้อย | 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 3 = ไม่ชอบปานกลาง | 2 = ไม่ชอบมาก | 1 = ไม่ชอบมากที่สุด |

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
ลักษณะปรากฏ			
ความมันวาว			
การเกาะตัว			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
ความนุ่ม (เนื้อสัมผัส)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

ใบรายงานผลการทดลอง 9-Hedonic Scale test

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ตัวอย่าง ข้าวเหนียวแก้ว

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างอาหารแล้วให้คะแนนความชอบของตัวอย่างตามความรู้สึกของท่านให้มากที่สุด และกรุณาบ้วนปากก่อนการทดสอบตัวอย่าง โดยมีการให้คะแนนดังนี้

- | | | |
|-------------------|-------------------------------|---------------------|
| 9 = ชอบมากที่สุด | 8 = ชอบมาก | 7 = ชอบปานกลาง |
| 6 = ชอบเล็กน้อย | 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 3 = ไม่ชอบปานกลาง | 2 = ไม่ชอบมาก | 1 = ไม่ชอบมากที่สุด |

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบของตัวอย่าง	
ลักษณะปรากฏ		
ความมันวาว		
การเกาะตัว		
สี		
กลิ่น		
รสชาติ		
ความนุ่ม (เนื้อสัมผัส)		
ความชอบโดยรวม		

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ใบรายงานผลการทดลอง 9-Hedonic Scale test

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ตัวอย่าง ข้าวเหนียวแก้ว

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างอาหารแล้วให้คะแนนความชอบของตัวอย่างตามความรู้สึกของท่านให้มากที่สุด และกรุณาบ้วนปากก่อนการทดสอบตัวอย่าง โดยมีการให้คะแนนดังนี้

- | | | |
|-------------------|-------------------------------|---------------------|
| 9 = ชอบมากที่สุด | 8 = ชอบมาก | 7 = ชอบปานกลาง |
| 6 = ชอบเล็กน้อย | 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 3 = ไม่ชอบปานกลาง | 2 = ไม่ชอบมาก | 1 = ไม่ชอบมากที่สุด |

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบของตัวอย่าง	
สี		
กลิ่น		
รสชาติ		
ความนุ่ม (เนื้อสัมผัส)		

ข้อเสนอแนะ.....
.....

แบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ “ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน”

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาขนมไทย เรื่องข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน จึงใคร่ขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถาม ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยและจะไม่มีผลกระทบใดๆต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับของผู้บริโภค

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน

ขอขอบพระคุณ

ศรอุษา สมพงษ์

ผู้วิจัย

คำแนะนำ กรุณาใส่เครื่องหมาย X ลงใน () หน้าคำตอบที่เห็นว่าเหมาะสมและเติมข้อความในช่องว่าง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- () ชาย () หญิง

2. อายุ

- () ต่ำกว่า 20 ปี () 21-25 ปี
 () 26-30 ปี () 31-35 ปี
 () 36-40 ปี () มากกว่า 41 ปี

3. การศึกษาสูงสุด

- () ต่ำกว่ามัธยมศึกษา () มัธยมศึกษา
 () อนุปริญญา (ปวช./ ปวส.) () ปริญญาตรี
 () สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

- () นักเรียน/ นักศึกษา () ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ
 () พนักงานบริษัทเอกชน () ธุรกิจส่วนตัว / ค้าขาย
 () พนักงานขาย / ตัวแทนจำหน่าย () ยังไม่มีอาชีพ
 () อื่นๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน

5. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์เหนียวแก้วพลังงานต่ำนี้ในระดับใด โปรดระบุระดับการยอมรับ

- () มากที่สุด () มาก
 () ปานกลาง () น้อย
 () น้อยที่สุด

6. ท่านยอมรับข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานเพราะเหตุใด (โปรดเรียงลำดับความสำคัญของเหตุผล 1-3 ลำดับ)
- () มีประโยชน์ต่อร่างกาย () รสชาติดี
 () มีกลิ่นหอม () ไม่มีไขมันมาก
 () เนื้อสัมผัสนุ่ม () ลักษณะปรากฏดีไม่และเป็นเม็ดสวย
7. ถ้าผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานออกวางขายตามท้องตลาดท่านจะซื้อหรือไม่
- () ซื้อ () ไม่ซื้อ

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อข้าวเหนียวแก้วลดพลังงาน

8. ท่านเคยบริโภคข้าวเหนียวแก้วหรือไม่(ถ้าเคยกรุณาตอบข้อ 9 ถ้าไม่เคยกรุณาข้ามไปข้อ 10)
- () เคย () ไม่เคย
9. ข้าวเหนียวแก้วที่ท่านเคยบริโภคเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเหนียวแก้วตัวอย่างนี้ท่านรู้สึกชอบข้าวเหนียวแก้วชนิดใดมากกว่า กรุณาใส่เครื่องหมายในช่องนั้น
- 9.1 ความนุ่ม
- () ชอบข้าวเหนียวแก้วที่เคยบริโภค () ชอบตัวอย่างมากกว่า
- 9.2 ความหวาน
- () ชอบข้าวเหนียวแก้วที่เคยบริโภค () ชอบตัวอย่างมากกว่า
- 9.3 ความมัน
- () ชอบข้าวเหนียวแก้วที่เคยบริโภค () ชอบตัวอย่างมากกว่า
- 9.4 ความหอมของกะทิ
- () ชอบข้าวเหนียวที่แก้วที่เคยบริโภค () ชอบตัวอย่างมากกว่า
10. ท่านคิดว่าตัวอย่างข้าวเหนียวแก้วลดพลังงานที่บริโภคนี้ควรปรับปรุงในด้านใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- () กลิ่น () ความนุ่มของเนื้อสัมผัส
 () ความมันวาว () ความหวาน
 () สี () ความเค็ม
 () อื่นๆ โปรดระบุ.....

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางศรอุษา สมพงษ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2519
สถานที่เกิด	เพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา	ม.ศรีนครินทรวิโรฒ วท.บ. คหกรรมศาสตร์ ม. สุโขทัยธรรมมาธิราช ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู ม. เกษตรศาสตร์ วท.ม. คหกรรมศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู ค.ศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนฝึกออาชีพ กทม. (ม้วนบำรุงศิลป์)
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	