การผลิตคุกกี้โดยใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีบางส่วน

Production of Cookies Using Wheat Flour Partial Substituted with Hom Nin Rice Flour

อริสรา รอดมุ้ย[1] อรอุมา จิตรวโรภาส

Arisara Rodmui[1] Onuma Jitwaropas

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีบางส่วน โดยผลิตแป้งข้าวหอมนิลที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 180 ไมโครเมตร เมื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของแป้งพบว่ามีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8.18, 3.76, 10.27, 7.25, 1.18 และ 69.17 ตามลำดับ เมื่อแปรผันปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลมาใช้ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในการผลิตคุกกี้ในปริมาณร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 โดยน้ำหนัก พบว่าแป้งข้าวหอมนิลสามารถทดแทนแป้งสาลีได้สูงสุดถึงร้อยละ 50 และให้คะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุด เมื่อนำคุกกี้ไปวิเคราะห์คุณค่าทางเคมีด้านความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต พบว่าคิดเป็นร้อยละ 3.83, 1.45, 10.40, 26.03, 0.33 และ 57.96 ตามลำดับ โดยคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มมากขึ้นจะสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนและไขมันคิดเป็นร้อยละ 2.03 และ 1.68 ตามลำดับ

คำสำคัญ : แป้งข้าวหอมนิล, แป้งข้าวสาลี, คุกกี้

ABSTRACT

This research was studied and developed production of cookies using wheat flour partially substituted with Hom Nin Rice flour. The reduction size of Hom Nin Rice flour smaller than 180 micrometer was prepared. Chemical properties of Hom Nin Rice flour result showed that moisture, ash, protein, lipid, fiber and carbohydrate contents were 8.18%, 3.76%, 10.27%, 7.25%, 1.18% and 69.17% for, respectively. The substitution of Hom Nin Rice flour, which varied content of 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% and 60% (w/w). Resulted the optimum partially substituted of 50% Hom Nin Rice flour shown the highest score of overall liking. In these content was prepared cookies and determined on chemical properties result showed moisture, ash, protein, lipid, fiber and carbohydrate contents as 3.83%, 1.45%, 10.40%, 26.03%, 0.33% and 57.96%, respectively. Increasing of Hom Nin Rice flour in the component was increased content of protein and lipid around at 2.03% and 1.68%, respectively.

Keywords: Hom Nin Rice flour, wheat flour, cookies

por122@yahoo.com

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

[1] Department of food technology, Faculty of science, Siam University

บทนำ

คุกกี้เป็นขนมอบที่มีลักษณะกรอบร่วน รสหวาน มีขนาด รูปร่าง กลิ่น รส แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของคุกกี้แต่ละชนิด ส่วนผสมของคุกกี้จะประกอบด้วย แป้งสาลี เนย น้ำตาล ไข่ นม และส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ผลไม้เชื่อมแห้ง เมล็ดผลไม้ เป็นต้น ซึ่งให้สารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนี้ประโยชน์ของคุกกี้ยังนิยมใช้เป็นขนมและของฝาก ใช้ในการจัดเลี้ยงในงานโอกาสพิเศษเนื่องจากเป็นขนมที่ทำได้ง่าย และมีอายุการเก็บนาน [1]

ข้าวหอมนิลหรือข้าวเจ้าหอมนิลมีสีของรงควัตถุชนิดแอนโทไซยานิน (anthocyanin) และโปรแอนโทไซยานิดิน (proanthocyanidin) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidation) สามารถทำงานได้ดีกว่าวิตามินอี และมีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกาย สารโปรแอนโทไซยานิดินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายเซลล์มะเร็งทั้งที่ปอด โพรงจมูก กระเพาะอาหารและที่เซลล์เม็ดเลือดขาว ช่วยป้องกันไวรัส นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ในการขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของคอเรสเตอรอลชนิด LDL หรือ Low density lipoprotein จึงสามารถช่วยลดอัตราการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน รงควัตถุทั้ง 2 ชนิดยังช่วยลดความเสื่อมของเซลล์อันเนื่องมาจากอนุมูลอิสระช่วยชะลอริ้วรอย มีประโยชน์ต่อสุขภาพผิวเพราะช่วยลดความเสียหายของผิวหนังจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นอันเกิดจากแสงอาทิตย์หรือมลภาวะ

เมล็ดของข้าวหอมนิลมีประโยชน์ทางโภชนาการปริมาณโปรตีน 12.5% คาร์โบไฮเดรต 70% อะมิโลส 12 - 13% และยังประกอบไปด้วย ธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง แคลเซียม และโพแทสเซียม ซึ่งสูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิ [2] (ตารางที่ 1)

ดังนั้นจากคุณสมบัติของข้าวหอมนิลที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคและมีปริมาณโปรตีนสูงในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในคุกกี้เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลายขึ้น

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวหอมนิลเปรียบเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ 105

คุณค่าทางโภชนาการ	ข้าวเจ้าหอมนิล [3]	ข้าวขาวดอกมะลิ 105 [3]	ข้าวสาลี [4], [5]
โปรตีน (%)	12.56	6.0	12.5
คาร์โบไฮเดรต (%)	70.0	80.0	64
ธาตุเหล็ก (มก./100 ก)	3.26	-	0.96 - 3.08
สังกะสี (มก./100 ก)	2.9	-	1 - 3.77
แคลเซียม (มก./100 ก)	4.2	-	11.2 - 27.9
โพแทสเซียม (มก./100 ก)	339.4	-	72 - 316
ทองแดง (มก./100 ก)	0.1	-	0.15 - 0.61

ที่มา : [3] , [4] , [5]

por122@yahoo.com

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

[1] Department of food technology, Faculty of science, Siam University

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมและวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีของแป้งข้าวเจ้าหอมนิล

1.1 แป้งข้าวหอมนิล ผลิตโดยการนำข้าวหอมนิลมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส บดลดขนาดให้เป็นแป้ง (flour) ด้วยเครื่อง Retch Test Sieve ให้มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 180 ไมโครเมตร (< 80 mesh)

1.2 นำแป้งที่ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใย คาร์โบไฮเดรต โดยวิธี AOAC [6]

2. **การผลิตคุกกี้เสริมแป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลี**

เตรียมส่วนผสมของคุกกี้ได้แก่ แป้งข้าวหอมนิลที่เตรียมได้ในข้อที่ 1.1 และส่วนผสมอื่นๆ ดังตารางที่ 2 โดยมีขั้นตอนการผลิตคุกกี้ดังภาพที่ 1

ตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟู เติมนมผง
ผงโซดาไบคาร์บอเนต ผงฟู และเกลือป่นตีให้เข้ากัน
↓
เติมไข่ไก่ตีให้เข้ากัน และใส่กลิ่น
เทแป้งผสมทั้งสองชนิดลงเบา ๆ เร็ว ๆ
ใช้ความเร็วปานกลาง
จนเป็นเนื้อเดียวกัน
↓
นำส่วนผสมคุกกี้มากดเป็นรูปร่างให้มีขนาดเท่ากัน
หยอดในถาดที่ทาไขมันห่างกันประมาณ 1 นิ้ว
↓
นำคุกกี้อบที่อุณหภูมิ 180-200 องศาเซลเซียส
นาน 30 นาที เมื่อคุกกี้สุกนำออกจากเตา ผึ่งให้เย็น

ภาพที่ 1 การผลิตคุกกี้

ตารางที่ 2 ส่วนผสมของคุกกี้โดยใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีบางส่วน

ส่วนผสม	การทดแทนแป้งข้าวหอมนิลในแป้งสาลีผลิตภัณฑ์คุกกี้						
	0% (กรัม)	10% (กรัม)	20% (กรัม)	30% (กรัม)	40 % (กรัม)	50% (กรัม)	60% (กรัม)
แป้งสาลี	163.8	147.42	131.04	114.66	98.28	65.52	65.52
แป้งข้าวหอมนิล	-	16.38	32.76	49.14	65.52	98.28	98.28
เนยสด	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8
น้ำตาลทรายขาว	88.2	97.02	97.02	97.02	97.02	97.02	97.02
ไข่ไก่	37.8	37.8	37.8	37.8	37.8	37.8	37.8
นมผง	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
ผงฟู	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016
ผงโซดาไบ-คาร์บอเนต	0.855	0.855	0.855	0.855	0.855	0.855	0.855
เกลือป่น	0.855	0.855	0.855	0.855	0.855	0.855	0.855
กลิ่นวานิลา	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52
รวม	411.97	420.79	420.79	420.79	420.79	420.79	420.79

por122@yahoo.com

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

[1] Department of food technology, Faculty of science, Siam University

3. การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลี

3.1 ศึกษาปริมาณการใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยแปรปริมาณแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมดในคุกกี้ตามส่วนผสมดังตารางที่ 2

3.2 นำคุกกี้จากสูตรต่างๆ มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยทำการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9- point hedonic scale และทดสอบความแตกต่างในด้านเนื้อสัมผัส คือ ความแข็ง ความกรอบ ความร่วน ความชื้น ความเข้มของสี และความชอบโดยรวม ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Multiple comparison โดยใช้ผู้ทดสอบ 20 คน นำข้อมูลที่ได้มาประเมินผลการทดสอบทางสถิติโดยใช้วิธี One – way ANOVA

4. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

นำผลิตภัณฑ์คุกกี้จากสูตรที่เหมาะสมในข้อที่ 3 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใย คาร์โบไฮเดรต โดยวิธีของ AOAC [6]

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

นำผลิตภัณฑ์คุกกี้จากสูตรที่เหมาะสมในข้อที่ 3 มาวัดค่าแรงกดโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer รุ่น TA.XT2) โดยใช้หัววัดเบอร์ P/0.25 s แรงกด 5 kg. ความเร็วในการกด 10 m/s^2 ระยะกดจากผิวคุกกี้ 5 mm.

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวเจ้าหอมนิล

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวเจ้าหอมนิลพบว่า แป้งข้าวเจ้าหอมนิลมีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และเส้นใย เป็นร้อยละ 8.18, 10.27, 7.25, 3.76, 69.71 และ 1.18 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) โดยพบว่าองค์ประกอบที่สำคัญและมีอยู่สูงคือ คาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในรูปเม็ดสตาร์ชและมีปริมาณอะไมโลเพกติน 60 – 90% และอะไมโลส 10 – 30% [7] จึงสามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ได้ [3]

ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวเจ้าหอมนิล

องค์ประกอบเคมี	แป้งข้าวเจ้าหอมนิล (%)
ความชื้น	8.18 ± 0.05
เถ้า	3.76 ± 0.01
โปรตีน	10.27 ± 0.22
ไขมัน	7.25 ± 0.37
เส้นใย	1.18 ± 0.17
คาร์โบไฮเดรต	69.71 ± 1.13

2. ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวเจ้าหอมนิลทดแทนแป้งสาลีในการผลิตคุกกี้

การผลิตคุกกี้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีบางส่วนที่ร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมด พบว่าคุกกี้ในสูตรที่ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิล มีความหอม หวาน มีสีเหลืองอมน้ำตาล แต่ในคุกกี้สูตรที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มมากขึ้นจะมีสีน้ำตาลม่วงเข้มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในแป้งข้าวหอมนิลมีรงควัตถุสองชนิดที่ทำให้เกิดสีม่วง คือ Anthocyanin และ Proanthocyanidin [2] ส่วนการเกิดสีน้ำตาลของคุกกี้เกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยไม่ใช้เอนไซม์ (Maillard browning reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาของกรดอะมิโนและโปรตีนที่มีต่อน้ำตาลรีดิวส์ที่มีหมู่คาร์บอนิลอิสระ [8] ซึ่งในคุกกี้มีองค์ประกอบของสารทั้งสองชนิดอยู่จึงทำให้คุกกี้มีสีน้ำตาล

เมื่อนำคุกกี้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และ

por122@yahoo.com
[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
[1] Department of food technology, Faculty of science, Siam University

ความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point Hedonic scale พบว่าคุกกี้ในทุกสิ่งทดลอง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ของคุณสมบัติทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รส และความชอบโดยรวม แต่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p\leq0.05$) ในคุณลักษณะทางด้านสีและความกรอบ (ตารางที่ 4) เนื่องจากคุกกี้สูตรที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลมีรงควัตถุสองชนิดที่ทำให้เกิดสีม่วง คือ Anthocyanin และ Proanthocyanidin [2] จึงส่งผลให้ผู้บริโภคสามารถแยกความแตกต่างของคุณสมบัติด้านสีได้ โดยคุกกี้สูตรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าหอมนิลทุกสิ่งทดลองให้ค่าความแตกต่างสูงสุด ขณะที่ค่าความกรอบพบว่าคุกกี้สูตรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าหอมนิลร้อยละ 40 และ 50 ให้ค่าความกรอบสูงสุด และยังพบว่าที่ร้อยละ 40 ให้ค่าคุณลักษณะทั้งหมดดีกว่าที่ร้อยละ 50 โดยให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด

ตารางที่ 4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ทดแทนข้าวเจ้าหอมนิลบางส่วน

ร้อยละการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลในคุกกี้	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ (appearance)	สี (color)	กลิ่น (odor)	รสชาติ (taste)	ความกรอบ (texture)	ความชอบโดยรวม (overall acceptance)
0	7.30 ± 0.66^{a}	6.45 ± 1.15^{b}	7.05 ± 1.05^{a}	7.15 ± 0.75^{a}	6.50 ± 1.05^{c}	7.10 ± 0.85^{a}
10	7.20 ± 1.01^{a}	7.40 ± 0.88^{a}	7.25 ± 1.01^{a}	7.20 ± 0.70^{a}	7.15 ± 0.75^{abc}	7.35 ± 1.04^{a}
20	7.10 ± 0.72^{a}	7.30 ± 0.73^{ab}	7.30 ± 0.66^{a}	7.25 ± 1.12^{a}	7.20 ± 0.83^{abc}	7.25 ± 0.55^{a}
30	7.00 ± 1.38^{a}	7.35 ± 0.81^{ab}	7.15 ± 0.88^{a}	7.20 ± 0.77^{a}	7.30 ± 0.80^{ab}	7.30 ± 0.86^{a}
40	7.10 ± 0.85^{a}	7.35 ± 1.09^{ab}	7.35 ± 1.09^{a}	7.25 ± 1.02^{a}	7.40 ± 1.09^{a}	7.40 ± 0.68^{a}
50	7.10 ± 1.48^{a}	7.05 ± 1.19^{ab}	7.25 ± 0.79^{a}	7.20 ± 1.24^{a}	7.45 ± 0.94^{a}	7.35 ± 1.35^{a}
60	6.90 ± 0.79^{a}	6.90 ± 0.91^{ab}	7.30 ± 0.47^{a}	7.20 ± 0.52^{a}	6.60 ± 0.50^{bc}	6.80 ± 0.69^{a}

a, b, c.... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อนำคุกกี้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความแข็ง ความกรอบ ความร่วน ความชื้น ความเข้ม และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี Multiple comparison test ซึ่งเป็นการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลองควบคุม (กลุ่มอ้างอิง) กับสิ่งทดลองทั้งหมด และพบความแตกต่างทางสถิติ ($P\leq0.05$) ในทุกๆ คุณลักษณะ (ตารางที่ 5) โดยค่าความแข็งของคุกกี้ที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลทุกสิ่งทดลองให้ค่าความแข็งน้อยกว่าสิ่งทดลองควบคุม เนื่องจากแป้งข้าวเจ้าหอมนิลมีปริมาณอะไมโลสต่ำกว่าแป้งสาลีเมื่อทดแทนเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้คุกกี้มีความนุ่มเพิ่มมากขึ้น [9] ส่วนคุณลักษณะด้านความกรอบของคุกกี้ที่ร้อยละ 20 ขึ้นไปจะให้ลักษณะความกรอบน้อยกว่าสิ่งทดลองควบคุม โดยสัมพันธ์กับค่าความร่วน ความชื้น ความเข้มของคุกกี้ ซึ่งพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลมากขึ้นจะทำให้เนื้อสัมผัสของคุ้กกี้มีการเกาะกันระหว่างอนุภาคน้อยลงหรือมีความร่วนเพิ่มขึ้น ส่วนความชื้นและความเข้มของสีคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลจะมีค่ามากขึ้นเมื่อมีการทดแทนเพิ่มขึ้น โดย

por122@yahoo.com

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

[1] Department of food technology, Faculty of science, Siam University

การทดแทนที่ร้อยละ 10-60 จะให้ค่าการยอมรับโดยรวมมากกว่าตัวอย่างอ้างอิง

หากพิจารณาจากคะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคพบว่าปริมาณการใช้แป้งข้าวหอมนิลที่เหมาะสมสำหรับการทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้คือร้อยละ 40 และ 50 เนื่องจากการทดแทนทั้งสองระดับผู้ทดสอบให้คะแนนที่สูงกว่าตัวอย่างควบคุม โดยไม่มีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับโดยรวม และเพื่อเป็นการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลในปริมาณมาก เนื่องจากต้องการให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์คุณค่าทางโภชนาการจากแป้งข้าวหอมนิล ดังนั้นจึงเลือกคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลที่ร้อยละ 50 มาใช้ในการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้ต่อไป

ตารางที่ 5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี Multiple comparison

ร้อยละการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลในคุกกี้	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	ความแข็ง (hardness)	ความกรอบ (brittleness)	ความร่วน (cohesiveness)	ความชื้น (moistness)	ความเข้ม (intensity)	ความชอบโดยรวม (overall acceptance)
0*	5.00 ± 0.00^{a}	5.00 ± 0.00^{a}	5.00 ± 0.00^{d}	5.00 ± 0.00^{e}	5.00 ± 0.00^{c}	5.00 ± 0.00^{c}
10	3.80 ± 0.95^{b}	4.15 ± 1.18^{ab}	6.30 ± 0.80^{c}	5.65 ± 0.93^{de}	6.40 ± 0.50^{b}	6.10 ± 1.33^{ab}
20	3.75 ± 1.07^{b}	4.05 ± 1.64^{b}	6.20 ± 1.11^{c}	5.95 ± 1.05^{cd}	6.60 ± 0.50^{b}	5.60 ± 1.23^{abc}
30	3.75 ± 1.02^{b}	4.00 ± 1.52^{b}	6.70 ± 1.26^{bc}	6.35 ± 0.88^{bc}	6.80 ± 0.62^{b}	5.95 ± 1.67^{abc}
40	3.45 ± 1.05^{b}	3.35 ± 1.73^{b}	7.10 ± 1.33^{ab}	6.60 ± 1.10^{abc}	7.35 ± 0.59^{a}	6.55 ± 1.47^{a}
50	3.15 ± 1.23^{b}	3.50 ± 1.91^{b}	7.15 ± 1.53^{ab}	6.90 ± 1.12^{ab}	7.55 ± 0.76^{a}	6.45 ± 1.67^{a}
60	3.40 ± 0.94^{b}	3.60 ± 1.79^{b}	7.50 ± 1.05^{a}	7.20 ± 1.06^{a}	7.75 ± 0.91^{a}	5.35 ± 1.46^{bc}

a, b, c…. ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ * คือกลุ่มอ้างอิง (R)

อธิบายความหมายของคะแนน			
น้อยกว่า R มากพิเศษ	มีคะแนนเท่ากับ 1	ไม่มีความแตกต่าง	มีคะแนนเท่ากับ 5
น้อยกว่า R มาก	มีคะแนนเท่ากับ 2	มากกว่า R เล็กน้อย	มีคะแนนเท่ากับ 6
น้อยกว่า R ปานกลาง	มีคะแนนเท่ากับ 3	มากกว่า R ปานกลาง	มีคะแนนเท่ากับ 7
น้อยกว่า R เล็กน้อย	มีคะแนนเท่ากับ 4	มากกว่า R มาก	มีคะแนนเท่ากับ 8
		มากกว่า R มากพิเศษ	มีคะแนนเท่ากับ 9

3. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ

3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเคมี

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้ และทำการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 50 กับตัวอย่างควบคุม แสดงผลดังตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีนพบว่าการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 50 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าตัวอย่างควบคุม เนื่องจากแป้งข้าวเจ้าหอมนิลมีปริมาณโปรตีนอยู่สูงถึง 12.5% [7] ขณะที่แป้งสาลีเอนกประสงค์มีปริมาณโปรตีนเพียง10-12% [10] ส่งผลให้คุกกี้แป้งข้าวหอมนิลมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าคุกกี้ตัวอย่างควบคุม ส่วนปริมาณไขมันของคุกกี้แป้งข้าวหอมนิลที่มีสูงนั้นอาจมาจากไขมันในรำข้าวที่มีส่วนประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่ง 80% เป็นชนิด C18:1 และ C18:2 และสาร ome-ga 3 ประมาณ 1-2% [11]

por122@yahoo.com

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

[1] Department of food technology, Faculty of science, Siam University

ตารางที่ 6 แสดงองค์ประกอบเคมีของคุกกี้

องค์ประกอบเคมี (%)	ร้อยละการทดแทนแป้งข้าวเจ้าหอมนิลในคุกกี้	
	0	50
ความชื้น	3.35 ± 0.15	3.83 ± 0.08
เถ้า	1.21 ± 0.05	1.45 ± 0.02
โปรตีน	8.37 ± 0.11	10.40 ± 0.21
ไขมัน	24.35 ± 0.83	26.03 ± 0.39
เส้นใย	0.68 ± 0.14	0.33 ± 0.13
คาร์โบไฮเดรต	62.04 ± 0.79	57.96 ± 0.49

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

จากการวิเคราะห์ค่าแรงกดของคุกกี้ข้าวหอมนิลพบว่าร้อยละการทดแทนข้าวหอมนิลที่ 0 มีค่ามากกว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 50 เป็น 10.41 นิวตัน (ตารางที่ 7) เนื่องจากแป้งสาลีมีค่าอะไมโลสสูงกว่าแป้งข้าวหอมนิลจึงมีผลทำให้โครงร่างแหของแป้งสาลียึดเกาะกันแน่น [12] คุกกี้ที่ได้ในสูตรมาตรฐานจึงมีค่าสูงกว่าคุกกี้ที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 50

ตารางที่ 7 แสดงค่าแรงกดของคุกกี้ข้าวหอมนิล

ร้อยละการทดแทนข้าวหอมนิลในคุกกี้	ค่าแรงกด(N)
0	20.18 ± 1.64
50	9.77 ± 0.90

สรุป

การผลิตคุกกี้โดยการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลที่ร้อยละ 50 สามารถขึ้นรูปเป็นคุกกี้ได้และยังเพิ่มปริมาณโปรตีนและไขมันได้มากกว่าคุกกี้ที่ใช้แป้งสาลีเพียงอย่างเดียว โดยให้คุณลักษณะทางกายภาพเป็นที่ยอมรับสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

[1] จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

[2] http://dna.kps.ku.ac.th

[3] Chrispeels, M.L. and E.S. David. 1994. Plants, Genes and Agriculture. Jones and Bartlett Publishers. London. England.

[4] กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีของแป้ง. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

[5] อรอนงค์ นัยวิกุล.2540. ข้าวสาลี วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ

[6] AOAC. 1990. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington., Virginia

[7] วุฒิชัย นาครักษา. 2535. เทคโนโลยีธัญชาติ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมกล้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

[8] รัชนี ตัณฑะพานิชกุล. 2537. เคมีอาหาร. ภาควิชาเคมี. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ.

[9] http://knowledge.biotec.or.th

[10] ไพลิน ผู้พัฒน์. 2549. คุกกี้สุขภาพ (มอร์นิ่งป๊อบคุกกี้). วารสารอาหาร. ฉบับที่ 3. ปีที่ 36. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. กรุงเทพฯ.

[11] http://www.sininrice.com

[12] Feldberg, C. 1969. Extrude starch-based snacks. Cereal Sci. Today 4: 211-215.

por122@yahoo.com

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

[1] Department of food technology, Faculty of science, Siam University