

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งปราศจากกลูเตนบางชนิด

DEVELOPMENT OF COOKIES PRODUCT FROM SELECTED GLUTEN-FREE FLOURS

จิระนาถ รุ่งช่วง^{1*} และ นภัสรพี เหลืองสกุล²

^{1*}สาขาการโรงแรมและการท่องเที่ยว วิทยาลัยการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วิทยาเขตตรัง จังหวัดตรัง 92150

²คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Jiranart Rongchoung^{1*} and Naphatrapi Luangsakul²

^{1*}Department of Hospitality and Tourism, College of hospitality and tourism,

Rajamangala University of Technology Srivijaya Trang Campus, Trang, 92150

²Agro-industry King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520

*Email: Rongchoung@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแป้งปราศจากกลูเตนชนิดต่าง ๆ ได้แก่ งาดำป่น แป้งลูกเดี๋ย แป้งถั่วแดง แป้งถั่วเหลือง แป้งกล้วย แป้งข้าวสาลี และแป้งมันต่อเปลือก ต่อคุณภาพของคุกกี้ปราศจากกลูเตน โดยนำมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ในปริมาณ ร้อยละ 100 ของน้ำหนักแป้ง ผลการทดสอบพบว่า คุกกี้แป้งข้าวสาลี คุกกี้แป้งกล้วย คุกกี้แป้งมันต่อเปลือก และคุกกี้แป้งถั่วเหลือง มีค่าความแข็ง สูงกว่าคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลี (สูตรควบคุม) (1.69 1.64 1.56 และ 1.48 นิวตัน ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า คุกกี้จากแป้งปราศจากกลูเตนทุกสูตรมีความเหนียวติดฟันและความหวาน ไม่แตกต่างกับคุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ขณะที่คะแนนการยอมรับของผู้บริโภค ต่อคุกกี้จากแป้งปราศจากกลูเตนทุกสูตรพบว่ามีความยอมรับน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม ยกเว้นคุกกี้แป้งข้าวสาลี และคุกกี้แป้งกล้วยที่มีความยอมรับไม่แตกต่างกับตัวอย่างควบคุม ($p \geq 0.05$) เมื่อใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักพบว่า คุกกี้แป้งข้าวสาลี คุกกี้แป้งกล้วย และคุกกี้แป้งมันต่อเปลือก มีคุณภาพ

โดยรวม คือมีอัตราการแผ่ตัว และความร่วนน้อย ค่าความแข็ง และความกรอบสูง รวมทั้งมีสีและกลิ่นที่เหมาะสมใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม

คำสำคัญ : แป้งปราศจากกลูเตน คุณก็ปราศจากกลูเตน

ABSTRACT

This research was aimed to study the effect of 100% substitution of gluten-free flour, which were sesame meal, Job's tears flour, red bean flour, soy bean flour, banana flour, sinin rice flour and purple sweet potato flour, on the qualities of gluten-free cookies. The results were indicated that cookies made from sinin rice flour, banana flour, purple sweet potato flour and soy bean flour, had higher hardness value than the cookies that made from wheat flour (control) (1.69, 1.64, 1.56 and 1.48 N, respectively) but, there is no statistically significant different value ($p \geq 0.05$). Regarding to the results of sensory evaluation, it was found that cookies made from all studied gluten-free flour showed non-significantly difference on adhesiveness and sweetness values ($p \geq 0.05$). The consumers' acceptability on cookies made from all studied gluten-free flour, the gluten-free flours had lower score than wheat flour cookies except the cookies made from sinin rice flour. Also, the banana rice flour showed non-significantly difference from wheat flour cookies ($p \geq 0.05$). The results from using principle component analysis (PCA) technique revealed that cookies made from sinin rice flour, banana flour, and purple sweet potato flour showed overall quality which were less spread rate and crumbiness, high hardness and crispiness, and proper color and odor quality that similar to the control sample.

Keywords: gluten-free flour, gluten-free cookies

บทนำ

Coeliac disease หรือโรคภูมิแพ้กลูเตน เป็นโรคซึ่งระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ โดยจะผลิตสารแอนติบอดีออกมาทำลายเนื้อเยื่อของลำไส้เล็ก เมื่อร่างกายได้รับกลูเตนเข้าไป ซึ่งกลูเตนคือ โปรตีนที่พบในข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวไรย์ และข้าวโอ๊ต ผู้ป่วยเป็นโรค Coeliac นี้ ลำไส้เล็กจะมีอาการอักเสบและมีผลต่อเนื้อเยื่อบริเวณผนังลำไส้เล็ก ทำให้พื้นที่ในการดูดอาหาร ลดลงแต่อาการดังกล่าวจะไม่เป็นอันตรายถึงชีวิต ซึ่งผู้ป่วยที่เป็นโรคนี้จะไม่สามารถรับประทาน

อาหารที่มีส่วนประกอบของกลูเตนได้เลยไปตลอดชีวิต โดยอาการของโรคนี้โดยทั่วไป คือ จะมีอาการท้องบวมและปวด มีอาการท้องร่วงเรื้อรัง น้ำหนักลด อูจาระมีสีซีดและมีกลิ่นเหม็นเน่า เป็นตะคริว เหนื่อยง่าย ปวดกระดูกและข้อต่อ ขาดความรู้สึก เพราะเส้นประสาทถูกทำลาย มีแผลพุพองในปาก มีผื่นคันที่ผิวหนัง สำหรับผู้หญิงจะมีอาการประจำเดือนมาไม่ปกติ (เนื่องจากน้ำหนักลด) โรคนี้รักษาได้โดยการงดเว้นรับประทานอาหารที่มีส่วนประกอบของกลูเตน (Murray, 1999) อาหารที่ไม่มีกลูเตนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่ป่วยเป็นโรคภูมิแพ้กลูเตน โดยวัตถุดิบที่ไม่มีส่วนประกอบของกลูเตน เช่น ข้าว ได้แก่ ข้าวสาลีซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยข้าวสาลียังมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่เป็นสีม่วงเข้มประกอบไปด้วยสารแอนโทไซยานิน, โพรแอนโทไซยานิน และไบโอฟลาโวนอยด์หรือวิตามินพี ฟืชจำพวกพืชหัว ได้แก่ ถั่วเหลืองซึ่งมีปริมาณเฮมิเซลลูโลสสูงกว่าผักผลไม้ทั่วไป ซึ่งเป็นใยอาหารที่มีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียที่ช่วยให้ระบบทางเดินอาหารทำงานได้เป็นปกติดี หรือพืชตระกูลถั่ว ได้แก่ งาดำ และถั่วชนิดต่าง ๆ เนื่องจากถั่วมีเส้นใยอาหารสูงมาก โดยมีไฟเบอร์สูงจึงช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลได้ดี และอุดมไปด้วยไขมันที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ จึงเป็นแหล่งของวัตถุดิบที่น่าสนใจที่จะใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะอาหารที่ใช้แป้งสาลีเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ประเภทคุกกี้ (Cookies) ซึ่งมีกลูเตน ที่เป็นสาเหตุอาการแพ้ของประชากรทั่วโลกกว่าร้อยละ 1 (Lee et al., 2009) ดังจะเห็นว่าในหลาย ๆ ประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และประเทศในแถบยุโรปได้หันมาให้ความสำคัญกับอาหารที่ปลอดกลูเตน (Gluten-free Foods) เพิ่มขึ้น (Gallagher, 2009) โดยปัจจุบันในประเทศไทยได้มีการศึกษาวิจัยการใช้แป้งต่าง ๆ เพื่อทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น คุกกี้ เพื่อเป็นการลดการนำเข้าข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์จากข้าวสาลีจากต่างประเทศ เช่น Preecha et al. (2000) ได้ทำการศึกษาการใช้แป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์เค้กและคุกกี้ โดยใช้แป้งจากข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กข 23 และ เหลืองประทิว 123 พบว่าคุกกี้จากแป้งข้าวโม้แห้งของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีคุณภาพด้อยกว่าคุกกี้แป้งข้าวชนิดอื่น ในขณะที่ Kunthon (2007) ได้ศึกษาผลการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อคุกกี้เนยสดที่ใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีบางส่วน พบว่า อัตราส่วนของแป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้เนยสดจำนวน 5 สูตร คือ 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านสีและด้านกลิ่นของคุกกี้เนยสดทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน แต่คะแนนในด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และด้านความชอบรวมของคุกกี้เนยสดสูตรที่ 2 มากกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้ง Ruangkajhon & Wongtacha (2007) ศึกษาอัตราส่วนของแป้งสาลีต่อแป้งลูกเดือยในระดับที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งสาลีต่อแป้งลูกเดือยที่ระดับต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 ตามลำดับ โดยพบว่าคุกกี้ที่มีลูกเดือยเป็นส่วนผสมในอัตราส่วนของแป้งสาลีต่อ

แป้งลูกเดี๋ยยที่ระดับ 80:20 ซึ่งเป็นสูตรที่ดีที่สุด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาผลของแป้งปราศจากกลูเตนบางชนิด ในปริมาณร้อยละ 100 ของน้ำหนักแป้งในการทำคุกกี้ ต่อคุณภาพของคุกกี้ปราศจากกลูเตน เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกแก่ผู้บริโภคทั่วไปที่ใส่ใจในเรื่องสุขภาพทั้งในด้านการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและการใช้แป้งชนิดอื่นมาทดแทนแป้งสาลีเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต (Maisont & Khucharoenpaisan, 2012) และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่มีวัตถุดิบหลักอยู่ในประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแป้งปราศจากกลูเตนชนิดต่าง ๆ ได้แก่ งาดำป่น แป้งลูกเดี๋ยย แป้งถั่วแดง แป้งถั่วเหลือง แป้งกล้วย แป้งข้าวสาลี และแป้งมันต่อผิวออกต่อคุณภาพทางกายภาพ และประสาทสัมผัส ของคุกกี้ปราศจากกลูเตน

วิธีการ

1. วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของแป้งชนิดปราศจากกลูเตน ได้แก่ งาดำ (*Sesame : Sesamum indicum* (L.)), ลูกเดี๋ยย (Adlay millet , Job's tears : *Coix lacryma-jobi* (L.)), ถั่วแดง (Red bean : *Phaseolus vulgaris* (L.)), ถั่วเหลือง (Soy bean, Soja bean : *Glycine max* (L.) Merr.), กล้วย (Banana : *Musa sapientum* (L.)), ข้าวสาลี (Sinin rice : *Oryza sativa* (L.)) และมันต่อผิวออก (Purple sweet potato : *Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 วัตถุดิบ โดยนำแป้งปราศจากกลูเตน 7 ชนิด ซึ่งแป้งปราศจากกลูเตนดังกล่าวได้รับการอนุเคราะห์จากบริษัท โฮเม่ จำกัด ประกอบด้วย แป้งงาดำป่น (BSF) ขนาด 10 เมช แป้งลูกเดี๋ยย (JTF) ขนาด 60 เมช แป้งถั่วแดง (RBF) ขนาด 60 เมช แป้งถั่วเหลือง (SBF) ขนาด 60 เมช แป้งกล้วย (BNF) ขนาด 60 เมช แป้งข้าวสาลี (SRF) ขนาด 60 เมช และแป้งมันต่อผิวออก (PSF) ขนาด 60 เมช มาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ในปริมาณร้อยละ 100 ของน้ำหนักแป้งในการทำคุกกี้ โดยมีคุกกี้สูตรควบคุมคือใช้แป้งสาลีร้อยละ 100 สำหรับส่วนผสมที่ใช้ทำคุกกี้ดังแสดงใน ตารางที่ 1 และวิธีการทำคุกกี้ใช้การผสมแบบครีมเนย โดยอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส

2.2 ทดสอบทางด้านกายภาพ ได้แก่

- ความแข็งของชิ้นคุกกี้ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA-XT_{2i} อังกฤษ) ใช้หัวทดสอบ Knife Edge with Slotted Insert (HDP/BS) พร้อมกับฐานทดสอบ Heavy Duty Platform (HDP/90) โดยใช้ความเร็วของใบมีดในการกด 2 มิลลิเมตรต่อวินาที กดลงไปในตัวอย่าง 5 มิลลิเมตร

- ค่าอัตราการแผ่ตัว (spread ratio) ของชิ้นคุกกี้ (AACC, 2000)
- ค่าการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter increase) ของชิ้นคุกกี้

(AACC, 2000)

- ค่าความหนาที่เพิ่มขึ้นของคุกกี้ (thickness increase) ของชิ้นคุกกี้

(AACC, 2000)

2.3 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยใช้ Scoring test คะแนน 7 ระดับ (1 = ดิน้อยที่สุด และ 7 = ดีมากที่สุด สำหรับการทดสอบด้านสี ขนาด และกลิ่น; 1 = มีน้อยที่สุด และ 7 = มากที่สุด สำหรับการทดสอบด้านความกรอบ ความร่วน ความแข็ง ความเหนียวติดฟัน ความหวาน ความขม และความชอบโดยรวม) ใช้ผู้ทดสอบที่มีความเชี่ยวชาญในผลิตภัณฑ์คุกกี้ของบริษัท ซีพี ค้าปลีก และการตลาด จำกัด ที่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 40 คน ก่อนทำการทดสอบจะมีการอธิบายถึงวัตถุประสงค์ในการทดสอบ วิธีการทดสอบผลิตภัณฑ์ วิธีการให้คะแนน ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบชิม จะบรรจุลงในถุงพลาสติก ปิดผนึกด้วยสุญญากาศ แต่ละตัวอย่างจะถูกกำหนดรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว ติดที่ซองเลิฟตัวอย่างที่ละตัวอย่างแบบสุ่มโดยเลิฟที่อุณหภูมิห้อง โดยในระหว่างการทดสอบชิม ผู้ทดสอบจะต้องรับประทานแครกเกอร์ และดื่มน้ำระหว่างการทดสอบตัวอย่างถัดไปทุกครั้ง

3. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางด้านกายภาพของคุกกี้ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ทำการทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ

สำหรับการทดสอบประสาทสัมผัส โดยออกแบบการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ทำการทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มานำเสนอด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis, PCA) โดยใช้โปรแกรม R Version 2.10.0 ในการวิเคราะห์

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของคุกกี้สูตรมาตรฐาน

ส่วนผสม	ร้อยละโดยน้ำหนักของแป้ง
แป้งสาลี / แป้งปราศจากกลูเตน	100
โซดา	1.25
ผงฟู	1.25
น้ำตาลทรายป่น	45
เกลือป่น	0.375
ไข่ไก่	45
มาการีน / เนยสด	75
นมข้นจืด	10
นมผง	5

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 2 แสดงผลของแป้งปราศจากกลูเตนชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพของคุกกี้ปราศจากกลูเตน โดยผลการทดสอบพบว่า คุกกี้แป้งข้าวสาลี แป้งกล้วย แป้งมันต์ต่อเฟือก และแป้งถั่วเหลือง มีค่าความแข็ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ซึ่งไม่สอดคล้องกับการทดลองของ Sitachitta (2007) ที่ศึกษาคุณภาพของจากบิสกิตแป้งกล้วย พบว่ามีความแข็งมากกว่าบิสกิตแป้งสาลี ค่าอัตราการแผ่ตัวของคุกกี้ปราศจากกลูเตน พบว่าคุกกี้ปราศจากกลูเตนทุกชนิดมีค่าอัตราการแผ่ตัวที่มากกว่าคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลี (สูตรควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากโปรตีนกลูเตนในแป้งสาลีมีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างของโดในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เมื่อใช้แป้งชนิดอื่นที่ไม่มีกลูเตนเป็นองค์ประกอบจะทำให้โดที่ได้มีโครงสร้างที่ไม่แข็งแรง (Gallagher et al., 2004) การแผ่ตัวของคุกกี้ที่ทำจากแป้งที่ไม่มีกลูเตนจึงมากกว่าคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลี ในส่วนของค่าการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลาง พบว่าคุกกี้จากงาดำ มีค่าการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางสูงกว่าสูตรควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าความหนาที่เพิ่มขึ้นของคุกกี้ พบว่าคุกกี้ปราศจากกลูเตนทุกสูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 2 ผลของแป้งปราศจากกลูเตนชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพของคุกกี้ปราศจากกลูเตน

ชนิดของ แป้ง*	ลักษณะทางกายภาพ			
	ค่าความแข็ง (นิวตัน)	อัตราการแผ่ตัว	เส้นผ่านศูนย์กลางที่	ความหนาที่เพิ่มขึ้น ^{ns} (%)
BTC	1.28±0.24 ^{abc}	4.63±0.16 ^d	21.67±0.00 ^b	13.00±1.63
BSC	0.66±0.40 ^{bc}	5.19±0.11 ^a	23.06±0.54 ^a	12.07±1.06
JTC	1.09±0.34 ^{abc}	4.94±0.10 ^{bc}	21.47±0.19 ^{cd}	12.07±1.19
RBC	0.48±0.27 ^c	4.98±0.06 ^{abc}	22.19±0.00 ^b	10.37±3.92
SBC	1.48±0.38 ^{ab}	5.14±0.03 ^{ab}	22.14±0.47 ^b	10.61±3.17
BNC	1.64±0.46 ^a	4.83±0.06 ^{cd}	21.17±0.00 ^{cd}	12.00±1.35
SRC	1.69±0.29 ^a	4.96±0.07 ^{abc}	20.9±0.00 ^d	9.85±1.12
PSC	1.56±0.50 ^a	4.90±0.07 ^c	19.3±0.00 ^e	11.57±3.59

หมายเหตุ: ^{a, b, c, d} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05), ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p ≥ 0.05)

* BTC = คุกกี้แป้งสาลี (สูตรควบคุม), BSC = คุกกี้แป้งงาดำ, JTC = คุกกี้แป้งลูกเดือย, RBC = คุกกี้แป้งถั่วแดง, SBC = คุกกี้แป้งถั่วเหลือง, BNC = คุกกี้แป้งกล้วย, SRC = คุกกี้แป้งข้าวสาลี, PSC = คุกกี้แป้งมันต่อเปลือก

ตารางที่ 3 แสดงผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ปราศจากกลูเตนชนิดต่าง ๆ พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนขนาดของคุกกี้ ค่าความเหนียวติดฟัน และความหวานของคุกกี้ทุกสูตรรวมทั้งสูตรควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางด้านสีพบว่าคุกกี้ปราศจากกลูเตนที่ทำจากงาดำและแป้งกล้วยจะมีสีคล้ำมาก เนื่องจากองค์ประกอบภายในแป้งกล้วยมีปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนในระดับสูง จะส่งผลให้สีที่ได้มีสีคล้ำ (Khunpharak & Raocharoenporn, 2009) จึงทำให้มีค่าคะแนนการยอมรับน้อยกว่าสูตรอื่น ๆ ทางด้านความกรอบของคุกกี้ พบว่าคุกกี้แป้งกล้วย แป้งข้าวสาลีและแป้งมันต่อเปลือก มีค่าความกรอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่าคะแนนเฉลี่ยของความกรอบอยู่ระดับปานกลาง โดยคุกกี้ที่มีความกรอบน้อยที่สุดคือคุกกี้ที่ทำจากแป้งลูกเดือย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ruangajhon & Wongtacha (2007) ซึ่งทำการนำแป้งลูกเดือยมาใช้ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ซึ่งพบว่า เมื่อนำแป้งสาลีแทนด้วยแป้งลูกเดือยที่ระดับ 80:20 ส่งผลให้ค่าความกรอบของคุกกี้มีค่าลดลง สำหรับค่าความแข็ง พบว่าแป้งถั่วเหลือง แป้งกล้วยและแป้งมันต่อเปลือก มีค่าความแข็งของคุกกี้ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม คือมีค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบของความแข็งอยู่ในระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยมีค่าความแข็งของคุกกี้ที่ทำจากงาดำ แป้งลูกเดือยและ

แป้งถั่วแดง มีค่าคะแนนเฉลี่ยของความแข็งที่ต่ำกว่า เนื่องจากคุกกี้มีความร่วนมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลของค่าความร่วนของคุกกี้ทำจากงาดำ แป้งลูกเดี๋ยและแป้งถั่วแดง มีความร่วนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จัดอยู่ในระดับร่วนเล็กน้อยถึงร่วนมาก โดยสูตรคุกกี้งาดำมีความร่วนมากที่สุด ซึ่งจากการทดลอง Khunphrarak & Raocharoenporn (2009) ที่ศึกษาการใช้แป้งกล้วยน้ำว้าในการผลิตคุกกี้ผสมงาดำร้อยละ 5 พบว่า สูตรคุกกี้ที่ใช้ แป้งกล้วยทั้งหมดมีเนื้อสัมผัสของคุกกี้ที่แข็งและแตกง่าย

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ปราศจากกลูเตนชนิดต่าง ๆ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ชนิดของแป้ง*							
	BTC	BSC	JTC	RBC	SBC	BNC	SRC	PSC
สี	3.68±0.44 ^a	2.18±0.26 ^{bc}	2.77±0.10 ^{abc}	3.01±0.12 ^{ab}	3.12±0.17 ^{ab}	1.91±0.90 ^c	3.57±0.38 ^a	3.05±0.14 ^{ab}
ขนาด ^{ns}	4.13±0.65	3.42±0.31	3.76±0.47	3.50±0.35	2.92±0.17	3.00±0.21	2.87±0.17	3.12±0.17
ความกรอบ	4.05±0.56 ^a	2.60±0.07 ^c	2.58±0.01 ^c	3.18±0.30 ^{bc}	2.97±0.10 ^{bc}	3.68±0.44 ^{ab}	3.27±0.24 ^{abc}	3.76±0.47 ^{ab}
ความแข็ง	3.65±0.42 ^a	1.85±0.42 ^d	2.67±0.03 ^{bc}	2.43±0.05 ^{cd}	3.23±0.22 ^{ab}	3.31±0.26 ^{ab}	2.97±0.10 ^{bc}	3.50±0.35 ^a
ความร่วน	2.81±0.12 ^c	4.66±0.90 ^a	3.57±0.38 ^{abc}	4.10±0.63 ^{ab}	3.08±0.15 ^{bc}	3.00±0.21 ^{bc}	3.31±0.26 ^{bc}	3.33±0.37 ^{bc}
ความเหนียวติดฟัน ^{ns}	2.17±0.24	2.18±0.26	2.33±0.19	2.23±0.26	2.48±0.12	2.26±0.22	2.22±0.24	2.15±0.28
กลิ่น	3.72±0.45 ^a	2.33±0.19 ^c	2.93±0.08 ^b	2.97±0.10 ^b	2.82±0.03 ^{bc}	2.75±0.00 ^{bc}	3.50±0.35 ^a	2.75±0.00 ^{bc}
รสหวาน ^{ns}	2.88±0.05	2.45±0.14	2.6±0.07	2.93±0.08	2.63±0.05	2.82±0.03	2.67±0.03	3.13±0.65
รสขม	2.22±0.31 ^b	3.27±0.24 ^a	2.3±0.21 ^b	2.67±0.03 ^b	2.33±0.19 ^b	2.67±0.03 ^b	2.30±0.28 ^b	3.38±0.30 ^a
ความชอบโดยรวม	6.07±0.24 ^a	4.00±0.24 ^b	4.43±0.61 ^b	4.73±0.47 ^b	4.51±0.58 ^b	5.02±0.24 ^a	5.93±0.08 ^a	4.71±0.65 ^b

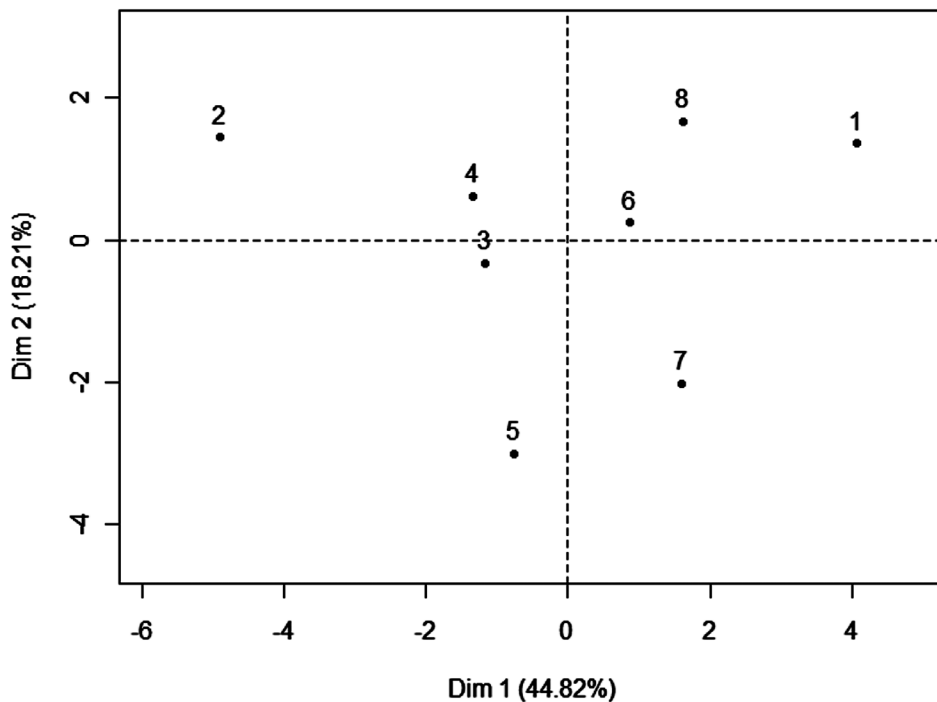
หมายเหตุ: ^{a, b, c, d} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$), ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

* BTC = คุกกี้แป้งสาลี (สูตรควบคุม), BSC = คุกกี้แป้งงาดำ, JTC = คุกกี้แป้งลูกเดี๋ย, RBC = คุกกี้แป้งถั่วแดง, SBC = คุกกี้แป้งถั่วเหลือง, BNC = คุกกี้แป้งกล้วย, SRC = คุกกี้แป้งข้าวสาลี, PSC = คุกกี้แป้งมันต่อเผือก

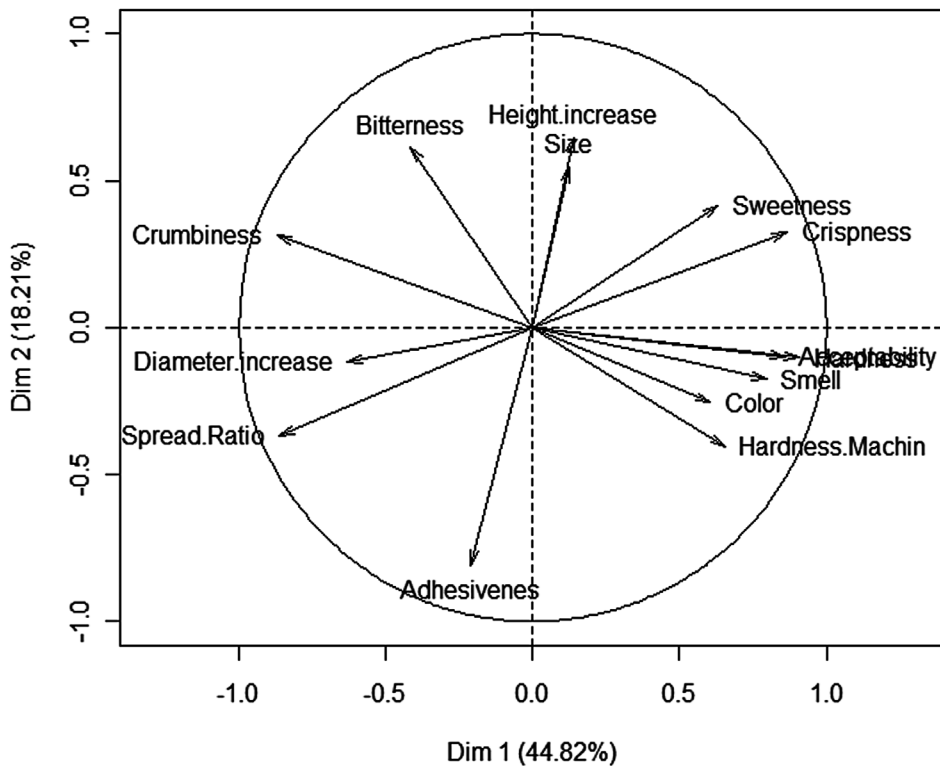
ทางด้านค่ากลิ่น พบว่าผู้ทดสอบ ให้ค่าคะแนนของกลิ่น ในสูตรควบคุมและสูตร คุกกี้ข้าวสาลีอยู่ในระดับดีปานกลางถึงดี และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kadan et al. (2008) ซึ่งรายงานว่า แป้งข้าวจะมีลักษณะเฉพาะ โดยให้กลิ่นรสที่เป็นธรรมชาติ เป็นที่นิยมของบุคคลทั่วไป สำหรับความขม พบว่า คุกกี้งาดำและ แป้งมันต่อเผือก มีความขมในระดับขมปานกลางถึงขม ส่วนคุกกี้สูตรอื่น ๆ ไม่มีความขมเลย ในด้านของคะแนนความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวม ในสูตรคุกกี้ แป้งกล้วย คุกกี้แป้งข้าวสาลี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรควบคุม ในขณะที่คุกกี้จากแป้งชนิดอื่น ๆ จะได้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบที่น้อยกว่าตัวอย่าง

ควบคุมที่ทำจากแป้งสาลี อาจเนื่องมาจากการใช้แป้งชนิดอื่นทดแทน หรือแทนที่ในแป้งสาลี จะส่งผลให้คุณภาพ รวมถึงการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ลดลง (Baljeet et al., 2010)

ภาพที่ 2(a) และ 2(b) แสดงถึงตำแหน่งของคุกกี้ปราศจากกลูเตนชนิดต่าง ๆ (score plot) และผลของแป้งปราศจากกลูเตนต่อคุณภาพและผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ปราศจากกลูเตนชนิดต่าง ๆ (loading plot) พบว่า แผนภาพดังกล่าวสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของคุกกี้ปราศจากกลูเตนชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพและผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ด้วยสององค์ประกอบหลัก (PC1 และ PC2) ที่อธิบายผลได้ถึงร้อยละ 63 โดยคุกกี้จากแป้งมันต่อเผือก และแป้งกล้วยมีลักษณะคุณภาพในด้านต่างๆ ใกล้เคียงกับคุกกี้สูตรควบคุมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้สูตรอื่น ๆ คุกกี้จากแป้งมันต่อเผือก แป้งกล้วย แป้งข้าวสาลี มีอัตราการแผ่ตัว ความร่วนน้อย และค่าความแข็ง ความกรอบสูง รวมทั้งมีสีและกลิ่นที่เหมาะสม จึงได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากกว่าคุกกี้จากงาดำ แป้งถั่วแดง แป้งลูกเดี๋ย และแป้งถั่วเหลือง



ภาพที่ 1 (a)



ภาพที่ 1 (b)

ภาพที่ 1(a), 1(b) Principal component analysis: loading plot and score plot of PC1 and PC2 describing the variation among the different properties and overall variation among of gluten-free cookies.

หมายเหตุ: BTC = คูกี้แป้งสาลี (สูตรควบคุม), BSC = คูกี้แป้งงาดำ, JTC = คูกี้แป้งลูกเดี๋ย, RBC = คูกี้แป้งถั่วแดง, SBC = คูกี้แป้งถั่วเหลือง, BNC = คูกี้แป้งกล้วย, SRC = คูกี้แป้งข้าวสาลี, PSC = คูกี้แป้งมันต่อเผือก

สรุป

จากการศึกษาผลของการใช้แป้งปราศจากกลูเตนชนิดต่าง ๆ ได้แก่ งาดำปน แป้งลูกเดี๋ย แป้งถั่วแดง แป้งถั่วเหลือง แป้งกล้วย แป้งข้าวสาลี และแป้งมันต่อเผือก ต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส ของคูกี้ปราศจากกลูเตน พบว่า คูกี้ที่ทำจากแป้งข้าวสาลี และแป้งกล้วย มีคุณภาพและคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ดังนั้นสามารถนำไปแป้งดังกล่าวไปพัฒนาหรือดัดแปลงให้เหมาะสมแก่การบริโภคต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

- AACC. (2000). American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. (10th ed.). St. Paul, Minnesota.
- Baljeet, S. Y., Ritika, B.Y. & Roshan, L.Y. (2010). Studies on functional properties and incorporation of buckwheat flour for biscuit making. **International Food Research Journal** 17, 1067–1076.
- Gallagher, E., Gormley, R.T. & Arendt, K.E. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology** 15, 143–152.
- Gallagher E. (2009). **Gluten-Free Food Science and Technology**. 1st ed. Oxford, UK Wiley-Blackwell.
- Kadan, R. S., Bryant, R. J. & Miller, J. A. (2008). Effects of milling on functional properties of rice flour. **Journal of Food Science** 73, E151–E154.
- Khunpharak, C. & Raocharoenporn, T. (2009). Production of banana flour cookies mixed with black sesame. **Agricultural Science journal**. 40(1), 421-424. (in Thai)
- Kunthon, N. (2007). **Substitution of Wheat flour with banana Saba flour in butter cookies**. Faculty of Science, Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University. Yala. (in Thai)
- Lee, A.R., Ng, D.L., Dave, E., Ciaccio, E.J. & Green, P.H. (2009). “The Effect of Substituting Alternative Grains in the Diet on the Nutritional Profile of the Gluten-free Diet.” **Journal of Human Nutrition and Dietetics**. 22, 359-363.
- Maisont, S. and Khucharoenpaisan, K. (2012) Development of cracker from Hom Mali brown rice and red rice (ankak). **Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology)**. 7(2), 26-40 (in Thai)
- Murray, J. A. (1999). The widening spectrum of celiac disease. **American Journal of Clinical Nutrition** 69, 354–365.
- Preecha, R., Wongpiyachon S. & Kongseree N. (2000). **Product development from wheat-rice composite flour for cake and cookies**. Proceedings of the 30th Rice and Temperate Cereal Crops Annual Conference, Trang Plaza Hotel, Trang. (in Thai)

- Ruangkajhon, P. & Wongtacha, N. (2007). **Use of Job,stear in cookies Production.**
Thesis bachelor of Science Program in Food Technology, Kasetsart University
Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus, Sakon Nakhon. (in Thai)
- Sitachitta, N. (2007). **Chemical, physical and physicochemical properties of 'Kluai Hom
Tong' green banana flour.** Proceedings of 4th Kasetsart University Annual
Conference, Bangkok. (in Thai)
-