ผลของการเติมผงใบกะเพราต่อคุณสมบัติของแป้งสาลีและคุณภาพของคุกกี้

Effect of Holy Basil leaf powder on wheat flour property and cookies quality

สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น[1*], ธนิสร นราธิปกร[1] และ ศิริพร เขียวเรือง[1]

Sudathip Inchuen[1*], Tanisorn Naratippakorn[1] and Siriporn Kheawruang[1]

บทคัดย่อ: ใบกะเพราจัดเป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอลิกซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมผงใบกะเพรา (Holy Basil leaf powder; HBP) ต่อคุณสมบัติด้านสีและความหนืดของแป้งสาลี แล้วนำแป้งสาลีที่เติม HBP มาทำคุกกี้และประเมินคุณภาพทางกายภาพ โดยเติม HBP ในแป้งสาลีเอนกประสงค์ในปริมาณ 0, 0.5, 1, 2 และ 3% จากผลการวิจัยพบว่า การเติม HBP ทำให้แป้งสาลีมีค่าความสว่าง (L*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีเขียว (-a*) และค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ HBP เพิ่มขึ้น และมีผลทำให้ค่าความหนืดของแป้งสาลีเมื่อทดสอบด้วยเครื่อง Rapid visco analyzer (RVA) เพิ่มขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ HBP ที่เติมลงไปยังส่งผลต่อคุณภาพคุ้กกี้ ต่างๆ ได้แก่ ค่าการสูญเสียในระหว่างการอบ สัดส่วนการแผ่ขยายตัว ความแข็ง และสีของคุกกี้ โดยคุกกี้ที่มีส่วนผสมของ HBP 3% มีการสูญเสียในระหว่างการอบและมีความแข็งสูงที่สุด ในขณะที่มีค่าสี L* และ b* ต่ำที่สุด ส่วนคุกกี้ที่มีส่วนผสมของ HBP 1% มีสัดส่วนการแผ่ขยายตัวน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระพบว่าการเติม HBP ในปริมาณที่มากขึ้นทำให้ปริมาณสารฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของคุกกี้สูงขึ้น งานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเติม HBP ในคุกกี้เป็นการเพิ่มสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพให้แก่ผลิตภัณฑ์และอาจเป็นทางเลือกในการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพต่อไป

คำสำคัญ: กะเพรา, สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ, ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ, คุณสมบัติด้านความหนืด

ABSTRACT: Holy basil has been reported as a good source of phenolic antioxidants. This research was to study the effects of Holy Basil leaf powder (HBP) on color and pasting properties of wheat flour. The HBP added flours was then used for producing cookies and evaluated for its physical properties. The multi-purpose wheat flour was incorporated with HBP at the levels of 0, 0.5, 1, 2 and 3%. Increasing amount of the HBP increased greenness (–a*) and yellowness (b*) but decreased brightness (L*). However, adding the HBP increased the viscosity of the flour determining by Rapid visco analyzer (RVA). Moreover, the HBP had significant effects on bake loss, spread ratio, hardness and color values of cookies. The results showed that cookies incorporated with 3% of the powder gave the highest value of bake loss and hardness while color parameters value of L* and b* were the lowest. The lowest value of spread ratio was found in 1% HBP added cookies. Regarding antioxidant property, addition of higher levels of HBP to cookies showed greater amounts of total phenolic, flavonoid and antioxidant capacity. This research has shown that adding HBP in cookies could increase bioactive compounds and be considered as a functional food.
Keywords: *Ocimum sanctum,* bioactive compounds, antioxidant capacity, pasting property

[1] หน่วยวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการแปรรูปอาหารฟังก์ชัน ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์
Unit of Process and Product Development of Functional Foods, Department of Food Technology and Nutrition

* Corresponding author: sudathip4@hotmail.com

บทนำ

กะเพรา (*Ocimum sanctum* Linn) เป็นไม้ล้มลุกที่มีขนเล็กน้อย มีใบสีเขียวอ่อน สามารถเจริญได้ดีในทุกสภาพอากาศ ในประเทศไทยพบอยู่ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ กะเพราขาว กะเพราแดง และกะเพราลูกผสม กะเพราถือว่าเป็นทั้งผักและเครื่องเทศ มีกลิ่นฉุน และให้รสเผ็ดร้อน จึงช่วยปรุงแต่งกลิ่นรสของอาหาร นอกจากนี้ในใบกะเพรายังมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่นสารในกลุ่มกรดฟีนอลิก ได้แก่ Rosmarinic acid, Chlorogenic acid, Caffeic acid และสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่ Orientin, Vicenin, Apigenin, Luteolin, Apigenin glycosides, Luteolin glycosides, Vitexin, Isovitexin, Isoorientin นอกจากนี้ยังพบสารอื่นๆ ได้แก่ Aesculetin, Aesculin และ Eugenol (Surveswaran et al., 2007) จากรายงานของ Juntachote and Berghofer (2005) พบว่าสารสกัดจากใบกะเพราแสดงคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และมีการศึกษานำสารสกัดดังกล่าวมาทดสอบคุณสมบัติด้านอื่นๆ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่อไป (Mahajan et al., 2013; Shimizu et. al., 2013)

คุกกี้มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย โดยหาซื้อง่ายและมีอายุการเก็บรักษานาน ส่วนผสมที่สำคัญในคุกกี้ประกอบด้วยแป้ง น้ำตาล และไขมัน ส่วนผสมอื่นๆที่ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพทางด้านกายภาพ เช่น ไข่ไก่ เกลือ ผงฟู น้ำ และมีการเติมสารปรุงแต่งเพื่อเพิ่มกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ให้น่ารับประทานและมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการเติมส่วนผสมอื่นๆ เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่คุกกี้ด้วย เช่น ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เล่ย์ ข้าวกล้องงอก มันเทศ และใบบอระเพ็ด (Sharma, et. al., 2013; Chung et al., 2014; Sharma and Gujral, 2014; Infante, et. al., 2017; Roa, et. al., 2018) เนื่องจากส่วนประกอบหลักในการทำคุกกี้ คือ แป้งสาลีเอนกประสงค์ การทนแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยวัตถุดิบชนิดอื่น เช่น แป้งข้าวบาร์เลย์ ใบบอระเพ็ด และแป้งข้าว ทำให้องค์ประกอบทางเคมี เช่น โปรตีน สตาร์ช ไขมัน เส้นใยอาหาร เกลือแร่ และสารพฤกษเคมีของส่วนผสมสำหรับทำคุกกี้เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งส่งผลต่อคุณสมบัติด้านเคมีกายภาพของแป้งและโด การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการอบ และคุณภาพของคุกกี้ด้านต่างๆ รวมถึงคุณภาพด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (Sharma et al., 2013; Sharma and Gujral, 2014; Chung et al., 2014)

เนื่องจากกะเพรามีสี กลิ่นและรสชาติเฉพาะ ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย การนำใบกะเพรามาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ประเภทคุกกี้ จึงเป็นการเพิ่มความหลากหลายและยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์ด้วย แต่การผสมวัตถุดิบชนิดอื่นลงไปก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของแป้งสาลี การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการอบ รวมทั้งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณผงใบกะเพราที่มีต่อคุณสมบัติของแป้งและผลที่เกิดขึ้นกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้

วิธีการศึกษา

การเตรียมผงใบกะเพรา (Holy leave basil powder; HBP) : นำใบกะเพราพันธุ์กะเพราแดง มาล้างทำความสะอาดและอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 90 นาที โดยใบกระเพราที่ผ่านการทำแห้งแล้วมีความชื้น 7.09% นำมาบดให้ละเอียดเป็นผง แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 200 ไมโครเมตร บรรจุใส่ในถุงอลูมิเนียมฟอยด์และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 °C

การเตรียมแป้งผสม HBP : นำ HBP มาผสมกับแป้งสาลีอเนกประสงค์ในปริมาณที่แตกต่างกัน ดังนี้ 0, 0.5, 1, 2 และ 3% (w/w) โดยการแทนที่น้ำหนักแป้งสาลี บรรจุแป้งผสมใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยด์และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C นาน 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปทดสอบคุณสมบัติด้านสีและความหนืด

การเตรียมคุกกี้ : ส่วนผสมในการทำคุกกี้ประกอบด้วย แป้งสาลีเอนกประสงค์ผสม HBP 36.95% น้ำตาลไอซิ่ง (Icing sugar) 19.22% เนยสดชนิดจืด (Unsalted butter) 26.61% ผงฟู (Baking powder) 0.59% นมผง (Dried whole milk) 5.91% ไข่ไก่ (Egg) 7.39% น้ำเปล่า (Water) 2.95% เกลือ

(Salt) 0.37% มีขั้นตอนในการทำดังนี้ ร่อนส่วนผสมแห้งได้แก่ แป้งสาลี HBP ผงฟูและนมผงเข้าด้วยกันนำแล้วมาพักเก็บไว้ ทำการตีเนยสดให้อ่อนตัว เติมน้ำตาลไอซิ่ง และตีด้วยความเร็วต่ำ จนขึ้นฟู หลังจากนั้นเติมไข่ไก่และน้ำ ตีส่วนผสมให้เข้ากันดี เติมเกลือและส่วนผสมแห้งที่ร่อนไว้ ตีส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันที่ความเร็วต่ำ จะ ได้คุกกี้โด (Cookies dough) นำคุกกี้โดที่ได้มาใส่กระบอกอัดเพื่อขึ้นรูป โดยเลือกหัวเปิดแบบวงกลม แล้วกดลงในถาดให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ยประมาณ 3.2 cm จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 180 °C นาน 15 นาท นำออกจากเตา แซะออกจากถาดทันที ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลง นาน 5 นาที บรรจุใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ นำคุกกี้ที่ได้ไปวัดคุณภาพด้านต่างๆ

การวัดคุณสมบัติด้านความหนืด (Pasting properties) ของแป้ง : วัดด้วยเครื่อง Rapid visco analyzer (RVA Super3, Newport Scienctific Pty Ltd., Warriewood, NSW, Australia) โดยใช้ตัวอย่างแป้ง 3 กรัม (โดยน้ำหนักแห้ง) ผสมกับน้ำกลั่น 25 ml (ความเข้มข้น 10.71%) ปรับสภาวะในการทดสอบดังนี้ อุณหภูมิเริ่มต้น 50 °C ตั้งแต่เวลา 0 - 1 นาที โดยวินาทีแรกใช้ความเร็วของใบพัด 960 rpm แล้วลดลงเป็น 160 rpm ตลอดการวิเคราะห์ หลังจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 95 °C ใช้เวลา 3.75 นาที และคงไว้ที่อุณหภูมิ 95 °C นาน 2.50 นาที แล้วลดอุณหภูมิลงจนถึง 50 °C ใช้เวลา 3.75 นาที คงไว้ที่อุณหภูมิ 50 °C นาน 2 นาที รายงานผลเป็นค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity, RVU) ความหนืดที่ต่ำสุดระหว่างการทำให้เย็น (Holding strength, RVU) การสูญเสียความหนืด (Break down, RVU) ความหนืดสุดท้าย (Final viscosity, RVU) การคืนตัว (Setback, RVU) เวลาที่เกิดความหนืดสูงสุด (Peak time, min) และอุณหภูมิเริ่มต้นความหนืด (Pasting temperature, °C)

การหาการสูญเสียในระหว่างการอบ (Bake loss) : โดยคำนวณจากน้ำหนักของคุกกี้จำนวน 15 ชิ้นต่อ 1 ซ้ำ ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการอบ (Sharma and Gujral, 2014) ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Bake loss (\%)} = \frac{\left(\text{น้ำหนักคุกกี้}_{\text{ก่อนอบ}} - \text{น้ำหนักคุกกี้}_{\text{หลังอบ}}\right) \times 100}{\text{น้ำหนักคุกกี้}_{\text{ก่อนอบ}}}$$

การหาค่าสัดส่วนการแผ่ขยายตัว (Spread ratio; D/T) : โดยคำนวณจากสัดส่วนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter; D (mm)) ต่อความหนา (Thickness; T (mm)) ของคุกกี้จำนวน 15 ชิ้นต่อ 1 ซ้ำ (Sharma et al., 2013)

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้ : วัดความแข็งของคุกกี้จำนวน 15 ชิ้นต่อ 1 ซ้ำ ด้วยเครื่อง Texture analyzer (TA.XTplus, Stable Micro System, Surrey, UK) โดยใช้รูปแบบการทดสอบการกด (Compression test) ด้วยหัววัดแบบใบมีด (Sharp-blade cutting probe) กดลงไปในตัวอย่าง 5 mm ที่อัตราเร็วสูงสุด 10 mm/s แล้วอ่านค่า F_{max} จากกราฟ รายงานผลเป็นค่าความแข็งมีหน่วยเป็นกรัม (ดัดแปลงมาจาก Chung et al., 2014)

การวัดสีของแป้งและคุกกี้ วัดสีด้วยเครื่อง Colorimeter (CR-400, Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japan) รายงานผลเป็นค่าสีในระบบ CIE L* a* b* โดยค่า L* หมายถึง ค่าความสว่าง ค่า a*/-a* หมายถึง ค่าสีแดง/สีเขียว และค่า b*/-b* หมายถึง ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน สำหรับสีของคุกกี้ที่รายงานจะเป็นค่าสีโดยเฉลี่ยที่ได้จากการวัดสีที่ผิวหน้าคุกกี้ทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยวัดด้านละ 3 จุด จำนวน 15 ชิ้นต่อ 1 ซ้ำ

การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลและทดสอบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ

การสกัดตัวอย่าง : การเตรียมสารสกัดทำได้โดยใช้ 80% Methanol 25 ml : ตัวอย่าง HBP/คุกกี้ 1.5 กรัม แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่า (Labtech, Daihan Labtech Co., LTD., Korea) ที่ความเร็วรอบ 120 rpm นาน 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 °C จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.4 ส่วนใสที่กรองได้เก็บไว้ในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ -20 °C จนกว่าจะทำการวิเคราะห์ สารสกัดที่ได้นำไปใช้สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolics) : โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu ใช้ Gallic acid เป็นสารละลายมาตรฐาน และรายงานผลเป็น µg Gallic acid/g dry matter รายละเอียดตามรายงาน Inchuen et al. (2011)

ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total flovonoids) โดยใช้วิธี Aluminium chloride colorimetric method ใช้ Rutin เป็นสารมาตรฐาน และรายงานผลเป็น µg Rutin/g dry matter รายละเอียดตามรายงาน Xie et al. (2012)

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของอนุมูล DPPH (DPPH radical scavenging activity; DPPH) รายงานผลเป็น µg Trolox equivalent / g dry matter รายละเอียดตามรายงาน Inchuen et al. (2011)

ความสามารถในการรีดิวซ์กรดเฟอริก (Ferric reducing antioxidant power; FRAP) รายงานผลเป็น µg $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ /g dry matter รายละเอียดตามรายงาน Inchuen et al. (2011)

การออกแบบการทดลองและวิธีการวิเคราะห์ผลทางสถิติ : วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One - way analysis of variance) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$) โดยใช้โปรแกรม SPSS Version 17.0 รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ใบกะเพราเมื่อนำมาทำแห้งและบดให้ละเอียดมีลักษณะเป็นผงสีเขียว เนื่องจากในใบกระเพรามีสารสีจำพวกคลอโรฟิลล์เป็นส่วนประกอบหลัก ผงใบกะเพรามีค่า L* คือ ค่าความสว่าง –a* คือ ค่าสีเขียว และ b* คือ ค่าสีเหลือง เท่ากับ 41.65, -7.02 และ 20.15 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความสว่างน้อยกว่า แต่มีค่าสีเขียวและสีเหลืองมากกว่าแป้งสาลีที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักสำหรับทำคุกกี้ (Table 1) ดังนั้นเมื่อนำมาเติมกับแป้งสาลีในปริมาณที่แตกต่างกัน 0-3% มีผลทำให้ค่าสีของแป้งผสมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่า แป้งผสมที่มีการเติม HBP ในปริมาณที่มากขึ้นทำให้ค่า L* คือ ความสว่างของแป้งผสมลดลง แต่ทำให้ค่า –a* คือ ค่าสีเขียวของแป้งเพิ่มขึ้น ส่วนค่า b* คือ ค่าสีเหลืองของแป้ง พบว่าการเติม HBP 0.50% มีค่าสีเหลืองใกล้เคียงกับแป้งสาลีที่ไม่มีการเติม HBP และเมื่อมีการเติม HBP ในปริมาณที่มากขึ้น ค่าสีเหลืองจะเพิ่มขึ้น

สีของวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมสำหรับทำคุกกี้มีผลต่อคุณภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ได้และจะมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ เช่น การผสมแป้งข้าวบาร์เลย์ลงในแป้งสาลีทำให้สีของโดและคุกกี้มีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลงแต่มีค่าสีแดงเพิ่มขึ้น (Sharma and Gujral, 2014) และการผสมใบบอระเพ็ดทำให้สีคุกกี้มีสีน้ำตาลทองจนถึงเขียว ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของใบบอระเพ็ดที่ผสมลงไป (Sharma et al., 2013)

Table 1 Color values of wheat flour incorporated with HBP in difference concentrations

Color parameters	HBP (%)				
	0	0.5	1	2	3
L*	95.37 ± 0.06 a	93.43 ± 1.19 b	93.23 ± 0.18 b	91.26 ± 0.34 c	89.33 ± 0.29 d
a*	-4.71 ± 0.31 a	-5.12 ± 0.01 b	-5.44 ± 0.01 c	-5.82 ± 0.01 d	-5.93 ± 0.01 d
b*	11.53 ± 0.07 c	11.55 ± 0.10 c	11.82 ± 0.12 b	12.00 ± 0.02 a	12.09 ± 0.10 a

Means (± standard deviation) with different letters (a, b, etc.) in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

คุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงทางด้านความหนืดของแป้งเมื่อได้รับความร้อน มีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของคุกกี้ในระหว่างการอบ และส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ได้ เมื่อนำแป้งผสม HBP มาทดสอบคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงความหนืดด้วยเครื่อง RVA ผลแสดงใน Table 2 พบว่า การเติม HBP ลงไปในแป้งสาลีเพื่อเตรียมทำคุกกี้มีผลต่อค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ค่าความหนืดที่ต่ำสุดระหว่างการทำให้เย็น (Holding strength) ค่าการสูญเสียความหนืด (Breakdown viscosity) ค่าความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) และค่าการคืนตัว (Setback viscosity) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อเวลาที่มีการเกิดความหนืดสูงสุด (Peak time) และอุณหภูมิที่ความหนืดเริ่มเพิ่มขึ้น (Pasting Temperature) การเติม HBP ในแป้งสาลีทำให้ค่าความหนืดมีค่าสูงขึ้น โดยค่า Peak viscosity, Holding strength และ Final viscosity มีค่าสูงสุด เมื่อเติม HBP ลงไป 0.50% (251.01, 169.01 และ 278.78 RVU ตามลำดับ) แต่ในการเติมในปริมาณ 1-3% ค่า Peak viscosity และ Holding strength มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่า Final viscosity มีค่าลดลงเมื่อปริมาณ HBP ที่เติมลงไปในแป้งเพิ่มขึ้น ส่วนค่า Breakdown viscosity พบว่า แป้งผสมที่มีการเติม HBP ลงไป 0.50% มีค่าใกล้เคียงกับแป้งที่มีการเติมในปริมาณ 1% และสูงกว่าแป้งที่มีการเติมในปริมาณ 2 และ 3% เมื่อพิจารณาค่า Setback viscosity พบว่าแป้งสาลีเมื่อเติม HBP ในปริมาณ 0.5% มีค่าใกล้เคียงกับแป้งที่เติมในปริมาณ 1-2% แต่เมื่อเติม HBPในปริมาณ 3% พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับแป้งสาลีที่ไม่เติม HBP

Table 2 Pasting properties of wheat flour incorporated with HBP in difference concentrations

Pasting properties parameters	HBP (%)				
	0	0.5	1	2	3
Peak viscosity (RVU)	206.71 ± 2.54 c	251.01 ± 0.36 a	245.89 ± 0.39 b	245.60 ± 0.30 b	245.07 ± 0.90 b
Holding strength (RVU)	128.64 ± 3.52 c	169.01 ± 1.74 a	163.40 ± 1.33 b	163.87 ± 0.48 b	163.50 ± 2.27 b
Breakdown viscosity (RVU)	75.72 ± 0.57 c	83.58 ± 1.54 a	82.35 ± 0.46 ab	81.67 ± 1.01 b	81.07 ± 0.95 b
Final viscosity (RVU)	235.87 ± 0.90 e	278.78 ± 1.22 a	274.64 ± 0.25 b	272.04 ± 0.41 c	266.82 ± 0.55 d
Setback viscosity (RVU)	105.39 ± 1.12 c	109.14 ± 1.92 ab	111.10 ± 1.34 a	108.17 ± 0.43 b	103.32 ± 1.54 c
Peak time (min)	6.05 ± 0.05	6.03 ± 0.09	5.94 ± 0.02	6.04 ± 0.07	6.03 ± 0.09
Pasting temperature(˚C)	68.72 ± 0.20	68.44 ± 0.23	68.43 ± 0.63	69.12 ± 0.48	68.77 ± 0.48

Means (± standard deviation) with different letters (a, b, etc.) in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งสาลี เมื่อมีการเติมส่วนผสมอื่นเข้าไปจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของส่วนผสมนั้นๆ จากรายงานของ Sharma et al. (2013) พบว่า การเติมผงใบบอระเพ็ดที่ระดับ 0-7.5% จะทำให้ค่า Peak viscosity และ Breakdown viscosity ลดลง ส่วนค่า Final viscosity, Setback viscosity และ Pasting Temperature มีค่าเพิ่มสูงขึ้น เมื่อปริมาณผงใบบอระเพ็ดที่เติมลงในแป้งสาลีมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากโปรตีน เส้นใยอาหารและเกลือแร่ที่เป็นองค์ประกอบในผงใบบอระเพ็ดไปแย่งจับน้ำในระบบ ทำให้เม็ดแป้งมีความต้านทานต่อความร้อนและแรงเฉือนมากขึ้น ส่งผลให้การเกิดเจลาตินไนเซชั่น (Gelatinization) ของแป้งช้าลงและการพองตัวของเม็ดแป้งในระหว่างการให้ความร้อนลดลง และทำให้แป้งมีความสามารถในการฟอร์มเจลหลังจากการให้ความร้อนและทำให้เย็น แต่จากรายงานของ Sharma and Gujral (2014) พบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวบาร์เลย์ที่ระดับ 0-100% ทำให้ค่า Peak viscosity, Breakdown viscosity และ Final viscosity เพิ่มขึ้น ส่วนค่า Peak time ลดลง ในขณะที่ค่า Setback viscosity พบว่าการเติมแป้งข้าวบาร์เลย์ระดับ 25 และ 50% มีค่าลดลง แต่ที่ระดับ 75 และ 100% กลับมีค่ามากขึ้น การเปลี่ยนแปลงของความหนืดของแป้งที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ที่เป็นส่วนประกอบในแป้งข้าวบาร์เลย์

ในระหว่างการอบเพื่อทำให้คุกกี้สุกนั้น เมื่อแป้งได้รับความร้อนจะเกิดการสุกคล้ายเจล หรือเกิดการเจลาตินไนซ์เซชั่น และโปรตีนจะเกิดการเสียสภาพ ส่วน

น้ำเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นไอน้ำและระเหยออกไป ซึ่งในระหว่างที่น้ำกลายเป็นไอนั้นทำให้ความดันไอภายในคุกกี้สูงขึ้น ส่งผลให้ส่วนผสมมีการขยายตัว เมื่อไอน้ำระเหยออกไปจะเกิดโครงสร้างที่เป็นรูพรุน ซึ่งมีผลต่อลักษณะปรากฏและลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของคุกกี้ด้วย

การสูญเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการอบ (Bake loss) และสัดส่วนของการขยายตัวของคุกกี้ (Spread ratio) ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางและความหนาของคุกกี้ที่ได้หลังจากอบ ความแข็งและสีของคุกกี้แสดงใน **Table 3** พบว่า ปริมาณ HBP ที่ผสมลงไปมีผลต่อค่า Bake loss, Spread ratio ค่าความแข็ง (Hardness) และสีของคุกกี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยค่า Bake loss ของคุกกี้ที่มีส่วนผสมของการ HBP 0.50 และ 3% ของแป้งสาลีมีค่า Bake loss มากกว่าคุกกี้ที่ไม่เติม HBP ส่วนคุกกี้ที่มีส่วนผสมของ HBP 1 และ 2% มีค่า Bake loss ใกล้เคียงกับคุกกี้ที่ไม่เติม HBP ในส่วนของค่า Spread ratio พบว่าการเติม HBP ลงไปทำให้ค่า Spread ratio ของคุกกี้ต่ำลง โดยคุกกี้ที่ส่วนผสมของ HBP 1% มีค่า Spread ratio ต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาค่า Hardness ของคุกกี้ พบว่าคุกกี้ที่มีส่วนผสมของ HBP 3% มีค่าความแข็งมากที่สุด การเติม HBP ทำให้คุกกี้ที่ได้ มีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง โดยสีที่ผิวหน้าของคุกกี้จะมีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลงเพิ่มขึ้นเมื่อคุกกี้มีส่วนผสมของ HBP มากขึ้น และคุกกี้ที่มีส่วนผสมของ HBP 2% มีค่า –a* คือมีค่าสีเขียวมากที่สุด

Table 3 Bake loss, spread ratio, hardness and color values of cookies prepared from wheat flour incorporated with HBP in difference concentrations

Parameters		HBP (%)				
0		0.50	1	2	3	
Bake loss (%)		15.46 ± 1.02 c	16.56 ± 0.37 b	15.58 ± 0.12 c	14.81 ± 0.15 c	18.13 ± 0.17 a
Spread ratio (D/T)		3.92 ± 0.12 a	3.15 ± 0.06 c	2.74 ± 0.14 d	3.14 ± 0.05 c	3.63 ± 0.24 b
Hardness (g)		1,355.61 ± 50.43 bc	1,233.88 ± 51.16 c	1,273.18 ± 13.27 c	1,421.74 ± 34.53 b	3,190.11 ± 129.01 a
Color	L*	66.39 ± 0.75 a	61.47 ± 0.21 b	56.19 ± 0.67 c	55.29 ± 0.38 c	47.50 ± 1.27 d
	a*	3.11 ± 0.40 a	0.32 ± 0.04 c	1.66 ± 0.54 b	-1.32 ± 0.09 d	1.27 ± 0.19 b
	b*	39.02 ± 0.18 a	34.42 ± 0.32b	31.90 ± 0.29 c	30.50 ± 0.35 d	26.01 ± 1.02 e

Means (± standard deviation) with different letters (a, b, etc.) in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

จากการศึกษาของ Sharma et al. (2013) และ Sharma and Gujral (2014) พบว่า คุกกี้ที่มีส่วนผสมของผงใบบอระเพ็ด และแป้งข้าวบาร์เล่ย์มีค่า Spread ratio ลดลง แต่จากรายงานการศึกษาของ Chung et al. (2014) พบว่าคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกลับมีค่า Spread ratio เพิ่มขึ้น ซึ่งการขยายตัวของคุกกี้ในระหว่างการอบนั้นมีความสัมพันธ์กันกับความหนืดของโด การทดแทนแป้งสาลีด้วยผงใบบอระเพ็ดและแป้งข้าวบาร์เล่ย์ทำให้โดที่ได้มีความหนืดเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากผงใบบอระเพ็ดและแป้งข้าวบาร์เลย์ทำให้แป้งผสมมีปริมาณเส้นใยอาหารซึ่งมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้เพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ในส่วนผสมจึงมีอย่างจำกัด และนอกจากนี้การทดแทนทำให้ปริมาณโปรตีนกลูเตนในส่วนผสมลดลงด้วย โดจึงมีความหนืดและความแข็งเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ในระหว่างการอบ คุกกี้เกิดการขยายตัวได้น้อยจึงทำให้ค่า Spread ratio ลดลง (Sharma and Gujral, 2014) ในทางตรงกันข้ามการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทำให้โดที่ได้มีความหนืดลดลง เนื่องมาจากการทดแทนทำให้โปรตีนกลูเตนในส่วนผสมมีปริมาณลดลงแต่มีโปรตีนที่มาจากแหล่งอื่นคือโปรตีนจากข้าวมีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งโปรตีนจากข้าวมีความสามารถในอุ้มน้ำได้ดีกว่าโปรตีนจากแป้งสาลี ทำให้โดมีความหนืดลดลง คุกกี้จึงสามารถเกิดการขยายตัวได้มากในระหว่างการอบและทำให้ค่า Spread ratio เพิ่มขึ้น (Chung et al., 2014) ดังนั้นการที่ค่า Spread ratio ของคุกกี้ที่มีส่วนผสมของ HBP ลดลง อาจเนื่องมาจากกะเพราผงซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นเส้นใยอาหาร จึง

มีผลทำให้โดที่ได้มีความหนืดเพิ่มขึ้นและเมื่อนำมาอบจะทำให้การขยายตัวของคุกกี้ทำได้จำกัด และนอกจากนี้ปริมาณเส้นใยอาหารยังส่งผลต่อคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเฉพาะความแข็งของคุกกี้ด้วยเช่นกัน โดยคุกกี้ที่มีส่วนผสมของเส้นใยอาหารมากกว่าจะมีความแข็งมากกว่าคุกกี้ที่มีส่วนผสมของเส้นใยอาหารน้อย จากรายงานของ Chung et al. (2014) พบว่าคุกกี้ที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวกล้องซึ่งอุดมไปด้วยเส้นใยอาหารจะมีความแข็งมากกว่าคุกกี้ที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวขาวซึ่งมีปริมาณเส้นใยอาหารน้อยกว่า ดังนี้คุกกี้ที่มีส่วนผสมของ HBP 3% ซึ่งมีส่วนประกอบของเส้นใยอาหารที่สูงจึงมีความแข็งมากกว่าตัวอย่างคุกกี้อื่นๆ จากผลแสดงให้เห็นว่าส่วนผสมแต่ละชนิดซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมี รวมทั้งปริมาณโปรตีน สตาร์ช และเส้นใยอาหารที่แตกต่างกัน มีผลต่อความหนืดของแป้งและโด การเปลี่ยนแปลงของคุกกี้ในระหว่างการอบและลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้ที่แตกต่างกัน

สีของวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมในการทำคุกกี้มีผลอย่างมากต่อสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้ การเกิดสีในคุกกี้นอกจากจะขึ้นอยู่กับสีของวัตถุดิบแล้ว ในระหว่างการอบจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Mallard's reaction) ระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) และโปรตีน การเกิดเด็กทรินไนเซชั่นของสตาร์ช (Starch dextrinization) และคาราเมลไลเซชั่น (Caramelization) ซึ่งถูกเหนี่ยวนำให้เกิดเมื่อได้รับความร้อน ทำให้คุกกี้ที่ได้มีสีน้ำตาล (Chevallier et al., 2000)

เนื่องจากในใบกะเพรามีส่วนประกอบของสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Juntachote and Berghofer, 2005) โดยในใบกระเพราผงมีปริมาณสารฟีนอนิกและฟลาโวนอยด์เท่ากับ 37.16 µg Gallic acid/g DM และ 60.77 µg Rutin/g DM และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH และ FRAP เท่ากับ 11,898.16 µg Trolox/g DM และ µg $FeSO_4 \cdot H_2O$/g DM ตามลำดับ จากผลการทดลองใน **Table 4** แสดงให้เห็นว่า ปริมาณ HBP ที่เติมเข้าไปมีผลทำให้ค่า TPC, TFC, DPPH และ FRAP ของคุกกี้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อปริมาณ HBP มากขึ้น ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระก็เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sharma and Gujral (2014) พบว่า การเติมแป้งข้าวบาร์เลย์ในปริมาณต่างๆ ส่งผลให้ค่า TPC TFC DPPH และ FRAP มีค่าเพิ่มขึ้น

Table 4 Phenolics content and antioxidant activity of cookies prepared from wheat flour incorporated with HBP in difference concentrations

Parameters	HBP (%)				
	0	0.5	1	2	3
Phenolics					
Total phenolics (µg Gallic acid/g DM)	2.57 ± 0.03 d	2.90 ± 0.05 c	2.90 ± 0.07 c	3.50 ± 0.08 b	3.87 ± 0.05 a
Total flavonoids (µg Rutin/g DM)	2.75 ± 0.13 e	4.32 ± 0.09 d	6.30 ± 0.06 c	6.91 ± 0.06 b	7.20 ± 0.15 a
Antioxidant activity					
DPPH radical scavenging activity (µg Trolox/g DM)	602.19 ± 8.89 d	620.44 ± 12.09 d	787.08 ± 17.85 c	1,364.07 ± 36.46 b	1,402.33 ± 3.15 a
Ferric reducing antioxidative power (µg FeSO4•H2O/g DM)	16.60 ± 0.49 d	16.42 ± 1.01 d	19.11 ± 0.43 c	25.11 ± 1.20 b	28.23 ± 0.76 a

Means (± standard deviation) with different letters (a, b, etc.) in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

สรุป

การเติม HBP ในแป้งสาลีที่ใช้สำหรับเป็นวัตถุดิบในการทำคุกกี้นั้นทำให้ ค่า–a* คือ ค่าสีเขียว และ b* คือ ค่าสีเหลืองของแป้งเพิ่มขึ้น แต่ค่า L* คือ ค่าความสว่างลดลง นอกจากนี้ยังทำให้ค่า Peak viscosity, Holding strength, Breakdown viscosity และ Final viscosity ของแป้งเพิ่มขึ้นด้วย และส่งผลให้ค่า Bake loss, Spread ratio และ Hardness ของคุกกี้แตกต่างกันไปตามปริมาณของ HBP คุกกี้ที่ได้จะมีค่า L* คือ ค่าความสว่าง และ b* คือ ค่าสีเหลืองลดลงเมื่อปริมาณ HBP เพิ่มขึ้น การเติม HBP ทำให้ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของคุกกี้เพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Chevallier, S., P. Colonna, and D. Lourdin. 2000. Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. J. Cereal Sci. 31: 241-252.

Chung, H., A. Cho, and S. Lim. 2014. Utilization of germinated and heat-moisture treated brown rices in sugar-snap cookies. LWT - Food Sci. and Tech. 57: 260-266.

Inchuen, S., P. Pornchaloempong, W. Narkrugsa, and K. Tungkananuruk. 2011. Influence of heat treatment on antioxidant capacity and color of Thai red curry paste. Kasertsart J. (Nat. Sci.). 45: 136-146.

Infante, R. A., D. I. G. Natal, M. E. C. Moreira, M. I. D. Bastiani, C. G. O. Chagas, M. R. Nutti, V. A.

V. QueirÓz, and H. S. D. Martino. 2017. Enriched sorghum cookies with biofortified sweet potato carotenoids have good acceptance and high iron bioavailability. J. Functional Foods. 38: 89-99.

Juntachote, T., and E. Berghofer. 2005. Antioxidative properties and stability of ethanolic extracts of Holy basil and Galangal. Food Chem. 92: 193–202.

Mahajan, N., S. Rawal, M. Verma, M. Poddar, and S. Alok. 2013. A phytopharmacological overview on *Ocimum* species with special emphasis on *Ocimum sanctum*. Biomed & Prev. Nutri. 3: 185-192.

Roa, B. B., B. Dhanashri, and C. Kavitha. 2018. Study on evaluation of starch, dietary fiber and mineral composition of cookies developed from 12 sorghum cultivars. Food Chem. 238: 82-86.

Sharma, P., and H. Gujral. 2014. Cookie making behavior of wheat-barley flour blends and effects on antioxdant properties. LWT – Food Sci. and Tech. 55: 301-307.

Sharma, P., V. Velu, D. Indrani, and R. P. Singh. 2013. Effect of dried guduchi *(Tinospora cordifolia)* leaf powder on rheological, organoleptic and nutritional characteristics of cookies. Food Res. Inter. 50: 704-709.

Shimizu, T., M. P. Torres, S. Chakraborty, J. J. Souchek, S. Rachagani, S. Kaur, M. Macha, A. K. Ganti, R. J. Hauke, and S. K. Batra. 2013. Holy Basil leaf extract decreases tumorigenicity and metastasis of aggressive human pancreatic cancer cells in vitro and in vivo: Potential role in therapy. Cancer Letters. 336: 270-280.

Surveswaran, S., Y. Cai, H. Corke, and M. Sun. 2007. Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants. Food Chem. 102: 938–953.

Xie, Z., H. Hung, Y. Zhao, H. Shi, S. Wang, T. T. Y. Wang, P. Chen, and L. Yu. 2012. Chemical composition and anti-proliferative and anti-inflammatory effects of the leaf and whole-plant samples of diploid and tetraploid *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino. Food Chem. 132: 125-133.