

การทดแทนแป้งสาลีบางส่วน
ด้วยแป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 ในคุกกี้
Substitution of Wheat Flour with
Purple Yard Long Bean Flour (*Vigna unguiculata* subsp.
sesquipedalis) cv. Sirindhorn No. 1 in cookies

ณัฐนิชา ทวีแสง*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี 71190

กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

ถนนสุวรรณศร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว 27160

Natnicha Thaweeseang*

Faculty of Science and Technology, Kanchanaburi Rajabhat University,

Nong Bua, Muang, Kanchanaburi 71190

Kanyarat Lueangprasert

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sakaeo Campus,

Suwannasorn Road, Watthana Nakhon, Sa Kaeo 27160

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 ทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้ แป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 เตรียมโดยอบแห้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 ที่อุณหภูมิ 50 °C เวลา 15 ชั่วโมง นำมาบดและวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ พบว่าแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 มีปริมาณโปรตีน ความชื้น ไขมัน โยอาหาร ใย และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 1.88±0.05, 7.58±0.30, 1.53±0.19, 13.23±0.54, 5.63±0.05 และ 79.52±0.55 ตามลำดับ ค่า a_w เท่ากับ 0.31±0.00 มีค่า L^* เท่ากับ 56.47±0.24 ค่า a^* เท่ากับ 3.73±0.31 และค่า b^* เท่ากับ 16.52±0.51 ผลการศึกษาการใช้แป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 ทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้ร้อยละ 20, 30 และ 40 ต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ พบว่าคุกกี้ที่ทดแทนแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 เพิ่มขึ้นจะมีค่า L^* และค่า b^* ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) คุกกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 มีค่า a_w ค่าความแข็ง ปริมาณความชื้น โยอาหาร ใย ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูล

อิสระของคูกี้เพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของคูกี้ที่เติมแป้งถั่วสิรินธร เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมต่ำกว่าสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับคูกี้ที่เติมแป้งถั่วสิรินธร เบอร์ 1 ร้อยละ 20

คำสำคัญ : ถั่วฝักยาวสีม่วง; คูกี้; สารต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The present study aims to find out the optimum ratio of the purple yard long bean flour (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*) cv. Sirindhorn No. 1 substituted for wheat flour in cookie products. The purple yard long bean flour was obtained by hot air drying at 50°C for 15 hours and ground. The purple yard long bean flour contained protein, moisture content, fat, fiber, ash and carbohydrate at 1.88±0.05, 7.58±0.30, 1.53±0.19, 13.23±0.54, 5.63±0.05 and 79.52±0.55 % respectively, The flour had water activity (a_w) of 0.31±0.00, L^* value of 56.47±0.24, a^* value of 3.73±0.31 and b^* value of 16.52±0.51. The purple yard long bean flour was then used to substitute wheat flour in cookies at 20, 30 and 40 % substitution levels. The results showed that increasing amount of the purple yard long bean flour addition resulted in decreasing the L^* and a^* value compared to the control formula ($P \leq 0.05$). Cookie with the purple yard long bean flour compared to the control formula, increasing % substitution with the purple yard long bean flour resulted in a_w hardness, moisture content, fiber, ash, total phenolic content, % radical scavenging activity (% RSA), whereas decreasing in carbohydrate ($P \leq 0.05$). Sensory evaluation showed that the scores of color, odor, taste, texture and overall preference cookies substituted with the purple yard long bean flour were less than control formula ($P \leq 0.05$). Cookie with 20 % purple yard long bean flour substitution were acceptable.

Keywords: purple yard long bean; cookie; antioxidant

1. บทนำ

ถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*) เป็นถั่วฝักยาวลูกผสมจากพันธุ์แม่ที่มีฝักยาวพันธุ์เนื้อ ฝักสีเขียว ผสมกับพันธุ์พ่อที่มีฝักยาวสีแดง โดยมีลักษณะเด่นประจำพันธุ์ คือ ฝักสีม่วงอมแดง เมล็ดมีสีแดงลายขาว และได้รับพระราชทานนามจากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ

เมื่อวันที่ 11 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 [1] ถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 มีสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่ แอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกและมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถพบได้ไม่ผลหลายชนิด ได้แก่ ลิ้นจี่ แอปเปิ้ล องุ่นม่วง ทับทิม เบอร์รี่ต่าง ๆ มะเขือม่วง กะหล่ำปลีสีม่วง มะม่วงมหาชนก เป็นต้น [2,3] นอกจากนั้นยังมีคุณค่าทางโภชนาการด้าน

อื่น ๆ ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ และใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อระบบขับถ่ายของร่างกาย

สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่มีสมบัติในการยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันต่าง ๆ โดยการการดักจับอนุมูลอิสระโดยตรงหรือยับยั้งการสร้างอนุมูลอิสระหรือเข้าจับ (chelate) กับโลหะ [4] สารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติส่วนใหญ่จะพบในผักและผลไม้ เช่น วิตามิน สารประกอบฟีนอลิก และแคโรทีนอยด์ จากการศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่าการบริโภคผักและผลไม้เป็นประจำสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังได้ ซึ่งเป็นผลมาจากสารพฤกษเคมี (phytochemical) ในผักและผลไม้ที่มีความสามารถในการป้องกันและยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายได้ [5]

เส้นใยอาหารโดยทั่วไปถือว่าเป็นวัตถุดิบ “หายาก” ซึ่งไม่สามารถย่อยได้ด้วยกรดในกระเพาะอาหารและเอนไซม์ในลำไส้เล็กของมนุษย์ ผักและผลไม้เป็นแหล่งอาหารที่มีเส้นใยอาหารปริมาณสูง เนื่องจากเส้นใยอาหารเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ในพืช ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเชิงซ้อน ได้แก่ เซลลูโลส เพกทิน เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน กัม และอินนูลิน [6] เส้นใยอาหารนับว่าเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายในด้านสุขภาพ ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ โรคเบาหวาน โรคอ้วน โรคมะเร็งบางชนิด ช่วยการปรับปรุงการทำงานของลำไส้ใหญ่ และการลดระดับน้ำตาลในเลือด เป็นต้น นอกจากนี้เส้นใยอาหารยังช่วยในการปรับปรุงสมบัติการทำงานบางอย่างในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ทำให้มีกลิ่นชื้นเกิดความคงตัว ปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยป้องกันการแยกชั้นของของเหลวจากการหดตัวของเจล ซึ่งจะพบว่าใยอาหารเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ แยม ซุป

และผลิตภัณฑ์นม เป็นต้น [7]

ผลิตภัณฑ์ขนมอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพร้อมบริโภคทันที ทำจากแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก มีการใช้ยีสต์ หรือผงฟู และอาจเติมส่วนประกอบอื่นตามลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ และทำให้สุกด้วยความร้อน เช่น อบ ทอด นึ่ง ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ได้แก่ โดนัท เค้ก พาย เพสตรี คุกกี้ ขนมปังกรอบ แครกเกอร์ บิสกิต และขนมเปียะ เป็นต้น [8] คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่นิยมรับประทานเป็นอาหารว่าง เนื่องจากมีให้เลือกหลากหลายรสชาติ และมีลักษณะเฉพาะตัว อย่างไรก็ตาม คุกกี้มีส่วนประกอบหลักเป็นแป้ง น้ำตาล และไขมัน การบริโภคคุกกี้ในปริมาณมากอาจทำให้เกิดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคอ้วน โรคเบาหวาน และคลอเรสเตอรอลในเลือดสูง เป็นต้น

งานวิจัยนี้จึงได้นำแป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 มาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในคุกกี้ โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณลักษณะด้านกายภาพของแป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 และเพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้แป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 ทดแทนแป้งสาลีต่อคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของคุกกี้ ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์คุกกี้และเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมแป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1

นำถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 มาล้างให้สะอาด และหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1 : 1 จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง นำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 15 ชั่วโมง และนำมาบดด้วยเครื่องบดละเอียด ultra-centrifugal mill จนได้แป้งถั่วฝัก

ยาวสิรินธร เบอร์ 1 ขนาดประมาณ 60 เมช เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

2.2 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณลักษณะด้านกายภาพของแป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1

นำแป้งถั่วฝักยาวสิรินธรเบอร์ 1 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน และใยอาหาร [9] วัดสีในรูปของ ค่า L^* , a^* , b^* ด้วยเครื่อง Hunter Lab และวัดค่า water activity (a_w)

2.3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้แป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธรเบอร์ 1 ทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วนแป้งสาลีต่อแป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 ดังนี้ 100:0 (สูตรควบคุม) 80:20, 70:30 และ 60:40 และนำมาวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เช่นเดียวกับข้อ 2.2

2.3.2 วิเคราะห์ด้านกายภาพ ได้แก่ ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสรุ่น TA.XT Express enhanced วัดค่า hardness โดยใช้หัววัดแบบทรงกระบอก (P/20P, 20 mm Cyl. perspex) และตั้งค่าดังต่อไปนี้ pre-test speed 2.0 mm/s, test speed 3.0 mm/s, post-test speed 10.0 mm/s, distance: 20 mm, trigger type auto 5 g และค่าสีในรูปของค่า L^* , a^* , b^* ด้วยเครื่อง Hunter Lab

2.3.3 วิเคราะห์สมบัติด้านการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ดังนี้ โดยใช้วิธี DPPH scavenging method [10] และวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin ciocalteu reagent method [11]

2.3.4 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบประเภททั่วไป จำนวน 50 คน

งานวิจัยนี้วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) สำหรับการตรวจสอบด้านกายภาพและเคมี และวางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized complete block design) สำหรับการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบชิม ทดลอง 2 ซ้ำ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA (analysis of variance) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple range test

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณลักษณะทางกายภาพของแป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1

ผลการจากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีและกายภาพของแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 แสดงในตารางที่ 1 พบว่าแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 มีปริมาณโปรตีน ความชื้น ไขมัน ใยอาหาร ไขมันคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 1.88 ± 0.05 , 7.58 ± 0.30 , 1.53 ± 0.19 , 13.23 ± 0.54 , 5.63 ± 0.05 และ 79.52 ± 0.55 ตามลำดับ กล้าณรงค์ และเกื้อกุล [12] รายงานว่าแป้งสาลีมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 12.5 ความชื้นร้อยละ 14 ไขมันร้อยละ 1.65 ใยอาหารร้อยละ 2.5 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 64 พบว่าแป้งถั่วฝักยาวสิรินธรเบอร์ 1 มีปริมาณเส้นใยอาหารและคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าแป้งสาลี เนื่องจากฝักมีคาร์โบไฮเดรตที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์ ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) และเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ซึ่งคาร์โบไฮเดรตในกลุ่มนี้อยู่ในประเภทเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำ (insoluble dietary fiber) มีสมบัติพอง

ตัวในน้ำ และแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ไม่สามารถย่อยได้ ทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย โดยไปเพิ่มเนื้ออุจจาระ สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ Thiyajai [13] ศึกษาสมบัติกากบัวบกแห้งอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 10 ชั่วโมง และนำมาบดพบว่ากากบัวบกแห้งมีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต (รวมเส้นใยอาหาร) 7.75, 8.66, 20.97, 1.68 และ 68.69 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ Galla และคณะ [14] ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปวยเล้งอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 8 ชั่วโมง และนำมาบดให้มีขนาด 72 เมช พบว่า ปวยเล้งอบแห้งมีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8.60, 18.81, 27.8, 5.69, 8.82 และ 30.28 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมี ค่า water activity (a_w) และค่าสีของแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1

การวิเคราะห์คุณภาพ	ปริมาณ
องค์ประกอบทางเคมี	
โปรตีน (ร้อยละ)	1.88±0.05
ความชื้น (ร้อยละ)	7.58±0.30
ไขมัน (ร้อยละ)	1.53±0.19
ใยอาหาร (ร้อยละ)	13.23±0.54
เถ้า (ร้อยละ)	5.63±0.05
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	79.52±0.55
water activity (a_w)	
ค่า water activity (a_w)	0.31±0.00
ค่าสี	
ค่าความสว่าง (L^*)	56.47±0.24
ค่าความเป็นสีแดง (a^*)	3.73±0.31
ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*)	16.52±0.51

ค่า water activity (a_w) และค่าสีของแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าค่า a_w ของแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 เท่ากับ 0.31 ± 0.00 จัดอยู่ในกลุ่มอาหารแห้ง คือ มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ [15] สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thiyajai [13] ที่รายงานว่ากากบัวบกแห้งอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 10 ชั่วโมง มีค่า a_w เท่ากับ 0.35 สีของแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 ก่อนที่จะนำมาอบแห้งมีสีม่วงหลังจากผ่านการอบแห้งแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 มีลักษณะสีน้ำตาลปนเขียว เมื่อไปวิเคราะห์ค่าสีจะพบว่ามีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 56.47 ± 0.24 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) เท่ากับ 3.73 ± 0.31 และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 16.52 ± 0.51 Galla และคณะ [14] รายงานว่าปวยเล้งอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 8 ชั่วโมง มีค่า L^* เท่ากับ 55.36 ค่า a^* เท่ากับ 3.35 และค่า b^* 13.95 การอบแห้งมีผลกระทบต่อสีของอาหารเนื่องจากความร้อนทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล และอาหารที่มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 10-12 อบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะทำให้อาหารมีสีคล้ำเพิ่มขึ้น [16]

3.2 ผลศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้แป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ต่อคุณลักษณะด้านต่าง ๆ

การทดลองใช้แป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 ทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วนแป้งสาลีต่อแป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสิรินธร เบอร์ 1 ดังนี้ 100:0 (สูตรควบคุม) 80:20, 70:30 และ 60:40 และนำตัวอย่างทั้งหมดมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงค่า L^* , a^* และค่า b^* ของคุกกี้ที่ทดแทนแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ (รูปที่ 1) พบว่าคุกกี้ที่เติมแป้งสาลีร้อยละ 100

(สูตรควบคุม) มีค่า L^* สูงสุด ($P \leq 0.05$) คูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 ร้อยละ 20, 40 และ 60 มีค่า L^* ลดลง คูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธเบอร์ 1 ร้อยละ 20, 40 และ 60 มีค่า a^* ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสูตรควบคุม และคูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 เพิ่มขึ้น มีค่า b^* ลดลง ($P \leq 0.05$) เนื่องจากแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 มีลักษณะสีน้ำตาลปนเขียว และเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของคาร์โบไฮเดรตในระหว่าง

การอบจึงทำให้ค่า L^* และค่า b^* ของคูกี้ลดลง การเกิดปฏิกิริยามลลาร์ดและการเกิดสีน้ำตาลของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในสารประกอบฟีนอลิกมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้นจึงทำให้ค่า L^* ของคูกี้ลดลง [17,18] สอดคล้องกับงานวิจัยของ Galla และคณะ [14] ที่รายงานว่า การเติมผงปวยเล้งร้อยละ 5, 10 และ 15 ในผลิตภัณฑ์บิสกิตพบว่าค่า L^* และค่า b^* ของบิสกิตลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณผงปวยเล้ง

ตารางที่ 2 ค่าสีคูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ

สูตร (แป้งสาลี:แป้งถั่ว)	ค่าความสว่าง (L^*)	ค่าความเป็นสีแดง (a^*)	ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*)
สูตรที่ 1 (100:0)	60.51±2.53 ^a	8.62±1.60 ^a	26.97±0.60 ^a
สูตรที่ 2 (80:20)	42.91±0.62 ^b	7.17±0.45 ^a	19.86±0.54 ^b
สูตรที่ 3 (70:30)	41.52±3.35 ^b	6.34±0.35 ^a	17.82±0.49 ^c
สูตรที่ 4 (60:40)	38.29±1.35 ^b	6.62±0.76 ^a	16.77±0.63 ^c

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4
(100:0) (80:20) (70:30) (60:40)

รูปที่ 1 คูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ

ตารางที่ 3 พบว่าคูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 เพิ่มขึ้นมีค่า a_w เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม โดยคูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 ร้อยละ 40 มีค่า a_w สูงสุด เท่ากับ 0.32

($P \leq 0.05$) เนื่องจากแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 มีค่า a_w เท่ากับ 0.31 ± 0.00 เมื่อนำมาเติมในคูกี้จึงมีผลทำให้ค่า a_w ของคูกี้เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม คูกี้สูตรควบคุมและสูตรที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ มีค่า a_w ของต่ำกว่า 0.6 ซึ่งอยู่ในช่วงที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ [15] สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิวิมล [19] ที่รายงานว่าคูกี้ที่ทดแทนด้วยแป้งสาครร้อยละ 40, 60 และ 80 มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.283-0.292 และ Thiyajai [13] ที่ศึกษาการนำกากบัวบกแห้งมาทดแทนปริมาณแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คูกี้ชาเขียวร้อยละ 5, 7.5, 10 และ 15 มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.23-0.28

ค่าความแข็ง (hardness) ของคูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 3 พบว่าคูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 มีค่าความแข็งสูงกว่าสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) และค่า

ความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้ง ถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 เนื่องจากแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 มีปริมาณใยอาหารสูงทำให้เพิ่มใยอาหารในคุกกี้จึงทำให้โมเลกุลของแป้งสาลีจับกันได้น้อยลงและเมื่อใยอาหารมีความสามารถในการจับน้ำเพิ่มขึ้นจะทำให้ความชื้นของโดลดลงจึงมีผลทำให้ค่าความแข็งของคุกกี้เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sharmaa และคณะ [20] ที่ศึกษาผลของปริมาณผงใบบอระเพ็ด (*Tinospora cordifolia*) ร้อยละ 2.5, 5 และ 7.5 ต่อลักษณะคุณภาพด้านต่าง ๆ ของคุกกี้ พบว่าเมื่อเพิ่ม

ปริมาณผงใบบอระเพ็ดค่าความแข็งของคุกกี้เพิ่มขึ้นขณะที่ค่าความสามารถในการยึดเกาะ (cohesiveness) และค่าความยืดหยุ่น (springiness) ลดลง Galla และคณะ [14] รายงานว่าบิสกิตที่เติมผงปวยเล้งมีความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณผงปวยเล้ง และ Raymundo และคณะ [21] ศึกษาผลของปริมาณใยอาหารจากไซเลียม ฮักส์ (Psyllium Husk) ต่อลักษณะด้านต่าง ๆ ของโดบิสกิตและบิสกิต พบว่าเมื่อปริมาณใยอาหารจากไซเลียม ฮักส์เพิ่มขึ้นค่าความแข็งของโดบิสกิตเพิ่มขึ้นและค่าความสามารถในการยึดเกาะลด

ตารางที่ 3 ค่า water activity (a_w) และค่าความแข็ง (hardness) ของคุกกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ

สูตร (แป้งสาลี: แป้งถั่ว)	water activity (a_w)	ค่าความแข็ง (hardness, g)
สูตรที่ 1 (100:0)	0.21±0.01 ^d	3307.75±238.03 ^c
สูตรที่ 2 (80:20)	0.24±0.00 ^c	4821.43±278.10 ^b
สูตรที่ 3 (70:30)	0.29±0.00 ^b	7139.76±467.15 ^a
สูตรที่ 4 (60:40)	0.32±0.00 ^a	6891.67±122.64 ^a

^{a,b,c,d} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ

สูตร (แป้งสาลี: แป้งถั่ว)	โปรตีน (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	ใยอาหาร (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)
สูตรที่ 1 (100:0)	1.11±0.28 ^a	1.90±0.02 ^c	30.03±1.07 ^a	3.62±2.39 ^b	1.43±0.03 ^b	61.92±3.73 ^a
สูตรที่ 2 (80:20)	0.87±0.05 ^a	2.87±0.08 ^b	34.01±1.92 ^a	3.86±0.26 ^{ab}	1.89±0.08 ^a	56.50±2.31 ^{ab}
สูตรที่ 3 (70:30)	0.85±0.14 ^a	2.90±0.01 ^b	30.26±1.90 ^a	4.98±0.66 ^{ab}	2.20±0.31 ^a	58.81±1.68 ^{ab}
สูตรที่ 4 (60:40)	0.88±0.23 ^a	3.16±0.09 ^a	32.05±1.03 ^a	7.32±0.58 ^a	2.16±0.05 ^a	54.44±1.33 ^b

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ พบว่าคุกกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 ร้อยละ 20, 30 และ 40 มีปริมาณโปรตีนและไขมันไม่แตกต่าง

กับสูตรควบคุม ($P > 0.05$) คุกกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 มีปริมาณความชื้นและใยอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 เพิ่มขึ้น สูตรที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 ร้อยละ 40 มี

ปริมาณความชื้นและใยอาหารสูงสุด ($P \leq 0.05$) คุกกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ มีปริมาณเถ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) คุกกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงเมื่อปริมาณแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 เพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) การจากเติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 บางส่วนในผลิตภัณฑ์คุกกี้สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในด้านใยอาหาร และสามารถลดปริมาณคาร์โบไฮเดรตในกลุ่มแป้งซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคอ้วน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sharmaa และคณะ [20] ที่รายงานว่าคุกกี้ที่เติมผงใบบอระเพ็ดร้อยละ

ละ 2.5, 5 และ 7.5 มีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.10, 4.38 และ 5.10 ตามลำดับ Galla และคณะ [14] รายงานว่าบิสกิตที่เติมผงปวยเล้งร้อยละ 5, 10 และ 15 มีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.22, 2.31 และ 2.87 ตามลำดับ และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงร้อยละ 60.27, 57.62 และ 54.35 ตามลำดับ Drisya และคณะ [22] ศึกษาผลของใบหอมแขก (*Murraya koenigii*) อบแห้งต่อลักษณะคุณภาพด้านต่าง ๆ ของคุกกี้ พบว่าคุกกี้ที่เติมใบหอมแขกอบแห้งร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 มีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.65, 5.52, 7.30 และ 9.25 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของคุกกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ

สูตร (แป้งสาลี: แป้งถั่ว)	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g sample)	เปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% radical scavenging activity)
สูตรที่ 1 (100:0)	0.04±0.00 ^d	25.82±0.01 ^d
สูตรที่ 2 (80:20)	0.05±0.00 ^c	29.69±0.01 ^c
สูตรที่ 3 (70:30)	0.07±0.00 ^a	40.67±0.03 ^a
สูตรที่ 4 (60:40)	0.06±0.00 ^b	32.36±0.00 ^b

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content) ของคุกกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ พบว่าคุกกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) และคุกกี้สูตรที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสิรินธร เบอร์ 1 ร้อยละ 30 มีปริมาณฟีนอลิกสูงสุด ($P \leq 0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thiyajai [13] รายงานว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ชาเขียวที่เติมกากบัวบกแห้งร้อยละ 7.5 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม Jan และคณะ [17] รายงานว่าคุกกี้ที่ทำจาก

แป้ง pigweed (*Chenopodium album*) มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้น สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่พบตามธรรมชาติในพืช ที่อยู่ในช่องว่างภายในเซลล์ (cell vacuole) ของพืช ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่ทำให้พืชแสดงลักษณะด้านกายภาพและเคมี เช่น สี ความขม รสชาติ และกลิ่น นอกจากนี้ยังมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) โพลีฟีนอลิก (polyphenolic) [23]

เปอร์เซ็นต์ในการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

(% radical scavenging activity) ของคูกี้ที่เติมแป้ง ถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ แสดงดังตาราง ที่ 5 พบว่าคูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 มีเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) และคูกี้สูตรที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 ร้อยละ 30 มีเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ($P \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด อย่างไรก็ตาม สารประกอบฟีนอลิกอาจถูกทำลายในระหว่าง

กระบวนการอบแห้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 และการอบคูกี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sharmaa และคณะ [20] รายงานว่าคูกี้ที่เติมผงใบบอระเพ็ดร้อยละ 2.5, 5 และ 7.5 มีเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นและสูงกว่าสูตรควบคุม 1.21 (สูตรควบคุม) 8.28, 9.17 และ 11.16 ตามลำดับ และ Drisya และคณะ [22] ได้รายงานว่ามีเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของคูกี้เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณใบหอมแขกอบแห้งเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 6 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมต่อลักษณะด้านต่าง ๆ ของคูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ

สูตร (แป้งสาลี: แป้งถั่ว)	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
สูตรที่ 1 (100:0)	7.64±1.28 ^a	7.36±1.57 ^a	7.76±1.04 ^a	7.26±1.34 ^a	7.90±1.10 ^a
สูตรที่ 2 (80:20)	6.54±1.49 ^b	6.52±1.58 ^b	6.64±1.68 ^b	6.50±1.76 ^b	7.00±1.44 ^b
สูตรที่ 3 (70:30)	6.28±1.59 ^b	6.24±1.99 ^b	6.44±2.21 ^b	6.50±1.99 ^b	6.64±1.88 ^b
สูตรที่ 4 (60:40)	6.44±1.59 ^b	6.04±2.01 ^b	6.08±2.04 ^b	5.96±2.16 ^b	6.66±1.94 ^b

ตารางที่ 6 พบว่าคูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 ร้อยละ 20, 30 และ 40 มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่ำกว่าสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) และพบว่าปริมาณแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 เพิ่มขึ้นมีผลทำให้คะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ลดลงเนื่องจากแป้งถั่วฝักยาวสีรินธเบอร์ 1 มีรสชาติค่อนข้างขม มีกลิ่นคล้ายหญ้าอบแห้ง และมีสีเข้มเมื่อปริมาณแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 เพิ่มขึ้น อาจมีผลต่อรสชาติ กลิ่น และสีของคูกี้ จึงทำให้มีคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ต่ำกว่าสูตรควบคุม อย่างไรก็ตาม คูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 ร้อยละ 20 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด คือ 7.00±1.44 อยู่ระดับชอบปานกลาง สอดคล้องกับงานวิจัยของ

ศศิวิมล [19] ที่รายงานว่าคูกี้ที่เติมผงใบบอระเพ็ด ร้อยละ 7.5 มีสีเขียวเพิ่ม และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งจึงให้มีคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ อยู่ในระดับที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ และผู้บริโภคให้การยอมรับคูกี้ที่เติมผงใบบอระเพ็ดร้อยละ 5 Raymundo Raymundo และคณะ [21] รายงานว่าคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของคูกี้ลดลงเมื่อปริมาณใบหอมแขกอบแห้งเพิ่มขึ้น และผู้บริโภคให้การยอมรับคูกี้ที่เติมใบหอมแขกอบแห้งร้อยละ 10

4. สรุป

แป้งถั่วฝักยาวสีรินธ เบอร์ 1 มีปริมาณโปรตีน ความชื้น ไขมัน โยอาหาร ใยอาหาร เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 1.88±0.05, 7.58±0.30, 1.53±0.19,

13.23±0.54, 5.63±0.05 และ 79.52±0.55 ตามลำดับ ค่า a_w เท่ากับ 0.31±0.00 มีค่า L^* เท่ากับ 56.47±0.24 ค่า a^* เท่ากับ 3.73±0.31 และค่า b^* เท่ากับ 16.52±0.51 คูกี้ที่ทดแทนแป้งถั่วฝักยาวสีรินธร เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ มีค่า L^* และค่า b^* ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) คูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธร เบอร์ 1 มีค่า a_w สูงสุด ค่าความแข็ง ปริมาณความชื้นใยอาหาร ใย ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของคูกี้เพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม คุณภาพด้านประสาทสัมผัสคูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธร เบอร์ 1 ที่ระดับต่าง ๆ มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่ำกว่าสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้ยอมรับสัมผัสคูกี้ที่เติมแป้งถั่วฝักยาวสีรินธร เบอร์ 1 ร้อยละ 20 ดังนั้นการนำแป้งถั่วฝักยาวสีรินธร เบอร์ 1 ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในคูกี้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ นอกจากนี้ยังเป็นการนำผลผลิตทางการเกษตรมาแปรรูปให้มีมูลค่าเพิ่ม

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 มหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ให้การสนับสนุนและสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

6. รายการอ้างอิง

[1] ฐานข้อมูลพืชและพันธุ์สัตว์มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2557, ถั่วฝักยาวสีม่วง สีรินธร เบอร์ 1,

สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, แหล่งที่มา : <http://portal.rae.mju.ac.th/dbplant/index.php/horticulture/vegetable/item/vigna-unguiculata>, 15 กันยายน 2558.

- [2] Lueangprasert, K., Uthaibutra, J., Saengnil, K. and Arakawa, O., 2010, The effects of sugar application on the concentrations of anthocyanin and flavonol of 'Mahajanaka' mango (*Mangifera indica* Linn. cv. Mahajanaka) Fruit, *Chiang Mai J. Sci.* 37: 355-362.
- [3] Chumyarn, A., Whangchai, K., Jungklang, J., Faiyue, B. and Saengnil, K., 2013, Effects of heat treatments on antioxidant capacity and total phenolic content of four cultivars of purple skin eggplants, *Sci. Asia* 39: 246-251.
- [4] เจนจิรา จิรัมย์ และประสงค์ สีหานาม, 2554, อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ : แหล่งที่มาและกลไกการเกิดปฏิกิริยา, ว.วิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏภาพสินธุ์ 1(1): 59-70.
- [5] Denga, G.F., Lina, X., Xub, X.R. Gaoa, L.L., Xiea, J.F. and Lia, H.B., 2013, Antioxidant capacities and total phenolic contents of 56 vegetables, *J. Funct. Foods*, 5: 260-266.
- [6] Mudgil, D. and Barak, S., 2013, Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review, *Int. J. Biol. Macromol.* 61: 1-6.
- [7] Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C. and Attia, H., 2011,

- Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review, *Food Chem.* 124: 411-421.
- [8] ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2554, คำชี้แจงประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง แก้ไขเพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ. 2553 (ฉบับที่ 2) (ฉบับแก้ไข), สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, กรุงเทพฯ.
- [9] AOAC, 2005, Official methods of analysis of AOAC international, 18th Ed., AOAC International.
- [10] Jelena, S. and Silva, J.L., 2007, Influence of osmotic concentration continuous high ultrasound and dehydration on antioxidant, Color and chemical properties of rabbiteye blueberries, *J. Food Chem.* 3: 898-906.
- [11] Akowuah, G.A., Ismail, Z., Norhayati, I. and Sadikun, A., 2005, The effects of different extraction solvents of varying polarities of polyphenols of *Orthosiphon stamineus* and evaluation of the free radical-scavenging activity, *Food Chem.* 93: 311-317.
- [12] กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยจอมขวัญ, 2546, เทคโนโลยีแป้ง, พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 303 น.
- [13] Thiyajai, P., 2007, Formulation of Green Tea Cookies Containing Residue from Pennywort [*Centella asiatica* (Linn.) Urban] Juice Production, M.Sc. Thesis, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Bangkok, 143 p.
- [14] Galla, N.R., Pamidighantam, P.R., Karakala, B., Gurusiddaiah, M.R and Akula S., 2017, Nutritional, textural and sensory quality of biscuits supplemented with spinach (*Spinacia oleracea* L.), *Int. J. Gastron. Food Sci.* 7: 20-26.
- [15] นิธิยา รัตนานพนธ์, 2549, เคมีอาหาร, พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ, 487 น.
- [16] สுகนธชิน ศรีงาม, 2549, กระบวนการทำแห้งอาหาร : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, พิมพ์ครั้งที่ 4, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 528 น.
- [17] Jan, R., Saxena, D.C. and Singh, S., 2016, Physico-chemical, textural, sensory and antioxidant characteristics of gluten: Free cookies made from raw and germinated *Chenopodium album* flour, *LWT Food Sci. Technol.* 71: 281-287.
- [18] Secchi, N., Stara, G., Anedda, R., Campus, M., Piga, A., Roggio, T. and Catzeddu, P., 2011, Effectiveness of sweet ovine whey powder in increasing the shelf life of Amaretti cookies, *LWT Food Sci. Technol.* 44: 1073-1078.
- [19] ศศิวิมล บุญยั้ง, 2552, สมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งสาकुและการใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี, 162 น.

- [20] Sharma, P., Velu, V., Indranib, D. and Singha, R.P., 2013, Effect of dried guduchi (*Tinospora cordifolia*) leaf powder on rheological, organoleptic and nutritional characteristics of cookies, Food Res. Int. 50: 704-709.
- [21] Raymundo, A., Fradinho, P. and Nunes, M.C., 2014, Effect of Psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuit and biscuit dough, Bioact. Carbohydr. Diet. Fibre 3: 96-105.
- [22] Drisya, C.R., Swetha, B.G., Velu, V., Indrani, D. and Singh, R.P., 2015, Effect of dried *Murraya koenigii* leaves on nutritional, textural and organoleptic characteristics of cookies, J. Food Technol. 52: 500-506.
- [23] Khanama, U.K.S., Obab, S., Yanase, E. and Murakamic, Y., 2012, Phenolic acids, flavonoids and total antioxidant capacity of selected leafy vegetables, J. Funct. Foods 4: 979-987.