ผลของการเสริมใยอาหารจากสับปะรดต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของบัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวหอมนิล

Effect of Dietary Fiber Supplements from Pineapples on Physicochemical Properties of Butter Cakesfrom Hom-Nin Rice Flour

เพียรพรรณ สุภะโคตร[1*] กมลมาศ ชุมศรี[1] และ ยศกร เสน่หา[1]

Pianpan Supakot[1*], Kamonmat Chumsri[1] and Yotskorn Saneha[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมใยอาหารจากสับปะรดที่เหมาะสมในบัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวหอมนิลโดยเสริมใยอาหารจากสับปะรดที่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้ง ตามลำดับจากการทดลองพบว่าการเสริมใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ค่าความสว่าง (L*) และ ค่าสีเหลือง (b*) ลดลงสำหรับค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นปริมาตร ปริมาตรจำเพาะ และความสูงของบัตเตอร์เค้กลดลงแต่มีค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ค่าความแข็งและค่าแรงในการเคี้ยวเพิ่มขึ้น สำหรับค่าการเกาะติดกันและความยืดหยุ่นมีแนวโน้มลดลง สมบัติทางเคมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและใยอาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าบัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวหอมนิลเสริมใยอาหารจากสับปะรดร้อยละ15 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และใยอาหารสูง

คำสำคัญ: บัตเตอร์เค้ก ใยอาหาร สับปะรด ข้าวหอมนิล

[1] สาขานวัตกรรมอาหารและแปรรูป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

[1] Food Innovation and Processing Faculty of Science, Rajabhat University

* Corresponding author; e-mail address: pianpan.sp@bru.ac.th

Abstract

This research aimsto study the dietary fiber supplements from pineapplesin butter cakes from Hom-Nin rice flour.The dietary fiber supplements from pineapples wereprepared at 0, 5, 10, 15 and 20 % fibers by weight of theflour, respectively. The experimental tests found that the increase of dietary fiber supplements from pineapplesgave results in decreasing of brightness (L*) and yellowness (b*) but, redness (a*) tended to increase. The volume, specific volume and high of the butter cakes trended to decrease, but providing higher density. The texture, hardness and chewiness force were increased, in turn, the cohesiveness and springiness were decreased.The chemical properties, total phenolic content, antioxidant activity and fibers were increased ($p \leq 0.05$).Sensory evaluation using the 9-point hedonic scale, found that the butter cakesdietary fiber supplements from pineapplesat 15% had the highest overall acceptance scorebut being able to retain in significant difference when compared with the control formula. In addition, there were high total phenolic content, antioxidant activity and dietary fibers.

Keywords: Butter cakes, Dietary Fibers, Pineapples, Hom-nin Rice Flour

บทนำ

ปัจจุบันมีการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมอบมากเกินไปจะส่งผลเสียต่อสุขภาพบัตเตอร์เค้กเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ขนมอบที่คนในสังคมเมืองนิยมบริโภคเพราะรสชาติอร่อยสะดวกในการรับประทาน การรับประทานอาหารดังกล่าวในปริมาณมากอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมอบประกอบไปด้วย ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ที่ให้พลังงานสูงปัจจุบันนี้ผู้บริโภคให้ความสนใจในการรักษาสุขภาพมากขึ้นการใช้ใยอาหารเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าทางโภชนาการ โดยการนำใยอาหารจากสับปะรดเข้าไปเสริมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งใยอาหารมีผลต่อระบบสรีรวิทยาของร่างกายมนุษย์เช่นช่วยลดโอกาสเสี่ยงของการเป็นโรคหัวใจ ลดระดับคอเลสเตอรอลและระดับน้ำตาลในเลือด ลดความอ้วน ป้องกันมะเร็ง และปรับปรุงหน้าที่ของลำไส้ใหญ่ (Offia-Olua *et al.*, 2013; ทศพร, 2551) สับปะรดเป็นหนึ่งในผลไม้ที่สำคัญเนื่องจากสับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยสร้างรายได้จากการส่งออกมากกว่า 20,000 ล้านบาทต่อปี ไทยเป็นผู้ส่งออกอันดับ 1 ในตลาดโลก โดยเฉพาะสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดที่ใช้สับปะรดสดปริมาณมากที่สุดจากผลผลิตทั้งหมดในประเทศ (2.15 ล้านตันต่อปี) (Statista, 2020) กากสับปะรดส่วนใหญ่ใยอาหารสูง และกากของสัปปะรดมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่นโบมิเลน สารประกอบฟีนอลิกฟลาโวนอยด์และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง (Lobo and Yahia, 2016; Badjona *et al.*, 2019) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการเสริมใยอาหารจากสัปปะรดในบัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวหอมนิลต่อสมบัติทางกายภาพ เคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและการยอมรับของผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

กระบวนการผลิตใยอาหารจากสับปะรด

วิธีการผลิตใยอาหารจากสับปะรดโดยดัดแปลงจากวิธีของ ChanandMoy (1977) โดยการนำกากสับปะรดมาล้างทำความสะอาด ประมาณ 3-4 น้ำ แล้วนำกากมาปั่นละเอียด กรองเอาแต่กากแล้วนำกากมาต้มด้วยน้ำร้อน 2 ชั่วโมง กรอง แล้วนำกากมาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง จะได้เส้นใยแห้ง นำมาบดละเอียดด้วยเครื่องบด แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนความละเอียด 65 µm เก็บรักษาโดยการบรรจุถุงปิดสนิทเพื่อรอการนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีและใช้ในการทดลอง

การเตรียมบัตเตอร์เค้กเสริมใยอาหารจากสับปะรด

การผลิตบัตเตอร์เค้กโดยใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 50 และเสริมใยอาหารจากสับปะรด 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม) 5, 10, 15 และ 20 (โดยน้ำหนักแป้ง) โดยสูตรของบัตเตอร์เค้กประกอบด้วย แป้งสาลี แป้งข้าวหอมนิล ผงฟู เนย น้ำตาล นมสด ไข่ไก่ กลิ่นวนิลา โดยร่อนแป้ง ผงฟูเข้าด้วยกัน ตีเนยเค็มกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูประมาณ 7 นาที จากนั้นเติมไข่ไก่และตีผสมให้เข้ากันจากนั้นใส่กลิ่นวนิลา และเติมแป้งที่ร่อนไว้สลับกับนมสด เติมเส้นใยจากกากสับปะรดที่ระดับต่างๆทาเนยขาวในพิมพ์กระดาษไขให้ทั่วพิมพ์เค้ก เทเค้กลงไปเกลี่ยให้เนียนเคาะเบาๆ 2-3 ครั้ง นำใส่พิมพ์อบที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส อบไฟบนล่างเป็นเวลาประมาณ 25-30 นาที (ธัญญารัตน์ และคณะ 2561)

การวิเคราะห์ค่าสี

วัดค่าสีด้วยระบบ CIE L* a* และ b* ของบัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวหอมนิลเสริมใยอาหารจาก สับปะรด ด้วยเครื่องวัดสี (รุ่น Color Flex 45/0 Hunter lab, ประเทศสหรัฐอเมริกา)โดยค่าความสว่าง L* (มีค่า 0-100 โดย 0 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม 100 หมายถึงวัตถุมีสีอ่อน) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง – หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และ b* (+ หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน) โดยใส่ตัวอย่างบัตเตอร์เค้กลงแท่นวัดของเครื่องวัดสี แล้วอ่านค่าสีโดยใช้ระบบ CIE Lab โดยในการเตรียมตัวอย่างของการวัดค่าสีบัตเตอร์เค้ก คือ นำตัวอย่างมาตัดให้มีขนาดประมาณ 2x2x2 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว x หนา) (Jha, 2010)

วิเคราะห์ปริมาตร ปริมาตรจำเพาะ และความหนาแน่น

ชั่งน้ำหนักของบัตเตอร์เค้กหลังจากที่เย็นแล้วจดบันทึก วัดปริมาตรเริ่มต้นของงาขาวโดยการนำงาขาวใส่ลงไป (rapeseed displacement) ให้เต็มกับภาชนะที่มีความสูง และความกว้างมากกว่าขนาดของบัตเตอร์เค้กที่ตรวจสอบแล้ววัดปริมาตรของงาขาวด้วยกระบอกตวง จดบันทึกผล แล้วเทงาออก หลังจากนั้นใส่บัตเตอร์เค้กลงไปในภาชนะเติมงาขาวลงไปให้เต็มช่องว่างทั้งด้านขอบข้างและด้านบนของภาชนะ วัดปริมาตรของงาขาวที่เหลือโดยกระบอกตวงที่มีขีดบอกปริมาตร แล้วจดบันทึกผล จากนั้นนำค่าที่จดบันทึกไว้ไปคำนวณหาปริมาตร ปริมาตรจำเพาะและความหนาแน่นของบัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวหอมนิลเสริมใยอาหารจากสับปะรด (AACC, 2000)

วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส Texture profile analysis (TPA) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer เตรียมตัวอย่างโดยตัดบัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวหอมนิลเสริมใยอาหารจากสัปปะรดขนาด (กว้าง25 มม. x ยาว 25 มม. x สูง 25 มม.) ใช้หัววัดทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มม. (TA4/1000) จากนั้นวางตัวอย่างกลางแท่งวางตัวอย่างกดลงบนบริเวณกึ่งกลางของชิ้นตัวอย่าง ตั้งค่าของเครื่องดังนี้Trigger load 20 g, Test speed 2 mm/s, Pretest speed 2 mm/s, Posttest speed 2 mm/s เลือก Distance Target 12.5 มม. (50% ของความหนาตัวอย่างบัตเตอร์เค้ก) บันทึกค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ค่าความเหนียวหนืบ (Gumminess) ค่าการยึดเกาะภายใน (Cohesiveness) และค่าการเคี้ยวได้ (Chewiness) ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (Martinez and Marcos, 2013)

การวิเคราะห์ความชื้น

การวิเคราะห์ชั่งตัวอย่างบัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวหอมนิลเสริมใยอาหารจากสัปปะรด ประมาณ 3 ±0.05 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนนำมาใส่ในภาชนะอลูมิเนียมโดยเปิดฝา ซึ่งผ่านการอบ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง และทราบน้ำหนักที่แน่นอนนำมาอบให้แห้งด้วย Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักหลังอบนำผลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณความชื้นฐานแห้ง (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

นำถ้วยกระเบื้องไปเผาในเตาเผา 600 °C เป็นเวลา 3 ชม. ทำการพักในเตาเผา 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิในเตาเผาลดลงเหลือ 200°C นำไปใส่ในโถดูดความชื้นเพื่อพักให้เย็นแล้ว นำไปชั่งน้ำหนัก นำตัวอย่างใส่ในถ้วยกระเบื้องที่ทราบน้ำหนัก แล้วนำไปเผาต่อในตู้ดูดควันโดยใช้ Hot Plate จนหมดควัน นำเข้าเตาเผาอีกรอบ 600 °C เป็นเวลา 3 ชม. ทำการพักในเตาเผา 30-45 นาทีเพื่อให้อุณหภูมิในเตาเผาลดลงเหลือ 200°C นำไปใส่ในโถดูดความชื้นเพื่อพักให้เย็นแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก นำไปเผาซ้ำอีกครั้งจนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณ น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา x 100 / น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ใยอาหาร

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ในถุงไฟเบอร์ แล้วนำลงไปในบีกเกอร์ในเครื่องย่อย เติมกรอซัลฟูริกความเข้มข้นร้อยละ 1.25 ให้ท่วมตัวอย่างนำมาล้างกับน้ำร้อนที่เตรียมไว้ เติมสารละลาย KOH พอท่วมตัวอย่างทำการล้างระหว่างที่รอการต้มกรดและด่าง นำถ้วยกระเบื้องไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงเพื่อให้น้ำหนักคงที่ จากนั้นนำไปใส่ในโถดูดความชื้นประมาณ 15 นาทีแล้วชั่งน้ำหนักบรรจุตัวอย่างที่ผ่านการต้มด้วยกรดด่างแล้วมาพับใส่ในถ้วยกระเบื้องที่ชั่งน้ำหนักคงที่แล้ว นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วนำไปใส่ในโถดูดความชื้น นาน 15 นาที และนำออกมาชั่งน้ำหนัก นำเข้าเผาที่อุณหภูมิ 550

องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วนำไปใส่ในโถดูดความชื้น นาน 15 นาที และนำออกมาชั่งน้ำหนักและคำนวณหา เปอร์เซ็นต์เส้นใยหยาบ (AOAC,2000)

การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

นำตัวอย่างบัตเตอร์เค้ก 5 กรัม มาสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 ปริมาตร 50 มล. และทำการเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 rpm เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ปิเปตสารสกัดปริมาณ 0.5 มิลลิลิตรใส่ลงในหลอดทดลองเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu's reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 2.5 มล. เขย่าให้เข้ากัน เติมสารละลาย โซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 2 มล. เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้องเป็นเวลา2 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็น Blank จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างไปแทนค่าในสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐานจะได้ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดแสดงในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมของสารสกัด (mg/ GAE/100g Sample) (Compos *et al.*, 2020)

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

เตรียมสารละลาย 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH, MW 394.33) ความเข้มข้น $6x10^{-5}$ M โดยชั่งสาร DPPH 0.0024 กรัม ปรับปริมาตรด้วยเมทานอลจนครบ 100 มิลลิลิตร ปิเปต DPPH ปริมาตร 2.9 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองหลังจากนั้นเติมน้ำกลั่น 0.1 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนของแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ภายในเวลา 30 นาที เพื่อทดสอบความเสถียรของสารประกอบ DPPH โดยใช้เมทานอลเป็น blank จากนั้น ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติการต้านสารออกซิเดชันของสารสกัดที่ได้โดยปิเปตสารละลาย DPPH 2.9 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองแล้วปิเปตสารสกัดที่สกัดได้ลงในหลอดทดลอง 0.1 มิลลิลิตร เก็บในที่มืดนาน 15 นาที เมื่อครบกำหนดแล้ว นำไปวัดค่าการดูดกลืนของแสงจากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของการยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระ (Karagozler *et al.*, 2008)

การประเมินทางประสาทสัมผัส

การประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวหอมนิล โดยใช้แผนการเสิร์ฟแบบสุ่มสมดุล ประเมินคุณลักษณะในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ระดับ 9 คะแนนหมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 40 คน การเตรียมตัวอย่างบัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวหอมนิลเสริมใยอาหารจากสับปะรดทำได้โดยหั่นเป็นชิ้นขนาด (กว้าง 25 มม. x ยาว 25 มม. x สูง 25 มม.) (Nicolas *et al.*, 2009)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และเคมีของใยอาหารจากสับปะรดพบว่าใยอาหารจากสับปะรดมีลักษณะเป็นสีเหลือง (Figure 1b) โดยวิเคราะห์ค่าสี พบว่ามีค่า L* 65.03 ± 0.41, a* 4.55 ± 0.08 และ b* 22.45 ± 0.17โดยตัวอย่างใยอาหารจากสับปะรดไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี พบว่ามีค่าความชื้นร้อยละ4.40 ± 0.20 (ฐานแห้ง) ใยอาหารร้อยละ 91.10±2.10 และเถ้าร้อยละ 0.63 ± 0.21

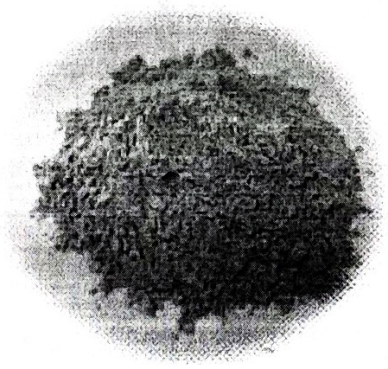

Figure 1 Dietary fibers from pineapples

จากการวิเคราะห์ค่าสีของบัตเตอร์เค้กที่มีการเสริมใยอาหารจากสับปะรด พบว่าค่าความสว่าง (L*) ของบัตเตอร์เค้กมีแนวโน้มลดลงเมื่อใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) เนื่องจากใยอาหารจากสับปะรดมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเหลือง (Figure 1b) ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) และ ค่าสีเหลือง (b*) ลดลงเมื่อใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญญารัตน์ และคณะ (2561) ที่พบว่าค่า L* ของบัตเตอร์เค้กมีแนวโน้มลดลงเมื่อเสริมกากแครอทเพิ่มขึ้น (Table 1) สำหรับค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเสริมใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) เพราะค่า a* ของใยอาหารจากสับปะรดมีค่าสีแดงมากกว่าแป้งข้าวสาลีเลยทำให้มีค่า a* เพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อมีเสริมใยอาหารจากสับปะรดในการผลิตบัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวหอมนิล จะทำให้ค่าL*และ b* ลดลง ค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของจักราวุธ และ เจตนิพัทธ์ (2562) ที่พบว่าค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงเพิ่มขึ้นสำหรับค่าความอิ่มตัวของสี (Chroma) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้พบว่าค่ามุมของสี (Hue Angle) เมื่อเสริมใยอาหารจากสับปะรด ทำให้ค่า Hue angel มีแนวโน้มที่ลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์เข้าใกล้สีส้มแดงมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุทัยวรรณ (2553) ที่ผลิตเค้กด้วยการทดแทนแป้งข้าวหอมนิลแทนแป้งสาลี ซึ่งพบว่าเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิล จะทำให้ค่าa*เพิ่มขึ้น และค่า b* ลดลง และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประดิษฐ์ (2557) ที่ผลิตชิฟฟ่อนเค้กโดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากแกนสับปะรด พบว่าค่าสี b* มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการทดแทนใยอาหารจากแกนสับปะรดเพิ่มขึ้น เพราะใยอาหาร มีลักษณะเป็นสีเทาขุ่นเมื่อใส่ลงไปในเค้กจะทำให้สีของเค้กมีความเข้มขึ้นจึงทำให้ค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ เจตนิพัทธ์ และ จักราวุธ (2561) พบว่าค่า L* มีแนวโน้มลดลงเมื่อทดแทนผงเปลือกทุเรียนในบราวนี่เพิ่มขึ้น

Table 1 Effect of dietary fiber supplements from pineappleson color of butter cakesfrom hom-ninrice flour.

dietary fiber from pineapple(%)	Color				
	L*	a*	b*	Chroma	Hue angle
0	49.63^{a}±0.22	1.31^{e}±0.09	17.59^{a}±0.31	17.64^{a}±0.32	85.74^{a}±0.29
5	29.58^{c}±0.77	1.43^{d}±0.15	6.25^{e}±0.18	6.41^{e}±0.19	77.11^{b}±1.20
10	30.38^{b}±0.40	1.82^{c}±0.19	7.24^{d}±0.17	7.47^{d}±0.19	75.89^{c}±1.24
15	30.48^{b}±0.40	2.37^{b}±0.13	8.07^{c}±0.15	8.41^{c}±0.15	73.63^{d}±0.66
20	30.53^{b}±0.58	2.70^{a}±0.15	8.93^{b}±0.25	9.33^{b}±0.26	73.18^{d}±0.78

*a,b,c,d within columns represent significant difference ($p \leq 0.05$).

จากการวิเคราะห์ปริมาตร ปริมาตรจำเพาะความหนาแน่น และความสูงของบัตเตอร์เค้กพบว่าเมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 50 และเสริมใยอาหารจากสับปะรดทำให้มีปริมาตรปริมาตรจำเพาะและความสูงมีแนวโน้มลดลงเมื่อใยอาหารจากสัปปะรดมากขึ้นและส่งผลให้ค่าความหนาแน่นมีค่าที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากการทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมนิล และเสริมใยอาหารจากสัปปะรดเป็นการเจือจางโปรตีนกลูเตนในส่วนผสมเค้กทำให้ความสามารถในการเก็บอากาศลดลง จึงทำให้มีผลต่อความสูงของบัตเตอร์เค้กมีค่าที่ลดลง (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุทัยวรรณ (2553) ที่ผลิตเค้กโดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิล เนื่องจากแป้งข้าวหอมนิลเป็นการเจือจางโปรตีนกลูเตนในส่วนผสมของเค้กทำให้มีความสามารถในการกักเก็บอากาศและลดความคงตัวของอิมัลชันลง ซึ่งส่งผลให้ปริมาตรของบัตเตอร์เค้กลดลงรวมถึงปริมาตรจำเพาะ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประดิษฐ์ (2557) ที่ผลิตชิฟฟ่อนเค้กโดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากใยอาหารจากแกนสับปะรดที่ทำให้ปริมาตรของชิฟฟอนเค้กลดลงเมื่อปริมาณใยอาหารจากแกนสัปปะรดเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของบัตเตอร์เค้กเพิ่มขึ้นเมื่อกากใยอาหารจากสัปปะรดเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Badjonaet *al.* (2019) ที่พบว่าค่าความหนาแน่นของขนมปังเพิ่มขึ้นเมื่อกากแครอทและกากสัปปะรดเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จักราวุธ และ เจตนิพัทธ์ (2561) ที่พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในเค้กเนยสดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความหนาแน่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน

Table 2 Effect of dietary fiber supplements from pineappleson physical properties of butter cakesfrom hom-ninrice flour.

dietary fiber from pineapple(%)	Volume (cm^3)	Specific Volume (cm^3)	Density (g/cm^3)	Hight (mm)
0	$551.67^{a} \pm 2.88$	$2.33^{a} \pm 0.01$	$0.42^{c} \pm 0.01$	$52.00^{a} \pm 0.62$
5	$551.67^{a} \pm 2.88$	$2.27^{b} \pm 0.01$	$0.44^{b} \pm 0.01$	$51.68^{a} \pm 0.99$
10	$546.67^{a} \pm 5.77$	$2.27^{b} \pm 0.02$	$0.44^{b} \pm 0.01$	$50.22^{bc} \pm 0.16$
15	$546.67^{a} \pm 5.77$	$2.27^{b} \pm 0.02$	$0.44^{b} \pm 0.01$	$49.78^{c} \pm 0.58$
20	$503.33^{b} \pm 5.77$	$2.02^{c} \pm 0.02$	$0.49^{a} \pm 0.01$	$49.56^{c} \pm 0.61$

*a,b,c, within columns represent significant difference ($p \leq 0.05$).

จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลและเสริมใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้นค่าการยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการเกาะตัวกัน (Cohesiveness) มีแนวโน้มลดลงเมื่อการเสริมใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ค่าความแข็ง (Hardness) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเสริมใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) (Table 3) ค่าแรงในการเคี้ยว (Chewiness) มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากในสูตรมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลร้อยละ 50 เป็นผลทำให้ปริมาณกลูเต็นมีน้อยขาดความสามารถการเกิดร่างแหโปรตีน ทำให้โครงสร้างไม่ดีขาดความสามารถในการกักอากาศ (Rodriguez-Garcia *et al.*, 2014) ส่งผลให้เมื่อเสริมใยอาหารจากสับปะรดยิ่งทำให้เนื้อสัมผัสของบัตเตอร์เค้กอัดกันแน่น มีรูพรุนของโพรงอากาศน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประดิษฐ์ (2557) ที่ผลิตชิฟฟ่อนเค้ก โดยการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยใยอาหารจากแกนสับปะรด พบว่า เมื่อเพิ่มระดับการเสริมใยอาหารจากแกนสับปะรดเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความแข็ง (Hardness) และค่าแรงในการเคี้ยว (Chewiness) มีค่าที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรควบคุมสอดคล้องกับงานวิจัยของ จักราวุธ และ เจตนิพัทธ์ (2561) ที่พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในเค้กเนยสดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า hardness มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

Table 3 Effect of dietary fiber supplements from pineappleson texture of butter cakes from hom-ninrice flour.

dietary fiber from pineapple(%)	Hardness (N)	Springiness (mm)	Cohesiveness	Chewiness (mJ)
0	$10.19^{d} \pm 0.77$	$8.61^{a} \pm 0.06$	$0.60^{a} \pm 0.01$	$53.65^{c} \pm 5.88$
5	$13.86^{c} \pm 0.08$	$8.25^{b} \pm 0.06$	$0.54^{b} \pm 0.01$	$60.44^{b} \pm 3.13$
10	$14.53^{bc} \pm 1.50$	$8.27^{b} \pm 0.21$	$0.50^{c} \pm 0.01$	$62.17^{ab} \pm 1.12$
15	$16.03^{ab} \pm 0.56$	$8.04^{b} \pm 0.14$	$0.48^{d} \pm 0.02$	$63.22^{ab} \pm 1.88$
20	$17.51^{a} \pm 1.00$	$7.99^{b} \pm 0.31$	$0.47^{e} \pm 0.01$	$68.05^{a} \pm 1.56$

*a,b,c, within columns represent significant difference ($p \leq 0.05$).

จากการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารและปริมาณเถ้าของบัตเตอร์เค้กพบว่า เมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลและเสริมใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มมากขึ้นทำให้ใยอาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (Table 4) เนื่องจากสับปะรดมีใยอาหารสูง เมื่อนำมาเสริมในบัตเตอร์เค้กจึงทำให้มีใยอาหารเพิ่มขึ้น และปริมาณเถ้ามีค่าอยู่ในช่วง 0.89-0.99 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประดิษฐ์ (2557) พบว่าใยอาหารในผลิตภัณฑ์ชิฟฟอนเค้กมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มมากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของเจตนิพัทธ์ และ จักราวุธ (2561) ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงที่พบว่าใยอาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อทดแทนเปลือกทุเรียนผงเพิ่มขึ้น

Table 4 Effect of dietary fiber supplements from pineappleson chemical properties of butter cakes from hom-nin rice flour.

dietary fiber from pineapple(%)	Moisture Content (% dry basis)	Fiber (%)	Ash (%)^{ns}
0	$40.99^{a} \pm 0.70$	$8.07^{c} \pm 0.37$	0.89 ± 0.17
5	$38.99^{b} \pm 0.42$	$9.19^{bc} \pm 0.24$	0.91 ± 0.04
10	$38.95^{b} \pm 0.33$	$10.00^{ab} \pm 1.39$	0.94 ± 0.02
15	$38.32^{b} \pm 0.17$	$10.29^{ab} \pm 0.13$	0.98 ± 0.19
20	$36.43^{c} \pm 0.69$	$11.22^{a} \pm 0.32$	0.99 ± 0.13

*a,b,c, within columns represent significant difference ($p\leq0.05$). ns mean statically non significance.

การวิเคราะห์ความชื้นด้วยวิธีของ AOAC (2000) พบว่าบัตเตอร์เค้กที่ทดแทนแป้งข้าวหอมนิลและเสริมกากใยอาหารจากสับปะรด ทำให้ปริมาณความชื้นในบัตเตอร์เค้กมีแนวโน้มลดลงตามระดับการเสริมใยอาหารจากสับปะรดที่เพิ่มขึ้น ($p\leq0.05$) (Table 4) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแป้งข้าวหอมนิลมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้น้อยกว่าแป้งสาลี (ภัทร์ภณ, 2552) ดังนั้นส่วนผสมของบัตเตอร์เค้กที่ใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 50 และยังมีการเสริมกากใยอาหารจากสับปะรดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งกากใยอาหารนั้นมีคุณสมบัติดูดซับน้ำได้น้อยกว่าแป้งสาลีเช่นเดียวกับแป้งข้าวหอมนิลจึงมีการสูญเสียความชื้นขณะอบมากกว่าทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าบัตเตอร์เค้กสูตรควบคุมสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทร์ภณ (2552) ที่ใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0-50 ในขนมปัง และยังพบว่าเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนจะทำให้ความชื้นของขนมปังที่ได้ลดลง ($p\leq0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประดิษฐ์ (2557) ที่พบว่าเมื่อทดแทนใยอาหารจากสับปะรดระดับที่เพิ่มขึ้นในชิฟฟอนเค้ก ทำให้ความชื้นของชิฟฟอนเค้กมีความแตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 33-34.63 ($p\leq0.05$) จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดพบว่าเมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลและมีการเสริมใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้นทำให้ปริสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p\leq0.05$) (Table 5) เนื่องจากใยอาหารจากสับปะรดมีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูง ส่งผลทำให้เมื่อเสริมใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของทิพย์สุดา (2560) พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของกากสับปะรดเพิ่มขึ้น โดยสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระดังนั้นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นส่งผลให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Table 5)

Table 5 Effect of dietary fiber supplements from pineappleson bioactive compound of butter cakesfrom hom-nin rice flour.

dietary fiber from pineapple(%)	Total Phenolic Content (mg GAE/100 g)	% Inhibition
0	$19.97^{d} \pm 1.25$	$1.06^{c} \pm 0.28$
5	$38.08^{c} \pm 0.37$	$33.64^{b} \pm 2.06$
10	$40.28^{b} \pm 0.98$	$33.88^{b} \pm 0.32$
15	$40.17^{b} \pm 0.71$	$37.42^{a} \pm 1.13$
20	$52.16^{a} \pm 1.21$	$37.20^{a} \pm 2.32$

*a,b,c, within columns represent significant difference ($p \leq 0.05$).

จากการประเมินทางประสาทสัมผัสของบัตเตอร์เค้กที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิล และเสริมใยอาหารจากสับปะรดที่ระดับต่างๆ เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดโดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 40 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะของบัตเตอร์เค้กด้านสี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-Point hedonic scale กำหนดให้ 9= ชอบมากที่สุด และ 1=ไม่ชอบมากที่สุด พบว่าเสริมใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้นทำให้ค่าคะแนนความชอบด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) สำหรับค่าคะแนนด้านค่าสีของบัตเตอร์เค้กที่เสริมใยเส้นใยจากสับปะรดร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ได้รับการยอมรับรองลงมาจากผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กสูตรควบคุม คะแนนความชอบด้านรสชาติสูตรควบคุมได้คะแนนมากที่สุด รองลงมาคือร้อยละ 5, 10, 15 และสูตรที่ร้อยละ 20 ได้รับคะแนนน้อยที่สุด ($p > 0.05$) ด้านความชอบโดยรวมการเสริมใยอาหารจากสับปะรดร้อยละ 15 ได้มากคะแนนรองลงมาจากสูตรควบคุมและสูตรการเสริมใยอาหารจากสับปะรดร้อยละ 5, 10 และ 20 มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมน้อยที่สุด ส่วนด้านกลิ่นและความนุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นจึงได้เลือกผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กที่มีเสริมใยอาหารจากสับปะรดที่ระดับร้อยละ 15 เนื่องจากมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด และมีสมบัติทางกายภาพ และมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูง

Table 6 Effect of dietary fiber supplements from pineapples on sensory evaluation of butter cakes from hom-nin rice flour.

dietary fiber from pineapple(%)	Color	Ordor^{ns}	Flavor	Softness^{ns}	Overall acceptance
0	8.03^{a}±1.07	6.83±1.44	7.17^{a}±1.34	7.26±1.38	7.71^{a}±1.23
5	6.29^{b}±1.07	6.57±1.27	6.69^{ab}±1.21	6.89±0.99	6.91^{b}±1.15
10	6.20^{b}±1.16	6.80±1.28	6.83^{ab}±1.27	6.77±1.19	7.00^{b}±1.11
15	6.23^{b}±1.19	7.00±1.35	7.00^{ab}±1.14	7.00±1.03	7.23^{ab}±1.09
20	6.29^{b}±1.24	6.80±1.37	6.51^{b}±1.15	6.74±1.20	6.69^{b}±1.08

*a,b,c, within columns represent significant difference ($p \leq 0.05$). ns mean statically non significance.

สรุป

จากการศึกษาการเสริมใยอาหารจากสับปะรดที่เหมาะสมในบัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวหอมนิลโดยเสริมใยอาหารจากสับปะรดในบัตเตอร์เค้กที่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้ง ตามลำดับจากการทดลองพบว่าการเสริมใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ ค่าความสว่าง (L*) และ ค่าสีเหลือง (b*) ลดลงจากสูตรควบคุมค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นปริมาตร ปริมาตรจำเพาะ และความสูงของบัตเตอร์เค้กมีแนวโน้มลดลงแต่ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ค่าความแข็งและค่าแรงในการเคี้ยวเพิ่มขึ้น สำหรับค่าการเกาะติดกันและความยืดหยุ่นมีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อปริมาณใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้น สมบัติทางเคมี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและใยอาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเสริมใยอาหารจากสับปะรดเพิ่มขึ้น การประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าบัตเตอร์เค้กเสริมเส้นใยสับปะรดร้อยละ 15 มีความชอบโดยรวมสูงและไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) ดังนั้นการเสริมใยอาหารจากสับปะรดในบัตเตอร์เค้กร้อยละ 15 เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีสมบัติทางกายภาพที่ดี มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และใยอาหารสูง และมีการยอมรับของผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชานวัตกรรมอาหารและแปรรูปคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ที่สนับสนุนการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จักราวุธ ภู่เสม และ เจตนพัทธ์ บุณยสวัสดิ์. 2562. คุณค่าทางโภชนาการคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดที่มีการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร** 13(1).

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์ และ จักราวุธ ภู่เสม. 2561. ผลของการใช้เปลือกทุเรียนทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของเค้กบราวนี. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร** 12(1).

ทศพร ดอกคำ. 2551. **การทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิด้วยโอคาราในเค้กเนย**. สุขาภิบาลอาหาร, วิทยาศาสตร์บัณฑิต.

ทิพย์สุดา ถ้ำแก้ว. 2560. **การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สปาสำหรับผิวกายจากกากสับปะรด**. โรงพิมพ์นวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ธัญญารัตน์ แช่ภู, วาสนา แสงประเสริฐ และศรัญญา วอขวา. 2561. ผลของการเสริมกากแครอทต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก. **วิทยาศาสตร์เกษตร** 49(2) (พิเศษ).

ประดิษฐ์คำหนองไผ่. 2557. ผลของใยอาหารจากแกนสับปะรดต่อคุณภาพของชิฟฟอนเค้ก. การประชุมสัมมนาทางวิชาการ มทร. ตะวันออก มรภ. กลุ่มศรีอยุธยา และราชนครินทร์วิชาการและวิจัย. เปลือกข้าว. **ว.วิทย์กษ** 45(2)(พิเศษ): 1-4.

ภัทร์ภณ ภู่เพชร, สุนทรี สุวรรณสิชณน์ และ บุศราภา ลิมานนท์. 2552. สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งข้าวสีนิลและคุณภาพของโดขนมปังที่ใช้แป้งข้าวสีนิลทดแทนแป้งสาลีบางส่วน. ***ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47**. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 20-27.

อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์. 2553. **การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมนิลในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก**. วิทยานิพน์มหาบัณฑิตย์. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

AACC,2000. Approved Method of the American Association of Cereal Chemists 8th ed. **The American Association of ChemistsSt PaulMinnesota**.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOACInternational. (17th ed.). **The Association of official Analytical Chemistry, Maryland.**

Badjona, A., Adubofuor, J. Amoah, I. and Diako, C. 2019. Valorisation of carrot and pineapple pomaces for rock buns development. **Science African**6: e00160.

Campos, D.A., Coscueta, E.R., Vilas-Boas, A.A., Silva, S., Teixeira, J.A., Pastrana, L.M. and Pintado, M.M. 2020. Impact of functional flours from pineapple by-products on human intestinal microbiota. **Journal of Functional Food** 67:103830.

Chan, J. K. C. and J. H. Moy. 1977. Hemicellulose-β from commercial pineapple juice underflow. **Journal of Food Science** 42(6): 1451-1453.

Jha, S.N. 2010. "Colour Measurements and Modeling"in Nondestructive Evaluation of Food Quality: Theory and Practice, Ed. **Springer-Verlag Berlin Heidelberg**: 17-40.

Karagozler, A. A., Erdag, B., Emer, Y. C., and Uygun, D. A. 2008. Antioxidant activities and proline content of leaf extracts from Dorystoechas hastate. **Food Chemistry** 111: 400-407.

Lobo, M. G., and Yahia, E. 2016. Biology and postharvest physiology of pineapple. In Handbook of Pineapple Technology: **Postharvest Science, Processing and Nutrition** 10: 39–61.

Martinez, M. M., Marcos, P., and Gomez, M. 2013. Texture development in gluten-free breads :effect of different enzymes and extruded flour. **Journal of Texture Studies** 44: 480-489.

Nicolas, L., Marquilly, C. and Ojmahony, M. 2009. The 9-point hedonic scale: Are words and numbers compatible. **Food Quality and Preference** 21: 1008-1015.

Offia-Olua, B.I. and Ekwunife, O.A. 2015. Production and evaluation of the physico-chemical and sensory qualities of mixed fruit leather and cakes produced from apple (Musa Pumila), banana (Musa Sapientum), pineapple (Ananas Comosus). **Nigerian Food Journal** 33: 22-28.

Rodriguez-Garcia, J., Salvador, A. and Hernando, I. 2014. Replacing Fat and Sugar with Inulin in Cakes: Bubble SizeDistribution, Physical and Sensory Properties. **Food and Bioprocess Technology**7: 964-974.

Statista. 2020. Leading countries in pineapple production worldwide in 2017. Available Source: https://www.statista.com/statistics/298517/global-pineapple-production-by-leading-countries/.