P-ISSN 0858-4435
E-ISSN 2651-1231
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี Homepage : *http://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj*
ปีที่ 30 ฉบับที่ 2 (มีนาคม-เมษายน 2565) หน้า [14-22]

คุณสมบัติเนื้อสัมผัสของพาสต้าจากการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี

Textural Properties of Pasta Using Composite Cassava Flour as a Substitute of Wheat Flour

จิราพร วีณุตตรานนท์*
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร 10300
Jiraporn Weenuttranon*
Department of Applied Science, Faculty of Science and Technology,
Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok 10300
Received 7 July 2021; Received in revised from 7 October 2021; Accepted 18 October 2021

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ศึกษาปริมาณการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 50 และ 75 ของน้ำหนักแป้งสาลีต่อคุณภาพทางสี คุณภาพทางเนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (พาสต้าที่ผลิตจากแป้งสาลี) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลดการใช้แป้งสาลี ผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าสีแดง (a*) สีเหลือง (b*) ความยืดหยุ่น (springiness) และการเกาะตัวรวมกัน (cohesiveness) มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าความสว่าง (L*) การเกาะติดพื้นผิว (adhesiveness) ความเหนียว (gumminess) และการทนต่อการเคี้ยว (chewiness) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพาสต้าที่มีการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี ระดับร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีศักยภาพต่อการนำมาผลิตเป็นพาสต้า เนื่องจากมีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะ อยู่ในช่วง 6.50-7.40 ซึ่งแสดงถึงผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมของผู้บริโภค เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ พบว่าประกอบด้วยความชื้น ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 62.42 3.00 0.30 และ 27.02 กรัมต่อ 100 กรัม โดยเฉพาะโปรตีนและเส้นใยหยาบมีค่าเพิ่มขึ้น 1.25 และ 1.79 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม

คำสำคัญ: ฟลาวมันสำปะหลัง; แป้งสาลี; พาสต้า; เนื้อสัมผัส; คุณภาพทางประสาทสัมผัส

***ผู้รับผิดชอบบทความ:** Jiraporn.we@ssru.ac.th **doi:** 10.14456/tstj.2022.18

Abstract

This research aims to determine the quality parameters of pasta produced from substituting wheat flour with cassava flour. The effects of substitution levels with 25, 50, and 75% (w/w) cassava flour on physicochemical and sensory properties of pasta were evaluated. The results indicated that a*(red), b*(yellow), springiness, and cohesiveness of pasta decreased with an increase of cassava flour substitution. However, L* (lightness), adhesiveness, gumminess, and chewiness of pasta increased with an increase of cassava flour substitution. The pasta with 75% cassava flour substitute was deemed suitable for pasta production since there are all preference scores ranging from 6.50 to 7.40 that were considered overall acceptable by panelists. The chemical compositions of pasta with 75% cassava flour substitute were determined and showed that the moisture, fat, ash and carbohydrate content were 62.42, 3.00, 0.30, and 27.02 %, respectively. Moreover, the percentages of protein and fiber content were increased by 1.25 and 1.79 times, respectively, compared to 100% wheat pasta.

Keywords: Cassava flour; Wheat flour; Pasta; Texture; Sensory quality assessment

1. บทนำ

พาสต้าเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งใน และต่างประเทศ เนื่องจากสามารถเป็นอาหารมื้อหลักได้ ซึ่งจากสถิติของกรมศุลกากร พบว่าในปี 2012 ประเทศไทยมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์ประเภทพาสต้า มักกะโรนี และอาหารประเภทเส้นต่างๆ คิดเป็นมูลค่าทางการตลาดถึง 81 ล้านบาท [1] แสดงถึงปริมาณความต้องการบริโภคมากขึ้น โดยพบว่ากระบวนการผลิตพาสต้า ใช้แป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลักที่ได้จากการบดหยาบของข้าวสาลีดูรัมผสมน้ำ นวด ขึ้นรูปเป็นรูปแบบต่างๆ [2] ซึ่งประเทศไทยนั้นสามารถผลิตข้าวสาลีได้ในปริมาณที่น้อย และมีคุณภาพต่ำดังนั้นจึงยังต้องนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก [3] ประเทศไทยนำเข้าแป้งสาลีปริมาณ 116,913 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,656,843,753 บาท ซึ่งการนำเข้าแป้งส่งผลต่อราคาต้นทุนการผลิต [4] ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่สามารถลดการนำเข้าแป้งสาลีและปริมาณการใช้แป้งจึงมีความสำคัญ สำหรับกลุ่มวัตถุดิบทดแทนที่มีนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลี และทำให้มีสมบัติเชิงหน้าที่เหมือนกับแป้งสาลี คือ ฟลาวมันสำปะหลัง (cassava flour) โดยพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกเพื่อนำมาผลิตเป็นฟลาว ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 สำหรับฟลาวมันสำปะหลังเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อมันสำปะหลังมาอบแห้ง มีลักษณะเป็นผงสีขาวนวลปริมาณสตาร์ช (starch) ต่ำกว่าแป้งสตาร์ช มันสำปะหลัง แต่มีปริมาณน้ำตาลและใยอาหารสูง สามารถนำมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ได้ ยกตัวอย่าง เช่น พายกรอบ [5] บัตเตอร์เค้ก [6] คุกกี้เนย [7] และบราวนี่ [8] ซึ่งช่วยให้ต้นทุนการทำเบเกอรี่ถูกกว่าและช่วยลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ [9] จึงเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับคนรักสุขภาพที่กำลังได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพทางสี คุณภาพทางเนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลดการใช้แป้งสาลี และเพิ่มมูลค่าให้กับ มันสำปะหลังที่เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

2.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

แป้งสาลีที่ผลิตจากข้าวสาลีดูรัม (durum wheat) (เอฟ.ดีเวลล่า เอส.พี.เอ., ประเทศอิตาลี) ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 73.00 โปรตีน ร้อยละ 13.00 ไขมัน ร้อยละ 1.10 กรัม และเส้นใยอาหาร ร้อยละ 3.90 และฟลาวมันสำปะหลัง (บริษัท บางกอกเนเชอรัล จำกัด) ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 86.25 โปรตีน ร้อยละ 2.34 ไขมัน ร้อยละ 0.35 และเส้นใยอาหาร ร้อยละ 1.61

2.2 การผลิตพาสต้าจากการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี

การพัฒนาสูตรพาสต้าฟลาวมันสำปะหลัง มีการดัดแปลงสูตรจากหทัยชนก ศรีประไพ และคณะ (2561) ซึ่งประกอบด้วยแป้งสาลีที่ผลิตจากข้าวสาลีดูรัม (เซโมลินา) 500 กรัม น้ำมันมะกอก 6 กรัม ไข่ไก่ 100 กรัม ไข่แดง 34 กรัม และน้ำเย็น 110 กรัม ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาคือ การใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ ร้อยละ 25 50 และ 75 ของน้ำหนักแป้งสาลี [10] เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมซึ่งเป็นพาสต้าที่ผลิตจากแป้งสาลี (control) ขั้นตอนการทำเริ่มจากผสมแป้งสาลี ไข่แดง ไข่ไก่ เกลือ และน้ำมันมะกอกลงไป นวดผสมให้เข้ากันค่อยๆ เทน้ำเย็นลงไปจนแป้งจับตัวเป็นก้อนเนียนและไม่ติดมือ หลังจากนั้นพักโดแป้งพาสต้าไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำแป้งที่ขึ้นโดมารีดด้วยไม้คลึงแป้งให้เป็นแผ่นบางๆ ประมาณ 1 มิลลิเมตร มาตัดความยาว 12 เซนติเมตร กว้าง 7 เซนติเมตร เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า นำไปรีดกับเครื่องรีดเส้นพาสต้า ยี่ห้อ IMPERIA แบบมือหมุน รุ่น SP150-100 ที่ปรับขนาดความหนาเป็น 0.05 มิลลิเมตร นำแป้งที่รีดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ามารีด เป็นเส้นพาสต้า เมื่อได้พาสต้านำมาทำให้สุกเพื่อวัดคุณภาพ โดยการนำเส้นพาสต้าดิบ 50 กรัม ต้มในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นนำขึ้นแช่น้ำเย็นโดยทันทีเป็นเวลา 3 นาที [11] และนำตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพสี เนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

2.2.1 วัดค่าสีของพาสต้าดิบ (raw pasta) และพาสต้าสุก (boiled pasta) ด้วยเครื่อง Hunter Lab ได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0-100 โดย 0 คือ วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 คือ วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ คือ วัตถุที่มีสีแดง, - คือ วัตถุที่มีสีเขียว) b* (+ คือ วัตถุที่มีสีเหลือง, - คือ วัตถุที่มีสีน้ำเงิน) จำนวน 3 ซ้ำ

2.2.2 วัดคุณภาพทางเนื้อสัมผัสด้วยด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA.XT PlusC ประเทศอังกฤษ วัดค่าการเกาะติดพื้นผิว (adhesiveness) ความเหนียว (gumminess) การทนต่อการเคี้ยว (chewiness) ความยืดหยุ่น (springiness) และการเกาะตัวรวมกัน (cohesiveness) โดยใช้หัววัดทรงกระบอก (cylinder) ดัดแปลงจาก Tan *et al.* (2017) [12] มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร สภาวะที่ใช้ทดสอบ น้ำหนักตัวอย่าง 15 กรัม ความเร็วขณะทดสอบ (Test speed) 0.3 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วหลังทดสอบ (Post-test speed) 5 มิลลิเมตรต่อวินาที ทำการกดเป็นระยะทาง 75% ของความหนาตัวอย่าง

2.2.3 วัดคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) โดยให้คะแนนความชอบจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 50 คน เกณฑ์การคัดเลือกคือ มีอายุระหว่าง 18-60 ปี เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบ และเป็นผู้ที่ไม่มีประวัติในการแพ้อาหารจากส่วนผสมทั้งหมด ประเมินคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ) และความชอบโดยรวม [13]

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน

ไขมัน และเส้นใยหยาบ ตามวิธีของ AOAC (2019) [14] จำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นนำมาคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต สูตร คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) = 100- [โปรตีน (ร้อยละ) + ไขมัน (ร้อยละ) + เส้นใยหยาบ (ร้อยละ) + เถ้า (ร้อยละ)]

2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางสี และเนื้อสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพประสาทสัมผัส และวางแผนการทดลองแบบ Independent-Sample T-test สำหรับการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลคุณภาพทางสีของพาสต้าจากการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี

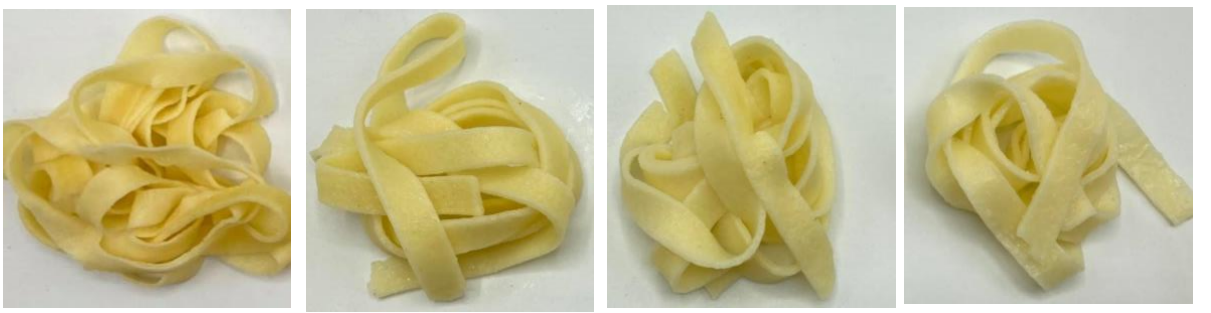
ผลการวิเคราะห์ค่าสีของพาสต้าดิบ (raw pasta) และพาสต้าสุก (boiled pasta) จากการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 50 และ 75 ของน้ำหนักแป้งสาลี (Table 1) พบว่าเมื่อปริมาณใช้ฟลาวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ทำให้ ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งในพาสต้าดิบและสุก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม เนื่องจากฟลาวมันสำปะหลังเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อมันสำปะหลังมาอบแห้ง ซึ่งมีค่าความขาว (whiteness) อยู่ในช่วง 87.67-93.57 มีลักษณะเป็นผงสีขาว [15],[16] ดังนั้นเมื่อปริมาณฟลาวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ส่งผลค่าความสว่างเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของพาสต้าจากการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งในพาสต้าดิบและสุก เนื่องจากแป้งสาลีที่ผลิตจากข้าวสาลีดูรัม (เซโมลินา) ซึ่งมีลักษณะสีเหลืองอ่อน [17] มีปริมาณลดลง ส่งผลให้ค่าสีแดงและสีเหลืองมีค่าลดลงตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองค่าความสว่าง ผลการทดลองที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกับผาณิต รุจิรพิสิฐ และวิชชุดา สังค์แก้ว (2556) [7] ศึกษาการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีในผลิตคุกกี้เนย พบว่าเมื่อปริมาณแป้งฟลาวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ส่งผลค่าความสว่างเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าสีแดงและสีเหลืองลดลงของคุกกี้เนยลดลง

Table 1 Color of pasta using composite cassava flour as a substitute of wheat flour

Casava flour	Colors of raw pasta			Colors of boiled pasta		
(%)	*L**	*a**	*b**	*L**	*a**	*b**
Control*	62.43±0.37^{d}	9.10±0.01^{a}	43.55±0.28^{a}	72.58±0.12^{d}	4.76±0.08^{a}	34.22±0.26^{a}
25	63.71±0.58^{c}	8.44±0.14^{b}	40.64±0.11^{b}	73.69±0.37^{c}	2.54±0.01^{b}	29.99±0.13^{b}
50	70.44±0.18^{b}	6.58±0.16^{d}	38.51±0.43^{c}	75.98±0.18^{a}	1.90±0.47^{c}	26.03±0.13^{c}
75	72.25±0.83^{a}	7.00±0.11^{c}	33.77±0.16^{d}	75.28±0.31^{b}	1.46±0.08^{d}	23.20±0.10^{d}

$^{a-d}$Means in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

* Control is pasta made from 100% durum wheat flour (semolina)



(A) (B) (C) (D)

Figure 1 Appearance of pasta cassava flour as a substitute of wheat flour (A) Control (0%) (B) 25% cassava flour (C) 50% cassava flour (D) 75% cassava flour

3.2 ผลคุณภาพทางเนื้อสัมผัสของพาสต้าจากการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี

การวัดคุณภาพทางเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นการวัดค่าความรู้สึกสัมผัส (kinesthetic) จากการใช้เครื่องมือ วัดค่าทางกายภาพที่เลียนแบบวิธีการเคี้ยวของมนุษย์ (mechanical properties) โดยวัดความรู้สึกเมื่อกัดคำแรก (initial or first bite) ความรู้สึกช่วงนี้เป็นช่วงที่รวมลักษณะทางกลของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นกับลักษณะโครงสร้าง เช่น ความแข็ง และความรู้สึก ขณะเคี้ยว (mastication or chewing) เป็นความรู้สึกรวมที่เกิดขึ้นจากลักษณะทางกลของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งลักษณะทางกล ขณะกำลังเคี้ยว เช่น ความเหนียว และความนุ่ม เป็นต้น [18] สามารถนำมาใช้เชื่อมโยงกับคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อช่วยยืนยันความแม่นยำและชัดเจนของข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) ของพาสต้าสุก จากการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 50 และ 75 ของน้ำหนักแป้งสาลี (Table 2) พบว่าเมื่อปริมาณฟลาวมันสำปะหลังในเส้นพาสต้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าการเกาะติดพื้นผิว (adhesiveness) ความเหนียว (gumminess) และการทนต่อการเคี้ยว (chewiness) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความยืดหยุ่น (springiness) และค่าเกาะตัวรวมกัน (cohesiveness) มีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามผลการทดลองพบว่าปริมาณฟลาวมันสำปะหลังไม่ส่งผลต่อค่าความแข็ง (hardness) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากการลดปริมาณแป้งสาลีดูรัม (durum wheat flour) เป็นการลดบทบาทคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนกลูเตน ซึ่งเป็นโปรตีนที่พบมากในแป้งสาลี จึงมีผลต่อโครงสร้างความยืดหยุ่น และความนุ่มให้กับผลิตภัณฑ์ [19] ประกอบกับฟลาวมันสำปะหลังมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าแป้งสาลี ทำให้ผิวด้านนอกของผลิตภัณฑ์มีความคงตัว ส่งผลให้ค่าการเกาะติดพื้นผิว ความเหนียว และการทนต่อการเคี้ยวเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณโปรตีนและไขมันของฟลาวมันสำปะหลังมีปริมาณต่ำกว่าแป้งสาลี จึงมีบทบาทต่อโครงสร้างภายในผลิตภัณฑ์มากกว่าภายนอก ทำให้ค่าความยืดหยุ่น และค่าเกาะตัวรวมกันมีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bolarinwa & Oyesiji 2021 [20] ศึกษาการลดปริมาณแป้งสาลีโดยใช้แป้งถั่วเหลืองในการผลิตเส้นพาสต้า ทำให้ค่าความทนต่อการเคี้ยว และ ความเหนียวเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความยืดหยุ่นมีค่าลดลง หทัยชนก ศรีประไพ และคณะ (2561) [10] ศึกษาการใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในเส้นพาสต้า พบว่าการลดปริมาณแป้งสาลี ทำให้ปริมาณโปรตีนกลูเตนลดลง ส่งผลให้มีค่าการยืดเกาะลดลง

Table 2 Texture properties of pasta using composite cassava flour as a substitute of wheat flour

Casava flour (%)	Textural properties					
	Hardness^{ns}	Adhesiveness (g.sec)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess (g)	Chewiness (g)
Control*	4319.63±532.54	-65.04±50.42^{a}	0.29±0.00^{a}	0.22±0.00^{a}	661.99±41.17^{c}	123.81±12.21^{c}
25	4251.57±690.86	-177.91±22.85^{b}	0.27±0.06^{a}	0.20±0.03^{b}	881.34±62.91^{b}	231.34±22.37^{b}
50	4198.39±219.97	-347.43±133.79^{c}	0.26±0.01^{a}	0.20±0.01^{b}	891.50±127.27^{b}	233.53±73.69^{b}
75	4176.55±308.59	-331.87±112.60^{c}	0.21±0.03^{b}	0.15±0.00^{c}	1307.65±58.75^{a}	388.11±26.42^{a}

$^{a-c}$Means in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns}Means of all treatments in the same column are not significantly different ($p > 0.05$).

* Control is pasta made from 100% durum wheat flour (semolina)

3.3 ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสของพาสต้าจากการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ของพาสต้าสุก จากการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 50 และ 75 ของน้ำหนักแป้งสาลี (Table 3) พบว่าปริมาณการใช้ ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีในการผลิตเส้นพาสต้า เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะทางกลิ่นรสชาติ และความชอบโดยรวม ($p > 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.70-7.48 คือ ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง แต่ส่งผลต่อคุณลักษณะทางลักษณะปรากฏ สี และเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อปริมาณฟลาวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ส่งผลให้คะแนนความชอบมีแนวโน้มลดลงเล็ก แต่ยังคงมีคะแนนความชอบใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม โดยการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 50 และ 75 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีคะแนนอยู่ในช่วง 6.50-7.54 และตัวอย่างควบคุมซึ่งผลิตจากแป้งสาลี มีคะแนนอยู่ในช่วง 6.62-8.12 ซึ่งผลการทดลองที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกับผลการวิเคราะห์ค่าสี และ เนื้อสัมผัส เมื่อใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าสีแดง สีเหลือง ความยืดหยุ่น และการเกาะตัวรวมกันมีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าความสว่าง การเกาะติดพื้นผิว ความเหนียว และการทนต่อการเคี้ยวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะมีคะแนนความชอบมากกว่า 6 คะแนน ซึ่งแสดงถึงการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจากผลการทดลองอาจกล่าวได้ว่าสามารถใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีในการผลิตเส้นพาสต้าได้สูงถึงระดับร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้งสาลี

Table 3 Sensory characteristics of pasta using composite cassava flour as a substitute of wheat

Casava flour (%)	Sensory attributes					
	Appearance	Color	Odor^{ns}	Taste^{ns}	Texture	Overall liking^{ns}
Control	7.92 ± 1.38^{a}	8.12 ± 1.42 ^{a}	6.56 ± 1.07	6.52 ± 1.44	6.62 ± 1.38^{a}	7.36 ± 1.41
25	7.54 ± 1.47^{ab}	7.48 ± 1.34^{a}	6.70 ± 1.34	6.74 ± 1.35	6.82 ± 1.52^{ab}	7.36 ± 1.52
50	7.54 ± 1.62^{bc}	6.86 ± 1.41 ^{b}	6.78 ± 1.37	6.96 ± 1.73	7.22 ± 1.58^{ab}	7.48 ± 1.48
75	6.76 ± 1.80^{c}	6.50 ± 1.74^{c}	6.70 ± 1.59	6.92 ± 1.74	7.32 ± 1.86^{c}	7.40 ± 1.66

$^{a-c}$Means in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns}Means of all treatments in the same column are not significantly different ($p > 0.05$).

* Control is pasta made from 100% durum wheat flour (semolina)

* Control is pasta made from100% semolina flour

3.4 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

เมื่อนำตัวอย่างควบคุมซึ่งเป็นพาสต้าที่ผลิตจากแป้งสาลี และผลิตภัณฑ์พาสต้าที่พัฒนาได้ คือ พาสต้าที่มีการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี ระดับร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้งสาลี (Table 4) พบว่าผลิตภัณฑ์พาสต้านที่พัฒนาได้ มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะทางด้านโปรตีนและเส้นใยหยาบซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.26±0.34 และ 2.85±0.16 กรัม ต่อ 100 กรัม โดยผลิตภัณฑ์พาสต้าที่พัฒนาได้มีปริมาณโปรตีนและเส้นใยหยาบสูงกว่าตัวอย่างควบคุม 1.25 และ 1.79 เท่า เนื่องจากวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้า ได้แก่ ฟลาวมันสำปะหลัง แป้งสาลี และไข่ เป็นแหล่งของโปรตีนที่มีคุณภาพและเส้นใยอาหาร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคทุกลุ่มวัย เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น แต่มีต้นทุนการผลิตลดลง และสามารถลดการนำเข้าข้าวสาลีจากต่างประเทศได้

Table 4 Chemical compositions of control and developed pasta

Chemical compositions	Quantity (g/100g)	
	Control*	Pasta substituted with cassava flour
Moisture	61.64±0.95^{b}	62.42±0.31^{a}
Protein	5.79±0.83^{b}	7.26±0.34^{a}
Fat	3.06±0.66^{a}	3.00±0.12^{b}
Ash	0.51±0.01^{a}	0.30±0.01^{b}
Fiber	1.59±0.08^{b}	2.85±0.16^{a}
Carbohydrate	29.00±0.31^{a}	27.02±0.21^{b}

$^{a, b}$Means in the same row with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns}Means of all treatments in the same row are not significantly different ($p > 0.05$).

* Control is pasta made from100% semolina flour

4. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีเพื่อใช้ในการผลิตเส้นพาสต้า ทำให้ได้พาสต้าที่มีความสว่างเพิ่มขึ้น มีค่าสีเหลืองลดลง โดยเส้นพาสต้าที่มีการใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีระดับร้อยละ 75 ได้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 6.50-7.40 มีศักยภาพต่อการนำมาผลิตเป็นเส้นพาสต้าที่ผู้บริโภคยอมรับ เมื่อนำมาทดสอบการเกาะติดพื้นผิว (adhesiveness) ความเหนียว (gumminess) และการทนต่อการเคี้ยว (chewiness) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า ผลิตภัณฑ์พาสต้าที่พัฒนาได้ยังมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะทางด้านโปรตีนและเส้นใยอาหาร นอกจากนี้ยังเป็นการลดการนำเข้าข้าวสาลี และเพิ่มมูลค่าให้กับมันสำปะหลังที่เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เป็นอย่างดียิ่ง

6. References

[1] Muadiad, K., 2018, Product development of dried gluten-free pasta from sangyod rice flour. UTK Research journal, 12(2), 91-102. (in Thai).

[2] Hoseney, R.C., 1994, Principle of cereal science and technology, 3rd ed. American Association of Cereal Chemistry, Inc. St. Paul, MN. 321-326p.

[3] Duemchok, P. and Thongngam, M., 2011, Utilization of sorghum flour as wheat flour substitution in yellow alkaline noodles. in Proceedings of 49th Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry. pp 686-693. Bangkok Thailand: The Thailand Research Fund.

[4] Limroomgreungrat, K. and Suksomboon, A., 2013, Development of instant noodle from rice flour. Burapha University Research Report. Retrieved June 28,2021 from http://dspace.lib.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/1242

[5] Meekoh, B., Rumkeeree, H., Chompreeda, P. and Chuenputhi, S., 2003, Use of cassava flour to replace wheat flour in pie, In Proceedings of 41th Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry (pp. 230-235). Bangkok (Thailand): Thailand Research Fund, Bangkok (Thailand). (in Thai).

[6] Petchmak, P., Chompreeda, P., Haruthaithanasan, V., Sriroth, K. and Changchenkit, C., 2004, Development of reduced calories butter cake from cassava flour KU-50 variety. In Proceedings of 42nd Kasetsart University Annual Conference: Fisheries, Agro-Industry (pp. 582-589). Bangkok (Thailand): The Thailand Research Fund, Bangkok (Thailand). (in Thai).

[7] Rujirapisit, P. and Sangkaeo, W., 2013, Effect of Substitute Cassava Flour for Wheat Flour in Butter Cookies. Agricultural science journal, 44(2)(Suppl.): 273-276. (in Thai).

[8] Fuengkajhornfung, N., Hirunyophat, P., Weenuttranon, J., Sanphom, T.vand Suten, S., 2021, Effects of house cricket

(*Acheta domesticus*) powder on the texture and sensory properties of cassava flour-brownies, PBRU Science journal. 18(1) : 42-5.

[9] Chotineeranat, S., 2006, Process Development of Low Cyanide Cassava Flour from Kasetsart 50 Variety and Its Utilization in Food Product, Doctoral Dissertation, Kasetsart University, Bangkok, 1 p.

[10] Sriprapai, H,. Boonchai, C. and Huadong, Y., 2018, Development of fresh pasta brown rice flour. Thai Journal of Science and Technology, 7(1): 58-69. (in Thai).

[11] Sakulruja, S., Phakkhununyatorn, T., 2013, Desert From Chocolate Pasta. Research was supported income budget 2013 by Institute of Research and Development Chandrakasem Rajabhat University

[12] Tan, T.C, Ho, S.C, Chong, S.M, Easa, A.M., 2017, Salt release from yellow alkaline noodles. International Food Research Journal, 24(1): 318-326.

[13] Meilgaard, M., Civille, G. V., and Carr, B.T., 1999, Sensory Evaluation Techniques (3rd ed). CRC Press, Boca Raton.

[14] AOAC. 2019. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.

[15] Omolola, O.A, Jideani, O.A. and Kapila, F.P., 2015, Quality Properties of Fruits as Affected by Drying Operation, Quality Properties of Fruits as Affectedby Drying Operation, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Available Source: https://www.researchgate.net/publication/ 272187429_Quality_ Properties_of_ Fruits Properties_of_Fruits_as_Affected_ by_Drying_Operation, Jul 06 2021.

[16] Omolola, O.A, Kapila, F.P, Anyasi, A.T, Jideani, O.I.A and Mchau, A.G, 2017, Optimization of Color and Thermal Properties of Sweet Cassava (*Manihot esculenta* Crantz Var. UVLNR 0005) Flour Using Response Surface Methodology. Asian Journal of Agricultural Research, 11: 57-65.

[17] Boonkong, J. and Songsang, S., 2016, Use of sorghum flour partially substituted semolina for pasta production. Agricultural science journal, 47(2)(Suppl.): 281-284. (in Thai).

[18] Sirileart, T.,2007,Texture Profile Analysis. academic article, Journal of Food Technology, Siam University, 3(1), pp. 6-12. June-May,2007. (in Thai).

[19] Limroongreungrat, K., Suksomboon, A., Sangnark, A., 2015, Development of functional rice pasta supplemented with pulse flour. Research was supported Government Budget Grant 2015 by Burapha university.

[20] Bolarinwa, I.F. and Oyesiji, O.O. (2021). Gluten free rice-soy pasta: proximate composition, textural properties and sensory attributes. Heliyon 7(1) E06052 January 01,2021. Retrieved April 28,2021 from https://doi.org/10.1016/ j.heliyon.2021.e06052