

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพด
ต่อคุณภาพของฝ้ันโก้โดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองแบบผสม
Investigation of the Optimal Ratio of Rice Flour, Tapioca Starch, and
Cornstarch on the Quality of Chiu Chow Dumplings by Mixture Design

ทั้พพสาร ใจแก้ว รุ่งทิพย์ วงศ์ต่อม สุนทร สอนกิตดี และ ณัฐพร สุบรรณณณ์*
Thappasarn Jaikaew, Rungtip Wongtom, Suntorn Sonkitdee &
Natthaporn Subanmanee*

ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology
Rajamangala University of Technology Krungthep

Submitted 28/02/2023 ; Revised 09/03/2023 ; Accepted 24/05/2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพด ที่มีผลต่อคุณภาพของฝ้ันโก้ โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบผสม ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลัง ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีแดง (a*) มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ ΔE มีค่าน้อย ซึ่งใกล้เคียงกับสูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) ในทางกลับกันค่าสีเหลือง (b*) มีค่าลดลง เมื่อปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าแรงตืด (g) และค่าการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งมีค่าเพิ่มขึ้น การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านความใสของแป้ง ความหนืดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) และสูตรที่ผู้บริโภคให้คะแนนสูงในทุกด้าน คือ สูตรทดลอง 6 ซึ่งมีอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้า : แป้งมันสำปะหลัง : แป้งข้าวโพด เท่ากับ 40 : 50 : 10 กรัม ตามลำดับ การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อฝ้ันโก้ พบว่า ความใสของแป้งสูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) มีการยอมรับมากกว่าสูตรทดลอง 6 แต่ความนุ่มของแป้งมีการยอมรับสูตรทดลองมากกว่าสูตรมาตรฐาน ส่วนความหนืดของแป้งและความชอบโดยรวมของแป้งทั้ง 2 สูตร มีการยอมรับไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ผลการเปรียบเทียบราคาต้นทุนในการผลิต พบว่า ฝ้ันโก้สูตรทดลองมีราคาต้นทุนที่น้อยกว่าฝ้ันโก้สูตรมาตรฐาน

คำสำคัญ: ฝ้ันโก้ แป้งตั้งหม้ัน การทดลองแบบผสม

***ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)**

Email: natthaporn.sa@mail.rmutk.ac.th

Abstract

The objective of this research is to investigate the effect of the optimum content of rice flour, tapioca starch, and cornstarch on the quality of Chiu Chow dumplings using a mixture design. The determination of physical properties found that, the brightness value (L^*) and the red value (a^*) increased with an increase in tapioca starch, however ΔE was low which same as the standard formula (formula No. 3). In contrast, the yellow value (b^*) decreased. Furthermore, as the amount of tapioca starch increased, the cutting force and the viscosity of the starch increased. The determination of sensory evaluation found that the average scores in the characteristics of transparency, viscosity, softness, and overall preference of samples were significantly different ($p \leq 0.05$) and that the samples with the highest score were those of the experimental formula 6 that have a ratio of rice flour : tapioca starch : cornstarch of 40 : 50 : 10 g, respectively. According to consumer acceptance of samples, it was found that the transparency of the standard formula was more acceptable than the experimental formula, but the softness of the experimental formula 6 was more acceptable than the standard formula (formula No. 3). However, the viscosity and overall preference of both formulations were not significantly different ($p > 0.05$). A comparison of the cost prices of production found that the experimental formula had a lower cost prices than the standard formula.

Keywords: Chiu Chow dumpling, Tang Mien flour, mixture design

บทนำ

แป้งโก๋ เป็นอาหารจีนประเภทแป้งชนิดหนึ่ง ทำจากแป้งตั้งหมิ่นผสมแป้งมันเช่นเดียวกับฮะเก๋า ปั้นเป็นทรงพระจันทร์เสี้ยว ใส้เป็นหมูสับผสมผักหรือผักกาดดองผสมหน่อไม้ ลักษณะของแป้งโก๋ที่ดีคือ มีลักษณะเหนียวและใส สามารถมองเห็นไส้ที่อยู่ข้างใน และแผ่นแป้งไม่แตกหรือขาดออกจากกัน [1]

แป้งตั้งหมิ่น (wheat starch) เป็นแป้งสาลีที่ผ่านการสกัดเอากลูเตนและโปรตีนออก แป้งเมื่อได้รับความร้อนจะมีลักษณะเหนียวใส ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปแป้งจะเหนียว ไม่นุ่ม มีข้อจำกัดการใช้อยู่ที่ปริมาณร้อยละ 2-10 เพื่อช่วยให้เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่เหนียว นิยมใช้ในการประกอบอาหารประเภทต้มซำ เช่น ฮะเก๋า แป้งโก๋ ขนมจีบ และเผือกทอด แป้งตั้งหมิ่นหาซื้อได้ยากตามท้องตลาดและจำหน่ายในราคาสูง 80 ถึง 130 บาทต่อกิโลกรัม [2] ราคาแป้งที่เป็นวัตถุดิบหลักในการทำแป้งโก๋สูงขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อราคาขายของผลิตภัณฑ์ในตลาดที่มีการแข่งขันกันมากในอนาคต ดังนั้นการทดแทนแป้งตั้งหมิ่นด้วยแป้งชนิดอื่นที่สามารถหาได้ง่ายตามท้องตลาด และราคาไม่แพง ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพด โดยแป้งข้าวเจ้าเมื่อทำให้สุกแป้งจะมีสีขาวขุ่น ร่วน ไม่เหนียว แต่มีคุณสมบัติอยู่ตัว [3] แป้งมันสำปะหลังเป็นผงละเอียดสีขาว มีสตาร์ชมากกว่าร้อยละ 95 ประกอบด้วยโปรตีนและไขมันในปริมาณต่ำ มีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 18-23 แต่มีปริมาณอะไมโลเพกตินสูง ทำให้มีความนุ่มและเหนียวหนืดสูง [4] แป้งข้าวโพดเมื่อเกิดเจลมีความใสและเหนียวมีการคืนตัวช้าเมื่อได้รับความร้อนทำให้แป้งมีความใส เหนียว และนุ่ม [5] มีการใช้แป้งดังกล่าวในหลายผลิตภัณฑ์ เช่น ใช้แป้งข้าวเจ้าในอาหารว่างชนิดแห้งอบกรอบจากฟักทองโดยแป้งข้าวเจ้าส่งผลให้ความหนาแน่นและความแข็งของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น [3] การใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลังในแป้งชุบทอด แป้งข้าวเจ้าทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากขึ้น ส่วนแป้งมันสำปะหลังทำให้การพองตัวและความกรอบของแป้งลดลง [6] ผลของแป้งมันสำปะหลังต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี พบว่า เมื่อมีการใช้แป้งมันสำปะหลังปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็ง ความเหนียวคล้ายยางและความยากในการเคี้ยวที่เพิ่มขึ้น แต่มีค่าความยืดหยุ่นและการคืนตัวกลับที่ลดลง [4] แป้งข้าวเจ้า และแป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่ไม่มีโปรตีนกลูเตนและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งใช้ในการผลิตถัวยวาร์ตที่ปราศจากกลูเตน [7] ส่วนใหญ่มักจะใช้แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพด ในการปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แต่ยังไม่มีการนำแป้งดังกล่าวมาลดต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้ง 3 ชนิด คือ แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพด ในการทดแทนแป้งตั้งหมิ่นที่เป็นวัตถุดิบหลักในการทำแป้งโก๋ โดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองแบบผสม ศึกษาสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแป้งตั้งหมิ่นและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค รวมถึงส่งผลให้มีต้นทุนรวมในการผลิตลดลง

วัตถุประสงค์

ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพด ต่อคุณลักษณะของแป้งโก๋ด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลองแบบผสม และศึกษาคุณภาพทางกายภาพทางประสาทสัมผัส การยอมรับของผู้บริโภคและต้นทุนการผลิตเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ

แป้งตั้งหมิ่น ตรา Special baker 1 กิโลกรัม แป้งมันฮ่องกง ตรา McGarrett 1 กิโลกรัม แป้งข้าวโพด ตรา คนอร์ 700 กรัม แป้งข้าวเจ้า ตรา ช้างสามเศียร 500 กรัม แป้งมันสำปะหลัง ตรา ปลาไทย 5 ดาว 500 กรัม และน้ำมันพืช ตรา มรกต 1 ลิตร

การศึกษาสูตรมาตรฐานของการทำผั้วโก๋

ทำการทดลองสูตรมาตรฐาน 3 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1 ดัดแปลงจากหนังสือ 114 เมนูอาหารว่างสไตล์จีน [8] สูตรที่ 2 ดัดแปลงจากหนังสือต้มยำเงินล้าน [9] สูตรที่ 3 ดัดแปลงจากหนังสือต้มยำห้องแถวเป็นอาชีพ [1] แสดงในตารางที่ 1 ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยดัดแปลงวิธีการประเมินจากงานวิจัยของ ปภากร ศรีสอนและคณะ [10] ที่ศึกษาการทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวหอมนิลพรใจลาดิโนซีในแป้งขนมขอม่วง ซึ่งทำการประเมินคุณลักษณะด้านความใสของแป้ง ความเหนียวของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความชอบโดยรวม ด้วยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยให้ผู้ประเมินที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของผั้วโก๋สูตรมาตรฐาน

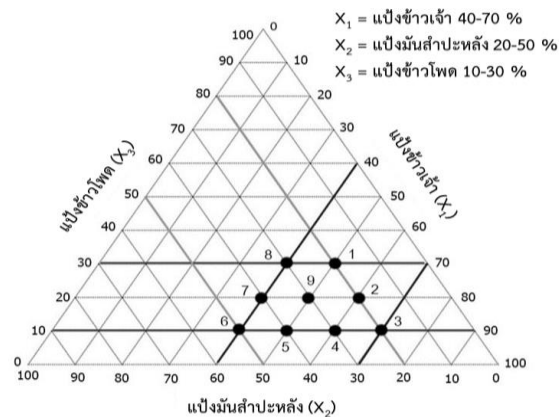
| ส่วนผสม | ปริมาณที่ใช้ (กรัม) | | |
|-----------------|---------------------|-----------|-----------|
| | สูตรที่ 1 | สูตรที่ 2 | สูตรที่ 3 |
| แป้งตั้งหมิ่น | 120 | 200 | 150 |
| แป้งมันฮ่องกง | 60 | - | 75 |
| แป้งมันสำปะหลัง | - | 25 | - |
| น้ำเปล่า | 150 | 300 | 250 |
| น้ำมันพืช | 13 | 13 | 20 |

ขั้นตอนในการทำผั้วโก๋

ตวงส่วนผสมของแป้งทั้งหมด (ตารางที่ 1) ลงในอ่างผสม ใส่น้ำเดือดและน้ำมันพืชลงไปผสมกับแป้ง นวดให้เข้ากัน พักแป้งไว้ 5 นาที นำแป้งรีดด้วยเครื่องรีดเส้นพาสต้าให้มีความหนา 6 มิลลิเมตร ตัดด้วยพิมพ์ สแตนเลสรูปวงกลมให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร นำแป้งมาห่อไส้ผักที่เตรียมไว้ ใส่อะไหล่ปริมาณ 10 กรัม นำไปนึ่งในลังถึงนาน 10 นาที พักให้เย็นเก็บในกล่องพลาสติกและปิดฝาให้สนิท

การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพดที่มีต่อคุณภาพของผั้วโก๋

ทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพด ทดแทนการใช้แป้งตั้งหมิ่น โดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองแบบผสม มีการกำหนดอัตราส่วนของแป้งตั้งหมิ่น แป้งข้าวเจ้า (X_1) ร้อยละ 40-70 แป้งมันสำปะหลัง (X_2) ร้อยละ 20-50 แป้งข้าวโพด (X_3) ร้อยละ 10-30 กำหนดผลรวมของอัตราส่วนทั้งหมดเท่ากับ 100 หรือ 1.0 จากนั้นเลือกสูตรทดลองที่ปรากฏบนแกนทั้ง 3 แกน และสูตรทดลองจุดกึ่งกลางมาใช้เป็นตัวแทนของอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งผสมจำนวน 9 สูตร (ภาพที่ 1) และปริมาณส่วนผสมของแต่ละสูตรทดลองจำนวน 9 สูตร (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 1 สูตรทดลองจากการออกแบบการทดลองแบบผสม

ตารางที่ 2 ปริมาณส่วนผสมของแต่ละสูตรทดลองสำหรับการออกแบบการทดลองแบบผสม

| สูตรทดลอง | ปริมาณส่วนผสม (กรัม) | | | น้ำเปล่า | น้ำมันพืช |
|-----------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|----------|-----------|
| | แป้งข้าวเจ้า (X_1) | แป้งมันสำปะหลัง (X_2) | แป้งข้าวโพด (X_3) | | |
| 1 | 50 | 20 | 30 | 70 | 13 |
| 2 | 60 | 20 | 20 | 70 | 13 |
| 3 | 70 | 20 | 10 | 70 | 13 |
| 4 | 60 | 30 | 10 | 70 | 13 |
| 5 | 50 | 40 | 10 | 70 | 13 |
| 6 | 40 | 50 | 10 | 70 | 13 |
| 7 | 40 | 40 | 20 | 70 | 13 |
| 8 | 40 | 30 | 30 | 70 | 13 |
| 9 | 50 | 30 | 20 | 70 | 13 |

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. วัดค่าสี โดยนำแป้งผสมทั้ง 9 สูตร และสูตรมาตรฐานมาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี ระบบ $L^* a^*$ และ b^* โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น Color Quest XE โดยค่า L^* หมายถึง ค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 (ดำ) จนถึง 100 (ขาว) $+a^*$ หมายถึง ค่าความเป็นสีแดง และ $-a^*$ หมายถึง ค่าความเป็นสีเขียว $+b^*$ หมายถึง ค่าความเป็นสีเหลือง และ $-b^*$ หมายถึง ค่าความเป็นสีน้ำเงิน จากนั้นคำนวณค่า ΔE โดยคำนวณจากสมการ $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$

2. วัดค่าแรงตัดขาด (cutting force) โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer รุ่น TA. XT Plus, ประเทศอังกฤษ) ใช้หัวตัดขนาด 30 องศา และตั้งความเร็วของหัวตัดเท่ากับ 250 มิลลิเมตร/นาที บันทึกค่าแรงตัดสูงสุด เป็นค่าแรงตัดขาด (g force)

3. วัดการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งในระหว่างการทำให้ร้อน จนถึงขั้นตอนการทำให้เย็นลงด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) ยี่ห้อ New Port Scientific รุ่น RVA Super

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของฝั่่นโก้ด้วยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ ในคุณลักษณะด้านความใสของแป้ง ความหนืดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความชอบโดยรวม ผู้ประเมินจำนวน 50 คน เป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ โดยแบ่งการประเมินเป็น 2 รอบ ผู้ประเมินแต่ละคนจะประเมินตัวอย่างรอบแรกจำนวน 4 ตัวอย่าง และพัก 15 นาที หลังจากนั้นจะประเมินตัวอย่างอีก 5 ตัวอย่าง ซึ่งตัวอย่างทั้งหมด 9 ตัวอย่างจะมีการจัดลำดับการเสิร์ฟโดยการสุ่ม แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยวิธี DN MRT

การศึกษาการยอมรับฝั่่นโก้สูตรทดลองของผู้บริโภคเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน

นำฝั่่นโก้ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากสูตรทดลองทั้งหมด 9 สูตรและฝั่่นโก้สูตรมาตรฐานมาศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความใสของแป้ง ความหนืดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความชอบโดยรวม ผู้บริโภคจำนวน 100 คน โดยใช้วิธีการประเมินแบบให้คะแนน 9 ระดับ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยวิธี t-test

การเปรียบเทียบราคาต้นทุนของฝั่่นโก้สูตรมาตรฐานและสูตรทดลอง

คำนวณต้นทุนของวัตถุดิบในการทำฝั่่นโก้สูตรมาตรฐานและฝั่่นโก้สูตรทดลอง นำราคาต้นทุนของทั้ง 2 สูตร โดยคำนวณเฉลี่ยเป็นราคาต่อ 1 ชิ้น เพื่อนำมาเปรียบเทียบราคาต้นทุนในการทำฝั่่นโก้

ผลการวิจัย

การศึกษาสูตรมาตรฐานของการทำฝั่่นโก้

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสสูตรมาตรฐานของฝั่่นโก้ ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับพบว่า ผู้บริโภคให้ความชอบด้านความใสของแป้ง ความหนืดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สูตรที่ 2 และ 3 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในทุกด้านไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 3) ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 3 เนื่องจากสูตรที่ 2 มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง และสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของแป้งมันฮ่องกง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตรที่ 3 โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสที่มีค่าสูงกว่าในทุกด้าน

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของฝั่่นโก้สูตรมาตรฐาน

| สูตร | คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัส | | | | |
|-----------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | มาตรฐาน | ความใสของแป้ง | ความหนืดของแป้ง | ความนุ่มของแป้ง | ความชอบโดยรวม |
| สูตรที่ 1 | | 6.75±0.34 ^b | 6.16±0.54 ^b | 6.00±0.50 ^b | 6.32±0.45 ^b |
| สูตรที่ 2 | | 6.90±0.49 ^{ab} | 6.90±0.39 ^{ab} | 6.90±0.59 ^{ab} | 6.90±0.39 ^{ab} |
| สูตรที่ 3 | | 7.03±0.48 ^a | 6.82±0.48 ^a | 6.66±0.45 ^a | 6.97±0.44 ^a |

หมายเหตุ^{a-b} หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพดที่มีต่อคุณภาพของฟีนโก

จากการวัดค่าสีของฟีนโกสูตรทดลองทั้งหมด 9 สูตรเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) ค่า L^* a^* b^* และ ΔE แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่า L^* ของสูตรทดลอง 5 มีค่าความสว่างน้อยที่สุด ค่า a^* ของแป้งผสมทั้ง 9 สูตรมีค่าเป็นลบ ซึ่งเป็นค่าสีเขียว สูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) สูตรทดลอง 5 และ 6 มีค่าความเป็นสีเขียวน้อยที่สุด ค่า b^* หมายถึงค่าความเป็นสีเหลือง โดยสูตรทดลอง 3 มีค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุด เมื่อพิจารณาค่า ΔE พบว่า สูตรทดลอง 6 และ 7 มีค่าน้อยที่สุดแสดงว่ามีค่าความต่างของสีเมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) ดังตารางที่ 4 เพราะฟีนโกสูตรทดลอง 6 และ 7 มีปริมาณแป้งมันสำปะหลังมากที่สุด เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังทำให้สีของแป้งหลังการนึ่งให้สุกมีสีขาวใสมากขึ้น [11]

การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสของแป้งผสมที่ใช้ในการทำฟีนโกมีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของแป้งที่มีผลต่อค่าความแข็ง หมายถึงแรงที่ใช้ในการทำให้อัตราส่วนแป้งเกิดการเสีรูปร่าง ถ้าผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งสูง โดยสูตรทดลอง 1 และ 2 มีค่าความแข็งมากที่สุด และสูตรทดลอง 6 มีค่าความแข็งน้อยที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างจากสูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) ดังตารางที่ 4 ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังในระดับที่เหมาะสมจะทำให้แป้งผสมมีเนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น ถ้าส่วนผสมมีปริมาณแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพดสูงจะทำให้แป้งมีลักษณะแข็งขึ้นเมื่อได้รับความร้อนจากการประกอบอาหาร [12]

ตารางที่ 4 ค่าสีและค่าเนื้อสัมผัสของฟีนโกสูตรทดลองทั้ง 9 สูตรเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3)

| สูตรฟีนโก | ค่าที่วัดได้ | | | | |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | L^* | a^* | b^* | ΔE | ค่าแรงตัด (g) |
| สูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) | 85.69±0.19 ^a | -1.52±0.04 ^a | 2.80±0.21 ^f | - | 131.92±10.33 ^e |
| 1 | 84.22±0.69 ^a | -1.96±0.03 ^e | 9.34±0.57 ^b | 22.11±0.60 ^c | 433.87±20.95 ^a |
| 2 | 84.57±0.41 ^a | -2.06±0.41 ^f | 10.04±0.46 ^b | 27.34±0.62 ^b | 419.30±58.57 ^a |
| 3 | 83.14±1.32 ^{ab} | -1.84±0.08 ^d | 11.55±0.67 ^a | 41.47±0.10 ^a | 258.80±35.47 ^{cd} |
| 4 | 83.65±0.59 ^{ab} | -1.73±0.04 ^{bc} | 7.19±0.42 ^d | 12.05±0.60 ^f | 260.40±49.48 ^{cd} |
| 5 | 81.28±4.70 ^b | -1.58±0.01 ^a | 5.57±0.84 ^e | 13.18±0.56 ^e | 305.23±3.65 ^{bc} |
| 6 | 84.67±1.91 ^a | -1.55±0.05 ^a | 6.23±0.91 ^e | 6.47±0.20 ^h | 134.94±22.80 ^e |
| 7 | 85.61±0.85 ^a | -1.68±0.06 ^b | 6.28±0.53 ^e | 6.21±0.19 ^h | 232.05±2.46 ^d |
| 8 | 85.19±1.29 ^a | -1.74±0.04 ^c | 7.01±0.31 ^d | 8.93±0.13 ^g | 235.70±39.52 ^d |
| 9 | 85.46±0.41 ^a | -1.79±0.03 ^{cd} | 8.16±0.23 ^c | 14.86±0.62 ^d | 353.18±29.68 ^b |

หมายเหตุ ^{abc...} หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ความหนืดของแป้งผสม ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพดที่ใช้ในการทำฟีนโกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อุณหภูมิที่แป้งเริ่มแสดงค่าความหนืด (pasting temperature) มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 71.88 เป็น 78.21 °C เมื่อปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) แสดงถึงความเหนียว และความฉะของแป้ง ค่าความหนืดสุดท้าย (final viscosity) แสดงถึงความง่ายต่อการตัดขาด และค่าผลต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด (breakdown) มีค่ามากขึ้น [13] ค่าผลต่างของความหนืดสุดท้ายและความหนืดสูงสุด (setback) มีความ

แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรทดลอง 2 3 และ 4 มีค่ามากที่สุดคืออยู่ในช่วง 600.33 ถึง 900.33 cP (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 สมบัติทางกายภาพด้านความหนืดของฟีนโกล์สูตรทดลองทั้ง 9 สูตรที่วัดด้วยเครื่อง RVA

| สูตรทดลอง | ค่าความหนืด | | | | |
|-----------|--|------------------------------|-----------------------------|---|--|
| | อุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดเจลลิตินเซชัน ($^{\circ}\text{C}$) | ความหนืดสูงสุด (cP) | ความหนืดสุดท้าย (cP) | ผลต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด (cP) | ผลต่างของความหนืดสุดท้ายและความหนืดสูงสุด (cP) |
| 1 | 77.60±0.90 ^a | 2890.66±116.46 ^{de} | 3241.66±99.23 ^{bc} | 615.33±43.38 ^d | 351.00±16.50 ^{abc} |
| 2 | 78.21±1.92 ^a | 2858.33±65.28 ^{de} | 3577.33±54.67 ^{ab} | 523.00±68.16 ^e | 719.00±44.00 ^{ab} |
| 3 | 77.33±2.17 ^{ab} | 2801.66±47.07 ^e | 3702.00±76.07 ^a | 480.00±42.57 ^e | 900.33±42.52 ^a |
| 4 | 75.08±1.84 ^{bc} | 3140.00±28.61 ^{bcd} | 3740.33±37.97 ^a | 675.33±76.78 ^d | 600.33±32.00 ^{ab} |
| 5 | 72.41±0.88 ^{de} | 3345.00±45.78 ^b | 3339.33±46.69 ^{bc} | 956.00±35.51 ^c | -5.66±15.62 ^{cd} |
| 6 | 71.88±0.46 ^e | 3614.66±44.91 ^a | 3241.00±52.84 ^{bc} | 1368.00±40.36 ^{ab} | -373.66±23.07 ^d |
| 7 | 73.10±1.77 ^{cd} | 3328.00±68.23 ^b | 3498.33±9.29 ^{abc} | 1318.66±80.85 ^b | 170.33±29.46 ^{bcd} |
| 8 | 74.78±1.60 ^{cd} | 3204.66±21.54 ^{bc} | 3215.00±41.42 ^c | 1021.66±18.58 ^c | 11.00±27.53 ^{cd} |
| 9 | 74.46±0.05 ^{cd} | 3013.33±71.86 ^{cde} | 3199.33±48.12 ^c | 998.00±44.23 ^c | 190.66±25.16 ^{bcd} |

หมายเหตุ^{abc...} หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของฟีนโกล์ ด้านความใสของแป้ง ความหนืดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อปริมาณแป้งมันสำปะหลังมากขึ้นส่งผลให้ด้านความใสของแป้ง ด้านความหนืดของแป้ง ด้านความนุ่มของแป้งและด้านความชอบโดยรวม ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมากที่สุด โดยสูตรทดลอง 4 6 7 8 และ 9 มีแนวโน้มที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดในทุกด้าน (ตารางที่ 6) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตรทดลอง 6 เป็นสูตรที่ได้การยอมรับมากที่สุด โดยพิจารณาผลรวมกับค่าสี ค่า ΔE ค่าความแข็ง และค่าความหนืดของแป้งผสม

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของฟีนโกล์สูตรทดลองทั้ง 9 สูตร

| สูตรทดลอง | คะแนนเฉลี่ยด้านประสาทสัมผัส | | | |
|-----------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | ความใสของแป้ง | ความหนืดของแป้ง | ความนุ่มของแป้ง | ความชอบโดยรวม |
| 1 | 5.61±1.94 ^b | 5.05±1.96 ^c | 4.86±1.86 ^c | 5.00±1.70 ^d |
| 2 | 5.75±1.82 ^b | 5.75±1.49 ^b | 5.75±1.74 ^b | 5.80±1.70 ^c |
| 3 | 4.70±2.27 ^c | 4.31±3.06 ^d | 4.26±2.08 ^d | 4.41±2.18 ^e |
| 4 | 6.28±1.57 ^{ab} | 6.33±1.59 ^{ab} | 6.28±1.57 ^{ab} | 6.55±1.51 ^{ab} |
| 5 | 6.15±1.50 ^{ab} | 6.33±1.53 ^{ab} | 6.26±1.68 ^{ab} | 6.15±1.54 ^{bc} |
| 6 | 6.23±1.64 ^{ab} | 6.55±1.68 ^a | 6.65±1.23 ^a | 6.45±1.43 ^{ab} |
| 7 | 5.75±1.87 ^b | 6.40±1.62 ^{ab} | 6.43±1.34 ^a | 6.41±1.10 ^{ab} |
| 8 | 6.80±1.44 ^a | 6.30±1.35 ^{ab} | 6.38±1.16 ^a | 6.65±1.31 ^{ab} |
| 9 | 6.80±1.53 ^a | 6.56±1.48 ^a | 6.60±1.49 ^a | 6.81±1.43 ^a |

หมายเหตุ^{abc...} หมายถึง ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การศึกษาการยอมรับฝั่่นโก้สูตรทดลองของผู้บริโภคเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน

ผลการประเมินความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของฝั่่นโก้สูตรทดลอง 6 กับฝั่่นโก้สูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) โดยผู้บริโภค 100 คน ให้คะแนนด้านความใสของฝั่่นโก้สูตรมาตรฐานมากที่สุด ด้านความนุ่มของฝั่่นโก้สูตรทดลองมากที่สุด ความหนืดและความชอบโดยรวมของฝั่่นโก้มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ดังตารางที่ 7 แสดงว่าการใช้แป้งผสมที่ใช้ในการทำฝั่่นโก้สูตรทดลองในภาพรวม ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ไม่ต่างจากสูตรมาตรฐาน

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของฝั่่นโก้สูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) และสูตรทดลอง 6

| สูตรฝั่่นโก้ | คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัส | | | |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------------|
| | ความใสของแป้ง* | ความหนืดของแป้ง ^{ns} | ความนุ่มของแป้ง* | ความชอบโดยรวม ^{ns} |
| สูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) | 7.47±0.24 | 7.10±0.38 | 6.68±0.49 | 7.20±0.35 |
| สูตรทดลอง 6 | 6.81±0.37 | 6.96±0.32 | 7.32±0.53 | 7.10±0.34 |

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง มีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การคำนวณต้นทุนการผลิตทั้งหมดระหว่างฝั่่นโก้สูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) และฝั่่นโก้สูตรทดลอง 6 พบว่า ฝั่่นโก้สูตรทดลองมีราคาต้นทุนต่อ 1 ชิ้นเท่ากับ 0.34 บาท และฝั่่นโก้สูตรมาตรฐานมีราคาต้นทุนต่อชิ้นอยู่ที่ 0.82 บาท ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบราคาต้นทุนของฝั่่นโก้สูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) และฝั่่นโก้สูตรทดลอง 6

| ส่วนผสม | ราคาต่อหน่วย | ปริมาณที่ใช้ (กรัม) | | | |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-------|-------------|------|
| | | สูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) | ราคา | สูตรทดลอง 6 | ราคา |
| แป้งตั้งหมั่น | 80 บาท/ 1000 กรัม | 150 | 12.00 | - | - |
| แป้งมันฮ่องกง | 125 บาท/ 1000 กรัม | 75 | 9.38 | - | - |
| แป้งมันสำปะหลัง | 34 บาท/ 500 กรัม | - | - | 50 | 3.40 |
| แป้งข้าวเจ้า | 17 บาท/ 500 กรัม | - | - | 40 | 1.36 |
| แป้งข้าวโพด | 58 บาท/ 700 กรัม | - | - | 10 | 0.82 |
| น้ำเปล่า | 15 บาท/ 1500 มิลลิลิตร | 250 | 2.50 | 70 | 0.70 |
| น้ำมันพืช | 43 บาท/ 1000 มิลลิลิตร | 20 | 0.86 | 13 | 0.56 |
| ราคาต้นทุนต่อสูตร | - | - | 24.74 | - | 6.84 |
| จำนวนที่ผลิตได้ใน 1 สูตร | - | 30 ชิ้น | - | 20 ชิ้น | - |
| ราคาต้นทุนต่อชิ้น | - | 0.82 บาท | - | 0.34 บาท | - |

อภิปรายผลการวิจัย

การประเมินทางประสาทสัมผัสเพื่อหาสูตรมาตรฐานในการทำผืนโก๋ 3 สูตร พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านต่าง ๆ อยู่ในระดับชอบถึงชอบปานกลาง โดยสูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) ได้รับความชอบมากที่สุดเนื่องจากมีแป้งมันฮ่องกงและน้ำมันพืชในปริมาณที่สูงซึ่งแป้งมันฮ่องกงมีความหนืดสูงสุดอยู่ที่ 1760 cP และแป้งมันสำปะหลังความหนืดสูงสุดอยู่ที่ 630 cP [13,14] สามารถเกิดเจลตาในเซชันได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำเมื่อเทียบกับแป้งทางการค้าชนิดอื่น ๆ [15] ทำให้ผืนโก๋ที่ได้มีความใสและมีลักษณะเหนียวนุ่มกว่าสูตรอื่น

ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพดทดแทนการใช้แป้งตั้งหมื่นโดยการออกแบบการทดลองแบบผสม พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังมากขึ้นส่งผลให้ค่า L^* และ a^* มีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาค่า ΔE มีค่าใกล้เคียงกับสูตรมาตรฐาน แสดงว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังทำให้ค่าสีมีความแตกต่างกันน้อย เมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) โดยเมื่อแป้งผสมกับน้ำทำให้เม็ดแป้งเกิดการพองตัวและมีลักษณะขุ่นเมื่อสัมผัสกับไอน้ำขณะทำการนึ่งด้วยความร้อนทำให้เม็ดแป้งพองและแตกเปลี่ยนเป็นเจลใส [11] ค่า b^* มีค่าเป็นบวกอยู่ในช่วงสีเหลือง เกิดจากความร้อน ทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ตามอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าที่เพิ่มขึ้น [7] เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังมากขึ้นค่าแรงตึงจะมีค่าลดลง แต่เมื่อปริมาณแป้งข้าวเจ้าสูงขึ้น จะทำให้เนื้อสัมผัสมีความแข็งอยู่ตัวสูง แป้งข้าวโพดจะขึ้นเหนียวมีความใสและไม่คืนตัว [16, 17] โดยผืนโก๋สูตรทดลอง 6 มีปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่มาก ซึ่งจะสามารถช่วยในการประสานร่างแหของแผ่นแป้ง ทำให้สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ดีขึ้น เมื่อมีการผสมแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพดเข้าด้วยกัน จะส่งผลทำให้โมเลกุลของอะไมโลสยาวขึ้นและมีปริมาณอะไมโลสที่สูงขึ้น ทำให้อุณหภูมิในการเกิดเจลตาในเซชันลดลง [18] ทำให้แป้งสามารถเกิดเจลได้ในอุณหภูมิต่ำ ช่วงนี้อุณหภูมิเม็ดแป้งยังคงมีสภาพอยู่ได้โดยไม่แตกออก แป้งจะมีลักษณะนุ่มเหนียว สอดคล้องกับกมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ [19] รายงานว่าการเติมแป้งข้าวโพดเพิ่มมากขึ้นในขนมจีนทำให้เส้นขนมจีนมีความแข็งแรง และเหนียว ค่าความหนืดของผืนโก๋สูตรทดลองทั้ง 9 สูตร พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังมากขึ้นมีผลทำให้จะให้ค่าความหนืดสูงสุด ค่าผลต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุดเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่สูงขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวและความทนต่อแรงกวนมากที่สุด แต่ค่าความหนืดสุดท้ายลดลงทำให้ง่ายต่อการตัดขาด [20] การประเมินด้านประสาทสัมผัสของผืนโก๋สูตรทดลองทั้ง 9 สูตร พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูตรทดลอง 4, 6, 7, 8 และ 9 ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตรทดลอง 6 เนื่องจากเมื่อพิจารณาพร้อมกับค่าสี ค่าเนื้อสัมผัสด้านแรงตึง ค่า ΔE และค่าความหนืด พบว่า สูตรทดลอง 6 ได้การยอมรับมากที่สุด โดยมีปริมาณแป้งในอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้า : แป้งมันสำปะหลัง : แป้งข้าวโพด เท่ากับ 40 : 50 : 10 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผืนโก๋สูตรทดลอง 6 กับผืนโก๋สูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) พบว่าคะแนนด้านความใสของแป้งและความนุ่มของแป้งมีความแตกต่างกัน แต่คะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะบ่งชี้ให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะใช้สูตรทดลอง 6 แทนผืนโก๋สูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) โดยราคาต้นทุนของผืนโก๋สูตรทดลอง 6 มีราคาต้นทุนต่อ 1 ชิ้น เท่ากับ 0.34 บาท และผืนโก๋สูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) มีราคาต้นทุนต่อชิ้น เท่ากับ 0.82 บาท โดยมีความแตกต่างของราคาอยู่ที่ 0.48 บาท ต่อ 1 ชิ้น ซึ่งราคาผืนโก๋สูตรมาตรฐาน (สูตรที่ 3) มีราคาสูงกว่าผืนโก๋สูตรทดลอง 6 ถึง 2 เท่า

สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้พบว่า แป้งมันสำปะหลังมีผลต่อค่าสี ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความใส เมื่อได้รับความร้อนจากการหุงต้ม ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์มีความหนืดสูง เมื่อมีปริมาณแป้งมันสำปะหลังสูงขึ้น แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพด เมื่อมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแข็งขึ้น ดังนั้น ปริมาณแป้งผสมในการผลิตเป็นแป้งสำหรับทำแผ่นโกโก้ที่เหมาะสม คือ แป้งข้าวเจ้า 40 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 50 กรัม และแป้งข้าวโพด 10 กรัม ซึ่งสามารถลดต้นทุนในการใช้แป้งผสมเพื่อทดแทนการใช้แป้งตั้งหมิ่นได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบการร้านติ่มซำสามารถผลิตแป้งผสมสำหรับทำแผ่นโกโก้หรือฮะเก๋าเพื่อทดแทนแป้งราคาสูงได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความความช่วยเหลือในการเตรียมตัวอย่างและการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ดั่งนี้ นางสาวพิมพ์ชนก รอดท่าไม้ นางสาวพัฒนิตา แสงพุ่ม และนายนรากร แสงโชติ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริลักษณ์ รอดยนต์. (2556). *ติ่มซำห้องแถวเป็นอาชีพ (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดด.
- [2] Sweet Treats @ Sweet Survive. (2558). แป้งสำหรับอาหารชนิดต่าง ๆ. [ออนไลน์], สืบค้นจาก <http://sweetsurvive.blogspot.com/2015/02> (17 พฤศจิกายน 2565).
- [3] ชฎาพร จันบำรุง, กมลวรรณ แจ่มชัด, และอนุวัตร แจ่มชัด. (2563). ผลของแป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า และสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสต่อคุณภาพอาหารว่างชนิดแท่งอบกรอบจากฟักทอง (หน้า 767-774). ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58*. กรุงเทพฯ.
- [4] สุวณี ปานเจริญ, และปิยพัชร จันทรสุข. (2565). ผลของแป้งมันสำปะหลังต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมีและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นจากปลาช่อนจังหวัดสิงห์บุรี. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย*, 1(1), 57-65.
- [5] Sriroth, K., Piyachomkwan, K., Wanlapatit, S., & Oates, C. G. (2000). Cassava starch technology: The Thai experience. *Starch*, 52(12), 439-449.
- [6] ละออง วรรณศรีจันทร์. (2551). การใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลีในการผลิตแป้งขุบทอด. *วารสาร มทร. อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 1(1), 70-80.
- [7] นรินทร์ เจริญพันธ์, และกนกพร ภาศิฉาย. (2562). การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตถ้วยทาร์ตปราศจากกลูเตน. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 14(1), 26-36.
- [8] อรพินท์ อัจฉริยาภรณ์. (2558). *114 เมนูอาหารว่างสไตล์จีน (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: กู๊ดเฮด พรินท์ติ้ง แอนด์ แพคเกจจิ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- [9] ณัฐพนธ์ นันทพรพิสุทธิ์. (2563). *ติ่มซำเงินล้าน (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม่บ้าน.
- [10] ปภากร ศรีสอน, พชนิ บุญธกานนท์, อนุคนาญ โสภณางกูร, และญาธิกร ธีระภัทรพลชัย (2563). ผลของการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อคุณภาพของแป้งขนมขอม่วงจากแป้งหอมนิลพรีเจลาตินอซ์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 22(3), 92-102.

- [11] อัครพร นิยมรัมย์, อัมพิการ์ ว่องไว, นิตยา ภูงาม, ณัฏวลิณคล เศรษฐปราโมทย์, และวีรเวทย์ อุทโซ. (2564). ผลของแป้งข้าวโพด ข้าวเหนียวก้ำต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยจั๊บบูล. *วารสารนวัตกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน*, 3(1), 32-45.
- [12] Balet, S., Guelpa, A., Fox, G., & Manley, M. (2019). Rapid Visco Analyser (RVA) as a tool for measuring starch-related physicochemical properties in cereals: A review. *Food Analytical Methods*, 12, 2344-2360.
- [13] สุภารัตน์ เรืองมณีไพฑูรย์. (2542). การศึกษาเปรียบเทียบสตาร์ช มันเทศกับสตาร์ชชนิดอื่นในการผลิตขนมี่กึ่งสำเร็จรูปชนิดทอด. *วารสารวิทยาศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์*, 33(3), 452-460.
- [14] Pato, U., Yusuf, Y., Isnaini, R. F., & Dira, D. M. (2016). The quality of instant noodle made from local corn flour and tapioca flour. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 3(2), 118-123.
- [15] Dupuis, J. H., & Liu, Q. (2019). Potato starch: A review of physicochemical, functional, and nutritional properties. *American Journal of Potato Research*, 96(2), 127-138.
- [16] มะนาว. (2559). แป้งทำอาหาร แต่ละชนิดต่างกันอย่างไร?. [ออนไลน์], สืบค้นจาก <https://maanow.com> (8 มีนาคม 2566).
- [17] Gomand, S. V., Lamberts, L., Derde, L. J., Goesaert, H., Vandeputte, G. E., Goderis, B., & Delcour, J. A. (2010). Structural properties and gelatinisation characteristics of potato and cassava starches and mutants thereof. *Food hydrocolloids*, 24(4), 307-317.
- [18] ัญญาภรณ์ ศิริเลิศ. (2553). การพัฒนาเนื้อสัมผัสของก๋วยเตี๋ยวลี้นเล็กและการลวกสุกไว. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 5(1), 18-25.
- [19] กมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ. (2557). การปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมจีนแป้งสดโดยใช้แป้งข้าวโพด. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 45(2)(พิเศษ), 665-668.
- [20] วิจิตรา เหลียวตระกูล, และวชิรญา เหลียวตระกูล. (2563). ผลของวิธีการไม่ต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ ความหนืดและการแยกตัวของน้ำของแป้งกระจั๊บ (*Trapa bispinosa*). *Thai Journal of Science and Technology*, 9(2), 251-264.