

ผลของการใช้ผักน้ำและผักไชยาต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ
The Effect of Using Watercress (*Nasturtium officinale*) and Chaya spinach
(*Cnidioscolus chayamansa* McVaugh) on the Quality of Crispy Vegetable
Sheet Products

กฤติน ชุมแก้ว¹ อัญชลี จันทาโก² และ ไชยสิทธิ์ พันธ์พุดจันดา^{1*}
Krittin Chumkaew¹ and Name Anchalee Jantapo ² and Chaiyasit Punfujinda^{1*}

Received 6 มิถุนายน 2566 Revised 9 ธันวาคม 2566 Accepted 13 ธันวาคม 2566

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบจากผักน้ำและผักไชยา โดยศึกษาสูตรพื้นฐานที่แตกต่างกัน พบว่าสูตรพื้นฐานสูตรที่ 3 ที่มีแป้งกวนสุกในส่วนผสมได้รับคะแนนประเมินทางประสาทสัมผัสสูงสุด การศึกษาปริมาณผักไชยาและผักน้ำที่เหมาะสมในการผลิตผักแผ่นอบกรอบ จำนวน 4 สูตร พบว่า คะแนนประเมินทางประสาทสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยสามารถเลือกสูตรใดก็ได้มาทำการศึกษา ผู้วิจัยจึงเลือก สูตร C ประกอบด้วย ผักไชยา ร้อยละ 40 ผักน้ำ ร้อยละ 40 แครร์รอต ร้อยละ 10 และข้าวโพด ร้อยละ 10 เนื่องจากแครร์รอตและข้าวโพดมีทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติหวานแก่ผลิตภัณฑ์ อีกทั้งอัตราส่วนของผักน้ำและผักไชยาของสูตร C มีปริมาณที่น้อยกว่าสูตรอื่นทำให้กลิ่นผักของผลิตภัณฑ์ลดลงและง่ายต่อการรับประทาน สำหรับคุณภาพทางกายภาพ พบว่าค่าสี L^* , a^* และ b^* ทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ค่าความแข็งของสูตร C มีค่ามากที่สุด คุณภาพทางเคมีพบว่าค่ากิจกรรมของน้ำต่ำกว่า 0.6 สำหรับการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภค 100 คน ให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อสูตร C ที่อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ได้แก่ ความกรอบ สี ลักษณะปรากฏ ความชอบโดยรวมในขณะที่ด้านรสชาติและกลิ่นมีระดับความชอบเล็กน้อย อีกทั้งผู้บริโภคมกกว่าครึ่ง (61%) ตัดสินใจจะซื้อเมื่อผลิตภัณฑ์ออกจำหน่าย

คำสำคัญ : ผักน้ำ, ผักไชยา, ผักแผ่น, ผักแผ่นอบกรอบ

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

¹ Assistant Professor, Faculty of Home Economics, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

² อาจารย์, คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

² Lecturer, Faculty of Nursing, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

* ผู้ประสานงานนิพนธ์ : Chaiyasit_p@mutt.ac.th

Abstract

The development of crispy vegetable sheets from watercress and Chaya spinach was studied, depending on the different basic formulas. It was found that formula 3 contained cooked flour in the ingredients and received the highest sensory evaluation score. A study of the appropriate amount of chaya spinach and water vegetables for producing 4 recipes of crispy vegetable sheets found that the sensory evaluation scores were not significantly different ($p > 0.05$), making every recipe able to be selected for further research. Therefore, Formula C which consisted of 40% Chaya spinach, 40% watercress, 10% carrots, and 10% corn was tokened. This is because carrots and corn have a sweet smell and taste to the product. In addition, the ratio of watercress and Chaya spinach in Formula C is less than other formulas, causing the vegetable odor of the product to decrease and making it easier to consume. For the physical quality, the color values of L^* , a^* , and b^* of the four formulas were significantly different ($p \leq 0.05$). The hardness value of formula C was the highest. For the chemical quality, the water activity value was below 0.6. The consumer acceptance test showed that the 100 consumers gave an acceptable score for sensory evaluation to the formula C at a moderate liking score, including crispness, color, appearance, and overall satisfaction, whereas taste and smell were at a slight liking score. Moreover, more than half (61%) of consumers decide to purchase when the product is released.

Keywords: watercress, Chaya spinach, crispy vegetable, baked crispy vegetable sheets

1. บทนำ

จากสภาวะสุขภาพของคนไทยส่วนใหญ่ที่รับประทานผักและผลไม้ไม่เพียงพอ คือรับประทานผักและผลไม้ไม่น้อยกว่า 5 ส่วนต่อสัปดาห์ หรือไม่ถึง 400 กรัมต่อวัน ตามที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ เป็นหนึ่งปัจจัยเสี่ยงต่อการทำให้เกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (สิรินธรยา พูลเกิด, 2564) ผักและผลไม้เป็นอาหารที่อุดมไปด้วยวิตามิน เกลือแร่ โยอาหาร และสารอาหารอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และสารต้านอนุมูลอิสระ (ศศิพินท์ ศุภมนตรี บัณฑล และคณะ, 2564) มีผักท้องถิ่นบางชนิดที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการสูง ราคาประหยัด และสามารถปลูกได้ง่าย ทนต่อสภาพอากาศ แต่คนทั่วไปไม่นิยมนำมาทำอาหารให้มีความหลากหลาย เช่น ผักน้ำ และผักไชยา โดยผักน้ำตามชื่อที่คนชนชาติลาวเรียก หรือ สลัดน้ำ วอเตอร์เครส มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nasturtium officinale* สำหรับสายพันธุ์ของผักวอเตอร์เครส มีอยู่ 2 สายพันธุ์หลักที่นิยมปลูกรับประทาน ได้แก่ พันธุ์สีเขียว และพันธุ์สีแดง หรือน้ำตาล ผักวอเตอร์เครส มีคุณค่าทางอาหารสูง เพราะอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิดในปริมาณที่สูงกว่าผักหลาย ๆ ชนิด โดยผักวอเตอร์เครสจัดเป็นราชินีผักและยังได้รับความนิยมอย่างมากในหมู่คนรักสุขภาพ ซึ่งนิยมรับประทานแบบสด สำหรับลักษณะของผักวอเตอร์เครส ลำต้นและใบคล้ายผักเป็ดไทยแต่ต่างกันตรงที่ขนาดความยาวของใบจะมีความยาวมากกว่า (เมตตา เถาว์ชาติ,

2562) ผักไชยา (Chaya) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cnidocolus chayamansa* McVaugh มีชื่อสามัญหลายชื่อ เช่น ต้นชಾಯา และต้นมะละกอกินใบ ต้นคะน้ำเม็กชิกัน และต้นผงซุส เป็นต้น ต้นไชยาเป็นไม้พุ่มชนิดหนึ่ง ใบมีสีเขียว ลักษณะคล้ายใบมะละกอ เมื่อเด็ดออกมาจะมียางสีขาว ลำต้นสามารถสูงได้ถึง 6 เมตร ใบมีลักษณะเป็นแฉกตั้งแต่ 3 แฉกขึ้นไป ปลุกได้ง่าย ทนแล้งและทนต่อการทำลายของแมลง ใบมีรสชาติหวานอมขม เป็นแหล่งของโปรตีน วิตามิน แคลเซียม โพแทสเซียม และเหล็ก ทั้งยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (Kongphapa et al., 2021) นิยมนำมาปรุงเป็นอาหาร เช่น ผัด และลวกจิ้มน้ำพริก เป็นต้น แต่รูปแบบการนำมาบริโภคยังมีจำกัดและไม่หลากหลาย (จิราภรณ์ แก่นท้าว และคณะ, 2565)

จากประโยชน์ของผักที่พบได้ตามวัตถุดิบท้องถิ่น และการรับประทานผักที่น้อยลงของคนในยุคปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำผักน้ำ ผักไชยา มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ เพราะในผักไชยา 100 กรัม มีใยอาหารร้อยละ 1.9 (Kuti J.O. & Kuti H.O., 1999) ซึ่งจัดเป็นอาหารที่มีเส้นใยอาหารปานกลาง ส่งผลต่อการทำผักแผ่นให้เกิดโครงสร้างและความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งผักน้ำ และผักไชยา มีสารคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีขนาดเล็กและเป็นสารประกอบที่มีสีเขียวทำให้ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นมีสีเขียว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยสำหรับเทียบจากใบไชยา (จิราภรณ์ แก่นท้าว และคณะ, 2565) ที่นำผักไชยามาทดแทนสำหรับในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว เพื่อเป็นทางเลือกให้กับคนรักสุขภาพ และกลุ่มคนที่ต้องการผลิตภัณฑ์ใหม่จากการนำผักท้องถิ่นมาเพิ่มมูลค่า อีกทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อสร้างความมั่นคงทางด้านอาหารจากวัตถุดิบท้องถิ่น ซึ่งสอดคล้องกับการนำผักท้องถิ่นที่เป็นผลผลิตทางการเกษตรของชนเผ่าพื้นเมือง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ผักชาโยเต้ มาพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจังหวัด (Dholvitayakhun et al., 2023) และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเพื่อสุขภาพจากกระเจี๊ยบเขียวและผักบุงจีน (Saengthongpinit et al., 2015) แต่เนื่องจากปัญหากลิ่นเฉพาะของผักไชยา ทางผู้วิจัยจึงได้มีการพัฒนาสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบที่เหมาะสม เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานของผักน้ำและผักไชยาแผ่นอบกรอบที่เหมาะสม
- 2.2 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ
- 2.3 ศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ด้านกายภาพ ด้านเคมี และการยอมรับของผู้บริโภค ของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 วัตถุดิบในการผลิตผักแผ่นอบกรอบ

ผักไชยาและผักน้ำได้จากแหล่งปลูกในชุมชนแบบอินทรีย์ แครร์รอตและข้าวโพดจากตลาดสด ส่วนผสมแป้งกวนประกอบด้วย แป้งมันสำปะหลัง ตราราลามังกร แป้งท้าวยายม่อม ตราราลามังกร แป้งสาลี ตราวัว และเครื่องปรุงรส ประกอบด้วย น้ำตาลทราย ตรามิตรผลเกลือ ตรารุ้งทิพย์ ซิอิ๊วขาว ตราดอกสมบุรณ์ พริกป่น ตรามะกกาแรต และพริกไทย ตรามือที่ 1

3.2 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของผักน้ำแผ่นอบกรอบที่เหมาะสม

การคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมโดยการนำสูตรผักแผ่นจำนวน 3 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 1 มาทำการผลิตผักน้ำแผ่นอบกรอบตามกระบวนการผลิตดังภาพที่ 1 จากนั้นนำผักน้ำแผ่นที่ได้ทั้ง 3 สูตร มาทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาหาร) จำนวน 10 คน สถานที่ทดสอบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทำการทดสอบแบบ Central Location Test โดยใช้แบบทดสอบความชอบด้วย 9-Point Hedonic Scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows version 22 บริษัท SPSS: An IBM Company (SPSS, 2018) ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย และคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดจากคะแนนประเมินของผู้ทดสอบชิม เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาสูตรผักน้ำแผ่นอบกรอบต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานของผักน้ำแผ่นอบกรอบ 3 สูตร

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ผักน้ำ	100.00	99.00	78.43
แป้งมันสำปะหลัง	-	-	1.18
แป้งท้าวยายม่อม	-	-	0.59
แป้งสาลี	-	1.00	0.20
น้ำสะอาด	-	-	19.60

ที่มา: สูตรที่ 1 ดัดแปลงจาก ศรีวิกรณ์ ดิษฐอุตม์โพธิ์ (2548)

สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก อนุวัตร แจ่มชัด และคณะ (2548)

สูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก วันเพ็ญ แสงทองพินิจ และคณะ (2558)



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตผักแผ่นทั้ง 3 สูตร

3.3 นำสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.2 ทำการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผักน้ำและผักไชยาแผ่นอบกรอบ โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ ปริมาณของผักไชยา และผักน้ำที่เหมาะสมของผักแผ่นอบกรอบ จำนวน 4 สูตร โดยกำหนดให้ สูตร A ประกอบด้วย ผักไชยา ร้อยละ 100 สูตร B ประกอบด้วย ผักไชยา ร้อยละ 50 และผักน้ำ ร้อยละ 50 สูตร C ประกอบด้วย ผักไชยา ร้อยละ 40 ผักน้ำ ร้อยละ 40 ผักแครรอต ร้อยละ 10 และข้าวโพด ร้อยละ 10 และสูตร D ประกอบด้วย ผักน้ำ ร้อยละ 100 สำหรับวิธีการเตรียมแครรอต และข้าวโพด ตัวอย่างจะถูกนำไปต้มสุกก่อนนำไปปั่นให้ละเอียดพร้อมกับส่วนผสมอื่น และนอกจากนี้มีการปรุงรสเพิ่มเติมในปริมาณเท่ากันทั้ง 4 สูตร ประกอบด้วย น้ำตาลทราย เกลือ ซีอิ๊วขาว พริกป่น และพริกไทย ในอัตราส่วน 30, 3, 2, 1 และ 1 กรัม ตามลำดับ ซึ่งดัดแปลงจากอนุวัตร แจ่มชัด และคณะ (2548) ผลิตตามกระบวนการผลิตผักแผ่น ดังแสดงในภาพที่ 1 จากนั้นนำมาทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส สถานที่ทดสอบ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทำการทดสอบแบบ Central Location Test โดยใช้แบบทดสอบ 9-Point Hedonic Scale จำนวน 30 คน ที่ผ่านการฝึกฝน ทดสอบชิมในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย และคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงสุดมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในขั้นตอนต่อไป

3.4 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของผักแผ่นอบกรอบ

3.4.1 คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสี และลักษณะเนื้อสัมผัส ค่าสีที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่า L^* a^* b^* โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น (Colorflex EZ 45-0(LAV), USA) เตรียมตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่าง ประกอบด้วย สูตร A, B, C และ D โดยนำตัวอย่างผักแผ่นมาปั่นให้ละเอียด บรรจุลงในภาชนะ (ถ้วยแก้ว) สำหรับวัดค่าสี ตัวอย่างละ 10 กรัม ทำการทดสอบจำนวน 5 ซ้ำ กับตัวอย่างต่างชิ้นกัน สำหรับการวิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ทำการวัดค่า hardness โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น LF plus, LLOYD, England เตรียมตัวอย่างให้มีขนาด กว้าง 1 นิ้ว ยาว 3 นิ้ว หนา 0.5 มิลลิเมตร ทำการทดสอบจำนวน 5 ซ้ำ กับตัวอย่างต่างชิ้นกัน โดยใช้หัวทรงกลม (Spherical probe) ขนาด 5 มิลลิเมตร ทดสอบที่สภาวะ Pre-test speed 1 mm/s, Test speed 2 mm/s, Post-test speed 5 mm/s, distance 5 mm. กวดจนกระทั่งตัวอย่างแตก อ้างอิงตามวิธีของ Saencom et al. (2011)

3.4.2 ทางด้านเคมี ได้แก่ วิเคราะห์ Moisture content โดยใช้เครื่อง Moisture balance (Mettler Toledo HB43-S Halogen Moisture analyzer, Switzerland) ทดสอบ 3 ซ้ำ กับตัวอย่างต่างชิ้นกัน และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w) วิเคราะห์โดยใช้เครื่องวัด Water Activity Meter (AquaLab LITE, USA) ทำการทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ กับตัวอย่างต่างชิ้นกัน

3.5 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

นำผักแผ่นอบกรอบที่ได้รับคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด มาบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ถุงออลูมิเนียมฟอยด์กันต้งมีซิปล็อค ขนาด 14×19 เซนติเมตร จากนั้นทำการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค จำนวน 100 คน โดยเป็นบุคคลทั่วไป ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทำการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling) ด้วยแบบสอบถามจำนวน 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้บริโภค ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา และรายได้ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าความถี่และค่าร้อยละ ตอนที่ 2 การประเมินทางประสาทสัมผัส (การทดสอบชิมผลิตภัณฑ์สุดท้าย) ด้วยแบบสอบถาม 9-point hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และตอนที่ 3 ทศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การตัดสินใจซื้อ และเหตุผลในการตัดสินใจซื้อ (Punfujinda et al., 2021)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาคุนภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานของผักน้ำแผ่นอบกรอบ จากตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานของผักน้ำแผ่นอบกรอบ พบว่า สูตรที่ 3 ซึ่งเป็นสูตรที่มีการเติมแป้งท้าวสูงได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด ดังนั้นวัตถุดิบและวิธีการผลิตที่ต่างกันส่งผลให้คุณลักษณะด้าน รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากสูตรที่ 3 ที่มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง แป้งท้าวเยอะ ทำให้เกิด Gelatinization เมื่อมีการเติมน้ำและให้ความร้อน (Li, C., 2022; Wang, S., & Copeland, L., 2013) ด้วยคุณสมบัตินี้ แป้งจึงมีหน้าที่ต่อคุณภาพของโครงสร้างของผักแผ่น เป็นสารเชื่อมหรือ สารยึดเกาะ (binding agent) ควบคุมความคงตัวและเนื้อสัมผัสของอาหาร (ปิ่นธรรุทธิ์ สุวรรณเลิศ, 2555) ส่วนสูตรพื้นฐานที่มีการเติมแป้งแห้ง (สูตรที่ 2) การเกิดเจล Gelatinization จะเกิดได้ยากเพราะโมเลกุลของแป้งซึ่งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมาก ยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจนมีคุณสมบัติชอบน้ำและเม็ดแป้งอยู่ในรูปของร่างแห ดังนั้นในขณะที่แป้งอยู่ในน้ำเย็นจะดูดซึมน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย ในขณะที่ตัวอย่างจากสูตรที่ 3 มีการให้ความร้อนกับสารละลายในน้ำแป้งส่งผลให้พันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง เม็ดแป้งจะดูดน้ำและพองตัว ส่วนผสมของน้ำแป้งจะมีความหนืดมากขึ้นและใสมากขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำอิสระที่เหลืออยู่รอบ ๆ เม็ดแป้งเหลือน้อยลง เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยากขึ้นทำให้เกิด

ความหนืด (กล้านรงค์ ศรีรอต และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2550) ซึ่งเมื่อนำผลิตภัณฑ์ผักแผ่นมาอบ คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส สูตรที่ 3 ที่มีการเติมแป้งกวนสุกจะมีคะแนนการยอมรับมากที่สุด คือ ความชอบโดยรวม รสชาติ และความกรอบ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามในด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสูตรทั้ง 3 อาจเป็นเพราะการเติมแป้งในปริมาณตามสูตรพื้นฐานไม่ได้ส่งผลต่อคุณลักษณะดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นจึงนำสูตรที่ 3 มาใช้ในการพัฒนาต่อไป

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักน้ำแผ่นอบกรอบสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.20±0.63	7.60±0.51	7.70±0.48
สี ^{ns}	7.10±0.31	7.20±0.42	6.80±0.63
กลิ่น ^{ns}	6.20±1.03	6.70±0.48	6.40±0.51
รสชาติ	6.60 ^b ±0.51	6.70 ^{ab} ±0.48	7.10 ^a ±0.31
ความกรอบ	6.90 ^b ±0.31	6.90 ^b ±0.31	7.40 ^a ±0.51
ความชอบโดยรวม	6.30 ^b ±0.48	6.50 ^b ±0.52	7.00 ^a ±0.47

หมายเหตุ : ^{a,b} หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$), n=10 หมายถึง ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน

4.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักแผ่นอบกรอบ

ผู้วิจัยนำสูตรพื้นฐานสูตรที่ 3 ซึ่งได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติ ความกรอบและความชอบโดยรวมมากที่สุด มาพัฒนาในการหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผักแผ่นอบกรอบ ซึ่งได้จำนวนสูตรทั้งหมด 4 สูตร โดยทำการแปรผันปริมาณน้ำหนักรสชาติผักในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้ สูตร A ประกอบด้วย ผักไชยา ร้อยละ 100 สูตร B ประกอบด้วย ผักไชยา ร้อยละ 50 และผักน้ำ ร้อยละ 50 สูตร C ประกอบด้วย ผักไชยา ร้อยละ 40 ผักน้ำ ร้อยละ 40 ผักแครรอต ร้อยละ 10 และข้าวโพด ร้อยละ 10 และสูตร D ประกอบด้วย ผักน้ำ ร้อยละ 100 สำหรับการเตรียมแครรอต และข้าวโพดนั้น จะนำไปต้มสุกก่อน จากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียดพร้อมกับส่วนผสมอื่น ประกอบด้วย แป้งมันสำปะหลัง แป้งท้าวยาย่ม่อม แป้งสาลี และน้ำสะอาด ตามอัตราส่วนในตารางที่ 1 และมีการปรุงรสเพิ่มเติมในปริมาณเท่ากันทั้ง 4 สูตร ประกอบด้วย น้ำตาลทราย เกลือ ซีอิ๊วขาว พริกป่น และพริกไทย เนื่องจากผักไชยามีกลิ่นรสเฉพาะคือมีรสขมและกลิ่นเหม็นเขียวเล็กน้อยจึงต้องการปรุงรสเพื่อปรับปรุงกลิ่นรสให้ดีขึ้น ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบที่ผลิตได้ทั้ง 4 สูตร แสดงในภาพที่ 2



สูตร A

สูตร B

สูตร C

สูตร D

ภาพที่ 2 ผักแผ่นอบกรอบทั้ง 4 สูตร

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักแผ่นอบกรอบในแต่ละสูตร

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตร A	สูตร B	สูตร C	สูตร D
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.10±1.15	7.07±1.28	7.07±0.90	7.43±1.00
สี ^{ns}	7.60±1.24	7.33±1.29	7.13±1.47	7.40±1.22
กลิ่น ^{ns}	7.10±1.49	6.97±1.12	7.43±1.22	7.20±1.51
รสชาติ ^{ns}	6.90±1.18	6.93±1.38	7.50±1.40	7.33±1.37
ความกรอบ ^{ns}	7.00±1.57	6.73±1.33	6.20±1.93	6.80±1.76
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.07±1.38	7.03±1.40	7.23±1.35	7.67±0.95

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$), $n=30$ หมายถึง ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน

ตารางที่ 3 พบว่า ผักแผ่นอบกรอบทั้ง 4 สูตร ให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกคุณลักษณะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือก สูตร C เนื่องจากมีการเติมแครรอต และข้าวโพด ส่งผลให้มีรสชาติที่ดี เนื่องจากข้าวโพดมีน้ำตาลสูงจึงทำให้มีรสชาติดหวาน (Xiao, Y et al., 2023) และสามารถลดความเหนียวของผักน้ำ และผักไชยาได้ ดังนั้นด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงคัดเลือกสูตร C ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

4.3 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ

ทำการศึกษาคูณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี และค่าเนื้อสัมผัสในด้านความแข็ง (hardness) ของผักแผ่นอบกรอบสูตร C ได้แสดงในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ สำหรับคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความชื้น (moisture content) และค่ากิจกรรมของน้ำ (water activity) แสดงผลในตารางที่ 6

ตารางที่ 4 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบทั้ง 4 สูตร

คุณภาพทางกายภาพค่าสี	L*	a*	b*
สูตร A	28.83 ^c ±0.27	-4.65 ^a ±0.03	15.89 ^c ±0.13
สูตร B	29.36 ^b ±0.23	-5.52 ^b ±0.04	16.39 ^b ±0.20
สูตร C	30.70 ^a ±0.28	-6.06 ^d ±0.03	19.00 ^a ±0.22
สูตร D	28.66 ^c ±0.44	-5.87 ^c ±0.06	16.35 ^b ±0.26

หมายเหตุ : a-c หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05), n=5 หมายถึง จำนวนซ้ำในการทดสอบคุณภาพของตัวอย่าง 5 ซ้ำ

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าสี L* ความสว่าง และ b* ค่าความเป็นสีเหลือง ในสูตร C (ผักโขม ร้อยละ 40 ผักน้ำ ร้อยละ 40 ผักแครรอต ร้อยละ 10 และข้าวโพด ร้อยละ 10) มีค่ามากที่สุดเนื่องจากมีส่วนผสมของแครรอต และข้าวโพดซึ่งมีปริมาณแคโรทีนอยด์ เป็นรงควัตถุหรือสารสี (Pigment) ที่ให้สีเหลือง ส้ม แดง และส้ม-แดง (Wongpaisanrit, R. & Pongsankeeree, W., 2020) ส่วนค่า a* จะเห็นได้ว่าทุกสูตรมีค่าเป็นลบซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเขียว ที่เกิดจากสารสีที่พบในผักน้ำและผักโขม ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของผักแผ่นอบกรอบที่มีลักษณะเป็นสีเขียวเมื่อมองด้วยตาเปล่า อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าสูตร C มีค่า a* ต่ำสุด (-6.06±0.03) อาจเนื่องมาจากการเติมแครรอต และข้าวโพด มีผลทำให้ค่า a* มีแนวโน้มไปทางสีเขียวสว่างมากขึ้นสอดคล้องกับ chart ของ Hunter Lab ที่บ่งชี้ว่าเมื่อค่า a* มีค่าเป็นลบมากขึ้นจะแสดงความเป็นสีเขียวสว่างมากขึ้น ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับค่า L* ของสูตร C ที่มีค่าความสว่างมากที่สุดเช่นกัน

ตารางที่ 5 ค่าเนื้อสัมผัส ความแข็ง (Hardness) ของผักแผ่นอบกรอบ

ผักแผ่นอบกรอบ	Hardness (kgf)
สูตร A	3.65 ^b ±0.33
สูตร B	3.16 ^c ±0.58
สูตร C	3.98 ^a ±2.47
สูตร D	2.43 ^d ±0.39

หมายเหตุ : a-d หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05), n=5 หมายถึง จำนวนซ้ำในการทดสอบคุณภาพของตัวอย่าง 5 ซ้ำ

จากตารางที่ 5 พบว่า สูตร C มีค่าความแข็งมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.98 kgf ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสูตร C มีข้าวโพดเป็นส่วนประกอบ ซึ่งมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักจึงทำให้สูตร C มีปริมาณแป้งที่มากกว่าสูตรอื่น เมื่อทำการอบจนแห้งกรอบจะทำให้ผักแผ่นมีความแข็งสูงกว่าสูตรอื่น ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Swapna, G et al. (2020) รายงานว่าข้าวโพดอุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นแป้งและสารอาหารต่าง ๆ เช่น วิตามิน แร่ธาตุ และใยอาหาร

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบคุณภาพด้านเคมี ค่า moisture content และ ค่า water activity

ผักแผ่นอบกรอบ	คุณภาพด้านเคมี	
	moisture content (%) wet basis	water activity
สูตร A	5.36 ^b ±0.03	0.34 ^b ±0.01
สูตร B	4.44 ^d ±0.08	0.30 ^c ±0.00
สูตร C	5.71 ^a ±0.08	0.43 ^a ±0.01
สูตร D	5.23 ^c ±0.02	0.35 ^b ±0.00

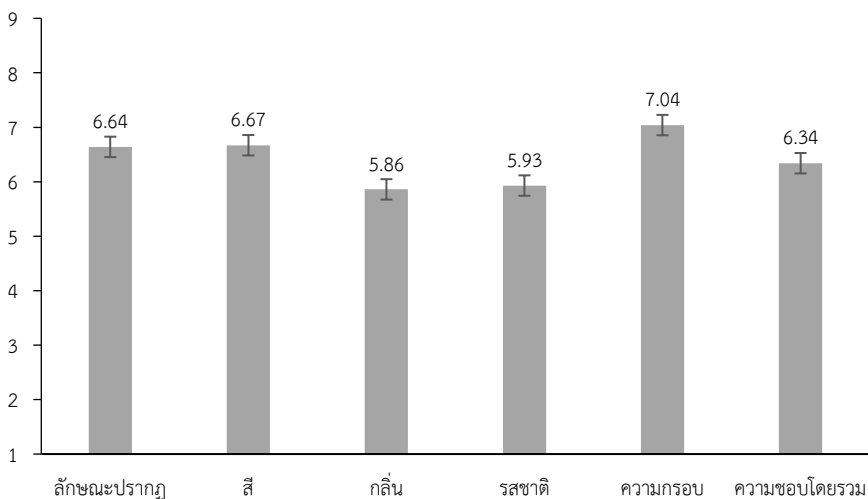
หมายเหตุ : ^{a-d} หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05), n=3 หมายถึง จำนวนซ้ำในการทดสอบคุณภาพของตัวอย่าง 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 6 พบว่า ค่า moisture content และ water activity ของผักแผ่นอบกรอบของสูตร A-D มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยค่า moisture content อยู่ในช่วงร้อยละ 4.44-5.71 และมีค่า water activity อยู่ในช่วง 0.30-0.43 จะเห็นได้ว่าสูตร C มีค่า moisture content และ water activity เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือมีค่ามากที่สุด เพราะการเติมผักแครรอต และข้าวโพด ส่งผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น และผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตร มีค่าความชื้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้ทอดกรอบแผ่น เลขที่ 1038/2554 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2554) ที่กำหนดให้มีความชื้นได้ไม่เกินร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก และมีค่า water activity ต่ำกว่า 0.6 โดยปกติแล้วเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียสามารถใช้ น้ำอิสระ (free water) ในการเติบโตเท่านั้น ดังนั้นค่า water activity จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการเน่าเสียของอาหาร ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเน่าเสีย อาหารที่เน่าเสียง่าย เช่น อาหารสด (fresh food) จะมีค่า a_w มากกว่า 0.85 อาหารกึ่งแห้ง (intermediate moisture food) ควรมีค่า a_w อยู่ที่ 0.6-0.85 และอาหารแห้ง (dried food) ควรมีค่า a_w น้อยกว่า 0.6 (ศิริบุญ พลสวัสดิ์, 2544) ดังนั้นผักแผ่นอบกรอบทั้ง 4 สูตร จึงสามารถเก็บรักษาได้นานและปลอดภัยจากการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ ผลการทดลองมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของผกาดี ภู่อินทร์ และคณะ (2565) ที่ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบจากใบคะน้า ที่พบว่ามีความชื้นและปริมาณน้ำอิสระที่ร้อยละ 5.41 และ 0.402 ตามลำดับ ในขั้นตอนการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าผลของการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่มีความแตกต่างกัน สามารถเลือกสูตรใดก็ได้เพื่อทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค แต่ผู้วิจัยทำการศึกษา สูตร C เนื่องจากมีการใช้ผักแครรอต และข้าวโพด ที่ให้กลิ่นและรสชาติที่หวานเข้ามาเป็นส่วนประกอบ อีกทั้งอัตราส่วนของผักโขม และผักน้ำ ของสูตร C มีปริมาณที่น้อยกว่าสูตรอื่นส่งผลให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์ลดลงเพื่อง่ายต่อการรับประทาน และสีของผลิตภัณฑ์สูตร C มีความสว่างมากที่สุด เมื่อทดสอบค่าสี จึงทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

4.4 ผลการศึกษการยอมรับของผู้บริโภค

จากผู้บริโภค 100 คน เป็นเพศชายร้อยละ 28 เพศหญิง ร้อยละ 72 อายุระหว่าง 15-24 ปี ร้อยละ 44 อายุ 25-34 ปี ร้อยละ 26 อายุ 35-44 ปี ร้อยละ 16 และอายุ 45-54 ปี ร้อยละ 14 อาชีพ นักศึกษา ร้อยละ 30 อาชีพอื่นๆ ร้อยละ 24 อาชีพรับจ้างทั่วไป ร้อยละ 17 นักเรียน ร้อยละ 12 อาชีพข้าราชการ ร้อยละ 11 และอาชีพพนักงานรัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 6 ผลการศึกษา ปริญาตรี ร้อยละ 44 มัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 18 มัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 10 อนุปริญา ร้อยละ 9 ต่ำกว่ามัธยม ร้อยละ 8 สูงกว่าปริญาตรี ร้อยละ 7 และ

ไม่ระบุ ร้อยละ 4 รายได้ 5,001-10,000 ร้อยละ 26 รายได้ 1,001-20,000 ร้อยละ 24 รายได้มากกว่า 20,001 ร้อยละ 22 รายได้ต่ำกว่า 5,000 ร้อยละ 17 และไม่ระบุ ร้อยละ 11 จากภาพที่ 3 แสดงผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 100 คน ต่อผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ พบว่า สูตร C ที่ประกอบด้วยผักน้ำ ร้อยละ 40 ผักไชยา ร้อยละ 40 ผักแครรอต ร้อยละ 10 และข้าวโพด ร้อยละ 10 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านความกรอบ คือ 7.04 คะแนน สำหรับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่อยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ ค่าสี 6.67 คะแนน ลักษณะปรากฏ 6.64 คะแนน ความชอบโดยรวม 6.34 คะแนน และค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ได้แก่ รสชาติ 5.93 และกลิ่น 5.86 สำหรับการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เมื่อมีการจำหน่าย พบว่าอยู่ที่ ร้อยละ 61 และไม่ซื้อผลิตภัณฑ์อยู่ที่ ร้อยละ 39 เหตุผลการตัดสินใจซื้อที่ไม่มีการระบุเหตุผล คิดเป็นร้อยละ 38 ให้เหตุผลว่าเป็นทางเลือกใหม่เพื่อสุขภาพ คิดเป็นร้อยละ 31 ให้เหตุผลว่าเป็นการแปรรูปผักพื้นบ้าน คิดเป็นร้อยละ 25 และให้เหตุผลว่าเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ คิดเป็นร้อยละ 6 สำหรับบรรจุภัณฑ์ถุงออลูมิเนียมฟอยด์กันตังมีซีปล็อก และเป็นซองทึบ ให้เหตุผลว่าบรรจุภัณฑ์เหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 57 ไม่ระบุเหตุผล คิดเป็นร้อยละ 30 และให้เหตุผลว่าบรรจุภัณฑ์ไม่เหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 13



ภาพที่ 3 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 100 คน
ต่อผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ

5. อภิปรายผล

จากผลของการใช้ผักน้ำต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ ที่มีการใช้แป้งมันสำปะหลัง แป้งท้าวยายม่อม และแป้งสาลี ในผลิตภัณฑ์พบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดในด้านรสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วันเพ็ญ แสงทองพินิจ และคณะ (2558) โดยศึกษาการใช้แป้งเป็นตัวประสานเพื่อช่วยในการขึ้นรูปผักแผ่น โดยมีแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว และแป้งสาลี อัตราส่วน 6:2.5:1 ซึ่งปริมาณน้ำแป้งที่ใช้ในผักแผ่นคือร้อยละ 25 ของน้ำหนักผัก ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัส และรสชาติที่ดี และเมื่อนำผักน้ำ ผักไชยา แครรอต และข้าวโพด มาทำเป็นผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ ทั้งหมดจำนวน 4 สูตร โดย สูตร A ประกอบด้วย ผักไชยา ร้อยละ

100 สูตร B ประกอบด้วย ผักไชยา ร้อยละ 50 และผักน้ำ ร้อยละ 50 สูตร C ประกอบด้วย ผักไชยา ร้อยละ 40 ผักน้ำ ร้อยละ 40 ผักแครรอต ร้อยละ 10 และข้าวโพด ร้อยละ 10 และ สูตร D ประกอบด้วย ผักน้ำ ร้อยละ 100 พบว่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในด้านกายภาพ ค่าเนื้อสัมผัส และค่าสี รวมถึงด้านเคมี moisture content และ water activity มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านการปรุงรสผลิตภัณฑ์ มีการรวมวิธีการทำที่ต่างกันโดยการทดลองนี้ผู้วิจัยมีการปรุงรสลงในผักก่อนทำการอบ เพื่อเป็นการลดขั้นตอนวิธีการทำ ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ วันเพ็ญ แสงทองพินิจ และคณะ (2558) คือ ปรุงรสโดยการทาน้ำซอสบนผักแผ่นอบแห้งจะทำให้ผักแผ่นที่ได้กรอบ และผิวหน้ามันเงา และใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการผสมเครื่องปรุงลงในส่วนผสมก่อนการอบ

6. องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้จากผลงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการนำผักพื้นบ้าน ได้แก่ ผักน้ำ และผักไชยาไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่ทานง่ายและเหมาะสมสำหรับคนรักสุขภาพ หรือบุคคลทั่วไปที่ต้องการนำองค์ความรู้นี้ ไปพัฒนาต่อยอดนำผักที่พบในท้องถิ่น เป็นผลิตภัณฑ์แบบใหม่ ซึ่งเป็นการสร้างมูลค่าให้กับวัตถุดิบท้องถิ่นด้วย

7. สรุป

จากผลการวิจัยพบว่า สูตรพื้นฐาน สูตรที่ 3 ที่มีการใช้วัตถุดิบของแป้งมันสำปะหลัง แป้งท้าวยายม่อม แป้งสาเลี ผสมกับน้ำสะอาดนำมาตั้งไฟกวนจนสุก มาเป็นส่วนประกอบในผักแผ่น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเกาะตัว และมีความกรอบได้ดีมากกว่าสูตรที่ไม่มีแป้งเป็นส่วนผสม ด้านการนำผักน้ำ และผักไชยามาทำการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบทั้ง 4 สูตร พบว่า คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันในทุกคุณลักษณะ จึงสามารถเลือกสูตรใดก็ได้มาทำการศึกษา ผู้วิจัยจึงคัดเลือก สูตร C เนื่องจากมีการใช้ผักแครรอต และข้าวโพด ที่ให้กลิ่นและรสชาติที่หวานเข้ามาเป็นส่วนประกอบ อีกทั้งอัตราส่วนของผักไชยา และผักน้ำ ของสูตร C มีปริมาณที่น้อยกว่าสูตรอื่นส่งผลให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์ลดลงเพื่อง่ายต่อการรับประทาน ค่าสีมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยผักแผ่นอบกรอบสูตร ผักน้ำ ร้อยละ 40 ผักไชยา ร้อยละ 40 แครรอต ร้อยละ 10 และข้าวโพด ร้อยละ 10 มีค่า L^* ที่มีค่าความสว่างมากที่สุด ทำให้ค่า a^* ที่มีค่าเป็นลบ แสดงถึงความเป็นสีเขียวที่เพิ่มขึ้น และ b^* ที่มีค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุด และพบว่า ค่า Hardness มีค่ามากที่สุด ตัวอย่างทุกสูตรมี ค่า water activity อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่า 0.6 การยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน พบว่า การยอมรับทางประสาทสัมผัส อยู่ในระดับความชอบปานกลาง และระดับความชอบเล็กน้อย ตามลำดับ ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อเมื่อผลิตภัณฑ์ออกจำหน่ายที่ร้อยละ 61 บรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ คือ ถุงอลูมิเนียมฟอยด์กันตังมีซิปล็อค บรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 57

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การวิจัยนี้สามารถต่อยอดจากผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ นำมาทำเป็นผงโรยข้าวที่ทำจากผักน้ำ และผักไชยาอบกรอบ

8.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบผักน้ำ และผักไชยา

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ภายใต้กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 อีกทั้งสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ และคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

10. เอกสารอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2550). *เทคโนโลยีของแป้ง* (พิมพ์ครั้งที่ 4). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิราภรณ์ แก่นท้าว, อิดารัตน์ สีสด, และชุติมา ทองแก้ว. (2565, 11-12 กรกฎาคม). *สำหรับเทียบจากใบไชยา* [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ. วิจัย ครั้งที่ 16, อุบลราชธานี, ประเทศไทย.
- ปิ่นธสุทธิ์ สุวรรณเลิศ. (2555). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์กะละแม้อัญชัน*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- ผกาวดี ภูจันทร์, ไพรวลัย ประมัย, ไสร้จรรย์ม อินเกต, และอรุณลักษณ์ โชตินาครินทร์. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น]*, 18(1); 55-67.
- เมตตา เถาว์ชาลี. (2562). *ผลของ pH ที่มีต่อการย่อยสลายคลอโรฟิลล์และการหายไปของสีและระดับ กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในวอเตอร์เครส* [เล่มรายงานการวิจัย]. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, ศิริญา ทาคำ, พรทิพย์ เทพทับทิม, และปริดา เฟื่องฟู. (2558, 30-31 มีนาคม). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเพื่อสุขภาพจากกระเจี๊ยบเขียวและผักบ่งจิ้น* [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ครั้งที่ 7, นครปฐม, ประเทศไทย.
- ศรีวิกรณ์ ดิษฐอดมโพธิ์. (2548). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แผ่น*. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศศิพันธ์ สุภมนตรี บัวพล, สมหญิง ไควศนวนนท์, และชุติมา ศิริกุลชยานนท์. (2564). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการบริโภคผักของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษาพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้า จังหวัดเพชรบุรี*, 4(3), 95-108.
- ศิริบุญ พูลสวัสดิ์. (2544). *การศึกษาความเปลี่ยนแปลงของค่าวอเตอร์แอคทิวิตีในระหว่างการเก็บผลไม้แห้ง*. เอกสารผลงานที่เสนอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7 ว. กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2554, 28 กันยายน). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผักและผลไม้ทอดกรอบ*. https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps1038_54.pdf.
- สิรินทร์ยา พูลเกิด. (2564, 27 เมษายน). *ปัจจัยทางประชากรและสังคมที่มีอิทธิพลต่อการกินผักและผลไม้ไม่เพียงพอของคนไทย*. <https://www.theprachakorn.com/news/Detail.php?id=436>.
- อนุวัตร แจ่มชัด, สุจิตต์ อร ชื่นทอง, สุกัญญา วงวาท, และรัชนิกร กิตติริมงคล. (2548, 1-4 กุมภาพันธ์). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่น* [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย.

- Punfujinda, C., Pattarathitiwat, P., Songpranam, P., Chitravimol, U., Buranasuont, R., & Chumkaew, K. (2021). Product Development of Sweet Fish Sauce from Dried White Shrimp: Sensory Evaluation, Physical and Chemical Quality and Nutrition. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*, 14(3), 42-51.
- Dholvitayakhun, A., Krisomros, J., Chantharasiri, P., Wutthichat, W., & Sanguanval, A. (2023). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด. *Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal*, 15(1), 60-73.
- Kongphapa, J., Chupanit, P., Anutrakulchai, S., Cha'on, U., & Pasuwan, P. (2021). Nutritional and phytochemical properties of Chaya leaves (*Cnidoscolus chayamansa* Mc Vaugh) planted in Northeastern Thailand. *Journal of Science and Technology*, 27.
- Kuti, J. O., & Kuti, H. O. (1999). Proximate composition and mineral content of two edible species of *Cnidoscolus* (tree spinach). *Plant Foods for Human Nutrition*, 53, 275-283.
- Li, C. (2022). Recent progress in understanding starch gelatinization-An important property determining food quality. *Carbohydrate Polymers*, 119735.
- Saencom S., Chiewchan N., & Devahastin, S. (2011). Production of dried ivy gourd sheet as a health snack. *Food and Bioproducts Processing*, 89, 414-421.
- Saengthongpinit, W., Thakham, S., Thepthubtim, P., & Fuangfoo, P. (2015). Development of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) and Water Spinach (*Ipomoea aquatica* Var. *reptans*) Sheet as a Healthy Snack. In The 7th NPRU National Academic Conference. Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom, Thailand. (in Thai), (pp. 771-780).
- SPSS. (2018). *IBM SPSS Statistics 22 (Version 22)* [Software]. Retrieved September 30, 2021, from <http://www.spss.com.hk/>.
- Swapna, G., Jadesha, G., & Mahadevu, P. (2020). Sweet corn—a future healthy human nutrition food. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 9(7), 3859-65.
- Wang, S., & Copeland, L. (2013). Molecular disassembly of starch granules during gelatinization and its effect on starch digestibility: a review. *Food & function*, 4(11), 1564-1580.
- Wongpaisanrit, R., & Pongsankeeree, W. (2020). ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันข้าวโพดสามสายพันธุ์. *RMUTP Research Journal*, 14(2), 152-159.
- Xiao, Y., Xie, L., Li, Y., Li, C., Yu, Y., Hu, J., & Li, G. (2023). Impact of low temperature on the chemical profile of sweet corn kernels during post-harvest storage. *Food Chemistry*, 431, 137079.