

การใช้ประโยชน์จากแป้งรำข้าวและผักหวาน ในผลิตภัณฑ์หมแผ่นที่ทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ

Utilization of Rice Bran Flour and *Melinetha Suavis Pierre* in Crispy Pork That Cooking by Microwave

ดวงกมล ตั้งสถิตพร^{1*} เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์¹ ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง¹ จิราภร โอทอง²
กัมพล ทองใบ¹ ศุจินธร ทองอินทร์¹ และสาวินี เพียรชำนาญ¹
Duangkamol Tungsatitporn^{1*} Kasarin Pedcharat¹ Duangrat Saetang¹
Jirapat Othong² Kamphon Thongbai¹ Sujinthon Thongin¹ and
Sawinee Peanchamnan¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาศึกษาสูตรในการผลิตหมแผ่นโดยใช้ประโยชน์จากแป้งรำข้าวและผักหวานด้วยเทคโนโลยีคลื่นไมโครเวฟ ศึกษาปริมาณแป้งรำข้าวและผักหวานที่เหมาะสม พบว่า ปริมาณแป้งรำข้าวแทนแป้งสาลี ที่ร้อยละ 1 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด เนื่องจากลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และรสชาติ สี กลิ่น พอดีไม่เค็มเกินไป จากนั้นศึกษาปริมาณผักหวานที่เหมาะสมในการผลิตหมแผ่น พบว่า ปริมาณผักหวานที่ร้อยละ 2 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด มีความกรอบมากที่สุด โดยใช้ระยะเวลาการให้ความร้อนโดยไมโครเวฟที่เท่ากัน และใช้เวลาน้อยที่สุด เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของผลิตภัณฑ์หมแผ่นและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงจากท้องตลาดพบว่า ผลิตภัณฑ์หมแผ่นจากแป้งรำข้าวและผักหวานโดยเทคโนโลยีไมโครเวฟมีค่าปริมาณโปรตีนค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่าสี L^* , a^* , b^* และเส้นใยหยาบมากกว่า และมีค่าปริมาณไขมันคาร์โบไฮเดรต และพลังงานน้อยกว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับชอบมาก คิดเป็นร้อยละ 61 สามารถเก็บรักษาโดยการบรรจุถุงฟอยล์ซิปล็อก เป็นระยะเวลา 25 วัน ซึ่งผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัย โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์ รา ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด

คำสำคัญ : หมแผ่น แป้งรำข้าว ผักหวาน ไมโครเวฟ

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Food Science and Technology Program, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

² สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² Foods and Nutrition Program, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* ผู้ประสานงานนิพนธ์ E-mail : duangkamol.t@rmutp.ac.th

ABSTRACT

The purpose of utilization of rice bran and *melientha suavis pierre* by microwave technology. Study the recipe for the production of crispy pork by utilizing rice bran flour and *melientha suavis pierre* by microwave technology. Study of the appropriate amount of rice bran and *melientha suavis pierre*. Found that the amount of rice bran flour instead of wheat flour at 1%, Crispy pork the most like because the texture very crispness and taste, color, smell, less salty. Then study the amount of *melientha suavis pierre* suitable for the production of crispy pork. It found that 2% of *melientha suavis pierre* were found to have tasted the most like very much because the texture very crispness. It uses the same microwave heating time and takes the least time. When comparing the chemical and physical properties of the product in market. Crispy pork and nearby products from the market found crispy pork of rice bran flour and *melientha suavis pierre* by microwave technology have a protein content, a_w , L^* , a^* , b^* color and crude fibers have more than but fat, carbohydrate content and energy lower. The consumers acceptability like very much product 61%. It can be stored by package in foil zip lock bag for a period of 25 days. The product is safe, with the total amount of microorganisms and yeast mold not exceeding the required standards.

Keywords : Crispy pork, Rice bran flour, *Melientha suavis Pierre*, Microwave

1. บทนำ

หมูแผ่นอบกรอบเป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีขายทั่วไปในปัจจุบัน และเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาบริโภคได้ทุกที่ทุกเวลา ทั้งสะดวกต่อการเก็บและง่ายต่อการพกพา อีกทั้งสามารถเก็บรักษาได้นาน อีกด้วยนิยมบริโภคเป็นอาหารทานเล่น และเป็นอาหารรองท้อง เป็นผลิตภัณฑ์คาร์โบไฮเดรตและโปรตีนสูง แต่ปริมาณใยอาหารที่ต่ำ มีการใช้แป้งเป็นส่วนผสม ซึ่งแป้งจะถูกเติมเพื่อเป็นสารที่ช่วยในเรื่องความคงตัว และปรับปรุงลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้มีความนุ่ม แน่น หรือกรอบฟูได้ดียิ่งขึ้น และยังทำให้มีรสชาติที่เป็นที่ยอมรับมากยิ่งขึ้น ชนิดของแป้งที่ใช้ ได้แก่ แป้งสาลี แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง เป็นต้น

ในปัจจุบัน รำข้าว เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่เกิดจากการสีข้าว ร้อยละ 10.5 ของข้าวขาวทั้งเมล็ด (ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2555) จากข้อมูลข้างต้นได้มีการคิดเปรียบเทียบปริมาณรำข้าวที่เกิดจากผลผลิตข้าวที่ประเทศไทยผลิตได้ในปี พ.ศ. 2554 จะมีปริมาณสูง ถึง 3.06 ล้านตัน และเมื่อนำแต่ละส่วนของเมล็ดข้าวมาวิเคราะห์

ปริมาณโปรตีนพบว่ารำข้าวมีปริมาณโปรตีนสูงสุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่น ๆ ในเมล็ดข้าว โดยมีโปรตีนสูงถึง 11.3-14.9 (g N×5.95) (Shih, 2003) มีปริมาณใยอาหาร และ ธาตุเหล็กสูง ปราศจากกลูเตน มีวิตามินบี 1, บี 3, บี 6 และ บี 9 สูง เป็นแหล่งของโปรตีน สามารถนำไปใช้ทดแทนแป้งสาลี, แป้งข้าวเจ้า หรือแป้งอื่น ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์ขนมปัง เป็นต้น

ใน 1 ปี ผักหวานมีผลผลิตเฉลี่ย 3.5 ล้านตัน และขึ้นชื่อว่าเป็นผักพื้นบ้านที่มีประโยชน์มากกว่าผักชนิดอื่น ซึ่งเกือบทุกส่วนของต้น สามารถนำมารับประทานได้ ผักหวาน 100 กรัม มีพลังงาน 39 กิโลแคลอรีและยังมีใยอาหาร 2.1 กรัม (สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2535) ทั้งนี้การเสริมผักหวานส่งผลให้ผลิตภัณฑ์หมูแผ่นมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นทำให้ช่วยลดความแห้งที่เกิดจากรำข้าวอีกทั้งยังช่วยเพิ่มใยอาหารให้กับผลิตภัณฑ์หมูแผ่น

ในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาสนใจสุขภาพมากยิ่งขึ้นจึงทำให้เกษตรกร มีการคิดค้นการใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ เข้ามาปรับใช้กับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อเสริมหรือเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการอาหารให้กับตัวผลิตภัณฑ์ ดังนั้นผู้ทดลองจึงมีแนวคิดที่จะใช้ประโยชน์ จากรำข้าวและผักหวานในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นโดยใช้วิธีการทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ เพื่อลดการใช้น้ำมันในการทอด และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากรำข้าวและผักหวานในผลิตภัณฑ์หมูแผ่น

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ศึกษาสูตรต้นแบบในการผลิตผลิตภัณฑ์หมูแผ่นจากรำข้าวและผักหวาน

ศึกษาสูตรต้นแบบในการผลิตหมูแผ่น จำนวน 3 สูตร วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) เพื่อหาสูตรที่ดีที่สุดในการหมูแผ่นดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรการผลิตหมูแผ่นจำนวน 3 สูตร

ส่วนผสม	น้ำหนักส่วนผสมแต่ละสูตร (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
เนื้อหมู (ส่วนสะโพก)	500.00	500.00	500.00
เกลือป่น	5.00	5.00	5.00
น้ำตาลทรายขาว	50.00	50.00	150.00
น้ำเปล่า	-	200.00	200.00
ผงพะโล้	10.00	20.00	20.00

ตารางที่ 1 สูตรการผลิตหมูแผ่นจำนวน 3 สูตร (ต่อ)

ส่วนผสม	น้ำหนักส่วนผสมแต่ละสูตร (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งสาลี	20.00	20.00	60.00
ซีอิ๊วขาว	10.00	20.00	20.00

ที่มา : สูตรที่ 1 สูตรหมูแผ่นกรอบ จาก แก้ว Toluna (2556)

สูตรที่ 2 สูตรหมูแผ่น จาก สุทธิกา (ม.ป.ป)

สูตรที่ 3 สูตรหมูแผ่น จาก โอเพนไรซ์ (2559)

2.1.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระ โดยนำผลิตภัณฑ์ที่บดละเอียดเป็นผงมาใส่ภาชนะตัวอย่างเพื่อวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ และตรวจวัดสี

2.1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี โดยวัดปริมาณความชื้น โดยนำตัวอย่างหมูแผ่นบดละเอียด 4 กรัม มาวัดค่าความชื้น ตัวอย่าง 3 ซ้ำ

2.1.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส จัดเสิร์ฟตัวอย่างโดยนำหมูแผ่นมาทำให้สุกโดยใช้ความร้อนจากไมโครเวฟระดับไฟปานกลางเป็นเวลา 35 วินาที จากนั้นทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยทดสอบชิมจากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมซึ่งเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

2.2 ศึกษาปริมาณแป้งรำข้าวที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์หมูแผ่น

นำสูตรที่ผู้ทดสอบให้คะแนนมากที่สุด (จากข้อ 2.1) มาศึกษาเพิ่มปริมาณแป้งรำข้าวในแต่ละระดับ จำนวน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 ร้อยละ 2 และร้อยละ 3 ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัส ตามวิธีในข้อ 2.1

2.3 ศึกษาปริมาณผักหวานที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าว

นำสูตรหมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวที่ผู้ทดสอบให้คะแนนมากที่สุด (จากข้อ 2.2) มาศึกษาปริมาณผักหวานที่เหมาะสมโดยแปรระดับ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2 ร้อยละ 3 และร้อยละ 4 ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมที่สุดโดยวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส และนำสูตรที่ผู้ทดสอบให้คะแนนชอบมากที่สุดไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ตามวิธีในข้อ 2.1 ข้อ 2.1.1 และ ข้อ 2.1.3 และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

โดยประมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดตามวิธีการของ (AOAC, 2000)

2.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวาน และทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ

โดยทำการทดสอบด้วยผู้บริโภคจำนวน 100 คน ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครในด้านความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โดยจัดเสิร์ฟตัวอย่างที่ทำให้สุกโดยใช้ความร้อนจากไมโครเวฟจำนวน 2 แผ่น เพื่อประเมินคุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ จากนั้นเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ผล

2.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานและทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ

นำผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานและทำให้สุกด้วยไมโครเวฟมาเก็บรักษา โดยการบรรจุลงถุงซิปล็อกฟอยล์ และปิดปากถุงเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 20-25 องศาเซลเซียส จากนั้นสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ 3 วัน การเก็บรักษา จะสิ้นสุดลงเมื่อตรวจพบจุลินทรีย์เกินมาตรฐานที่กำหนด โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตามวิธีการ (AOAC, 2000) โดยจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และทำการตรวจยีสต์ และราต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มพข.หมูแผ่น 100/2546)

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาสูตรต้นแบบในการผลิตหมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานที่ทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ

3.1.1. ผลการศึกษาสูตรต้นแบบในการผลิตหมูแผ่น จำนวน 3 สูตร และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานต่อไป

ตารางที่ 3.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพของสูตรหมูแผ่นต้นแบบจำนวน 3 สูตร

สมบัติ	หมูแผ่น		
	ไม่เติมน้ำ	เติมน้ำ	เติมน้ำตาลและซีอิ๊ว
กายภาพ			
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)			
ก่อนให้ความร้อนโดยไมโครเวฟ	0.61±0.00 ^a	0.55±0.00 ^b	0.55±0.00 ^c
หลังให้ความร้อนโดยไมโครเวฟ	0.31±0.00 ^c	0.45±0.00 ^a	0.41±0.00 ^b

ตารางที่ 3.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพของสูตรหมูแผ่นต้นแบบจำนวน 3 สูตร (ต่อ)

สมบัติ	หมูแผ่น		
	ไม่เติมน้ำ	เติมน้ำ	เติมน้ำตาลและซีอิ๊ว
เคมี			
- ค่าปริมาณความชื้น (ร้อยละ)			
ก่อนให้ความร้อนโดยไมโครเวฟ	5.36±0.19 ^c	7.12±0.69 ^b	10.26±0.46 ^a
หลังให้ความร้อนโดยไมโครเวฟ	3.82±0.40 ^c	4.00±0.25 ^b	4.81±1.24 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3.2 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของสูตรหมูแผ่นต้นแบบจำนวน 3 สูตร

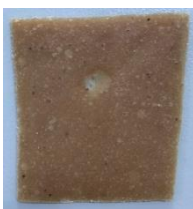
คุณลักษณะ	หมูแผ่นสูตรพื้นฐาน		
	ไม่เติมน้ำ	เติมน้ำ	เติมน้ำตาลและซีอิ๊ว
ลักษณะปรากฏ	6.96±0.92 ^b	7.58±1.01 ^a	7.00±1.50 ^b
สี	7.02±0.69 ^b	7.70±0.99 ^a	7.18±0.94 ^b
กลิ่น	7.20±0.78 ^b	7.56±0.84 ^a	6.98±0.74 ^b
รสชาติ	6.82±0.87 ^b	7.84±0.84 ^a	7.08±0.80 ^b
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ^{ns}	7.38±0.99	7.50±0.86	7.32±0.89
ความชอบโดยรวม	6.90±0.86 ^b	7.98±0.74 ^a	7.12±0.85 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึงค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3.2 ผลการศึกษาปริมาณแป้งรำข้าวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์หมูแผ่น

ตารางที่ 3.3 ลักษณะปรากฏของหมูแผ่นที่เสริมปริมาณแป้งรำข้าว 3 ระดับ

หมูแผ่นก่อนให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟ	หมูแผ่นหลังให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟ	ลักษณะปรากฏ	
		ก่อนให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟมีลักษณะผิวเรียบ แห้งคล้ายข้าวเกรียบ แผ่นเหี่ยวดกไม่มันวาว มีสีน้ำตาลอมแดงอ่อน ๆ มีความยืดหยุ่นเล็กน้อย มีกลิ่นของพะโล้และหอมรำข้าวเล็กน้อย หลังให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟ มีการพองตัวสีเปลี่ยนเป็นสีครีม กรอบและหอมกลิ่นพะโล้	
แป้งรำข้าว ร้อยละ 1			ก่อนให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟมีลักษณะผิวเรียบ แห้งคล้ายข้าวเกรียบ มันวาวเล็กน้อย สีน้ำตาลอ่อน มีความยืดหยุ่นน้อย มีกลิ่นผงพะโล้และกลิ่นรำข้าว หลังให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟมีความกรอบมาก พองตัวสีน้ำตาล กลิ่นหอมรำข้าว
แป้งรำข้าว ร้อยละ 2			ก่อนให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟมีลักษณะผิวเรียบ แห้ง คล้ายข้าวเกรียบมีความมันเล็กน้อย และมีความชื้น แผ่นเหี่ยวตึง มีกลิ่นรำข้าวชัดเจนและกลิ่นพะโล้เล็กน้อย สีน้ำตาลอ่อน หลังให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟมีความพองตัวมาก สีน้ำตาลเข้ม มีความกรอบมาก กลิ่นรำข้าวชัดเจน
แป้งรำข้าว ร้อยละ 3			

ตารางที่ 3.4 สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ

สมบัติ	ปริมาณแป้งรำข้าว		
	ร้อยละ 1	ร้อยละ 2	ร้อยละ 3
กายภาพ			
-ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)			
ก่อนให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟ	0.54±0.00 ^c	0.64±0.12 ^b	0.68±0.23 ^a
หลังให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟ	0.41±0.00 ^c	0.46±0.01 ^b	0.55±0.02 ^a
-ค่าสี			
ค่าความสว่าง (L^*)	56.11±0.56 ^c	57.85±0.40 ^b	59.68±0.38 ^a
ค่าสีแดง (a^*)	6.16±0.31 ^b	6.24±0.03 ^b	6.81±0.14 ^a
ค่าสีเหลือง (b^*)	21.50±0.33 ^b	21.64±0.05 ^b	23.45±0.02 ^a
เคมี			
-ค่าปริมาณความชื้น (ร้อยละ)			
ก่อนให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟ ^{ns}	6.98±0.61	8.00±0.61	7.62±1.80
หลังให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟ	3.53±0.13 ^c	4.66±0.13 ^b	5.20±0.32 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3.5 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวที่เหมาะสมในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ

คุณลักษณะ	ปริมาณแป้งรำข้าว		
	ร้อยละ 1	ร้อยละ 2	ร้อยละ 3
ลักษณะปรากฏ	7.94±0.71 ^a	7.54±0.65 ^b	7.44±0.71 ^b
สี	7.78±0.79 ^a	7.32±0.64 ^b	7.20±0.57 ^b
กลิ่น	7.96±0.74 ^a	7.44±0.71 ^b	7.04±0.69 ^c
รสชาติ	7.70±0.79 ^a	7.18±0.75 ^b	5.98±0.77 ^c
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	8.04±0.78 ^a	7.08±0.69 ^b	6.18±0.63 ^c
ความชอบโดยรวม	7.92±0.67 ^a	7.20±0.57 ^b	6.38±0.64 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3.6 ลักษณะปรากฏของหมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานในปริมาณที่ต่างกัน
3 ระดับ

หมูแผ่นก่อนให้ความร้อน โดยไมโครเวฟ	หมูแผ่นหลังให้ความร้อน โดยไมโครเวฟ	ลักษณะปรากฏ
		ก่อนให้ความร้อนโดยไมโครเวฟ มีลักษณะแห้งสีน้ำตาล ใบผักหวานกระจายอยู่ทั่วแผ่นมีความละเอียดมีความยืดหยุ่นเล็กน้อยแผ่นเหี่ยยตรง ไม่ม้วนงอ กลิ่นหอมพะโล้ และรำข้าว หลังให้ความร้อนโดยไมโครเวฟ สีน้ำตาลอ่อน แผ่นมีการยืดและหนาขึ้น มีความกรอบ กลิ่นหอมพะโล้
		ก่อนให้ความร้อนโดยไมโครเวฟมีลักษณะแห้งกรอบ มีใบผักหวานกระจายทั่วแผ่น ไม่ม้วนงอ สีน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมพะโล้และรำข้าว หลังให้ความร้อนโดยไมโครเวฟมีสีน้ำตาลอ่อน มีความกรอบ กลิ่นหอมรำข้าว
		ก่อนให้ความร้อนโดยไมโครเวฟมีลักษณะ ไม่ม้วนงอมีสีน้ำตาลเข้มกลิ่นหอมพะโล้และรำข้าวหลังให้ความร้อนโดยไมโครเวฟสีน้ำตาลเข้ม มีบางจุดไหม้ แผ่นฟูกรอบน้อย มีกลิ่นไหม้

ตารางที่ 3.7 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมผักหวานในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ

สมบัติ	ปริมาณผักหวาน		
	ร้อยละ 2	ร้อยละ 3	ร้อยละ 4
กายภาพ			
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)			
ก่อนให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟ	0.37±0.00 ^c	0.44±0.00 ^b	0.47±0.00 ^a
หลังให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟ	0.17±0.00 ^b	0.18±0.00 ^a	0.16±0.00 ^c
- ค่าสี			
ค่าความสว่าง (L^*)	48.72±1.09 ^b	50.63±2.48 ^a	41.81±0.88 ^b
ค่าสีแดง (a^*)	3.48±0.24 ^b	5.69±0.68 ^a	6.06±0.24 ^a
ค่าสีเหลือง (b^*)	16.79±1.07 ^a	16.36±0.79 ^a	12.63±0.54 ^b
เคมี			
- ค่าปริมาณความชื้น (ร้อยละ)			
ก่อนให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟ	5.07±0.52 ^b	7.03±1.51 ^a	8.02±0.20 ^a
หลังให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟ	2.86±0.12 ^b	2.92±0.22 ^b	3.24±0.10 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3.8 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมผักหวาน 3 ระดับ

คุณลักษณะ	หมูแผ่นผักหวาน		
	ร้อยละ 2	ร้อยละ 3	ร้อยละ 4
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.26±0.92	7.26±0.92	7.18±0.89
สี ^{ns}	7.22±0.84	7.18±0.89	7.06±0.91
กลิ่น ^{ns}	7.04±1.02	7.00±0.90	6.88±0.91
รสชาติ	7.94±0.76 ^a	7.40±0.80 ^b	7.32±0.84 ^b
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.96±0.78 ^a	7.20±0.70 ^b	6.92±0.75 ^b
ความชอบโดยรวม	7.86±0.80 ^a	7.28±0.85 ^b	7.04±0.80 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึงค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 3.9 การเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้ง
รำข้าวและผักหวานกับผลิตภัณฑ์หมูแผ่นทางการค้า

สมบัติ	หมูแผ่น	
	หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าว และผักหวาน	หมูแผ่นทางการค้า
กายภาพ		
ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.17 ± 0.00^b	0.29 ± 0.00^a
- ขนาด		
กว้าง (เซนติเมตร)	5.04 ± 1.04^a	4.28 ± 0.18^b
ยาว (เซนติเมตร)	5.10 ± 0.00^a	3.78 ± 0.22^b
ความหนา (มิลลิเมตร)	5.14 ± 0.18^a	3.16 ± 0.94^b
- ค่าสี		
ค่าความสว่าง (L^*)	48.72 ± 1.09^b	62.50 ± 0.00^a
ค่าสีแดง (a^*)	3.48 ± 0.24^b	18.20 ± 0.00^a
ค่าสีเหลือง (b^*)	16.79 ± 1.07^b	29.56 ± 0.02^a
- ค่าเนื้อสัมผัส		
ความแข็ง (Hardness) (นิวตัน)	0.78 ± 0.05^a	0.64 ± 0.64^b
เคมี		
ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	8.22	7
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	1.10	1.50
ปริมาณเส้นใยหยาบ (ร้อยละ)	0.49	0
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	6.05	8
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	2.86 ± 0.12^b	3.34 ± 0.37^a
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	67	70

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าที่ไม่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเนื่องจากการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการสังเกตตรวจสอบโดยสถาบัน
อาหาร ซึ่งไม่มีซ้ำของการทดลองจึงไม่สามารถนำมาคำนวณค่าทางสถิติได้

**3.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าว
และผักหวานและทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ**

จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าว
และผักหวานและทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ โดยใช้แบบสอบถามกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน
พบว่า มีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ โดยมีความชอบมากที่สุดร้อยละ 61 ส่วนความพึงพอใจต่อ
ลักษณะปรากฏด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ (ขนาด) มีความชอบมากที่สุดร้อยละ 76

ด้านสี มีความชอบมากร้อยละ 82 ด้านกลิ่น มีความชอบมากร้อยละ 77 ด้านรสชาติ มีความชอบมากร้อยละ 52 ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (กรอบ) มีความชอบมากที่สุด ร้อยละ 47 และด้านความชอบโดยรวม มีความชอบมากร้อยละ 57 ส่วนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับร้อยละ 95 และสนใจจะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 77 ส่วนราคาที่เหมาะสมต่อการขายผลิตภัณฑ์ 20 กรัม ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในราคา 30 บาท ร้อยละ 65 ซึ่งสอดคล้องกับต้นทุนการผลิตคือมีราคาต้นทุนต่อ 1 ชอง เท่ากับ 30 บาท

3.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวาน และทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานและทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ นำสูตรที่ดีที่สุดมาศึกษาอายุการเก็บรักษาและคุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยสุ่มตัวอย่างทุก 3 วัน เมื่อพบปริมาณจุลินทรีย์จำนวนมากจะสุ่มตรวจตัวอย่างทุก ๆ 1 วัน พบว่าปริมาณจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นไปตามมาตรฐาน (มผช.หมูแผ่น.100/2546) กำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จึงสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาด้วยสภาวะบรรจุในถุงฟอยล์ซีลล็อกที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 วัน ปริมาณจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 8.70×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัมและปริมาณยีสต์และรา เท่ากับ น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งผลิตภัณฑ์มีสีสม่ำเสมอขึ้นไปตามสีธรรมชาติ เป็นแผ่นบางกรอบ ไม่แข็งกระด้าง และไม่เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืน (มผช.หมูแผ่น.100/2546)

4. สรุปผลและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาสูตรและกรรมวิธีในการผลิตหมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวาน และทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ

4.1.1 ผลการศึกษาสูตรต้นแบบในการผลิตหมูแผ่น จำนวน 3 สูตร พบว่า จากตารางที่ 3.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรต้นแบบผลิตภัณฑ์หมูแผ่น จำนวน 3 สูตร พบว่าคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เนื่องจากมีปริมาณน้ำและส่วนผสมอื่นที่แตกต่างกันจึงส่งผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยคะแนนความชอบที่มากที่สุด คือ สูตรผลิตภัณฑ์หมูแผ่นสูตรที่เติมน้ำ โดยปริมาณน้ำที่เพิ่มเข้าไปทำให้หมูแผ่นมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออัตราการพองตัวของหมูแผ่นหลังให้ความร้อน ทำให้หมูแผ่นฟูกรอบเมื่อนำไปทำให้สุกโดยให้ความร้อนจากไมโครเวฟ (บุษบา และคณะ, 2554) ซึ่งมีความแตกต่างจากสูตรที่ไม่เติมน้ำ หมูแผ่นจะมีความแข็งกระด้าง และสูตรเติมน้ำตาลและซีอิ๊ว โดยที่ความเข้มข้นของน้ำตาลไปจับโครงสร้างการพองตัวของเนื้อหมู เป็นลักษณะคาราเมลเหนียว เมื่อนำไปให้ความร้อนเกิดเป็นลักษณะเหนียวทำให้หมูแผ่นไม่พองตัว

ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม มีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$) โดยสูตรที่เติมน้ำ มีคะแนนความชอบมากที่สุด เนื่องจากหมูแผ่น

มีความกรอบฟู รสชาติและสีพอดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตรผลิตภัณฑ์หมูแผ่นสูตรที่ 2 คือสูตรเติมน้ำเป็นสูตรต้นแบบเมื่อศึกษาปริมาณแป้งรำข้าวที่เหมาะสม

4.1.2 ผลการศึกษาปริมาณแป้งรำข้าวที่เหมาะสมที่จะเสริมในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นพบว่า จากตารางที่ 3.5 พบว่าคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้าน มีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากปริมาณแป้งรำข้าวที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้สมบัติทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (ไพโรจน์ และ พันธิพา, 2539) ในหมูแผ่นที่เสริมแป้งรำข้าว ร้อยละ 1 มีคะแนนความชอบทุกด้านมากที่สุด เนื่องจากมีลักษณะปรากฏ ความกรอบ สี และกลิ่นที่ดีที่สุดสอดคล้องกับสมบัติทางเคมีและกายภาพ ในตารางที่ 3.4 คือมีค่าทางเคมี กายภาพที่เหมาะสม โดยที่ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณความชื้นทั้งก่อนและหลังให้ความร้อน ไม่เกินกำหนดมาตรฐาน ซึ่งส่งผลให้ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสความกรอบพอดี และผลิตภัณฑ์หมูแผ่นมีสีออกเหลืองน้ำตาล

สมบัติทางทางเคมี กายภาพของหมูแผ่นที่เสริมผักหวานในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ จากตารางที่ 3.8 พบว่า การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหมูแผ่นที่มีการเติมแป้งรำข้าวในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2, 3 และ 4 พบว่าผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่ามีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด คือ สูตรหมูแผ่นเสริมผักหวาน ร้อยละ 2 เนื่องจากปริมาณผักหวานที่เพิ่มขึ้นทำให้หมูแผ่นที่อบในระยะเวลาเท่ากันมีปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 3.7 ส่งผลให้เมื่อนำมาให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟพบว่าปริมาณผักหวาน ร้อยละ 3 และ 4 หมูแผ่นมีความเหนียวเมื่อรับประทานจะรู้สึกเหนียวติดฟัน จึงส่งผลให้คะแนนในด้านเนื้อสัมผัสหมูแผ่นเสริมผักหวานร้อยละ 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 2 ซึ่งต้นแบบหมูแผ่นเสริมผักหวานร้อยละ 2 มีคุณลักษณะที่ดีที่สุด ส่งผลให้ลักษณะหมูแผ่นที่ได้มีความพองกรอบ และสีที่พอดี เนื่องจาก พลังงานของคลื่นไมโครเวฟมีผลกระทบต่อวัสดุอื่น ๆ น้อยมาก น้ำจะถูกทำให้ร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งโมเลกุลน้ำจะแพร่มายังด้านนอกของวัสดุ หรือถ่ายเทความร้อนไปยังส่วนประกอบอื่นโดยที่ความร้อนดังกล่าวจะไม่ทำให้โครงสร้าง สี กลิ่น และ คุณค่าทางโภชนาการของหมูแผ่นเสริมผักหวานเกิดการเสียหาย (หมุดตอเล็บ, 2556)

การเปรียบเทียบสมบัติทางเคมี และกายภาพของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานและผลิตภัณฑ์หมูแผ่นทางการค้า จากตารางที่ 3.9 พบว่าผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานที่ทำให้สุกด้วยไมโครเวฟและผลิตภัณฑ์หมูแผ่นทางการค้า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยหมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานที่ทำให้สุกด้วยไมโครเวฟมีปริมาณโปรตีน และ เส้นใยหยาบ มากกว่าผลิตภัณฑ์หมูแผ่นทางการค้า เนื่องจากในผลิตภัณฑ์มีการเสริมแป้งรำข้าว ซึ่งในแป้งรำข้าวเป็นแหล่งของโปรตีน มีปริมาณโปรตีนสูงถึง ร้อยละ 11.3-14.9 ($g \times 5.95$) (Shih, 2003) แป้งรำข้าว และผักหวานมีใยอาหาร ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ทำให้มีปริมาณเส้นใยหยาบเพิ่มขึ้น (กรณิการ์,

2561) ด้านปริมาณไขมัน คาร์โบไฮเดรต และพลังงาน มีปริมาณน้อยกว่าหมูแผ่นทางการค้า เนื่องจากไมโครเวฟจะแผ่ผ่านเข้าไปในอาหาร โมเลกุลของน้ำ ไขมัน และ น้ำตาลที่อยู่ในอาหาร จะดูดซับพลังงานของคลื่นที่ผ่านเข้าไป และเกิดเป็นความร้อนขึ้นทำให้ไขมันในอาหารถูกดึงออกไปใช้ (Sirinda, 2555) และการใช้แป้งรำข้าวแทนแป้งสาลีส่งผลให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในหมูแผ่นลดลง ในแป้งรำข้าวมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าแป้งสาลีถึง 3 เท่า ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้บริโภค ซึ่งการใช้แป้งรำข้าวแทนแป้งสาลีให้พลังงานของหมูแผ่นน้อยกว่า และยังใช้วิธีการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ จึงทำให้ลดปริมาณไขมันลงด้วย ซึ่งผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด คือ ปริมาณโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.5 กรัม และมีไขมันไม่เกินร้อยละ 3 กรัม (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข หลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลาก) และอาจกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานและทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ มีไขมันต่ำ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 พ.ศ. 2541)

4.2 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานและทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ โดยใช้แบบสอบถามกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับหมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานและทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ คิดเป็นร้อยละ 95 โดยเห็นควรกำหนดราคา 30 บาท และได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 61 มีความชอบมาก ร้อยละ 34 และมีความชอบปานกลาง ร้อยละ 5

4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานที่ ทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ พบว่าผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นเสริมแป้งรำข้าวและผักหวานที่ทำให้สุกด้วยไมโครเวฟพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นไปตามมาตรฐาน (มผช.หมูแผ่น. 100/2546) กำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และ ยีสต์ราต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และสามารถเก็บรักษาในถุงพอลิเอทิลีนและปิดปากถุง ที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 วัน

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร อาจารย์และนักศึกษาปริญญาตรี ที่มีส่วนช่วยเหลือในเรื่องการใช้ประโยชน์จากแป้งรำข้าวและผักหวานในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นด้วยเทคโนโลยีคลื่นไมโครเวฟ

6. เอกสารอ้างอิง

กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. **ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าว**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :

http://www.ricethailand.go.th/rkb3/titleindex.phpfile=content.php&id=11.htm?fbclid=IwAR1q9fzsVxZfLBbTlSCZzyCwXGfLKEKnkUblw65_BUQH0guYEB0rEYY6Ncw, 20 พฤศจิกายน 2562.

แก้ว Toluna. (2561). **แจกสูตรหมูแผ่นกรอบ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://sites.google.com/site/sirindasilakul55/mikhorwef?fbclid=IwAR2ITIGjOQL3j>

- qLKj56zntLElKkQ6kVxltgGxY3S1qCYp33Fp-HadvkKxU, 19 พฤศจิกายน 2562.
- จุฑารัตน์ ศรีพรหมมา. (2528). **การจัดการเนื้อสัตว์**. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ทวี นาทองลาย. (2552). **ผักหวานป่า**. สมุทรปราการ : คอมเนอรัลส์โตร.
- บริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด. (2560). **แป้งรำข้าว**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://kingriceoilgroup.com/en/food/rice-bran-flour/>, 16 มีนาคม 2563.
- บุษบา มะโนแสน และคณะ. (2554). **ผลของไมโครเวฟต่อการพองตัวของผลิตภัณฑ์ข้าวแคบ** **กึ่งสำเร็จรูป**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2560/KC5406024.pdf?fbclid=IwAR3QCd2C071re2Xgrxp2LLOEZxZCna8mBp5ZJ9IX7UjvB2CUCmzfPOhmK4A>, 19 พฤศจิกายน 2562.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182). (2541). **หลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลาก**. ประกาศ ณ วันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2541.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงษ์ และนิธิยา รัตนพานนท์. (2554). **บทบาทของน้ำในอาหาร**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1794>, 16 มีนาคม 2563.
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. (2532). **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์. (2536). **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต.
- ลักขณา รุจนะไกรกานต์. (2533). **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อสัตว์**. เชียงใหม่ : คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรางคณา สมพงษ์ และทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. (2559). **เทคโนโลยีการถนอมและแปรรูปอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี : สาขาวิชามนุษยนิเวศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วรารุณี เทพอุดม และคณะ. (2554). **ผักหวานป่า**. สมุทรปราการ : คอมเนอรัลส์โตร.
- วัฒน์ บุญวิทยา. (2542). **เทคโนโลยีเนื้อและผลิตภัณฑ์**. ปทุมธานี : คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาการรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- วิพัญญ์ ไชยศรีสงคราม. (2553). **มาตรฐานการตรวจเนื้อสัตว์ตามมาตรฐานกรมปศุสัตว์ CODEX, EU, USDA AUSTALIA**. กรุงเทพฯ : อะลาการ์ด คอมมิวนิเคชั่น เซอร์วิสเชส จำกัด.
- วิไล รังสาดทอง. (2547). **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- สรารุณี ทองพลาย. (2552). **น้ำตาล**. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานครพิมพ์.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนพานนท์. (2563). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหมูแผ่น**.
[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4216/%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%B9%E0%B9%81%E0%B8%9C%E0%B9%88%E0%B8%99>, 25 กรกฎาคม 2563.
- สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์. (2551). **คู่มือการพัฒนาโรงฆ่าสัตว์และการจำหน่ายเนื้อสัตว์**. กรุงเทพฯ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สิรินดา ศิลากุล. (2563). **ไมโครเวฟ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://sites.google.com/site/sirindasilakul55/mikhorwef?fbclid=IwAR2ITIGjOQL>, 25 กรกฎาคม 2563.
- สุจิตรา เลิศพุกภักษ์. (2535). "เอกสารประกอบการบรรยาย วิชา ทอ 470 เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อ" เชียงใหม่ : ภาควิชาอุตสาหกรรมและการเกษตร คณะธุรกิจการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.
- สุทธิกา ลิ้มชัยพัฒนา. (2561). **หมูแผ่น ถึงพริกถึงขิง**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.youtube.com/watch?v=3ER4H4RW0T8&fbclid=IwAR3lm_BNpm_4EdTH3-5cjy91HOj9aTmy0CGvkP0kdah8nFJ8GcCHDoxTTdU, 19 พฤศจิกายน 2562.
- หมุดตอเล็บ หนิสอ. (2560). **นวัตกรรมไมโครเวฟในการผลิตผงบัวและข้าวพอง**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/ThaiJPhys/article/view/240827>, 15 สิงหาคม 2563.
- หยาดฝน ทะนงการกิจ. (2557). การใช้ประโยชน์จากเศษผักผลไม้เหลือทิ้งเพื่อผลิตเป็นอาหารหมู. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร**. เชียงใหม่ : สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. (2558). **ข้าว วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โอเพนไรซ์. (2561). **หมูแผ่น**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://1ab.in/tRk>, 19 พฤศจิกายน 2562.