*บทความวิจัย*

# การพัฒนาแคบหมูลดน้ำมันโดยการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟ

**ธันยบูรณ์ อรัญนารถ[1] ปทุม อรุณวัชรินทร์[1] พิมพร วงษ์สุทธิโชติ[1]**
**จิดาภา อาจารยะศิริ[1] สงวนศรี เจริญเหรียญ[1] และ รสพร เจียมจริยธรรม[2*]**

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการทอดแคบหมูโดยใช้เตาอบไมโครเวฟเพื่อลดปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของแคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟกับที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิม พบว่าร้อยละการขยายตัวด้านกว้างของการทอดแคบหมูด้วยวิธีดั้งเดิมและการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ส่วนของการขยายตัวทางด้านความหนานั้น การทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 90 วินาทีร่วมกับการใช้น้ำมัน และการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 105 วินาทีร่วมกับการใช้น้ำมัน และไม่ใช้น้ำมันจะมีความแตกต่างกับการทอดด้วยวิธีดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) แคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิมนั้นมีความกรอบมากที่สุด แต่ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับตัวอย่างที่ทอดด้วยไมโครเวฟในทุกสภาวะ แคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟมีปริมาณน้ำมันอยู่ในช่วงร้อยละ 14.09-20.61 ซึ่งลดลงร้อยละ 44 จากตัวอย่างที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิม ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟและทอดด้วยวิธีดั้งเดิม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนค่าสี ความกรอบ ความรู้สึกตกค้างในปาก (ปริมาณน้ำมัน) และกลิ่นหืนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และในส่วนของความชอบรวมนั้น ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในตัวอย่างที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 75 วินาทีมากที่สุด แต่ทั้งนี้ก็ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับตัวอย่างอื่นๆ ยกเว้นตัวอย่างที่ให้ความร้อนที่เวลา 90 วินาทีร่วมกับการใช้น้ำมัน

**คำสำคัญ:** การทอด แคบหมู เตาอบไมโครเวฟ ปริมาณน้ำมัน ความกรอบ

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2]ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน, email-address: rossaporn@g.swu.ac.th

# Development of Oil-Reducing Fried Pork Cracklings by Microwave Oven

**Thunyaboon Arunyanart[1], Pathum Arunwatcharin[1], Pimporn Wongsuttichot[1], Jidapa Ajarayasiri[1], Sanguansri Charoenrein[1] and Rossaporn Jiamjariyatam[2*]**

## ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the development of frying process of pork cracklings by using microwave to reduce oil content in products. Qualities of pork cracklings fried by microwave oven and traditional method were compared. It was found that percent width expansion of products fried by traditional method and microwave oven frying were not significantly different ($p > 0.05$). However, percent thickness expansion of products fried by microwave oven frying time of 90 second with oil and by microwave oven frying time of 105 second with and without oil were significantly different from those from traditional method and shown significantly different ($p \leq 0.05$). Pork cracklings fried by traditional method had maximum crispness but the value was not significantly different ($p>0.05$) with those from microwave oven frying in every condition. Oil content of microwave fried pork cracklings was about 14.09 - 20.61% which was 44% reduction of the traditional fried ones. Sensory evaluation showed no significant difference ($p > 0.05$) in color, crispness, after taste and rancid odor. Sample with 75 second microwave oven frying time without oil received the highest overall acceptance scores. However, all samples except the one with 90 second microwave frying time with oil received non significantly different ($p > 0.05$) acceptance scores.

**Keywords:** frying, pork crackling, microwave oven, oil absorption, crispness

[1]Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry Kasetsart University

[2]Department of Home Economics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

[*]Corresponding author, email-address: rossaporn@g.swu.ac.th

## บทนำ

แคบหมูเป็นอาหารพื้นบ้านที่ชาวไทยนิยมรับประทานในชีวิตประจำวัน การทำแคบหมูจัดเป็นวิธีการแปรรูป และถนอมอาหารอย่างหนึ่ง โดยนำหนังหมูตากแห้งมาผ่านกรรมวิธีการทอดจนได้ลักษณะการพองกรอบทั้งชิ้น มีรสกลมกล่อม และมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน แคบหมูมีคุณค่าทางโภชนาการ คือ โปรตีน ไขมัน แคลเซียม ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก วิตามินบีหนึ่ง และวิตามินบีสอง นอกจากนี้ยังนิยมนำแคบหมูมาประกอบอาหารชนิดต่างๆ เช่น ยำ ต้มกระเพาะปลา ต้มยำ แกงคั่ว ตลอดจนรับประทานเป็นเครื่องเคียง กับน้ำพริกต่างๆ ซึ่งการรับประทานแคบหมูนี้ นอกจากทำให้อาหารที่รับประทานมีรสชาติ และเพิ่มความอร่อยแล้ว ร่างกายยังได้รับสารอาหารเพิ่ม โดยปกติทั่วไปแล้วการทำแคบหมูจะใช้กระบวนการทอดในน้ำมันให้ท่วม (deep frying) เป็นการให้ความร้อน และทำให้สุกซึ่งจะส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่นรสในอาหารให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค [1]

ในปัจจุบันผู้บริโภคเริ่มตระหนักถึงความสำคัญของอาหารเพื่อสุขภาพ (health foods) มากขึ้น อุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับการทอดจึงถูกกดดันให้ลดปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์สุดท้าย [2] เนื่องจากการทอดโดยทั่วๆ ไป จะมีไขมันในปริมาณที่มาก บางครั้งพบว่ามีปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์สูงถึงร้อยละ 45 ซึ่งจะก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง จึงได้มีการประยุกต์ใช้เตาอบไมโครเวฟมาใช้ในการทอดอาหาร [3] โดยใช้หลักการที่คลื่นไมโครเวฟจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของโมเลกุลน้ำในอาหาร ทำให้เกิดความร้อนและอาหารจะสุกด้วยตัวเอง โดยอาหารจะร้อนขึ้นอย่างสม่ำเสมอในระยะเวลาอันสั้น เป็นการลดปริมาณน้ำมันที่จะใช้ให้ความร้อนเพื่อให้อาหารสุก และทำให้อาหารมีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการน้อย [3, 4] จากการที่ไมโครเวฟเป็นคลื่น จึงไม่มีกลิ่น และไม่ทำให้รสชาติต่างๆ ของอาหารเสียไป อีกทั้งคลื่นไมโครเวฟนี้ไม่สามารถกักเก็บไว้ในอาหารจึงไม่มีปัญหาเรื่องคลื่นตกค้างในอาหาร [5] นอกจากนี้ยังมีความสะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลาในการเตรียมอาหาร และค่าใช้จ่ายต่ำอีกด้วย ลักษณะผลิตภัณฑ์อาหารที่ให้ความร้อนด้วยเตาอบไมโครเวฟจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ องค์ประกอบทางเคมี และสถานะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร [6] ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาถึงกระบวนการทอด และสภาวะที่เหมาะสมในการทอดแคบหมูด้วยเตาอบไมโครเวฟ เพื่อลดปริมาณน้ำมันในแคบหมู และเปรียบเทียบคุณภาพกับแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิม

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 1. วัตถุดิบ

หนังหมูตากแห้ง จากตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี ซึ่งมีปริมาณความชื้นของวัตถุดิบเท่ากับร้อยละ 15.81 โดยนำหนังหมูตากแห้งมาหั่นเป็นชิ้นให้มีขนาด กว้าง 0.5 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร หนา 0.5 เซนติเมตร น้ำมันปาล์มโอเลอีน ตราหยก

### 2. วิธีการทดลอง

#### 2.1 การทอดแคบหมูด้วยวิธีดั้งเดิม

ทอดหนังหมูตากแห้งในน้ำมันอุณหภูมิ 180-190 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที สะเด็ดน้ำมันเป็น เวลา 60 วินาที

**2.2 การทอดแคบหมูด้วยเตาอบไมโครเวฟ**

เตรียมหนังหมูตากแห้งเพื่อทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟ 2 วิธี โดยวิธีแรกจุ่มหนังหมูตากแห้งลงในน้ำมันให้ท่วมชิ้น สะเด็ดน้ำมันเป็นเวลา 60 วินาที (oil) และวิธีที่สองไม่จุ่มหนังหมูตากแห้งลงในน้ำมัน (no oil) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) นำหนังหมูตากแห้งที่ผ่านการเตรียมทั้งสองวิธีจำนวน 5 ชิ้นบรรจุลงในถุงบรรจุภัณฑ์กระดาษที่มีความกว้าง 15 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร แล้วเย็บปิดปากถุง จากนั้นนำไปทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟยี่ห้อ National รุ่น NN-8655 กำลังไฟ 850 วัตต์ โดยอุ่นเตาอบไมโครเวฟเป็นเวลา 60 วินาทีด้วยกำลังความร้อนสูงสุด นำถุงที่บรรจุหนังหมูตากแห้งเข้าในเตาอบไมโครเวฟให้กำลังความร้อนสูงสุด โดยใช้เวลาในการให้ความร้อน 3 ช่วงเวลา คือ 75 90 และ 105 วินาที ตามลำดับ จากนั้นเก็บตัวอย่างในถุงพอลิโพรพิลีน (PP) ที่ปิดผนึกสนิทและวางในเดซิกเคเตอร์ เป็นระยะเวลา 3 วันก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างต่อไป

**2.3 การทดสอบคุณภาพของแคบหมู**

**2.3.1 ความหนาแน่น (bulk-density)**

วิธีการหาความหนาแน่นดัดแปลงจากวิธีการของสุรางค์ [7] โดยนำแคบหมูหลังทอดด้วยวิธีดั้งเดิมและวิธีเตาอบไมโครเวฟจำนวน 3 ชิ้นที่ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนแล้วใส่ลงในถ้วยแก้วปากเรียบ เติมงาลงไปในแก้ว และทำการเคาะ 2 ครั้ง เติมงาต่อลงไปจนพูน จากนั้นปาดออกให้เสมอปากแก้ว เทงาในแก้วใส่กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร อ่านปริมาตรงา นำไปหักลบจากปริมาตรงาที่ไม่มีแคบหมูจะได้ปริมาตรของแคบหมูนำไปคำนวณค่าความหนาแน่น

$$\text{ความหนาแน่น (กรัม/มล.)} = \frac{\text{น้ำหนักแคบหมูหลังทอด (กรัม)}}{\text{ปริมาตรแคบหมูหลังทอด (มล.)}}$$

**2.3.2 อัตราส่วนการพองตัว (expansion ratio)**

วิธีการหาอัตราส่วนการพองตัวดัดแปลงจากวิธีการของรุ่งนภา [8] โดยวัดความกว้าง และหนาของแคบหมูก่อนทอด และแคบหมูหลังทอดด้วยวิธีดั้งเดิมและวิธีทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟ โดยใช้เวอร์เนียร์ วัดความกว้าง และความหนาที่ตำแหน่งต่างๆ กัน 3 ตำแหน่ง จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยทำการทดลองตัวอย่างละ 7 ซ้ำ

$$\text{ร้อยละการขยายตัว} = \frac{\text{ขนาดหลังการพองตัว-ขนาดก่อนการพองตัว} \times 100}{\text{ขนาดก่อนการพองตัว}}$$

**2..3.3 เนื้อสัมผัส (texture)**

คัดเลือกตัวอย่างของแคบหมูที่มีรูปทรงคล้ายเส้นตรงและความยาวใกล้เคียงกัน วัดค่าความกรอบของแคบหมูด้วยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, Stable Micro System รุ่น TA-XT plus, UK) ใช้หัววัดแบบ Blade set with knife (HDP/BSK) โดยตั้งค่าต่างๆ ดังนี้ Test mode: compression, Pre-test speed 0.0 mm/sec, Test speed 2.0 mm/sec, Post-test speed 10.0 mm/sec, Distance 25 mm, Trigger force 20 g แต่ละตัวอย่างวัด 5 ซ้ำ

**2.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี**

**2.4.1 ปริมาณความชื้น (moisture content)** ตามวิธีการของ AOAC [9]

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักแคบหมูก่อนอบ-น้ำหนักแคบหมูหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักแคบหมูก่อนอบ}}$$

**2.4.2 ปริมาณน้ำมัน (oil content)** วิเคราะห์ด้วยเครื่องสกัดไขมัน (soxlet) ตามวิธีการของ AOAC [9]

$$\text{ปริมาณน้ำมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์ที่มีน้ำมัน-น้ำหนักบีกเกอร์ที่ไม่มีน้ำมัน} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนการสกัด}}$$

**2.5 การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส**

นำแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิม และทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้านสี กลิ่นหืน ความกรอบ รสชาติ ความรู้สึกตกค้าง ความชอบรวม โดยใช้ผู้ชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการทดสอบแบบ Hedonic 9-scales (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) โดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างพร้อมกันทั้ง 6 ตัวอย่าง โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD)

**2.6 วิเคราะห์ผลทางสถิติ**

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple range test

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของแคบหมู**

การขยายตัวของชิ้นแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิม (control) และที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟทั้งแบบมีน้ำมันและไม่มีน้ำมัน แสดงในตารางที่ 1

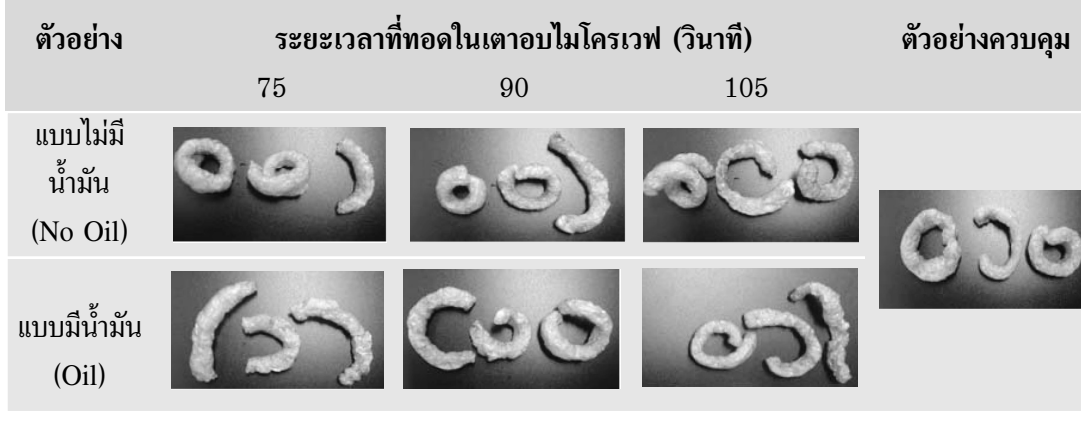
ร้อยละการขยายตัวของชิ้นแคบหมูในด้านกว้างพบว่า การทอดด้วยวิธีดั้งเดิมมีร้อยละการขยายตัวมากที่สุดคือ ร้อยละ 120.87 แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับทุกตัวอย่างที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟ แต่ในส่วนของการขยายตัวทางด้านความหนาการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 90 วินาทีร่วมกับการใช้น้ำมัน และการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 105 วินาทีร่วมกับการใช้น้ำมัน และไม่ใช้น้ำมันจะมีความแตกต่างกับการทอดด้วยวิธีดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) การขยายตัวของชิ้นแคบหมูเกิดจากการให้ความร้อนกับหนังหมูตากแห้งซึ่งมีโปรตีนส่วนใหญ่เป็นคอลลาเจน ความชื้นในชิ้นหนังหมูตากแห้งเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนแปลงเป็นไอน้ำ ส่วนคอลลาเจนเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนแปลงเป็นเจลาติน [10] ซึ่งมีลักษณะอ่อนตัว จะส่งผลให้ไอน้ำและก๊าซสามารถดันผ่านออกไปได้จากความแตกต่างระหว่างความดันภายใน และภายนอกของชิ้นหนังหมูตากแห้ง ทำให้เกิดการขยายปริมาตรเพิ่มขึ้น ทำให้แคบหมูขยายขนาดและเปลี่ยนแปลงปริมาตรไปอย่างรวดเร็ว [11] ซึ่งการระเหยออกของไอน้ำนี้จะส่งผลให้ผิวอาหารค่อยๆ แห้ง ทำให้เกิดขอบแข็งที่บริเวณผิวนอกของชิ้นอาหารทำให้แคบหมูยังคงเป็นรูปทรงอยู่ได้ ในตัวอย่างที่ทอดด้วยเตาอบ ไมโครเวฟ 90 วินาทีแบบมีน้ำมันและตัวอย่างที่ทอดด้วย

เตาอบไมโครเวฟ 105 วินาทีแบบที่มีและไม่มีน้ำมันส่งผลต่อการขยายตัวด้านความหนามากกว่าตัวอย่างอื่น เนื่องจากการใช้ระยะเวลาทอดที่นานขึ้นส่งผลทำให้มีแรงดันไอน้ำในหนังหมูตากแห้งสูงขึ้น จึงดันผลิตภัณฑ์แคบหมูให้เกิดการพองตัวได้มากกว่าตัวอย่างหนังหมูที่ใช้ระยะเวลาในการทอดน้อย ดังรูปที่ 1

**ตารางที่ 1** ร้อยละการขยายตัวของแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิม (control) และที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟ

| ตัวอย่าง | ร้อยละการขยายตัวของแคบหมู | |
|---|---|---|
| | ด้านกว้าง$^{ns}$ | ความหนา |
| Control | 120.87 ± 20.62 | 69.06$^{ab}$ ± 19.71 |
| 75 sec no oil | 106.15 ± 9.62 | 59.61$^{a}$ ± 13.09 |
| 75 sec oil | 107.52 ± 20.92 | 65.41$^{a}$ ± 18.32 |
| 90 sec no oil | 105.79 ± 20.04 | 76.89$^{abc}$ ± 21.18 |
| 90 sec oil | 119.96 ± 14.67 | 89.00$^{c}$ ± 7.43 |
| 105 sec no oil | 104.92 ± 10.97 | 84.50$^{bc}$ ± 10.37 |
| 105 sec oil | 92.60 ± 12.09 | 76.90$^{c}$ ± 9.73 |

**หมายเหตุ** ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)




**รูปที่ 1** แคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิม (control) และแคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่สภาวะต่างๆ

**ตารางที่ 2** สมบัติทางกายภาพและเคมีของแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิมและแคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟและแคบหมูที่ขายตามท้องตลาด

| ตัวอย่าง | ความชื้น (ร้อยละ) | ความหนาแน่น (กรัม/มล.) | ความกรอบ$^{ns}$ (นิวตัน/วินาที) | ปริมาณน้ำมัน (ร้อยละ) |
|---|---|---|---|---|
| Control | $5.14^{a} \pm 0.48$ | $0.25^{c} \pm 0.04$ | $5.30 \pm 1.93$ | $25.02^{b} \pm 4.97$ |
| 75 sec no oil | $6.40^{bc} \pm 0.77$ | $0.44^{d} \pm 0.04$ | $11.31 \pm 9.31$ | $15.16^{a} \pm 0.01$ |
| 75 sec oil | $6.91^{c} \pm 1.30$ | $0.20^{abc} \pm 0.02$ | $8.34 \pm 2.81$ | $14.09^{a} \pm 0.55$ |
| 90 sec no oil | $6.16^{bc} \pm 0.18$ | $0.22^{bc} \pm 0.00$ | $8.52 \pm 3.94$ | $15.71^{a} \pm 0.24$ |
| 90 sec oil | $4.92^{ab} \pm 1.36$ | $0.18^{abc} \pm 0.02$ | $8.84 \pm 1.02$ | $15.82^{a} \pm 2.06$ |
| 105 sec no oil | $5.65^{bc} \pm 0.29$ | $0.17^{ab} \pm 0.02$ | $8.62 \pm 4.82$ | $14.82^{a} \pm 0.01$ |
| 105 sec oil | $5.50^{bc} \pm 0.14$ | $0.15^{a} \pm 0.02$ | $8.12 \pm 1.21$ | $20.61^{b} \pm 1.14$ |
| Commercial | $3.87^{a} \pm 0.05$ | $0.23^{bc} \pm 0.02$ | - | $32.48^{c} \pm 0.60$ |

**หมายเหตุ** ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การศึกษาคุณลักษณะของแคบหมูในด้านความชื้น ความหนาแน่น ความกรอบ และปริมาณน้ำมันหลังการทอดแคบหมูด้วยวิธีดั้งเดิม เปรียบเทียบกับการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟทั้งแบบมีน้ำมันและไม่มีน้ำมัน และแคบหมูที่ขายตามท้องตลาดแสดงผลดังตารางที่ 2 จากการศึกษาพบว่าความชื้นเริ่มต้นของหนังหมูตากแห้งมีค่าร้อยละ 15.81 เมื่อนำไปทอดด้วยวิธีดั้งเดิม และทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟ ปริมาณความชื้นจะลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 4.92-6.91 ซึ่งเป็นผลให้เกิดความพองตัวของชิ้นแคบหมูที่ได้กล่าวมาในขั้นต้น โดยความชื้นในแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิม แคบหมูที่ขายตามท้องตลาด และแคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 90 วินาทีร่วมกับการใช้น้ำมันพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยแคบหมูที่ซื้อมาจากท้องตลาดจะมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด รองลงมาคือ แคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 90 วินาทีร่วมกับการใช้น้ำมัน และแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิม จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟส่วนใหญ่จะมีปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์มากกว่าการทอดด้วยวิธีดั้งเดิม และ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการทอดแบบดั้งเดิม น้ำมันจะเป็นตัวนำความร้อนมาสู่ผิวหนังหมูตากแห้ง ทำให้น้ำในหนังหมูตากแห้งกลายเป็นไอน้ำเล็กๆ และเคลื่อนที่ออกมารอบผิวหนังหมูตากแห้ง และเกิดการระเหยสู่บรรยากาศ [12] ปริมาณความชื้นจึงลดลง ส่วนการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟนั้น คลื่นไมโครเวฟจะส่งผ่านเข้าไปในอาหาร น้ำในอาหารเกิดความร้อนขึ้นกลายเป็นไอน้ำขยายตัวแล้วดันออกจากหนังหมูตากแห้งส่งผลให้ปริมาณความชื้นลดลงเช่นกัน แต่จากการที่ทำการทอดในถุงบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิท จึงทำให้ไอน้ำที่เกิดขึ้นขังอยู่ในถุงบรรจุภัณฑ์ จึงมีการดูดความชื้นกลับมาในแคบหมูได้ ทำให้ตัวอย่างแคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟในสภาวะต่างๆ มีความชื้นสูงกว่า

ผลการศึกษาความหนาแน่นของแคบหมู พบว่าการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 75 วินาที จะมีความหนาแน่นในชิ้นของแคบหมูมากที่สุดคือ 0.44 กรัม/มล. ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับตัวอย่างอื่นๆ ซึ่งจะมีความหนาแน่นของชิ้นแคบหมูอยู่ในช่วง 0.15-0.25 กรัม/มล. เนื่องจากแคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลานานขึ้น จะทำให้เกิดการพองตัวได้สูง ความเป็นรูพรุนในผลิตภัณฑ์มากขึ้น ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาในการทอดนานขึ้นมีความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ต่ำลง

ผลการศึกษาความกรอบของแคบหมูนั้นค่าของความกรอบของชิ้นแคบหมูจะแปรผลได้จากความชันของเส้นกราฟของการวัดด้วยเครื่อง texture analyzer โดยค่าความชันที่น้อยที่สุดนั้นจะแสดงถึงความกรอบของชิ้นแคบหมูที่มากที่สุด จากการทดลองพบว่าแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิมนั้นมีความกรอบมากที่สุด แต่ทั้งนี้ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับตัวอย่างที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟในทุกสภาวะ

ผลการศึกษาปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์แคบหมูพบว่า แคบหมูที่ซื้อจากท้องตลาดจะมีปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์สูงที่สุด คือ ร้อยละ 32.48 และรองลงมาคือแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิมซึ่งมีปริมาณน้ำมันร้อยละ 25.02 โดยจะมีความแตกต่างจากแคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟในทุกตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นที่การทอดที่เวลา 105 วินาที ร่วมกับการใช้น้ำมันเนื่องจากเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนนานขึ้นส่งผลให้การดูดซับน้ำมันจากภายนอกเข้าสู่ภายในชิ้นแคบหมูมากขึ้นด้วย โดยตัวอย่างอื่นๆ ของแคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟนั้นจะมีปริมาณน้ำมันอยู่เพียงร้อยละ 14.09-15.82 เนื่องจากการทอดแบบดั้งเดิมนั้นการดูดซับน้ำมันเข้าสู่ผลิตภัณฑ์จะเกิดขึ้น 2 ขั้นตอนคือ เกิดการแทนที่ของน้ำที่ระเหยออกไปด้วยน้ำมันขณะทอด และการดูดซับน้ำมันในขั้นตอนการทำให้เย็น [3] ในส่วนของการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟพบว่ามีปริมาณน้ำมันที่น้อยกว่าการทอดแบบดั้งเดิม เพราะว่ามีการจำกัดปริมาณของน้ำมันที่ใช้ในการทอดโดยการชุบชิ้นหนังหมูตากแห้งก่อนทอดด้วยน้ำมันแล้วทำให้สุกด้วยคลื่นไมโครเวฟแทนที่จะแช่ชิ้นหนังหมูตากแห้งในน้ำมันขณะทอด ซึ่งการใช้คลื่นไมโครเวฟนี้เป็นการทำให้อาหารสุกด้วยตัวของอาหารเอง จึงเป็นการลดการดูดซึมของน้ำมัน เมื่อพิจารณาถึงเวลาในการให้ความร้อนในเตาอบไมโครเวฟ พบว่าเมื่อเวลาในการให้ความร้อนนานขึ้น ปริมาณน้ำมันในแคบหมูก็เพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากตัวอย่างหนังหมูมีระยะเวลาในการสัมผัสกับน้ำมันนานขึ้น จึงมีกระบวนการดูดซับน้ำมันในชิ้นผลิตภัณฑ์สูงขึ้นตามระยะเวลาที่ให้ความร้อน แต่พบว่าในตัวอย่างที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 105 วินาทีแตกต่างไปทั้งนี้อาจเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของชิ้นหนังหมูดิบที่มีปริมาณของไขมันที่ติดอยู่แตกต่างกัน

**2. การยอมรับทางประสาทสัมผัส**

จากผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านสี ความกรอบ ความรู้สึกตกค้างในปาก (ปริมาณน้ำมัน) และกลิ่นหืนของตัวอย่างที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิมและที่ตัวอย่างที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟในทุกสภาวะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยในส่วนของกลิ่นหืนนั้นผู้บริโภคให้คะแนนความชอบของตัวอย่างแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิมน้อยที่สุดคือ 4.83 คะแนน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในตัวอย่างดังที่กล่าวมาแล้ว โดยน้ำมันนี้จะมีหน้าที่ส่งเสริมการรับรู้ของกลิ่นรสของอาหาร ซึ่งในตัวอย่างหนังหมูตากแห้งที่ใช้เป็นวัตถุดิบนั้นจะมีปริมาณน้ำมันอยู่มาก เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานานจะทำให้เกิดกลิ่นหืนขึ้น และในตัวอย่างแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิมนั้นจะมี

ปริมาณน้ำมันอยู่มากจึงส่งผลให้ผู้บริโภครับรู้ถึงกลิ่นหืนที่มากกว่าตัวอย่างอื่นๆ จึงให้คะแนนความชอบที่ต่ำกว่าตัวอย่างอื่น

**ตารางที่ 3** ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิมและแคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟ

| ตัวอย่าง | สี$^{ns}$ | กลิ่นหืน$^{ns}$ | ความ$^{ns}$ กรอบ | รสชาติ | ความรู้สึกตกค้าง$^{ns}$ | ความชอบโดยรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Control | 6.60±0.95 | 4.83±0.97 | 7.20±0.89 | 6.77$^{b}$ ±0.84 | 5.90±1.02 | 6.43$^{ab}$±1.02 |
| 75 sec no oil | 6.57±0.94 | 5.43±0.97 | 7.20±0.96 | 6.73$^{ab}$±0.87 | 5.97±1.04 | 6.57$^{b}$ ±0.98 |
| 75 sec oil | 6.33±0.97 | 5.50±0.91 | 6.70±1.04 | 6.72$^{ab}$±0.96 | 5.73±1.06 | 6.33$^{ab}$±0.84 |
| 90 sec no oil | 6.33±0.98 | 5.20±0.98 | 6.60±0.87 | 6.03$^{ab}$±0.84 | 5.70±1.09 | 6.20$^{ab}$±0.85 |
| 90 sec oil | 6.80±0.99 | 5.20±1.03 | 6.53±0.78 | 6.34$^{ab}$±1.04 | 5.77±1.02 | 6.27$^{ab}$±0.87 |
| 105 sec no oil | 6.43±1.02 | 5.40±0.98 | 6.37±0.98 | 5.83$^{a}$ ±0.99 | 5.47±1.08 | 5.70$^{a}$ ±0.86 |

**หมายเหตุ** ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ในด้านรสชาติพบว่า ตัวอย่างที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิมกับที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟในทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้นในตัวอย่างที่ให้ความร้อนที่เวลา 105 วินาทีที่ไม่ใช้น้ำมัน เนื่องจากมีการให้ความร้อนเป็นเวลานานที่สุดจึงอาจทำให้เกิดรสขมในผลิตภัณฑ์ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ตัวอย่างนี้ยังได้รับคะแนนความกรอบต่ำกว่าตัวอย่างอื่นซึ่งอาจมีผลต่อการรับรู้ด้านรสชาติด้วยซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Maisont และ Narkrugsa [13] ได้รายงานว่าเมื่อใช้เตาอบไมโครเวฟเป็นเวลานานจะส่งผลทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวพองลดลง ในด้านความรู้สึกตกค้างหมายถึง ความมันภายในปากหลังจากชิมและกลืนผลิตภัณฑ์ ซึ่งพบว่าความรู้สึกตกค้างของทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในส่วนของคะแนนความชอบรวมนั้นผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในตัวอย่างที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 75 วินาทีโดยไม่ใช้น้ำมันมากที่สุด เนื่องจากการมีปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์น้อยจากการใช้เวลาในการทอดน้อยและจากการที่อาหารสุกด้วยคลื่นไมโครเวฟรวมถึงไม่มีการใช้น้ำมันในการทอด จึงทำให้ผู้บริโภคไม่รู้สึกเลี่ยนเวลารับประทาน แต่ทั้งนี้คะแนนที่ตัวอย่างนี้ได้รับก็ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับตัวอย่างอื่นๆ ยกเว้นตัวอย่างที่ให้ความร้อนที่เวลา 105 วินาทีที่ไม่ใช้น้ำมัน

## สรุปผลการทดลอง

กระบวนการทอดแคบหมูด้วยวิธีดั้งเดิมมีร้อยละการขยายตัวของชิ้นแคบหมูในด้านกว้างมากที่สุดคือ ร้อยละ 120.87 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟ ในส่วนของการขยายตัวทางด้านความหนาการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 90 วินาทีร่วมกับการใช้น้ำมัน และการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 105 วินาทีร่วมกับการใช้น้ำมัน และไม่ใช้น้ำมันจะมีความแตกต่างกับการทอดด้วยวิธีดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ปริมาณความชื้นของแคบหมูที่ผ่านการทอดจะอยู่ในช่วงร้อยละ 4.92-6.91 การทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟส่วนใหญ่จะมีปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์มากกว่าการทอดด้วยวิธีดั้งเดิม และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนความหนาแน่นของชิ้นแคบหมูมีค่าอยู่ในช่วง 0.15-0.25 กรัม/มล. แคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิมนั้นมีความกรอบมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับตัวอย่างที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟ ปริมาณไขมันในแคบหมูหลังการทอดด้วยวิธีดั้งเดิมและการทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแคบหมูที่ซื้อจากท้องตลาดจะมีปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์สูงที่สุด คือ ร้อยละ 32.48 และรองลงมาคือแคบหมูที่ทอดด้วยวิธีดั้งเดิมซึ่งมีปริมาณน้ำมันร้อยละ 25.02 ส่วนแคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟร่วมกับการใช้น้ำมันมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 14.09-20.61 ปริมาณไขมันลดลงร้อยละ 44 ของการทอดด้วยวิธีดั้งเดิม ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแคบหมูที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟและทอดด้วยวิธีดั้งเดิม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนค่าสี ความกรอบ ความรู้สึกตกค้างในปาก (ปริมาณน้ำมัน) และกลิ่นหืนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และในส่วนของความชอบรวมนั้น ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมากที่สุดในตัวอย่างที่ทอดด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เวลา 75 วินาทีโดยไม่ใช้น้ำมัน แต่ทั้งนี้ก็ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับตัวอย่างอื่นๆ ยกเว้นตัวอย่างที่ให้ความร้อนที่เวลา 90 วินาทีร่วมกับการใช้น้ำมัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการประยุกต์นำเตาอบไมโครเวฟมาใช้ในการทอดแคบหมูทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยที่มีปริมาณน้ำมันลดลง

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้และช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือสำหรับการทำวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

1. นิรนาม. 2540. ชุดวิชา การทำแคบหมู: หมวดวิชาคหกรรม ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ.
2. นุช ผลนาค. 2545. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพอาหารขบเคี้ยวจากกระบวนการทอด, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
3. กัณณิกา บุญสิริพิพัฒน์, นิลุบล สัพโส, ศุภศิริ ศิลาน้อย, โสภิดา สืบวงษา และ สงวนศรี เจริญเหรียญ.

2548. ผลของการทอดข้าวเกรียบกุ้งโดยใช้ไมโครเวฟ. วารสารอาหาร. 35(2): 136-142.

4. ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
5. พัชรี อึ่งกุล. 2545. การใช้ไมโครเวฟในการให้ความร้อนแก่อาหาร. โครงงานวิศวกรรมอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
6. Mudgett, R.E. 1989. Microwave Food Processing. *Food Technology.* 43: 117-126.
7. สุรางค์ ลาเกลี้ยง. 2534. การปรับปรุงคุณภาพและกรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบอยุธยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
8. รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2544. การวิเคราะห์กระบวนการทอดในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว. รายงานผลวิจัยโครงการทุนอุดหนุนวิจัยมก. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
9. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. The Association of Official Analysis Chemists, Washington, D.C.
10. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต, กรุงเทพฯ.
11. Zapotoczny, P., Markowski, M., Majewska, K., Ratajski, A., Konopko, H. 2006. Effect of Temperature on the Physical, Functional, and Mechanical Characteristics of Hot-Air-Puffed Amaranth Seeds. *Journal of Food Engineering.* 76: 469-476.
12. Lusas, E. W., Rooney, L. W. 2001. Snack Foods Processing, Lancaster, Pa. *Technomic.*
13. Maisont, S., Narkrugsa, W. 2010. Effect of Salt, Moisture Content and Microwave Power on Puffing Qualities of Puffed Rice. *Kasetsart Journal (Natural Science).* 44: 251-261.

*ได้รับบทความวันที่ 3 พฤศจิกายน 2558*
*ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 22 มกราคม 2559*