



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

ผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ

อรัทัย บุญทะวงศ์* และ นิชาภา คำเครือ

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 17 กุมภาพันธ์ 2565

แก้ไข: 8 มีนาคม 2565

ตอบรับการตีพิมพ์: 11 เมษายน 2565

ตีพิมพ์ออนไลน์: 11 พฤษภาคม 2565

คำสำคัญ

แคบหมูอบพอง

บรรจุภัณฑ์

อายุการเก็บรักษา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์ (ถุงกระดาษพับปากบรรจุในถุงชั้นนอกเป็นพอลิโพรพิลีน (Polypropylene), ถุงพลาสติกลามิเนต (Nylon/Linear low density polyethylene, LLDPE) และกล่องพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน) และศึกษาอุณหภูมิการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 5^\circ\text{C}$) และอุณหภูมิต่ำ ($5 \pm 1^\circ\text{C}$) ที่มีต่อคุณภาพแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ โดยตรวจสอบคุณภาพทุกเดือนระหว่างการเก็บรักษานาน 12 เดือน หรือจนเสื่อมคุณภาพ ผลการศึกษาพบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษามีแนวโน้มด้านปริมาณความชื้น ($p \leq 0.05$) และค่ากรดไทโอบาร์บิทริกเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าอัตราการพองตัวมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) โดยแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีอายุการเก็บรักษานาน 5, 9 และ 3 เดือน ตามลำดับ ในทางกลับกันแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีอายุการเก็บรักษานาน 8, 12 และ 12 เดือน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาได้

บทนำ

แคบหมู คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำหนังหมูที่มีชั้นไขมันแข็งติดอยู่หรือไม่ก็ได้ มีการพองตัวสม่ำเสมอ ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของแคบหมู ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน และมีลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบ ไม่เหนียวหรือแข็งกระด้าง (TISI, 2010) ด้วยปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคจากบทบาททางสังคมและวิถีการดำเนินชีวิตประจำวันที่เปลี่ยนไป เช่น ขนาดของครอบครัวที่เล็กลง คนทำงานนอกบ้านมากขึ้น และวิถีชีวิตในสังคมเมืองที่เร่งรีบ เป็นต้น ส่งผลให้ผู้บริโภคนิยมอาหารกึ่งสำเร็จรูปมากขึ้น ซึ่งมีความสะดวกในการบริโภค ใช้เวลาเตรียมไม่นาน มีอายุการเก็บรักษาได้นาน และสามารถทำรับประทานเองได้ทุกเวลา การผลิตแคบหมูด้วยวิธีการทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิสูง

มักมีผลในการเร่งให้น้ำมันที่ใช้ทอดเสื่อมคุณภาพเร็ว อาจเกิดสารประกอบจากการสลายตัวของน้ำมัน ซึ่งสารบางชนิดอาจเป็นพิษต่อร่างกายได้ (Rattanapanon, 2015) และแคบหมูที่ผ่านการทอดมักเกิดกลิ่นหืนในขณะการเก็บรักษาได้ง่าย ทำให้เกิดปัญหาด้านการวางจำหน่าย สินค้าไม่สามารถอยู่ในตลาดได้เป็นเวลานาน หากบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม (Chitsamphandhvej et al., 2008) โดยทั่วไปแคบหมูจะเสื่อมคุณภาพจากการเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ดังนั้นการผลิตแคบหมูด้วยวิธีการอบให้พองตัวด้วยเตาอบหรือเตาไมโครเวฟทดแทนการทอดในน้ำมัน จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดปริมาณไขมันในแคบหมู ซึ่งช่วยลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษา จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาแคบหมูได้นานกว่าแคบหมูที่ผ่านการทอดในน้ำมัน

*Corresponding author

E-mail address: orathai_bun@hotmail.com (O. Bunthawong)

Online print: 11 May 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.1>

(Bunthawong et al., 2005; Bunthawong et al., 2006; Bunthawong, 2012) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าแคบหมู กึ่งสำเร็จรูปมีอายุการเก็บรักษาได้นานมากกว่าแคบหมูที่ผ่านการอบ ให้พองตัวแบบพร้อมรับประทาน (Bunthawong, 2012; Bunthawong, 2014) ดังนั้นแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปพร้อมบรรจุภัณฑ์ที่สามารถนำเข้าอบในเตาไมโครเวฟให้พองตัวได้ จะสามารถตอบรับวิถีชีวิตของผู้บริโภค และตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่มองหาสินค้าเพื่อสุขภาพได้ ในส่วนของผู้ผลิตแคบหมูหากจำหน่ายใน ลักษณะกึ่งสำเร็จรูปจะช่วยประหยัดพื้นที่การขนส่ง มีระยะเวลาวางจำหน่ายได้นานขึ้น และสามารถส่งไปขายยังตลาดทั้งในประเทศและ ต่างประเทศได้ ดังนั้นการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งมีหน้าที่ เฉพาะทาง เช่น การป้องกันแสง การแลกเปลี่ยนแก๊ส หรือความชื้น จะสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาหรือชะลอการเสื่อมเสียได้ และสภาวะระหว่างการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ ถือเป็นปัจจัยสำคัญ มากในการควบคุมคุณภาพและอายุการเก็บรักษา ซึ่งมีผลต่อปฏิกิริยา การเสื่อมเสียในอาหาร (Phimolsiripol, 2018) งานวิจัยนี้จึงมี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและ เคมีของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในบรรจุภัณฑ์สำหรับอบในเตา ไมโครเวฟที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ อุณหภูมิแตกต่างกัน 2 ระดับ คือ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ เพื่อเป็นแนวทางการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม งานวิจัยนี้จะ เป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจจะผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ออกจำหน่าย หรือผู้สนใจโดยทั่วไป หรือสามารถนำข้อมูลงานวิจัยนี้ ไปประยุกต์ใช้ในการอบแห้งสัตว์ชนิดอื่นให้พองตัวทดแทนการทอด ในน้ำมันได้

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การเตรียมแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับอบให้พองตัวด้วยเตา ไมโครเวฟ

นำหนังหมูมาล้างทำความสะอาด จากนั้นกำจัดขนออกและ ล้างทำความสะอาดอีกครั้ง พักให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำหนังหมูต้มใน น้ำเดือดประมาณ 10–15 นาที หรือจนกระทั่งหนังหมูสุก พักให้สะเด็ดน้ำ นำหนังหมูหลังต้มมาหั่นเป็นเส้นหนา 0.5 ซม. ความยาว 3 ซม. จากนั้นนำหนังหมอบเพื่อลดความชื้นด้วยตู้อบลม ร้อนแบบถาด (บริษัทกล้วยน้ำไท, ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 90 ± 5 °C นาน 3 ชั่วโมง และนำหนังหมูต้มในน้ำมันที่อุณหภูมิ 100 ± 5 °C นาน 5 ชั่วโมง 30 นาที ได้แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปที่มีความชื้น 3–4 % พักทิ้งไว้ให้เย็น (Bunthawong, 2012) และเก็บในภาชนะปิดสนิท เพื่อรอบรรจุในชั้นตอนต่อไป

2. การศึกษาผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพแคบหมู กึ่งสำเร็จรูปสำหรับอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ

บรรจุแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ

- 1) ถุงกระดาษสีขาวความหนา 70 แกรม แบบขยายข้างและมีก้น ขนาด 5×9 นิ้ว ขยายข้าง 3 นิ้ว เป็นถุงชั้นใน จากนั้นพับปากถุงและ บรรจุในถุงพอลิโพรพิลีน (Polypropylene) หนา 80 ไมครอน ขนาด 4×6 นิ้ว เป็นชั้นนอก และปิดผนึกด้วยสภาวะปกติ
- 2) ถุงพลาสติกลามิเนต ประกอบด้วย Nylon 15 ไมครอน/Linear low density polyethylene (LLDPE) 80 ไมครอน ขนาด 6×9 นิ้ว และปิดผนึกด้วยสภาวะสุญญากาศ
- 3) กล่องพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน สำหรับเตาไมโครเวฟ ขนาดกว้าง \times ยาว \times สูง = $4.5 \times 6.5 \times 1.5$ นิ้ว และปิดฝาด้วยสภาวะปกติ โดยบรรจุแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปลงในบรรจุ ภัณฑ์แต่ละชนิดอย่างละ 18 กรัม แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 2 ระดับ คือ อุณหภูมิห้อง (28 ± 5 °C) และอุณหภูมิต่ำ (5 ± 1 °C) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษานาน 12 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างทุกเดือน ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และปริมาณความชื้น (AOAC, 2005) จากนั้นนำแคบหมู กึ่งสำเร็จรูปเข้าอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ (Samsung, ME712N, Malaysia) ที่กำลังไฟ 700 วัตต์ อบนาน 4 นาที ตรวจสอบ ค่ากรด ไทโอบาร์บิทูริก (Thiobarbituric acid reactive substances, TBARS) ค่าอัตราการพองตัวของแคบหมู (Expansion ratio) และค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (Hardness) ตรวจสอบ จนกระทั่งแคบหมูมีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ปริมาณจุลินทรีย์ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์ และราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (TISI, 2010) หรือค่า อัตราการพองตัวน้อยกว่า 2.3 เท่า (Bunthawong, 2012) หรือแคบหมูมีค่า TBARS มากกว่า 1.50 mgMDA/kg โดยแคบหมู ที่ผ่านการอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟหากมีค่า TBARS มากกว่า 1.50 mgMDA/kg ผู้บริโภคจะสามารถรับรู้กลิ่นหืนในระดับที่สามารถ ตมกลิ่นและรับรู้ได้ ซึ่งเป็นระดับที่ผู้บริโภคไม่สามารถยอมรับได้ (Bunthawong et al., 2006)

3. การวิเคราะห์ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก

วัดค่ากรดไทโอบาร์บิทูริกโดยทำปฏิกิริยากับ TBA-reagent วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร ตามวิธีของ Jayasingh & Cornforth (2003) หน่วยเป็น mg malonaldehyde/kg sample (mgMDA/kg)

4. การวิเคราะห์ค่าอัตราการพองตัว

วัดปริมาตรด้วยวิธีแทนที่เมล็ดงา (Seed displacement) (Charnthakorn, 1999)

โดยวัดปริมาตรของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปและแคบหมูหลังการอบให้พองตัวจำนวน 10 ตัวอย่าง ในแต่ละสภาวะการทดลอง วัดปริมาตรการแทนที่เมล็ดงาในกระบอกตวง 1,000 มิลลิลิตร เขย่า 30 ครั้ง จนปริมาตรไม่เปลี่ยนแปลง นำค่ามาคำนวณตามสูตร ดังนี้

อัตราการพองตัว (เท่า) = ปริมาตรของแคบหมูหลังการอบให้พองตัว (ซม.³)/ปริมาตรของแคบหมูก่อนการอบให้พองตัว (ซม.³)

5. การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส

การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (Hardness) ด้วยวิธี Puncture test ด้วยเครื่อง Texture Analyzer (Stable Micro Systems, TA-XT.Plus, UK) โดยใช้หัววัดแบบ Puncture probe ชนิดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร โดยกำหนด อัตราการกดทะลุในขณะทดสอบ ก่อนทดสอบ และหลังทดสอบเป็น 1, 1 และ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะการกดทะลุเท่ากับ 10 มิลลิเมตร และจำนวนแรงกดที่ใช้ (Trigger force) 50 นิวตัน โดยจะทำการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและค่าเฉลี่ยแรงกดสูงสุด (Maximum force) ของตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง ในแต่ละสภาวะการทดลอง โดยค่าแรงกดที่วัดได้เป็นหน่วยนิวตัน (N)

6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ออกแบบการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) นำข้อมูลจากผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) โดยใช้คอมพิวเตอร์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และราในแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติก ดังแสดงใน Figure 1 ระหว่างการเก็บรักษานาน 12 เดือน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิต่ำ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษามีการปริมาณเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 0–10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และตรวจไม่พบการเจริญของยีสต์ และรา สำหรับผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ไม่ได้แสดงผลในรายงาน เนื่องจากผลการตรวจสอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ในแคบหมูกึ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: แคบหมู (TISI, 2010)

2. ค่ากรดไทโอบารบิฟูริก (TBARS) ของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษาหลังอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ ดังแสดงใน

Table 1 พบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลา การเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาด้านชนิดของบรรจุภัณฑ์ พบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีค่า TBARS มากกว่า 1.50 mgMDA/kg เมื่อเก็บรักษานาน 6, 10 และ 4 เดือน ตามลำดับ และแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำบรรจุในถุงกระดาษมีค่า TBARS มากกว่า 1.50 mgMDA/kg เมื่อเก็บรักษานาน 9 เดือน จึงยุติการเก็บรักษามลิตภัณฑ์ชุดดังกล่าว เมื่อพิจารณา ด้านอุณหภูมิการเก็บรักษาแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด พบว่า การเก็บรักษาแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิต่ำแคบหมูมีค่า TBARS น้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปที่มีอายุการเก็บรักษาได้นานมากที่สุด สามารถเก็บรักษาได้นานอย่างน้อย 12 เดือน คือ แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปที่บรรจุในถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

3. ปริมาณความชื้นของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ ดังแสดงใน Table 2 พบว่า ปริมาณความชื้นของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาด้านชนิดของบรรจุภัณฑ์ พบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในกล่องพลาสติกจะมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ ถุงกระดาษ และถุงพลาสติกลามิเนต ตามลำดับ เมื่อพิจารณาด้านอุณหภูมิการเก็บรักษาแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด พบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

4. ค่าอัตราการพองตัวของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษาหลังอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ ดังแสดงใน Table 3 พบว่า ค่าอัตราการพองตัวของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีแนวโน้มลดลงตามเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p \leq 0.05$) โดยแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษมีค่าอัตราการพองตัวสูงที่สุด รองลงมาคือ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติก ตามลำดับ

5. ค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (Hardness) ของแคบหมูหลังอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ ดังแสดงใน Table 4 พบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกระหว่างการเก็บรักษานาน 12 เดือน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิต่ำมีค่า Hardness ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)



Figure 1 The appearance microwave puffed pork rinds from different of packaging type.

Table 1 Thiobarbituric acid reactive substances of microwave puffed pork rinds during the storage for 12 months

Storage time (months)	Thiobarbituric acid reactive substances (mgMDA/kg)					
	Paper bag		Laminated bag		Polypropylene box	
	28°C	5°C	28°C	5°C	28°C	5°C
0	0.32±0.02 ^s	0.32±0.02 ^j	0.33±0.01 ^k	0.33±0.01 ^l	0.31±0.02 ^e	0.31±0.02 ^m
1	0.63±0.01 ^f	0.52±0.02 ^j	0.49±0.01 ^l	0.40±0.03 ⁱ	0.76±0.03 ^d	0.48±0.01 ^l
2	1.02±0.03 ^e	0.64±0.01 ^h	0.57±0.03 ⁱ	0.45±0.01 ^h	1.15±0.01 ^c	0.53±0.00 ^k
3	1.23±0.04 ^d	0.75±0.02 ^s	0.62±0.02 ^h	0.51±0.02 ^s	1.34±0.02 ^b	0.61±0.03 ^j
4	1.30±0.03 ^c	0.98±0.00 ^f	0.88±0.01 ^s	0.58±0.02 ^f	1.55±0.02 ^a	0.68±0.02 ⁱ
5	1.46±0.05 ^b	1.12±0.02 ^e	0.97±0.02 ^f	0.69±0.01 ^e	-	0.73±0.02 ^h
6	1.62±0.06 ^a	1.29±0.03 ^d	1.20±0.03 ^e	0.72±0.03 ^e	-	0.80±0.01 ^s
7	-	1.34±0.02 ^c	1.26±0.01 ^d	0.79±0.02 ^d	-	0.88±0.02 ^f
8	-	1.41±0.04 ^b	1.37±0.04 ^c	0.85±0.00 ^c	-	0.92±0.03 ^e
9	-	1.54±0.03 ^a	1.49±0.02 ^b	0.87±0.01 ^c	-	0.97±0.02 ^d
10	-	-	1.68±0.04 ^a	0.93±0.02 ^b	-	1.01±0.01 ^c
11	-	-	-	0.95±0.02 ^b	-	1.14±0.01 ^b
12	-	-	-	1.01±0.03 ^a	-	1.19±0.02 ^a

^{a-m} Means in the same column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 2 Moisture content of microwave puffed pork rinds for puffing by microwave oven during the storage for 12 months

Storage time (months)	Moisture content (%)					
	Paper bag		Laminated bag		Polypropylene box	
	28°C	5°C	28°C ^{ns}	5°C	28°C	5°C
0	03.14±0.29 ^b	3.14±0.20 ^d	3.26±0.20	3.24±0.03 ^f	3.09±0.20 ^d	3.01±0.23 ^d
1	03.79±0.16 ^a	3.24±0.15 ^d	3.31±0.24	3.75±0.40 ^e	3.69±0.24 ^c	3.87±0.27 ^c
2	03.94±0.39 ^a	3.45±0.24 ^d	3.40±0.10	3.69±0.38 ^e	3.90±0.25 ^c	3.97±0.16 ^c
3	4.07±0.09 ^a	4.21±0.15 ^c	3.33±0.11	3.65±0.16 ^{ef}	4.66±0.08 ^b	4.05±0.19 ^c
4	4.12±0.46 ^a	4.27±0.09 ^c	3.13±0.14	4.36±0.34 ^d	5.44±0.07 ^a	4.15±0.10 ^c
5	4.21±0.12 ^a	4.35±0.17 ^c	3.11±0.24	4.56±0.10 ^{cd}	-	4.72±0.15 ^b
6	4.26±0.10 ^a	4.47±0.42 ^c	3.17±0.27	4.41±0.10 ^d	-	4.98±0.25 ^{ab}
7	-	4.87±0.13 ^b	3.41±0.07	4.86±0.25 ^{bc}	-	5.06±0.39 ^{ab}
8	-	5.23±0.15 ^a	3.44±0.22	5.15±0.34 ^{ab}	-	5.38±0.62 ^a
9	-	5.34±0.14 ^a	3.34±0.34	5.19±0.30 ^{ab}	-	5.35±0.16 ^a
10	-	-	3.29±0.33	5.32±0.21 ^a	-	5.40±0.25 ^a
11	-	-	-	5.29±0.06 ^{ab}	-	5.49±0.23 ^a
12	-	-	-	5.43±0.08 ^a	-	5.53±0.35 ^a

^{a-f} Means in the same column with different superscripts are significantly different (p ≤ 0.05).

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

Table 3 Expansion ratio of microwave puffed pork rinds during the storage for 12 months

Storage time (months)	Expansion ratio (times)					
	Paper bag		Laminated bag		Polypropylene box	
	28°C	5°C	28°C ^{ns}	5°C	28°C	5°C
0	4.47±0.15 ^a	4.52±0.27 ^a	3.62±0.16	4.08±0.19 ^a	3.90±0.12 ^a	3.61±0.43 ^a
1	4.29±0.28 ^{ab}	4.46±0.31 ^a	3.33±0.15	3.69±0.25 ^b	3.32±0.36 ^b	3.49±0.23 ^{ab}
2	4.21±0.21 ^{abc}	4.33±0.09 ^a	3.45±0.33	3.57±0.46 ^{bc}	3.30±0.32 ^b	3.47±0.15 ^{ab}
3	4.16±0.13 ^{abc}	4.27±0.20 ^{ab}	3.24±0.54	3.49±0.03 ^{bcd}	3.25±0.02 ^b	3.47±0.20 ^{ab}
4	3.98±0.16 ^{bc}	4.18±0.31 ^{ab}	3.28±0.10	3.43±0.30 ^{bcd}	3.21±0.07 ^b	3.39±0.24 ^{ab}
5	3.92±0.06 ^{bc}	3.90±0.12 ^b	3.22±0.27	3.35±0.11 ^{bcde}	-	3.25±0.26 ^{abc}
6	3.84±0.30 ^c	3.88±0.31 ^b	3.41±0.14	3.45±0.16 ^{bcde}	-	3.05±0.18 ^{bcd}
7	-	3.39±0.07 ^c	3.40±0.25	3.33±0.10 ^{bcde}	-	2.83±0.17 ^{cd}
8	-	3.25±0.02 ^c	3.30±0.13	3.17±0.13 ^{cde}	-	2.73±0.15 ^d
9	-	3.24±0.27 ^c	3.36±0.10	3.19±0.07 ^{cde}	-	2.71±0.24 ^d
10	-	-	3.42±0.14	3.15±0.14 ^{de}	-	2.68±0.17 ^d
11	-	-	-	3.08±0.19 ^{de}	-	2.65±0.26 ^d
12	-	-	-	2.98±0.16 ^e	-	2.59±0.36 ^d

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

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

Table 4 Hardness of microwave puffed pork rinds during the storage for 12 months

Storage time (months)	Hardness (N)					
	Paper bag		Laminated bag		Polypropylene box	
	28°C ^{ns}	5°C ^{ns}	28°C ^{ns}	5°C ^{ns}	28°C ^{ns}	5°C ^{ns}
0	18.97±2.41	20.79±1.96	19.40±1.27	20.25±0.79	18.59±0.63	21.13±1.44
1	19.18±1.23	18.20±0.65	20.02±1.84	20.92±1.29	19.36±2.96	22.84±2.80
2	20.16±2.09	20.04±1.72	20.13±2.07	20.66±1.73	17.45±2.39	21.41±1.56
3	18.35±1.53	19.62±1.55	19.89±1.08	21.55±1.69	17.89±2.41	22.92±1.78
4	20.30±2.25	18.65±1.20	21.88±1.48	22.50±1.25	18.82±1.47	22.57±2.59
5	19.91±1.00	20.16±1.87	18.32±2.65	22.52±2.38	-	21.05±1.44
6	18.42±1.56	19.66±0.96	20.66±2.00	21.90±2.04	-	22.13±2.02
7	-	20.26±2.80	18.09±2.46	20.54±2.71	-	22.68±1.67
8	-	18.91±1.77	20.28±2.49	20.29±1.54	-	22.59±3.35
9	-	20.39±1.49	19.47±2.36	19.84±2.79	-	20.80±2.46
10	-	-	19.74±0.87	20.85±1.77	-	20.56±2.82
11	-	-	-	21.74±0.17	-	19.51±2.17
12	-	-	-	20.55±1.42	-	20.85±1.17

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

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ในแคบหมูที่สำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกกลามิเนต และกล่องพลาสติกระหว่างการเก็บรักษานาน 12 เดือน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิต่ำ พบว่า แคบหมูที่สำเร็จรูปมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: แคบหมู (TISI, 2010) ซึ่งกำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์ และรา ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เนื่องจากแคบหมูที่สำเร็จรูปผ่านขั้นตอนการอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C นาน 3 ชั่วโมง และต้มในน้ำมันที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 5 ชั่วโมง 30 นาที ส่งผลให้ความร้อนสามารถ

ลดปริมาณจุลินทรีย์และปริมาณความชื้นลงได้ โดยแคบหมูที่สำเร็จรูปมีปริมาณความชื้นเริ่มต้นอยู่ในช่วง 3.01–3.26 % ดังแสดงใน Table 2 แคบหมูที่สำเร็จรูปจึงจัดอยู่ในกลุ่มอาหารแห้งที่มีความชื้นน้อยกว่า 8 % จะสามารถเก็บรักษาได้ดี (Rattanapanon, 2011) และหากมีปริมาณความชื้นประมาณ 2–3 % ส่งผลให้ช่วยลดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ให้น้อยลง มีผลช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และกิจกรรมของเอนไซม์ได้ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น (Rattanapanon, 2015)

จากผลการตรวจสอบค่า TBARS ซึ่งเป็นค่าตรวจวัดปริมาณมาลอนแอลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นจากการแตกตัวของเพอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็น

สาเหตุของการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน (Hamilton, 1994; Marzena & Miroslawa, 2005; Kong et al., 2011) ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์นิยมใช้ค่า TBARS เป็นดัชนีวัดการเสื่อมคุณภาพของไขมันในอาหาร หากมีค่า TBARS อยู่ในช่วง 0.1–0.3 mgMDA/kg ไขมันจะเกิดการเสื่อมเสียเล็กน้อย และค่า TBARS ที่มากกว่า 3 mgMDA/kg ผู้บริโภคจะสามารถรับรู้กลิ่นแปลกปลอมทางประสาทสัมผัสต่ออาหารได้ และไม่ยอมรับในกลิ่นแปลกปลอมได้ (Tanikawa, 1985; Lohalaksanadech & Kachenphakdi, 2011) จากการวิจัยของ Bunthawong et al. (2006) พบว่า แคมพูที่ผ่านการอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟหากมีค่า TBARS มากกว่า 1.50 mgMDA/kg จะมึกลิ่นหืนในระดับที่สามารถดมกลิ่นและรับรู้ได้ และผู้บริโภคไม่สามารถยอมรับได้ ดังนั้นจึงใช้ค่า TBARS นี้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดการเสื่อมคุณภาพของแคมพูในระหว่างการเก็บรักษาครั้งนี้ จากผลการศึกษาดังแสดงใน Table 1 พบว่าค่า TBARS ของแคมพูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติก ลามิเนต และกล่องพลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาด้านชนิดของบรรจุภัณฑ์ พบว่า แคมพูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุถุงพลาสติกลามิเนตมีอายุการเก็บรักษาได้นานมากที่สุด รองลงมา คือ ถุงกระดาษ และกล่องพลาสติกตามลำดับ ทั้งนี้มีผลมาจากขนาดของบรรจุภัณฑ์ และสภาวะการปิดผนึกที่แตกต่างกัน โดยแคมพูกึ่งสำเร็จรูปในกล่องพลาสติกจะมีพื้นที่ว่างภายในบรรจุภัณฑ์ (headspace) มากที่สุด คือ 2,109 ซม.³ มากกว่าถุงกระดาษและถุงพลาสติกลามิเนตมีปริมาตร 685 และ 385 ซม.³ ตามลำดับ และการปิดผนึกแคมพูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุกล่องพลาสติก และถุงกระดาษเป็นแบบสภาวะปกติ ส่วนแคมพูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุถุงพลาสติกลามิเนตเป็นการบรรจุแบบสุญญากาศ จึงสามารถช่วยลดปริมาณออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ได้มากกว่า ซึ่งออกซิเจนเป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่มีอยู่ภายในผลิตภัณฑ์ อีกทั้งแคมพูกึ่งสำเร็จรูปที่บรรจุกล่องพลาสติกยังมีปริมาณความชื้นสูงที่สุดดังแสดงใน Table 2 ซึ่งออกซิเจนและความชื้นมีผลต่อการทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้เร็วขึ้น (Jayasingh & Cornforth, 2003; Rattanapanon, 2005) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่า TBARS ได้มากขึ้น ดังนั้นค่า TBARS ที่เพิ่มขึ้น จึงมีผลจากปริมาณออกซิเจนและความชื้นภายในของบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาด้านอุณหภูมิการเก็บรักษาแคมพูกึ่งสำเร็จรูปในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด พบว่า การเก็บรักษาแคมพูกึ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิห้องมีค่า TBARS หรืออัตราการเสื่อมเสียมากกว่าแคมพูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากความร้อนหรือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่า จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออัตราเร็วของออกซิเดชัน (Autoxidation) (Nawar, 1996; Rattanapanon, 2005) โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันจะแปรผันตามอุณหภูมิ

ที่เก็บรักษา โดยอาหารที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงอัตราการเสื่อมคุณภาพมักจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันจะเกิดได้เร็วกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า (Jayasingh & Cornforth, 2003; Poovarodom, 2007) ส่งผลให้การเก็บรักษาแคมพูกึ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิสูงกว่า จึงมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่าจากผลการศึกษา พบว่า แคมพูกึ่งสำเร็จรูปที่มีอายุการเก็บรักษาได้นานอย่างน้อย 12 เดือน คือ แคมพูกึ่งสำเร็จรูปที่บรรจุในถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ แสดงให้เห็นว่าชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิมีต่อผลต่อชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาได้

จากผลการตรวจสอบปริมาณความชื้นของแคมพูกึ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงใน Table 2 พบว่า ปริมาณความชื้นของแคมพูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p < 0.05$) โดยแคมพูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุในกล่องพลาสติกจะมีปริมาณความชื้นสูงสุด รองลงมาคือ ถุงกระดาษ และถุงพลาสติก ลามิเนต ตามลำดับ เนื่องจากการบรรจุกล่องพลาสติกใช้วิธีการปิดฝากล่องตามลักษณะบรรจุภัณฑ์เท่านั้น ไม่ได้มีการห่อหุ้มกล่องพลาสติกภายนอกอีกชั้น ดังนั้นอาจมีช่องว่างระหว่างฝาและกล่องพลาสติกส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สามารถดูดซับความชื้นในอากาศได้ง่ายกว่า มีผลทำให้ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นมากกว่าถุงกระดาษที่บรรจุ 2 ชั้น และถุงพลาสติกลามิเนต ซึ่งมีการปิดผนึกถุงที่ปิดสนิทช่วยให้สามารถป้องกันความชื้นซึมผ่านเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ได้ อีกทั้งแคมพูกึ่งสำเร็จรูปบรรจุถุงกระดาษที่มีการบรรจุในถุงพอลิโพรพิลีนอีกชั้น ซึ่งพอลิโพรพิลีนมีคุณสมบัติการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ ไอน้ำ และไขมันได้ระดับหนึ่ง (Poovarodom, 2007) ส่วนถุงพลาสติกลามิเนตซึ่งประกอบด้วยชั้น Nylon ซึ่งช่วยป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี และ LLDPE ซึ่งช่วยป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี (Poovarodom, 2007) โดยชนิดของบรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้ควบคุมอัตราการซึมผ่านหรือการแพร่ผ่านความชื้นได้ ซึ่งมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้ (Jayasingh & Cornforth, 2003) เมื่อพิจารณาด้านอุณหภูมิการเก็บรักษาแคมพูกึ่งสำเร็จรูปในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด พบว่า แคมพูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าแคมพูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อาจเกิดจากภายในตู้แช่เย็นอากาศจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าอากาศภายนอกที่อุณหภูมิห้องทั่วไป ดังนั้นแคมพูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจึงเกิดการแลกเปลี่ยนความชื้นระหว่างผลิตภัณฑ์กับอากาศแวดล้อมได้มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

จากผลการตรวจสอบค่าอัตราการพองตัวของแคมพูกึ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษาหลังอบให้พองตัวด้วยเตาไมโครเวฟดังแสดงใน Table 3 พบว่า ค่าอัตราการพองตัวของแคมพู

กึ่งสำเร็จรูปบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีแนวโน้มลดลงตามเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ($p < 0.05$) โดยค่าอัตราการฟองตัวของแคบหมูลดลงจะแปรผกผันกับปริมาณความชื้นของแคบหมูที่สำเร็จรูปที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อการเก็บรักษานานขึ้น ทั้งนี้แคบหมูที่สำเร็จรูปที่มีความชื้นเพิ่มขึ้น อาจมีปริมาณน้ำในโครงสร้างมากขึ้น เมื่อนำไปอบให้ฟองตัวในเตาไมโครเวฟ โครงสร้างของเจลลาตินในหนังหมูที่เกิดการหลอมเหลว ซึ่งจะมีลักษณะเหนียวเมื่อมีความชื้นสูง แต่ความเหนียวจะลดลงเมื่ออยู่ในสภาพความชื้นต่ำ ดังนั้นเจลลาตินที่เกิดขึ้นอาจเหนียวมากขึ้น ซึ่งมีผลให้แรงดันไอน้ำที่เกิดขึ้นภายในโครงสร้างเจลลาตินระหว่างการอบให้ฟองตัวอาจไม่เพียงพอที่จะดันโครงสร้างให้ขยายตัวได้เต็มที่นัก หรือน้ำที่มีอยู่ภายในโครงสร้างอาจมีมากเกินไป มีผลให้โครงสร้างไม่แข็งแรง และเกิดการยุบตัวลงได้หลังอบให้ฟองตัว (Matz, 1970; Jantawat et al., 1989) จึงส่งผลให้แคบหมูมีค่าอัตราการฟองตัวที่น้อยลงได้ แต่ยังคงมีค่าอัตราการฟองตัวสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 2.3 เท่า และการลดลงของค่าอัตราการฟองตัวดังกล่าวไม่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง ของแคบหมู ($p > 0.05$) ดังแสดงใน Table 4

จากผลการตรวจสอบค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษาหลังอบให้ฟองตัวด้วยเตาไมโครเวฟ ดังแสดงใน Table 4 พบว่า ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และอุณหภูมิการเก็บรักษาแคบหมูกึ่งสำเร็จรูป ไม่มีผลต่อค่า Hardness ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าแคบหมูหลังการอบด้วยเตาไมโครเวฟยังมีการฟองตัวได้ดี และมีลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณภาพแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับอบให้ฟองตัวด้วยเตาไมโครเวฟที่ใช้บรรจุภัณฑ์แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ 1) ถุงกระดาษพับปากบรรจุในถุงชั้นนอกเป็นพอลิโพรพิลีน 2) ถุงพลาสติกลามิเนต และ 3) กล่องพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน และศึกษาอุณหภูมิการเก็บรักษา 2 ระดับ คือ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ เก็บรักษานาน 12 เดือน พบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูประหว่างการเก็บรักษามีแนวโน้มด้านปริมาณความชื้น และค่ากรดไทโอบาร์บิทริกเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ส่วนค่าอัตราการฟองตัวมีแนวโน้มลดลง ($p < 0.05$) แต่ไม่มีต่อค่าลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง ($p > 0.05$) โดยแคบหมูมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และราไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (แคบหมู) ผลการศึกษาพบว่า แคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีอายุการเก็บรักษานาน 5, 9 และ 3 เดือน ตามลำดับ และแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำบรรจุในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกลามิเนต และกล่องพลาสติกมีอายุ

การเก็บรักษานาน 8, 12 และ 12 เดือน ตามลำดับ งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจจะผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ออกจำหน่าย หรือผู้สนใจโดยทั่วไป หรือสามารถนำข้อมูลงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาหรือวิจัย เพื่อพัฒนากระบวนการอบแห้งสัตว์ชนิดอื่นให้ฟองตัวทดแทนการทอดในน้ำมันได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

References

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2005). *Official method of analysis* (18th ed.). Maryland: Gaithersburg.
- Bunthawong, O., Jinakran, L., & Juyjaroen, N. (2005). *Processing of crispy pork rind (Kab moo) by baking method* (Research report). Bangkok: Thailand Research Fund (TRF). (in Thai)
- Bunthawong, O., Krutarote, K., & Juyjaroen, N. (2006). *Microwavable crispy pork rind (Kab moo)* (Research report). Bangkok: Thailand Research Fund (TRF). (in Thai)
- Bunthawong, O. (2012). *Development of style and package for microwavable crispy pork rinds (Kab moo)* (Research report). Bangkok: Thailand Research Fund (TRF). (in Thai)
- Bunthawong, O. (2014). *Development of formula and production process of backed crispy pork rinds (Kab moo)* (Research report). Bangkok: Thailand Research Fund (TRF). (in Thai)
- Chitsamphandhvej, W., Phakdee, W., & Thanasan, W. (2008). A headspace solid phase microextraction method for using to monitor hexanal and heptanal content in food samples. *Kasetsart Journal (Natural Sciences)*, 42(5), 206–212.
- Charnthankom, T. (1999). *Development of Keab-moo product and consumer test*. (Master's thesis). Chiang Mai. Chiang Mai University. (in Thai)
- Hamilton, R. J. (1994). The chemistry of rancidity in foods. In J. C. Allen & R. J. Hamilton (Eds.), *Rancidity in foods* (3rd ed., pp. 1–21). Glasgow: Blakie Academic & Professional.

- Jantawat, P., Niyomvit, N., & Keawcumnerd, T. (1989). The effects of moisture content, moisture equilibration and frying temperature on the quality of pork rind snack (Kaeb-moo). *Food Journal*, 19(2), 79–88. (in Thai)
- Jayasingh, P., & Cornforth, D. P. (2003). Comparison of antioxidant effects of milk mineral, butylated hydroxytoluene and sodium tripolyphosphate in raw and cooked ground pork. *Meat Science*, 66(1), 83–89.
- Kong, J., Perkins, L. B., Dougherty, M. P., & Camire, M. E. (2011). Control of lipid oxidation in extruded salmon jerky snacks. *Journal of Food Science*, 76(1), 8–13.
- Lohalaksanadech, S., & Kachenphakdi, N. (2011). Study on shelf life of fried soft shell crab. *Journal of Fisheries Technology*, 5(2), 105–110.
- Marzena, D. O., & Miroslawa, K. T. (2005). Quality changes in selected frying fats during heating in a model system. *Journal of Food Lipids*, 12(2), 159–168.
- Matz, S. A. (1970). Manufacture of breakfast cereals. In S. A. Matz (Ed.), *Cereal technology* (pp. 547–566). Connecticut: The AVI Publishing Company.
- Nawar, W. W. (1996). Lipids. In O. R. Fennema (Ed.), *Food chemistry* (3rd ed., pp. 225–314). New York: Marcel Dekker.
- Phimolsiripol, Y. (2018). *Techniques in shelf life evaluation of food products*. Chiang Mai: Chiang Mai University Press. (in Thai)
- Poovarodom, N. (2007). *Food packaging*. Bangkok: S.P.N. Printing. (in Thai).
- Rattanapanon, N. (2005). *Food science of fats and oils*. Bangkok: Odeon Store. (in Thai)
- Rattanapanon, N. (2011). *Principles of food analysis*. Bangkok: Odeon Store. (in Thai)
- Rattanapanon, N. (2015). *Basic principles of food processing* (2nd ed.). Bangkok: Odeon Store. (in Thai)
- Tanikawa, E. (1985). *Marine products in Japan* (2nd ed.). Tokyo: Kaseisha-Kasukaku.
- Thai Industrial Standards Institute (TISI). (2010). The community product standards: Deep-fried pig skin TISI 101/2553. (in Thai)

Research article

Effect of package type and storage temperature on quality of microwavable puffed pork rinds (Kab–Moo)

Orathai Bunthawong* and Nichapha Khamkruea

Program in Agricultural Machinery Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Mueang LamPang, LamPang 52000

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 17 May 2022

Revised: 8 September 2022

Accepted: 11 February 2022

Online published: 11 May 2022

Keyword

Puffed pork rind

Package

Shelf life

ABSTRACT

The objective of this research was to study the effect packaging types (folded paper bags and then packed in sealed outer bag which was polypropylene bags, laminated bags (Nylon/Linear low density polyethylene, LLDPE) and polypropylene boxes for microwavable) and storage temperatures (room temperature, 28 ± 5 °C and low temperature, 5 ± 1 °C) on quality of instant pork rinds for puffing by microwave oven. The qualities were evaluated every month during 12 months of storage or until quality deterioration. The results showed that, there were a tendency for moisture content and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) increased ($p\leq 0.05$) but the expansion ratio tend to decrease during storage ($p\leq 0.05$). Instant pork rinds were packed in paper bags, laminated bags and polypropylene boxes and stored at room temperature had shelf life for 5, 9 and 3 months, respectively. On the other hand, Instant pork rinds were packed in paper bags, laminated bags and polypropylene boxes and stored at chilling temperature had shelf life for 8, 12 and 12 months, respectively. It indicated that the packaging type and low temperature retarded the lipid oxidation of instant pork rinds during the storage.

*Corresponding author

E-mail address: orathai_bun@hotmail.com (O. Bunthawong)

Online print: 11 May 2022 Copyright © 2022. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2022.1>