



ภาพผนวกที่ 5 ลักษณะแคบหมูที่ผ่านการอบแห้ง 90 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ที่ผ่านการต้มน้ำมัน ณ เวลาต่างๆ



ภาพผนวกที่ 6 ลักษณะแคบหมูที่ผ่านการอบแห้ง 90 องศาเซลเซียส 2.30 ชั่วโมง ที่ผ่านการต้มน้ำมัน ณ เวลาต่างๆ



ภาพผนวกที่ 7 ลักษณะแคบหมูที่ผ่านการอบแห้ง 90 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง ที่ผ่านการคัมน้ำมัน ณ เวลาต่างๆ



ภาพผนวกที่ 8 ลักษณะปรากฏแคบหมูที่ติดกันหลังจากอบในเตาไมโครเวฟ



ภาพผนวกที่ 9 ลักษณะปรากฏของแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปหลังอบไมโครเวฟด้วยความร้อนที่แตกต่างกัน



ภาพผนวกที่ 10 ลักษณะปรากฏของแคบหมูหลังการอบที่เวลาต่างกัน (นาที)



ภาพผนวกที่ 11 ลักษณะของแคบหมูมีการฟองตัวไม่สมบูรณ์ภายหลังจากการอบด้วยไมโครเวฟ



ภาพผนวกที่ 12 ลักษณะของแคบหมูมีการฟองตัวสมบูรณ์ภายหลังจากการอบด้วยไมโครเวฟ

ภาคผนวก จ

การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์แคปซูลถึงสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ

ตารางผนวกที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เคบหมูกิ่งสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ
บรรจุอะลูมิเนียมลามิเนตที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระหว่างการ
เก็บรักษา

สัปดาห์	คุณภาพทางกายภาพ		คุณภาพทางเคมี		
	ความแข็ง (นิวตัน)	Water Activity	ความชื้น (ร้อยละ)	TBA ¹	PV ²
	ns				
0	1.41±0.65	0.620±0.01 ^f	8.59±0.20 ^f	0.30±0.10 ^c	0.40±0.00 ^c
1	1.26±0.25	0.633±0.00 ^c	8.86±0.31 ^f	0.37±0.18 ^{de}	0.56±0.26 ^{de}
2	1.43±0.09	0.637±0.00 ^{de}	9.90±0.11 ^c	0.44±0.00 ^{cde}	0.58±0.28 ^{de}
3	1.53±1.29	0.651±0.00 ^{bc}	10.46±0.05 ^{cd}	0.54±0.00 ^{cd}	0.79±0.01 ^{de}
4	1.31±0.91	0.647±0.00 ^{cd}	10.30±0.04 ^d	0.63±0.04 ^{bc}	0.84±0.07 ^{cd}
5	1.57±0.66	0.650±0.00 ^{bc}	10.48±0.18 ^{cd}	0.79±0.07 ^{ab}	0.97±0.10 ^{bcd}
6	1.64±0.45	0.655±0.00 ^{bc}	10.84±0.14 ^{bc}	0.85±0.17 ^{ab}	1.16±0.28 ^{bc}
7	1.56±0.02	0.660±0.00 ^b	11.20±0.10 ^{ab}	0.90±0.02 ^a	1.37±0.13 ^{ab}
8	1.19±0.35	0.674±0.00 ^a	11.29±0.15 ^a	0.97±0.10 ^a	1.59±0.13 ^a

หมายเหตุ : เปรียบเทียบในแนวตั้งตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

¹ หน่วยวัดค่า TBA = มิลลิกรัมของมาโลอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม

² หน่วยวัดค่า PV = มิลลิสมมูล (mEq) ของเปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัม

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางผนวกที่ 4 คุณภาพทางกายภาพแลเคมีของผลิตภัณฑ์เคบหมูกิ่งสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ
บรรจุอะลูมิเนียมลามิเนตที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ระหว่างการ
เก็บรักษา

สัปดาห์	คุณภาพทางกายภาพ		คุณภาพทางเคมี		
	ความแข็ง (นิวตัน)	Water Activity	ความชื้น (ร้อยละ)	TBA ¹	PV ²
	ns				
0	1.41±0.65	0.620±0.01 ^e	8.59±0.20 ^e	0.30±0.10 ^g	0.40±0.00 ^e
1	1.46±0.52	0.626±0.00 ^e	8.90±0.08 ^e	0.45±0.04 ^{fg}	0.79±0.28 ^{de}
2	1.66±0.05	0.630±0.00 ^{de}	8.77±0.10 ^e	0.54±0.02 ^{efg}	0.94±0.64 ^{de}
3	1.27±0.42	0.646±0.00 ^{cd}	10.03±0.81 ^d	0.69±0.13 ^{def}	1.18±0.28 ^{cde}
4	1.54±0.25	0.657±0.00 ^c	11.30±0.16 ^{bc}	0.83±0.06 ^{cde}	1.48±0.16 ^{bcd}
5	1.14±0.30	0.653±0.00 ^c	11.06±0.42 ^c	0.95±0.06 ^{bcd}	1.96±0.26 ^{bc}
6	1.51±.25	0.660±0.00 ^{bc}	11.97±0.10 ^{ab}	1.10±0.00 ^{abc}	2.37±0.01 ^{ab}
7	1.33±0.30	0.676±0.00 ^{ab}	11.66±0.15 ^{bc}	1.25±0.10 ^{ab}	3.16±0.11 ^a
8	1.11±0.37	0.682±0.02 ^a	12.52±0.40 ^a	1.44±0.37 ^a	3.10±0.39 ^a

หมายเหตุ : เปรียบเทียบในแนวตั้งตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

¹ หน่วยวัดค่า TBA = มิลลิกรัมของมาโลอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม

² หน่วยวัดค่า PV = มิลลิสมมูล (mEq) ของเปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัม

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางผนวกที่ 5 คุณภาพทางกายภาพแลเคมีของผลิตภัณฑ์เคบหมูกิ่งสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ
บรรจุอะลูมิเนียมลามิเนตที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระหว่างการ
เก็บรักษา

สัปดาห์	คุณภาพทางกายภาพ		คุณภาพทางเคมี		
	ความแข็ง (นิวตัน)	Water Activity	ความชื้น (ร้อยละ)	TBA ¹	PV ²
	ns				
0	1.41±0.65	0.620±0.01 ^c	8.59±0.20 ^d	0.30±0.10 ^g	0.40±0.00 ^f
1	1.42±0.38	0.638±0.00 ^d	9.16±0.84 ^d	0.49±0.08 ^{ef}	0.88±0.13 ^{ef}
2	1.23±0.61	0.649±0.00 ^{cd}	10.42±0.28 ^c	0.68±0.03 ^{de}	1.27±0.15 ^{de}
3	1.57±0.15	0.652±0.01 ^{bc}	10.56±0.31 ^c	0.94±0.06 ^{cd}	1.77±0.25 ^{cd}
4	1.65±0.35	0.664±0.00 ^{ab}	11.03±0.27 ^{bc}	1.14±0.05 ^{bc}	2.13±0.27 ^{bc}
5	1.35±0.42	0.666±0.00 ^{ab}	11.80±0.61 ^b	1.35±0.23 ^{ab}	2.64±0.44 ^b
6	1.27±0.09	0.672±0.01 ^a	12.69±0.28 ^a	1.51±0.14 ^a	3.42±0.42 ^a
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : เปรียบเทียบในแนวตั้งตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

¹ หน่วยวัดค่า TBA = มิลลิกรัมของมาโลอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม

² หน่วยวัดค่า PV = มิลลิสมมูล (mEq) ของเปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัม

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางผนวกที่ 6 ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและระดับการยอมรับคุณภาพ
ของผลิตภัณฑ์แคปซูลกึ่งสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟที่บรรจุในอลูมิเนียมลามิเนตที่เก็บ
รักษา ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา

สัปดาห์	กลิ่นหืน	ความกรอบ	กลิ่นรสหืน	การยอมรับรวม
ns				
0	2.43±1.10 ^c	10.73±2.28	2.32±1.39 ^d	7.58±0.88 ^a
1	3.72±1.85 ^b	11.29±1.21	3.24±1.52 ^c	6.92±0.97 ^b
2	4.12±1.54 ^{ab}	11.29±1.29	3.90±1.38 ^{bc}	6.08±0.78 ^{cd}
3	4.80±2.62 ^a	10.95±2.30	4.73±2.71 ^a	5.88±0.90 ^{cde}
4	4.51±1.33 ^{ab}	11.45±0.92	3.88±1.47 ^{bc}	6.29±0.81 ^c
5	4.62±1.23 ^a	10.86±0.83	4.23±1.35 ^{ab}	5.67±0.56 ^{de}
5	4.47±1.31 ^{ab}	11.00±2.12	4.02±1.19 ^{ab}	5.54±0.88 ^c
7	4.52±1.19 ^{ab}	10.51±1.19	4.04±0.97 ^{ab}	5.75±0.53 ^{de}
8	4.63±1.56 ^a	10.94±2.10	4.06±1.27 ^{ab}	4.46±0.93 ^f

หมายเหตุ : ระดับการยอมรับ 1 – 2 = ไม่ยอมรับมากที่สุด, 3 – 5 = ไม่ยอมรับ,

6 – 8 = ยอมรับได้, 9 – 10 = ยอมรับมากที่สุด

เปรียบเทียบในแนวตั้งตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางผนวกที่ 7 ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและระดับการยอมรับคุณภาพ
ของผลิตภัณฑ์แคปซูลกึ่งสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟที่บรรจุในอลูมิเนียมลามิเนตที่เก็บ
รักษา ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา

สัปดาห์	กลิ่นหืน	ความกรอบ	กลิ่นรสหืน	การยอมรับรวม
ns				
0	2.43±1.10 ^e	10.73±2.28	2.32±1.39 ^c	7.58±0.88 ^a
1	3.35±1.47 ^d	10.92±1.38	3.31±1.57 ^{bc}	6.67±0.70 ^b
2	3.57±1.80 ^{cd}	11.51±1.03	3.28±1.51 ^{bc}	6.5±0.99 ^{bc}
3	4.76±1.78 ^{ab}	10.66±1.80	5.98±8.06 ^a	6.08±1.18 ^{cd}
4	4.33±1.62 ^b	11.17±2.33	3.97±1.37 ^{bc}	5.83±0.70 ^{de}
5	5.46±2.82 ^a	11.23±1.51	4.91±2.81 ^{ab}	5.45±1.02 ^c
6	4.20±1.26 ^{bc}	11.20±1.05	4.01±1.19 ^{bc}	4.58±0.83 ^f
7	4.68±1.75 ^b	11.00±0.96	4.52±1.46 ^{ab}	4.21±0.78 ^f
8	4.56±1.29 ^b	10.88±2.02	4.00±1.24 ^{bc}	2.92±0.78 ^g

หมายเหตุ : ระดับการยอมรับ 1 – 2 = ไม่ยอมรับมากที่สุด, 3 – 5 = ไม่ยอมรับ,

6 – 8 = ยอมรับได้, 9 – 10 = ยอมรับมากที่สุด

เปรียบเทียบในแนวตั้งตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางผนวกที่ 8 ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและระดับการยอมรับคุณภาพ
ของผลิตภัณฑ์แคปซูลกึ่งสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟที่บรรจุในอลูมิเนียมลามิเนตที่เก็บ
รักษา ณ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา

สัปดาห์	กลิ่นหืน	ความกรอบ	กลิ่นรสหืน	การยอมรับรวม
0	2.43±1.10 ^d	10.73±2.28 ^{bc}	2.32±1.39 ^c	7.58±0.88 ^a
1	3.35±1.69 ^c	11.26±1.52 ^{ab}	3.12±1.37 ^d	6.08±0.78 ^b
2	3.63±1.60 ^{bc}	11.50±0.93 ^a	3.35±1.40 ^{cd}	5.62±1.06 ^c
3	4.13±1.42 ^{ab}	11.62±1.00 ^a	3.79±1.31 ^{bc}	5.04±0.75 ^d
4	4.70±2.20 ^a	11.20±1.14 ^{abc}	4.60±2.48 ^a	4.58±1.06 ^e
5	4.22±1.54 ^{ab}	11.39±0.92 ^{ab}	4.19±1.61 ^{ab}	3.42±0.88 ^f
5	4.58±1.82 ^a	10.66±1.84 ^c	4.66±1.32 ^a	2.92±0.65 ^g
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-

หมายเหตุ : ระดับการยอมรับ 1 – 2 = ไม่ยอมรับมากที่สุด, 3 – 5 = ไม่ยอมรับ,

6 – 8 = ยอมรับได้, 9 – 10 = ยอมรับมากที่สุด

เปรียบเทียบในแนวตั้งตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

**ตารางผนวกที่ 9 การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ความชื้นและไขมัน ในระหว่างกระบวนการผลิต
แคบหมูกิ่งสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ**

คุณลักษณะ	คุณภาพทางกายภาพและเคมี (ร้อยละ)	
	ความชื้น	ไขมัน
หนังหมูสด	38.81	23.05
หนังหมูต้ม	54.22	9.56
หมูหมอบ 90 องศาเซลเซียส	11.18	9.22
หนังหมูอุ่นน้ำมัน	9.54	8.62
ผลิตภัณฑ์แคบหมูกิ่งสำเร็จรูป	3.06	11.30

ภาคผนวก จ

ผลการสุ่มทดสอบการอบแคบหมูถึงสำเร็จรูปในเตาไมโครเวฟทั่วไป

1. ไมโครเวฟยี่ห้อ Electrolux

รุ่น EMM 2450

ความจุ 24 ลิตร

ขนาด (ล x ก x ส) 407 x 520 x 299 มิลลิเมตร

กำลังคลื่นไมโครเวฟ 900 วัตต์

แรงดันไฟฟ้า/ความถี่ 200 – 230 V/50 Hz

วิธีใช้ ใช้ระดับไฟ (Power) 900 วัตต์ เป็นเวลา 2 – 3 นาที

หมายเหตุ เครื่องนี้เป็นเครื่องที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยนี้

2. ไมโครเวฟยี่ห้อ LG (อิมาร์เฟล็กซ์)

รุ่น MS – 1824 U

ความจุ 20 ลิตร

ขนาด 31 x 46 x 26.5 เซนติเมตร

กำลังไฟ 800 วัตต์

วิธีใช้ เลือกหมวดปรุงอาหารอัตโนมัติ เลือกใช้การปรุงแบบชา – กาแฟ หรือ อบ – มันฝรั่ง

3. ไมโครเวฟยี่ห้อ SHARP

รุ่น Model R – 243

ความจุ 22 ลิตร

กำลังไฟฟ้าที่เข้า 1.2 กิโลวัตต์

กำลังไฟฟ้าที่ออก 800 วัตต์

วิธีใช้ ใช้ระดับไฟ ไฟแรง (High) เป็นระยะเวลา 2 – 3 นาที

4. ไมโครเวฟยี่ห้อ SHARP

รุ่น Model R-237

ความจุ 22 ลิตร

กำลังไฟ 800 วัตต์

วิธีใช้ ใช้ระดับไฟ ไฟแรง (High) เป็นระยะเวลา 2 – 3 นาที

ภาคผนวก ข
บทความสำหรับการเผยแพร่

แคะหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ

Microwavable Crispy Pork Rind (Kab Moo)

อรทัย บุญทะวงษ์ กมลรัตน์ คุรุชาโรจน์ และนภสร จุ้ยเจริญ

Abstract

This research was based on the microwavable crispy pork rind product by avoid fried process to reduce fat content and improve consumption. Step of reduce moisture content in pork rind were studied by the times for baking and the times for reheat in oil. The optimum time of process was found at 3 hours and 2.30 hours, respectively. The microwavable crispy pork rind product was 10 centimeters long, 25 grams in weight and was baked in microwave at 900 watts 3 minutes that had moisture content, protein, fat, carbohydrate, fiber and ash 3.06, 73.8, 11.30, 5.8, 0.78, and 9.26 %, respectively. When compare quality of the microwavable crispy pork rind product of this study with the other 3 samples of the commercial fried pork rind that obtained from market. It was found that there were significant difference in fat content between the microwavable crispy pork rind and the other 3 samples. The fat content of the microwavable crispy pork rind was 11.30 % while the other 3 commercial pork rind products were 22.58 – 34.96 %

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษากระบวนการผลิตแคะหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ เพื่อลดขั้นตอนการทอดของแคะหมู ส่งผลให้แคะหมูมีปริมาณไขมันลดลง และสะดวกในการรับประทานมากขึ้น โดยศึกษาขั้นตอนการอบเพื่อลดความชื้นของหนังหมู ระยะเวลาในการอุ่นน้ำมัน พบว่าระยะเวลาการอบที่ 3 ชั่วโมง และการอุ่นน้ำมันที่ 1 ชั่วโมง 30 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแคะหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟโดยแคะหมูมีความยาวเส้น 10 เซนติเมตร น้ำหนักในการอบ 25 กรัม และอบในเตาไมโครเวฟที่ความร้อน 900 วัตต์เป็นเวลา 3 นาที จะได้ผลิตภัณฑ์แคะหมูที่มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใย และเถ้า ร้อยละ 3.06, 73.8, 11.30, 5.8, 0.78 และ 5.26 ตามลำดับ จากนั้นเปรียบเทียบคุณภาพแคะหมูจากการอบด้วยเตาไมโครเวฟกับแคะหมูที่จำหน่ายทั่วไปจำนวน 3 ตัวอย่าง พบว่าแคะหมูที่ผลิตได้จากการอบมีปริมาณไขมันเฉลี่ยร้อยละ 9.87 ซึ่งมีปริมาณไขมันน้อยกว่าแคะหมูที่จำหน่ายทั่วไป โดยมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 22.58 - 34.96

บทนำ

แคบหมู เป็นอาหารพื้นบ้านของชาวล้านนาไทย การทำแคบหมูเป็นวิธีการแปรรูป และถนอมอาหาร ที่เกิดจากภูมิปัญญาชาวบ้านสืบทอดกันมา แคบหมูนิยมใช้เป็นของฝากเมืองเหนือ นำมารับประทานเป็นอาหารประเภทเครื่องเคียงกับน้ำพริกเมืองเหนือ และแกงคั่วต่างๆ ต่อมา แคบหมูเป็นที่นิยมรับประทานกันเองอย่างแพร่หลายไปทั่วทุกภาคของประเทศไทย แคบหมูนอกจากจะเป็นที่นิยมบริโภคในหมู่ชาวไทยแล้วยังเป็นที่นิยมบริโภคในหมู่ชาวต่างประเทศด้วย การผลิตแคบหมูแบบดั้งเดิมจะนำหนังหมูผ่านกรรมวิธีการทอด จนได้ลักษณะการพอง กรอบ หากน้ำมันที่ใช้ผ่านการทอดซ้ำหลายๆ ครั้งนั้นจะมีคุณภาพที่เสื่อมลง ที่สำคัญจะเกิดสารประกอบที่สามารถสะสมในร่างกาย และส่งผลกระทบต่อการทำงานของเซลล์และก่อให้เกิดมะเร็ง อีกทั้งแคบหมูที่ผลิต มีลักษณะกรอบ ฉะนั้นในการเก็บรักษา ให้ง่ายความกรอบ ไม่ให้มีกลิ่นเหม็นหืนจะสามารถเก็บไว้ได้เพียงไม่เกิน 5 วัน เพื่อให้แคบหมูซึ่งเป็นอาหารและของฝากที่ได้รับความนิยมในการบริโภคนั้นเป็นอาหารที่มีคุณภาพถูกสุขลักษณะต่อสุขภาพมากขึ้น โดยได้ทำการผลิตแคบหมูถึงสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ ซึ่งทำให้แคบหมูไม่ถูกผลกระทบจากน้ำมันที่ใช้ทอดอย่างที่ผ่านมา และสามารถเก็บไว้ได้นาน สะดวกในการบริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาสถานะต่างๆของหนังหมู และวิธีการที่เหมาะสมต่อการอบแคบหมูถึงสำเร็จรูปด้วยไมโครเวฟ

1.1 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบหนังหมู เพื่อลดความชื้นให้ได้แคบหมูถึงสำเร็จรูปที่เหมาะสมในการอบด้วยเตาไมโครเวฟ โดยใช้เครื่องอบแห้งเป็นตู้อบลมร้อนแบบถาด อบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส กำหนดระยะเวลาในการอบคือ 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 1.30 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง, 2.30 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้นนำหนังหมูที่ได้มาวิเคราะห์หาความชื้น (AOAC, 1990) ระหว่างการอบ เปรียบเทียบปริมาณไขมัน (AOAC, 1990) ก่อน - หลังการอบและคัดเลือกคุณภาพของแคบหมูถึงสำเร็จรูปที่เหมาะสม จากค่าดัชนีการพองตัว (ธนวัฒน์, 2542)

1.2 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอุ่นน้ำมันของหนังหมูที่ผ่านการอบ (ข้อ 1.1) เพื่อหาสถานะที่เหมาะสมของแคบหมูถึงสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ โดยนำหนังหมูที่ได้อุ่นในน้ำมันในระยะเวลาที่แตกต่างกัน คือ 1 ชั่วโมง, 1 ชั่วโมง 15 นาที, 1 ชั่วโมง 30 นาที, 1 ชั่วโมง 45 นาที ตามลำดับ นำหนังหมูที่ได้มาวิเคราะห์หาความชื้น ดัชนีการพองตัว ความกรอบของแคบหมู ด้วยเครื่อง Texture Analyzer ยี่ห้อ hounsfield รุ่น 5ks (วัดโดยใช้หัวกดหน้าตัดขนาด 4.8 มิลลิเมตร) วางแผนการทดลองแบบ CRD นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างด้วยวิธี DMRT

1.3 ศึกษาระดับความร้อนที่เหมาะสมของเตาไมโครเวฟ ในการอบแคบหมูถึงสำเร็จรูป 3 ระดับ คือ 550, 700 และ 900 วัตต์ คัดเลือกคุณภาพของแคบหมูถึงสำเร็จรูปที่เหมาะสมจากค่าดัชนีการพองตัว

1.4 ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการอบแคบหมูถึงสำเร็จรูปด้วยเตาไมโครเวฟในเวลาต่างๆ กัน คือ 1 นาที 30 วินาที, 2 นาที, 2 นาที 30 วินาที, 3 นาที, 3 นาที 30 วินาที, 4 นาที, 4 นาที 30 วินาที และ 5 นาที คัดเลือกคุณภาพของแคบหมูถึงสำเร็จรูปที่เหมาะสมจากค่าดัชนีการพองตัว และการให้คะแนนการพองตัว

1.5 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของแคบหมูถึงสำเร็จรูปเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แคบหมูที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ โดยวิเคราะห์หาความชื้น (AOAC, 1990) ปริมาณไขมัน (AOAC, 1990) ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1990) ปริมาณเส้นใย (AOAC, 1990) ปริมาณเถ้า (AOAC, 1990) และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 1990)

2. การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แคบหมูที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟกับแคบหมูที่มีจำหน่ายในตลาด

เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แคบหมูที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟกับแคบหมูที่มีจำหน่ายในตลาดจำนวน 3 ตัวอย่าง โดยศึกษาด้านคุณภาพทางกายภาพและเคมี โดยตรวจสอบความแข็งเนื้อสัมผัสด้วยแรงกด โดยเครื่อง Texture Analyzer ยี่ห้อ hounsfield รุ่น 5ks (วัดโดยใช้หัวกดหน้าตัดขนาด 4.8 มิลลิเมตร), ปริมาณไขมัน (AOAC, 1990), Peroxide Value (P.V.) (AOAC, 1990), และค่าความหืน (Thiobarbituric acid number : TBA) (กิตติศักดิ์, 2546)

ผลและวิจารณ์

1. ศึกษาสถานะต่างๆของหนังหมู และวิธีการที่เหมาะสมต่อการอบแคบหมูถึงสำเร็จรูปด้วยไมโครเวฟ

1.1 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบหนังหมู

ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบหนังหมู เพื่อลดความชื้นของแคบหมูถึงสำเร็จรูปที่เหมาะสมในการอบด้วยเตาไมโครเวฟ โดยใช้เครื่องอบแห้งเป็นตู้อบลมร้อนแบบถาดอบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส กำหนดระยะเวลาในการอบคือ 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 1.30 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง, 2.30 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าหนังหมูมีปริมาณความชื้นลดลง (ตาราง 1) การลดความชื้นในขั้นตอนนี้เพื่อเป็นการสร้างเกราะขึ้นรอบ ๆ ชิ้นหนังหมู ป้องกันไม่ให้น้ำระเหยออกไปได้ง่าย ในขณะที่ทำให้แคบหมูเกิดการพองตัว จะช่วยให้หนังหมูพองตัวดีขึ้น โดยกระบวนการ

ที่ใช้ความร้อนเพื่อกำจัดความชื้นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์จะทำให้ไขมันที่อยู่ในอาหารโดยเฉพาะน้ำอิสระจะระเหยกกลายเป็นไอและถูกกำจัดออกไปในตอนแรก ส่งผลให้มีความชื้นและน้ำหนักลดลง (รุ่งนภา, 2540) โดยความชื้นลดลงเรื่อยๆตามระยะเวลาของการอบ (ตาราง 1) เนื่องจากเมื่อระยะเวลาในการอบเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำในหนังหมูมีการระเหยกกลายเป็นไอมากขึ้น ส่งผลให้หนังหมูมีการหดตัวมากขึ้น จึงทำให้ไขมันในหนังหมูหลอมละลายแยกออกมาจากหนังหมู เป็นผลให้ปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันลดต่ำลง จากนั้นนำหนังหมูที่ผ่านการอบเป็นเวลา 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 1.30 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง, 2.30 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง อบในเตาไมโครเวฟ เพื่อคัดเลือกคุณภาพของแคบหมูถึงสำเร็จรูปที่เหมาะสม จากคำดัชนีการพองตัว พบว่าหนังหมูไม่สามารถเกิดการพองตัวได้อย่างเต็มที่ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณความชื้นและสภาวะในการผลิตยังไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงนำหนังหมูที่ผ่านการอบเพื่อลดความชื้น นำไปอุ่นน้ำมันเพื่อทำให้ผิวหน้าของหนังหมูเกิดความแข็งช่วยให้ทนต่อแรงดันที่เกิดขึ้นขณะพองตัว ทำให้โครงสร้างของแคบหมูไม่ยุบตัวลงมากในระหว่างการทอดให้พองตัว และมีความกรอบหลังการทอดแล้ว(สถาบันอาหาร, มปป.) และศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอุ่นน้ำมันต่อไป

ตาราง 1 แสดงความชื้นและไขมันของหนังหมูต้มที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ณ เวลาต่างๆ

สิ่งทดลอง	ความชื้น (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)
1. อบ 30 นาที	27.12 ± 7.20	11.92 ± 1.06
2. อบ 1 ชั่วโมง	24.02 ± 0.39	-
3. อบ 1.30 ชั่วโมง	17.99 ± 0.05	-
4. อบ 2 ชั่วโมง	12.38 ± 0.36	-
5. อบ 2.30 ชั่วโมง	12.14 ± 0.15	-
6. อบ 3 ชั่วโมง	11.18 ± 0.12	9.21 ± 0.26

1.2 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอุ่นน้ำมันของหนังหมู

การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอุ่นน้ำมันของหนังหมูที่ผ่านการอบจากข้อ 1.1 อุ่นในน้ำมันในเวลาที่แตกต่างกัน คือ 1 ชั่วโมง, 1 ชั่วโมง 15 นาที, 1 ชั่วโมง 30 นาที, 1 ชั่วโมง 45 นาที ตามลำดับ พบว่าความชื้นในหนังหมูมีแนวโน้มลดลง เมื่อใช้เวลาในการอุ่นน้ำมันมากขึ้นโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 2) ทั้งนี้เพราะ

ความร้อนจากน้ำมันมีผลทำให้ความชื้นในหนังหมูระเหยออกมา ค่าดัชนีการฟองตัวมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้มีผลมาจากปริมาณความชื้นของหนังหมูที่ลดลง ส่งผลให้แคบหมูมีการฟองตัวที่ดีขึ้น สังเกตได้จากคะแนนการฟองตัว (ตาราง 2) หนังหมูหากมีความชื้นมากเกินไปเมื่อนำไปอบจะไม่ฟองตัวมากนักและแคบหมูที่ได้จะมีความชื้นเหลืออยู่มาก เนื้อจึงมีลักษณะเหนียว (พันธิพาและคณะ, 2532) อย่างไรก็ตามถ้าระดับความชื้นในหนังหมูเหลือน้อยเกินไป จะทำให้การฟองตัวน้อยลง เนื่องจากหนังหมูที่มีความชื้นน้อยเมื่อได้รับความร้อนก็จะทำให้เกิดแรงดันไอน้ำน้อย ทำให้การฟองตัวน้อยลง (Matz, 1970) ซึ่งแนวโน้มการฟองตัวที่มากขึ้นจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับความกรอบของแคบหมูที่มีค่าแนวโน้มลดลง (ตาราง 2) เพราะแคบหมูเมื่อมีการฟองตัวมาก ฟองอากาศภายในแคบหมูจะมีขนาดใหญ่ เนื้อจะกรอบจะใช้แรงกดน้อย ในทางตรงกันข้ามถ้าแคบหมูมีการฟองตัวน้อยฟองอากาศภายในแคบหมูจะมีขนาดเล็ก เนื้อจะค่อนข้างแข็งจะใช้แรงกดมาก

ตาราง 2 แสดงความชื้น ดัชนีการฟองตัว และความกรอบของแคบหมูที่กระบวนการต่างๆ

สิ่งทดลอง	ความชื้น (ร้อยละ)	ดัชนีการฟองตัว (เท่า)	คะแนน การฟองตัว*	ความกรอบ (นิวตัน)
1. อบ 30 นาที x อุณหภูมิ 1 ซม.	28.29 ± 0.29^b	1.12 ± 0.00^m	1	2.38 ± 0.38^a
2. อบ 30 นาที x อุณหภูมิ 1.15 ซม.	29.13 ± 0.47^a	1.71 ± 0.00^{klm}	1	2.05 ± 0.26^{ab}
3. อบ 30 นาที x อุณหภูมิ 1.30 ซม.	24.21 ± 0.13^c	1.30 ± 0.00^{lm}	1	1.86 ± 0.15^{abcde}
4. อบ 30 นาที x อุณหภูมิ 1.45 ซม.	17.65 ± 0.34^d	2.03 ± 0.00^{jklm}	2	1.66 ± 0.42^{bcdef}
5. อบ 1 ซม. x อุณหภูมิ 1 ซม.	17.88 ± 0.29^d	2.31 ± 0.20^{ijklm}	2	1.79 ± 0.55^{bcde}
6. อบ 1 ซม. x อุณหภูมิ 1.15 ซม.	16.96 ± 0.35^c	2.06 ± 0.05^{jklm}	2	1.44 ± 0.29^{cdef}
7. อบ 1 ซม. x อุณหภูมิ 1.30 ซม.	15.24 ± 0.20^f	2.68 ± 0.11^{hijklm}	2	1.53 ± 0.06^{bcdef}
8. อบ 1 ซม. x อุณหภูมิ 1.45 ซม.	12.49 ± 0.18^i	6.55 ± 0.23^{cd}	4	1.56 ± 0.33^{bcdef}
9. อบ 1.30 ซม. x อุณหภูมิ 1 ซม.	15.18 ± 0.15^f	2.41 ± 0.12^{ijklm}	2	1.77 ± 0.28^{bcdef}
10. อบ 1.30 ซม. x อุณหภูมิ 1.15 ซม.	15.29 ± 0.53^f	3.61 ± 0.25^{ghijk}	3	2.01 ± 0.29^{abc}
11. อบ 1.30 ซม. x อุณหภูมิ 1.30 ซม.	14.35 ± 0.23^g	3.54 ± 0.15^{ghijkl}	3	1.92 ± 0.18^{abcd}
12. อบ 1.30 ซม. x อุณหภูมิ 1.45 ซม.	13.43 ± 0.08^h	4.99 ± 1.01^{defg}	4	1.69 ± 0.28^{bcdef}
13. อบ 2 ซม. x อุณหภูมิ 1 ซม.	11.65 ± 0.17^j	3.17 ± 1.35^{ghijklm}	3	1.65 ± 0.08^{bcdef}
14. อบ 2 ซม. x อุณหภูมิ 1.15 ซม.	12.38 ± 0.47^i	4.86 ± 0.39^{defgh}	3	1.40 ± 0.26^{def}
15. อบ 2 ซม. x อุณหภูมิ 1.30 ซม.	11.74 ± 0.04^j	4.25 ± 0.05^{efghij}	3	1.41 ± 0.23^{def}
16. อบ 2 ซม. x อุณหภูมิ 1.45 ซม.	10.86 ± 0.22^k	4.97 ± 0.66^{defg}	4	1.29 ± 0.70^{ef}

ตาราง 2 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ความชื้น (ร้อยละ)	ดัชนีการพองตัว (เท่า)	คะแนน การพองตัว*	ความกรอบ (นิวตัน)
17. อบ 2.30 ชม. x อุณหภูมิ 1 ชม.	10.05 ± 0.21^l	5.90 ± 0.44^{def}	4	1.39 ± 0.30^{def}
18. อบ 2.30 ชม. x อุณหภูมิ 1.15 ชม.	9.09 ± 0.23^m	3.83 ± 0.88^{fghijk}	3	1.55 ± 0.21^{bcdef}
19. อบ 2.30 ชม. x อุณหภูมิ 1.30 ชม.	8.52 ± 0.21^{mn}	4.44 ± 1.17^{defghi}	4	1.34 ± 0.21^{def}
20. อบ 2.30 ชม. x อุณหภูมิ 1.45 ชม.	8.94 ± 0.48^{mn}	3.91 ± 0.34^{efghijk}	3	1.18 ± 0.22^f
21. อบ 3 ชม. x อุณหภูมิ 1 ชม.	9.80 ± 0.10^l	8.28 ± 3.84^{bc}	5	1.18 ± 0.07^f
22. อบ 3 ชม. x อุณหภูมิ 1.15 ชม.	8.80 ± 0.10^{mn}	9.95 ± 0.56^b	5	1.30 ± 0.04^{ef}
23. อบ 3 ชม. x อุณหภูมิ 1.30 ชม.	8.38 ± 0.13^n	13.20 ± 0.11^a	5	1.29 ± 0.15^{ef}
24. อบ 3 ชม. x อุณหภูมิ 1.45 ชม.	7.81 ± 0.03^o	6.10 ± 0.28^{de}	4	1.31 ± 0.39^{def}

หมายเหตุ : เปรียบเทียบในแนวตั้งตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

* ความหมายของคะแนนที่ให้ 5 = พองตัวมากที่สุด 4 = พองตัวมาก 3 = พองตัวปานกลาง
2 = พองตัวเล็กน้อย 1 = ไม่พองตัว

อย่างไรก็ตามสิ่งทดลองตั้งแต่ 1 – 16 (ตาราง 2) เมื่อนำเข้าอบในไมโครเวฟ แคบหมูที่ได้จะมีลักษณะติดกัน ทั้งนี้เนื่องจากหนังหมูยังมีความชื้นสูง ทำให้คอลลาเจนเปลี่ยนไปเป็นเจลาตินซึ่งเหนียวและติดกัน (พันธิพาและคณะ, 2532)

ดังนั้นจึงทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแคบหมูถึงสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการอบและเวลาในการอุ่นน้ำมันที่เหมาะสมในสิ่งทดลองที่ 17 – 24 (ตาราง 2) วางแผนการทดลองแบบ Factorial 2 x 4 in CRD โดยให้ปัจจัยแรกเป็นระยะเวลาในการอบ คืออบที่ 2.30 และ 3 ชั่วโมง ปัจจัยที่สองเป็นระยะเวลาในการอุ่นน้ำมัน คือ อุณหภูมิที่ 1, 1.15, 1.30 และ 1.45 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าปัจจัยด้านระยะเวลาในการอบหนังหมู คือ อบเป็นเวลา 2.30 ชั่วโมง และอบเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ให้ผลของความชื้น และค่าดัชนีการพองตัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 3) โดยหนังหมูที่อบเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง ให้ร้อยละของความชื้นน้อยกว่า แต่ให้ค่าดัชนีการพองตัวที่สูง ทั้งนี้เพราะหนังหมูเมื่อมีความชื้นมากเกินไปเมื่อนำไปอบจะไม่พองตัวมากนัก ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแคบหมู คือ อบเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง ส่วนในด้านเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ปัจจัยด้านระยะเวลาในการอุ่นน้ำมัน คือ อุณหภูมิเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง, 1.15 ชั่วโมง, 1.30 ชั่วโมง, 1.45 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าผลของความชื้น และดัชนีการพองตัวมีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยความชื้นของหนังหมู เมื่อใช้เวลานานในการอุ่นน้ำมันจะทำให้หนังหมูมีความชื้นลดลง ส่วนค่าดัชนีการพองตัวพบว่าระยะเวลาในการอุ่นน้ำมัน 1 ชั่วโมงถึง 1.30 ชั่วโมงให้ค่าการพองตัวมากโดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนในด้านเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ด้านปฏิกิริยาสัมพันธระหว่างระยะเวลาในการอบและระยะเวลาในการอุ่นน้ำมันของหนังหมู พบว่าความชื้นและค่าดัชนีการพองตัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าดัชนีการพองตัวสูงที่สุดเมื่อนำหนังหมูไปอบเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง และอุ่นน้ำมันเป็นเวลา 1.30 ชั่วโมง ดังนั้นสถานะที่เหมาะสมต่อการผลิตแคปหมูกึ่งสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟคืออบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง และอุ่นน้ำมันเป็นเวลา 1.30 ชั่วโมง

ตาราง 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการอบและเวลาในการอุ่นน้ำมันของหนังหมู

สิ่งทดลอง	ความชื้น (ร้อยละ)	ดัชนีการพองตัว (เท่า)	ความแข็งของ เนื้อสัมผัส (นิวตัน) ^{ns}
1. ระยะเวลาในการอบ			
อบ 2.30 ชั่วโมง	9.15 ± 0.64 ^a	4.52 ± 1.06 ^b	1.37 ± 0.24
อบ 3 ชั่วโมง	8.69 ± 0.78 ^b	9.38 ± 3.14 ^a	1.28 ± 0.19
2. ระยะเวลาในการอุ่นน้ำมัน			
อุ่น 1 ชั่วโมง	9.92 ± 0.20 ^a	7.09 ± 2.62 ^{ab}	1.29 ± 0.23
อุ่น 1.15 ชั่วโมง	8.94 ± 0.22 ^b	6.89 ± 3.58 ^{ab}	1.42 ± 0.19
อุ่น 1.30 ชั่วโมง	8.45 ± 0.16 ^c	8.82 ± 5.10 ^a	1.31 ± 0.16
อุ่น 1.45 ชั่วโมง	8.38 ± 0.71 ^c	5.00 ± 1.29 ^c	1.27 ± 0.30
3. ระยะเวลาการอบ x ระยะเวลาในการอุ่นน้ำมัน			
1. อบ 2.30 ชม. x อุ่น 1 ชม.	10.05 ± 0.21 ^a	5.90 ± 0.44 ^{cd}	1.39 ± 0.30
2. อบ 2.30 ชม. x อุ่น 1.15 ชม.	9.09 ± 0.23 ^b	3.83 ± 0.88 ^d	1.55 ± 0.21
3. อบ 2.30 ชม. x อุ่น 1.30 ชม.	8.52 ± 0.21 ^{cd}	4.44 ± 1.17 ^d	1.34 ± 0.21
4. อบ 2.30 ชม. x อุ่น 1.45 ชม.	8.94 ± 0.48 ^{bc}	3.91 ± 0.34 ^d	1.18 ± 0.22
5. อบ 3 ชม. x อุ่น 1 ชม.	9.80 ± 0.10 ^a	8.28 ± 3.84 ^{bc}	1.18 ± 0.07
6. อบ 3 ชม. x อุ่น 1.15 ชม.	8.80 ± 0.10 ^{bcd}	9.95 ± 0.56 ^{ab}	1.30 ± 0.04
7. อบ 3 ชม. x อุ่น 1.30 ชม.	8.38 ± 0.13 ^d	13.20 ± 0.11 ^a	1.29 ± 0.15
8. อบ 3 ชม. x อุ่น 1.45 ชม.	7.81 ± 0.03 ^c	6.10 ± 0.28 ^{cd}	1.31 ± 0.39

หมายเหตุ : เปรียบเทียบในแนวตั้งตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

1.3 การศึกษาระดับความร้อนที่เหมาะสมของเตาไมโครเวฟ

จากการศึกษาระดับความร้อนที่เหมาะสมของเตาไมโครเวฟ ในการอบแคบหมู กึ่งสำเร็จรูป 3 ระดับ คือ 550, 700 และ 900 วัตต์ พบว่าค่าดัชนีการพองตัวมีแนวโน้มสูงขึ้น ตามระดับความร้อนของเตาไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งปริมาณความร้อนที่เหมาะสมที่สุด คือ ที่ระดับความร้อน 900 วัตต์ จากการวิจัยดังกล่าวพบว่า ที่ระดับความร้อนของเตาไมโครเวฟ 900 วัตต์ หนักรับความร้อนสูงมากพอ จึงทำให้เกิดไอน้ำก่อนการหลอมเหลวของเจลาคินเล็กน้อย ซึ่งจะส่งผลให้ไอน้ำดันโครงสร้างของหนักรับที่เป็นเจลาคินเกิดการขยายตัว และพองตัวออกพอดี ทำให้แคบหมูหลังอบเมื่อสุกจะมีพองอากาศขนาดใหญ่ เนื้อสัมผัสจึงกรอบและไม่แข็ง ส่วนอีกความร้อนอีก 2 ระดับนั้นอุณหภูมิที่ใช้อาจสูงไม่มากพอ จึงส่งผลทำให้เกิดไอน้ำน้อย จึงไม่สามารถดันเจลาคินที่หลอมเหลวให้ขยายตัวออกไปได้ดีเท่าที่ควร ดังนั้นระดับความร้อนที่เหมาะสมของเตาไมโครเวฟ ในการอบแคบหมูกึ่งสำเร็จรูป คือ 900 วัตต์

1.4 การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการอบแคบหมูกึ่งสำเร็จรูป

จากการนำแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปนำมาอบในเตาไมโครเวฟที่ระดับความร้อน 900 วัตต์ ในเวลาต่างกัน คือ 1 นาที 30 วินาที, 2 นาที, 2 นาที 30 วินาที, 3 นาที, 3 นาที 30 วินาที, 4 นาที, 4 นาที 30 วินาที และ 5 นาที พบว่าแคบหมูเกิดการพองตัว การพองตัวของแคบหมูเกิดจาก หนักรับซึ่งประกอบด้วยโปรตีนคอลลาเจนเป็นส่วนมาก เมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนในการผลิตคอลลาเจน จะเกิดการเสียสภาพ (denature) กลายเป็นเจลาคิน (Ask the experts : Chemistry, 1999) ได้เป็นแคบหมูกึ่งสำเร็จรูปซึ่งยังคงมีความชื้นเหลืออยู่ เมื่อนำเข้าเตาไมโครเวฟ คลื่นไมโครเวฟจะดูดซึมเข้าไปในอาหาร ทำให้โมเลกุลของน้ำ เกิดการสั่นสะเทือนและเสียดสีกันเป็นความร้อน (บริษัท การไฟฟ้า จำกัด, มปป.) ส่งผลให้เกิดไอน้ำ ซึ่งสามารถดันเจลาคินที่หลอมเหลวให้ขยายตัวออกไปทำให้แคบหมูเกิดการพองตัว (พันธิพาและคณะ, 2532) โดยได้ค่าดัชนีการพองตัวและอัตราการพองตัวในแต่ละเวลาต่างกัน คือ ที่เวลา 1 นาที 30 วินาทีไปจนถึงเวลา 5 นาที ค่าดัชนีการพองตัวก็จะเพิ่มสูงขึ้นตามเวลาที่ใช้ในการอบ จนถึงเวลาที่ 4 นาที 30 วินาทีเป็นต้นไปค่าดัชนีการพองตัวเริ่มจะลดลง เช่นเดียวกับอัตราการพองตัวซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ใช้ในการอบ จนถึงเวลาที่ 4 นาที อัตราการพองตัวเริ่มลดลง (ตาราง 4) ทั้งนี้เพราะที่เวลาน้อยทำให้เจลาคินยังไม่หลอมละลายพอที่จะทำให้

ไอน้ำดันให้เกิดการพองตัวส่งผลให้แคปซูลเกิดการพองตัวเล็กน้อย และที่เวลามากมีผลทำให้เจลาคินที่ห่อหุ้มละลายเกิดการไหม้และไม่สามารถคงรูปได้ แคปซูลที่ได้มีกลิ่นไหม้ ดังนั้นเวลาที่เหมาะสมในการอบแคปซูลถึงสำเร็จรูปคือเวลาที่ 3 นาที ซึ่งได้แคปซูลที่มีค่าการพองตัวสูงที่สุดคือ ร้อยละ 71.23 ± 5.89 และค่าดัชนีการพองตัวอยู่ในระดับกลางคือ 3.69 ± 0.36

ตาราง 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการอบกับการพองตัวของแคปซูลถึงสำเร็จรูป

เวลาในการอบแคปซูล	ดัชนีการพองตัว (เท่า)	อัตราการพองตัว (ร้อยละ)
1 นาที 30 วินาที	2.19 ± 0.13	19.00 ± 5.85
2 นาที	3.96 ± 0.59	44.41 ± 5.40
2 นาที 30 วินาที	3.36 ± 0.34	64.41 ± 7.31
3 นาที	3.69 ± 0.36	71.23 ± 5.89
3 นาที 30 วินาที	3.75 ± 0.25	70.00 ± 2.83
4 นาที	3.89 ± 0.21	70.00 ± 2.83
4 นาที 30 วินาที	3.59 ± 0.42	46.00 ± 4.14
5 นาที	3.49 ± 0.22	53.00 ± 4.24

1.5 ศึกษาคุณภาพทางเคมีของแคปซูลถึงสำเร็จรูปเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แคปซูลที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ

ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของแคปซูลถึงสำเร็จรูปเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แคปซูลที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ พบว่าองค์ประกอบทางเคมีมีปริมาณเพิ่มขึ้น ในปริมาณของ ไขมัน, โปรตีน, เส้นใย และเถ้า (ตาราง 5) ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์แคปซูลถึงสำเร็จรูปเมื่อผ่านไมโครเวฟกลายเป็นผลิตภัณฑ์แคปซูล มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นลดลงเพราะความร้อนจากไมโครเวฟจะทำให้ความชื้นบางส่วนในหนังหุ้มระเหยไป ส่งผลให้มวลของผลิตภัณฑ์แคปซูลสูงขึ้นทำให้ค่าองค์ประกอบทางเคมีเพิ่มขึ้น

ตาราง 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของแคบหมูที่สำเร็จรูปกับผลิตภัณฑ์แคบหมูที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ

องค์ประกอบทางเคมี	แคบหมูที่สำเร็จรูป	ผลิตภัณฑ์แคบหมูที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ
ความชื้น (ร้อยละ)	9.54	3.06
ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	63.68	73.8
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	8.62	11.30
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	13.14	5.8
ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ)	0.65	0.78
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	4.37	5.26

2. การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แคบหมูที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟกับแคบหมูที่มีจำหน่ายในตลาด

ผลการศึกษาคูณภาพทางกายภาพและเคมีของแคบหมูที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ กับผลิตภัณฑ์แคบหมูที่มีการจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 3 ตัวอย่าง (ตาราง 6) พบว่าแคบหมูมีค่าคุณภาพที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน แต่คุณภาพที่เป็นจุดเด่นของแคบหมูที่ได้จากการอบด้วยไมโครเวฟ คือมีปริมาณไขมันที่น้อยกว่าแคบหมูทั่วไปโดยเฉลี่ยร้อยละ 19

ตาราง 6 เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์แคบหมู

แคบหมู	ความแข็งของเนื้อสัมผัส (นิวตัน)	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	P.V. (ค่าความหืน)	TBA (ค่าความหืน)
แคบหมูตัวอย่างที่ 1	0.89 ± 0.07	28.75 ± 1.85	0.47 ± 0.08	2.17 ± 0.17
แคบหมูตัวอย่างที่ 2	2.54 ± 0.13	34.96 ± 2.62	0.58 ± 0.06	2.48 ± 0.08
แคบหมูตัวอย่างที่ 3	1.87 ± 0.08	22.58 ± 3.44	0.33 ± 0.02	2.25 ± 0.04
แคบหมูจากการวิจัย	1.29 ± 0.15	11.30 ± 1.75	0.14 ± 0.03	1.38 ± 0.03

สรุป

สถานะที่เหมาะสมในการผลิตแคบหมูถึงสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ คือ นำหนังหมูไปอบเพื่อลดความชื้น โดยใช้เครื่องอบแห้งตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง และนำไปอุ่นในน้ำมันเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที แคบหมูถึงสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ ความยาว 10 เซนติเมตร น้ำหนัก 25 กรัม นำไปอบในเตาไมโครเวฟที่ความร้อน 900 วัตต์เป็นเวลา 3 นาที จะได้ผลิตภัณฑ์แคบหมูที่มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใย และเถ้า ร้อยละ 3.06, 73.8, 11.30, 5.8, 0.78 และ 5.26 ตามลำดับ

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพแคบหมูที่ผลิตได้จากการอบด้วยเตาไมโครเวฟกับแคบหมูที่ขายตามตลาดจำนวน 3 ตัวอย่าง พบว่าแคบหมูที่ผลิตได้จากการอบด้วยเตาไมโครเวฟมีปริมาณ ไขมันที่ร้อยละ 11.30 ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าส่วนแคบหมูที่มีขายตามตลาดซึ่งมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 22.58 - 34.96

เอกสารอ้างอิง

- ธนวัฒน์ ชาญชัยกร. 2542. การพัฒนากระบวนการผลิตแคบหมูและการทดสอบผู้บริโภค. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 29 น.
- พันธุ์พา จันทวัฒน์, ณรงค์ นิยมวิทย์ และ ชเนศ แก้วกำเนิด. 2532. ผลของความชื้น การกระจายความชื้นและอุณหภูมิที่ใช้ทอดที่มีผลต่อคุณภาพของแคบหมู. อาหาร. 19(2) : 79-88
- รุ่งนภา วิสิษฐุการ. 2540. การประเมินอายุการเก็บของอาหาร. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 169 น.
- วัชรินทร์ ปิยะรัตน์. 2531. การให้ความร้อนในระบบไมโครเวฟในอุตสาหกรรมอาหาร. อาหาร. 18(1) : 41 – 47.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1990. Official Method of Analysis Association of Official Analytical Chemist Inc. Arlington Virginia, USA. 1141 p.
- Lawless, H.T. 1998. Sensory Evaluation of Food : Principles and Practices. Chapman&Hall, Inc., New York. 819 p.
- Marsh, T.S. 1986. Shelflife. The Wiley Encyclopedis of Packaging Technology. John Wiley and Sons, Inc., New York. 754 p.