รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาสัดส่วนของไขมันที่เหมาะสมต่ออายุการเก็บรักษา คุณภาพ และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

Study of the proportion on fat to shelf-life, quality and safety of Semi-dried sweet pork

ผศ.ดร. กมแข พิลาสมบัติ

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย

จากงบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาสัดส่วนของไขมันที่เหมาะสมต่ออายุการเก็บรักษา คุณภาพ และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

Study of the proportion on fat to shelf-life, quality and safety of Semi-dried sweet pork

ผศ.ดร. คมแข พิลาสมบัติ

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย

จากงบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การศึกษาสัดส่วนของไขมันที่เหมาะสมต่ออายุการเก็บรักษา คุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน
แหล่งเงินทุน งบประมาณเงินรายได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 100,000 บาท
ระยะเวลาทำวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง 30 กันยายน 2558
หัวหน้าโครงการวิจัย: ผศ.ดร. คมแข พิลาสมบัติ
ผู้ช่วยนักวิจัย: นางสาวสุภาพรรณ ศฤงฆาร
หน่วยงาน: ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาสัดส่วนไขมันที่เหมาะสมต่ออายุการเก็บรักษา คุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ หมูหวานกลุ่มควบคุม (ไม่เติมไขมัน) หมูหวานเติมไขมันร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 โดยอบหมูหวานที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จนมีอุณหภูมิใจกลาง 71 องศาเซลเซียส จากนั้นลดอุณหภูมิลงเหลือ 70 องศาเซลเซียส อบนาน 2 ชั่วโมง และปรับอุณหภูมิลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส อบนาน 30 นาที และนำไปย่างที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นาน 6 นาที จากนั้นเก็บหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 0, 2 และ 4 เพื่อทำการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพได้แก่ ค่าเปอร์เซ็นต์ผลได้ของผลิตภัณฑ์หลังทำแห้ง (% Drying yield) ค่าสี (CIE L*a*b*) ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้วยรูปแบบค่าแรงเฉือน (shear force) และ ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม (Texture Profile Analysis) ประเมินคุณภาพทางด้านเคมีได้แก่ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content) ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) และการออกซิเดชันของไขมัน (TBARs) ประเมินคุณภาพทางด้านชีวภาพได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์รวม ยีสต์รา *Staphylococus aureus*, *Salmonella* sp., Coliform และ *Escherichia coli* และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory) ผลการทดลองพบว่า หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่มีระดับไขมันร้อยละ 15 เหมาะสมที่สุด เนื่องจากคุณภาพโดยรวมทางด้านสีดีกว่าหมูหวานกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 20 และ 25 และลักษณะเนื้อสัมผัสให้ผลที่มีแนวโน้มดีที่สุดในด้านความแข็ง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ความเหนียว ความยืดหยุ่น และการเคี้ยวได้ ที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานนานขึ้น พบว่าการออกซิเดชันของไขมัน (TBARs) กลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 15 สามารถเก็บรักษาได้นานที่สุดเนื่องจากเกิดการออกซิเดชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของไขมันได้ช้ากว่าหมูหวานกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 20 และ 25 นอกจากนี้ยังพบว่าหลังจากผ่านกระบวนการอบและย่างผลิตภัณฑ์ปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค และการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม พบว่ากลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 15 ได้คะแนนการยอมรับได้อยู่ในระดับชอบในทุกลักษณะยกเว้นลักษณะด้านกลิ่นซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่ากลุ่มการทดลองอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้อย่างดีโดยได้รับความกรุณาจาก ดร. ศุภลักษณ์ สรภักดี ที่กรุณาให้ความรู้ในเรื่องงานวิจัยและคอยให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัยมาโดยตลอด นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์จาก คุณณหทัย วิจิตโรทัย และคุณจรรยา คงฤทธิ์

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2558 ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คมแข พิลาสมบัติ

ตุลาคม 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ……	I
กิตติกรรมประกาศ……	III
สารบัญ……	IV
สารบัญตาราง……	VII
บทที่ 1 บทนำ……	1
1.1 ความสำคัญและที่มา……	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย……	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย……	2
1.4 ระยะเวลาดำเนินโครงการวิจัย……	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของงานวิจัย……	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……	4
2.1 ไขมัน (lipid) ในเนื้อสัตว์	4
2.2 การเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์	7
2.3 การชะลอปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน	8
2.4 จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์	8
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์	11
2.6 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง	11
2.7 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหมูแดดเดียว……	12
2.8 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุนเชียงหมู……	13
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย……	16
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ……	16
3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี……	17
3.3 วิธีดำเนินการทดลอง……	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 ขั้นตอนการศึกษาและเก็บข้อมูล……..…… 20

3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ……...…… 28

บทที่ 4 ผลการทดลอง……..…….. 29

4.1 ผลการศึกษาระดับของไขมันต่อคุณภาพด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน……..….. 29

4.1.1 ผลของระดับไขมันต่อค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้หลังอบแห้ง (%Drying yield) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน……...……... 29

4.1.2 ผลของระดับไขมันต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน……...…… 30

4.1.3 ผลของระดับไขมันต่อลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม (Texture Profile Analysis, TPA) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน……..... 32

4.1.4 ผลของระดับไขมันต่อค่าแรงเฉือน (Shear force) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน……...……... 34

4.2 ผลการศึกษาระดับของไขมันต่อคุณภาพด้านเคมีของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน……...……. 34

4.2.1 ผลของระดับไขมันต่อค่าความชื้น (Moisture content) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน……...……. 34

4.2.2 ผลของระดับไขมันต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w, water activity) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน……...… 35

4.2.3 ผลของระดับไขมันต่อค่าการออกซิเดชันของไขมัน (TBARs) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน……...…… 36

4.3 ผลการศึกษาระดับของไขมันต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน……..... 37

4.4 ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานต่อการยอมรับได้ของผู้บริโภค (Consumer test)……...…… 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง……..…. 44

บรรณานุกรม……. 45
ภาคผนวก……... 49
ภาคผนวก ก……... 50
ภาคผนวก ข……... 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 สูตรหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่ใช้ในการทดลอง…….	18
3.2 ค่า Most probable numbers (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม โดยใช้ตัวอย่าง 3 ระดับ คือ 0.1, 0.01, และ 0.001 กรัม……..	25
3.3 การจำแนกเชื้อ *E. coli* โดยวิธีทางชีวเคมี…….	25
4.1 ผลของระดับไขมันต่อค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้หลังอบแห้งของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean ± SD)……....	29
4.2 ผลของระดับไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean ± SD)……....	31
4.3 ผลของระดับไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม (Texture Profile Analysis) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean ± SD)……	33
4.4 ผลของระดับไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าแรงเฉือน (shear force) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean ± SD)……....	34
4.5 ผลของระดับไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean ± SD)……..……...	35
4.6 ผลของระดับไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean ± SD)…….……...	36
4.7 ผลของระดับไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าการออกซิเดชันของไขมัน (TBARs : mg MDA/kg meat) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean ± SD)….....	37
4.8 ผลของระดับไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean ± SD)…….……...	39
4.9 ผลของระดับไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณเชื้อ Coliform และ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน…….	40
4.10 ผลการประเมินการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean ± SD)……...	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์นับว่าเป็นอาหารประเภทโปรตีนและสารอาหารอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ ได้แก่ กรดอะมิโนที่จำเป็น กรดไขมัน วิตามิน แร่ธาตุ เป็นต้น ในปัจจุบันพบว่าผู้บริโภคทั่วโลกมีแนวโน้มของการบริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะเห็นได้จากประเทศที่มีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจสูง มักพบว่าประชากรมีการบริโภคอาหารประเภทโปรตีนจากเนื้อสัตว์มากขึ้น (Olmedilla-Alonso *et al*. 2013) ปัจจุบันในบ้านเราตลาดเนื้อสัตว์มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ปัญหาที่ตามมาคือทำให้มีเศษเนื้อที่เหลือจากการตัดแต่ง และชิ้นส่วนที่เหลือจากการขายมากขึ้น ส่งผลทำให้ผู้ประกอบการซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการรายย่อย หรือแม้กระทั่งผู้ประกอบการรายใหญ่ สูญเสียรายได้และผลกำไรเนื่องจากเศษที่เหลือ วิธีการจัดการชิ้นส่วนหรือเศษเหลือจากการตัดแต่งคือการนำเนื้อสัตว์ไปแปรรูปต่างๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้า

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำชิ้นส่วนหรือเศษเนื้อที่เหลือจากการตัดแต่งนำมาแปรรูป ในการศึกษาครั้งนี้เลือกศึกษาในหมูหวานพร้อมรับประทาน เนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่รับประทานได้ง่ายและเป็นที่นิยมทั่วไปทั้งเด็กและผู้ใหญ่ รวมทั้งในประเทศเพื่อนบ้านก็มีผลิตภัณฑ์ลักษณะนี้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์นี้จึงมีโอกาสที่จะส่งไปจำหน่ายยังประเทศเพื่อนบ้านได้ ซึ่งความโดดเด่นของการศึกษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ประเภทนี้ที่แตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์หมูหวานทั่ว ๆ ไปที่จำหน่ายในท้องตลาด คือ สามารถผลิตได้จากเศษเนื้อที่เหลือจากการตัดแต่งที่มีไขมันปน หรือชิ้นส่วนที่เหลือจากการจำหน่าย ซึ่งผู้ประกอบการมักสูญเสียรายได้จากส่วนนี้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่พร้อมรับประทานที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่อุณหภูมิห้องได้นาน นับว่าเป็นวิธีที่สามารถสร้างสรรค์มูลค่าสินค้าได้ และเพิ่มความหลากหลายของสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ โดยเฉพาะหมูหวานที่ผ่านการทำให้สุกแล้วพร้อมรับประทาน จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการและผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ประโยชน์อีกประการหนึ่งที่จะได้รับ คือ หมูหวานพร้อมรับประทานเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมรับประทานไม่ต้องทำให้สุกอีก เก็บรักษาได้นานที่อุณหภูมิห้อง วิธีผลิตไม่ยุ่งยาก เครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตไม่แพงและไม่ซับซ้อน กลุ่มเกษตรกรสามารถลงทุนและผลิตได้เอง จึงสามารถส่งเสริมอาชีพเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ได้อย่างครบวงจร อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการส่งออกผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไปยังเพื่อนบ้าน โดยเน้นตลาดประชาคมอาเซียนได้อีกด้วย และเป็นการถนอมอาหารให้เก็บรักษาได้นาน หลีกเลี่ยงความเสียหายที่เกิดจากการเน่าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามการผลิตหมูหวานทั่ว ๆ ไป มักมีสูตรที่ไม่แน่นอนแตกต่างกันออกไป และมักใช้เนื้อที่มีลักษณะเป็นชิ้น ไม่ใช้เนื้อเศษเหลือที่มีไขมันติด ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงเน้นการศึกษาการนำชิ้นส่วนเศษเหลือที่มีไขมันติดมาใช้ ถึงแม้ว่าไขมันที่มีในอาหารจะมีข้อเสียคือ การเจริญของเชื้อราบนผิวของผลิตภัณฑ์และการเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ และมีผลต่อคุณภาพอายุการเก็บรักษาของหมูหวาน ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันปริมาณที่สูงส่งผลให้เกิดการเหม็นหืน อายุการเก็บรักษาสั้นลง โดยทั่วไปการชะลอการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทำได้หลายวิธี เช่น การเติมสารกันหืน (antioxidant) และการบรรจุแบบสุญญากาศ แต่สำหรับหมูแดดเดียวห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2549) แต่ก็มีข้อดีคือ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น เพิ่มรสชาติ และลดต้นทุนการผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เนื้อแดงอย่างเดียว

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือการศึกษาสัดส่วนของไขมันที่เหมาะสมเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งสัดส่วนของไขมันอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพอายุการเก็บรักษา และความปลอดภัยของหมูหวานพร้อมรับประทาน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาและพัฒนาสูตรหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่มีสัดส่วนไขมันที่เหมาะสมต่อคุณภาพ อายุการเก็บรักษา และความปลอดภัย ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาสัดส่วนของไขมันที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน โดยศึกษาสัดส่วนของไขมันที่ร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 ศึกษาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 0, 2, และ 4 สัปดาห์ และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่มีสัดส่วนของไขมันแตกต่างกัน โดยวิเคราะห์ค่า เปอร์เซ็นต์ผลได้ของผลิตภัณฑ์หลังทำแห้ง ลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยรูปแบบ ค่าแรงเฉือนและลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม (Texture Profile Analysis, TPA) ค่าความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ การออกซิเดชันของไขมัน (TBARS) ศึกษาความปลอดภัยในการบริโภคโดยวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์รวม ยีสต์และรา *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp., Coliform และ *E. coli* และ ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้งหมด 7 ลักษณะ ได้แก่ ความชอบด้านลักษณะปรากฏโดยรวม ความชอบด้านสี ความชอบด้านกลิ่น ความชอบด้านเนื้อสัมผัส ความชอบด้านรสชาติความชอบในหวาน และความชอบด้านคุณภาพโดยรวม ประเมินโดยวิธี Consumer test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ระยะเวลาดำเนินโครงการวิจัย

12 เดือน (เริ่มตั้งแต่ 1 ต.ค. 2557 - 30 ก.ย. 2558)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของงานวิจัย

1. ทราบสัดส่วนไขมันที่เหมาะสมในการผลิตหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. สามารถลดต้นทุนในการผลิตหมูหวานพร้อมรับประทานโดยใช้เศษเนื้อที่เหลือจากการจำหน่ายมาแปรรูป

3. สามารถพัฒนาการผลิตหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่เป็นสูตรมาตรฐานและเผยแพร่ได้

4. เกษตรกรและผู้ประกอบการสามารถนำองค์ความรู้วิธีการผลิตหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานไปใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าจากเศษเนื้อที่เหลือจากการขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไขมัน (lipid) ในเนื้อสัตว์

2.1.1 ลิปิด

ลิปิดในเนื้อสัตว์แต่ละชนิดต่างกันมาก ทั้งชนิดและปริมาณ ซึ่งจะมีผลอย่างมากในการประกอบอาหารและคุณภาพ โดยเฉพาะในเรื่องกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส ความชุ่มฉ่ำ ความคงตัวของโปรตีน อายุการเก็บรักษา และลักษณะของอิมัลชัน ลิปิดของเนื้อสัตว์มีกลิ่นหืนได้ง่าย ทำให้เป็นจุดอ่อนที่ไม่สามารถเก็บได้นาน บทบาทของลิปิดมีดังนี้

2.1.1.1 ทำให้เกิดสี

ลิปิดในเนื้อสัตว์มักอยู่รวมกับโปรตีน เมื่อลิปิดเกิดการเติมออกซิเจนจะมีผลทำให้เหล็กฟอสฟอรัสในไมโอโกลบินเกิดการเติมออกซิเจนเร็วขึ้นและเปลี่ยนไปเป็นเมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) เนื้อสัตว์จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคไม่ค่อยยอมรับเหล็กจากฮีโมโกลบินและจากสารประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่จากฮีมจะช่วยเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวขึ้น

2.1.1.2 ทำให้อาหารมีกลิ่นผิดปกติ

กลิ่นที่เกิดจากลิปิดในอาหารมีสาเหตุมาจาก 3 ประการคือ ประการแรกเป็นกลิ่นที่เกิดจากสารที่มีอยู่แล้วในลิปิด ประการที่สองเป็นกลิ่นของสารที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและประการที่สามเป็นกลิ่นที่มาจากสารที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ สารฟอสโฟลิปิดจะทำให้อาหารจากเนื้อสัตว์มีกลิ่นผิดปกติได้ถึงแม้เนื้อสัตว์นั้นจะมีไขมันต่ำมาก สารฟอสโฟลิปิด เช่น ฟอสฟาติดิลซีรีน ฟอสฟาติดิลเอทานอลมีนในเนื้อโคละสุกรจะทำให้เนื้อสัตว์เหล่านั้นมีกลิ่นเฉพาะเมื่อเกิดการเติมออกซิเจน

2.1.1.3 ทำให้อาหารเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อ

เมื่อเก็บเนื้อสัตว์ไว้นานปริมาณกรดไขมันอิสระจะเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพไป ลักษณะเนื้อและความสามารถในการอุ้มน้ำจะเสียไป การเพิ่มปริมาณกรดไขมันอิสระเป็นผลมาจากการทำงานของเอ็นไซม์ฟอสโฟไลเปส เอ (phospholipase A) และเอ็นไซม์ไลโซโซมัลไลเปส (lisosomal lopase) การแตกตัวของกรดไขมันจะเกิดเร็วขึ้นมากในกล้ามเนื้อสีเข้มเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นน้ำมันและไหลออกมา ขณะเดียวกันกรดไขมันที่ให้กลิ่นก็ระเหยออกไป (ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 กลไกการเกิดออกซิเดชันในน้ำมันและไขมัน

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันและไขมัน เป็นปฏิกิริยาที่สามารถเกิดขึ้นได้เองหรือออโตออกซิเดชัน โดยปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นที่พันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ยิ่งถ้ามีพันธะคู่มากปฏิกิริยาออกซิเดชันก็จะยิ่งเกิดเร็วมากขึ้นด้วย ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาแบบลูกโซ่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวกับออกซิเจน และอนุมูลอิสระ (free radical) เกิดเป็นสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (hydroperoxide) สารเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นนี้จะสลายตัวเป็นสารที่มีโมเลกุลเล็ก ๆ ที่ทำให้มีกลิ่นหืนและเกิดเป็นอนุมูลอิสระที่เริ่มต้นของปฏิกิริยาลูกโซ่ต่อไปได้อีก โดยกลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันและไขมันในอาหาร สามารถแบ่งเป็นขั้นต่าง ๆ ได้ 3 ขั้นตอน

2.1.2.1 ขั้นเริ่มต้น (initiation)

เป็นขั้นตอนการเกิดอนุมูลอิสระ เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวและออกซิเจน โดยมีความร้อน แสง รังสี อิออนของโลหะ หรือฮีม (heam) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาขั้นเริ่มต้นที่กล่าว อาจเกิดขึ้นโดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจนเพียงแค่มีตัวเร่ปฏิกิริยาเช่น แสง อุณหภูมิ และอนุมูลโลหะ เป็นต้น ก็เพียงพอที่จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้

2.1.2.2 ขั้นต่อเนื่อง (propagation)

เป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาขั้นต้น ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เกิดเป็นอนุมูลเปอร์ออกไซด์ (peroxide radical) และอนุมูลเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นนี้จะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันไม่อิ่มตัว ทำให้เกิดสารเปอร์ออกไซด์ และอนุมูลอิสระขึ้น ซึ่งสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นนี้ สามารถเกิดปฏิกิริยาต่อไปได้ถ้าหากมีแสงหรือความร้อนหรือโลหะเป็นตัวเร่ง และอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นก็จะไปทำปฏิกิริยากับออกซิเจนใหม่เกิดอนุมูลเปอร์ออกไซด์ขึ้นอีกและปฏิกิริยานี้จะเกิดต่อเนื่องแบบเดิมไปเรื่อย ๆ แบบลูกโซ่

2.1.2.3 ขั้นสุดท้าย (termination)

เป็นปฏิกิริยาสุดท้ายที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่ได้เป็นอนุมูลอิสระ (non-radical products) โดยเป็นขั้นที่อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น เกิดการรวมตัวกันในรูปต่าง ๆ ทำให้เกิดสารที่มีความคงตัวและทำให้ปฏิกิริยาสิ้นสุดลงไม่เกิดปฏิกิริยาต่อไป (นิพัฒน์ ลิ้มสงวน. 2547)

2.1.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดออกซิเดชัน

เนื่องจากไขมันที่อยู่ในอาหารมีองค์ประกอบเป็นกรดไขมันชนิดต่าง ๆ มากมาย ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี รวมทั้งความไวต่อการเกิดออกซิเดชัน นอกจากนั้นส่วนประกอบอื่น ๆ ในอาหารอาจทำหน้าที่ร่วมออกซิไดซ์ (coxidized) หรือทำปฏิกิริยากับไขมันที่ถูกออกซิไดส์แล้ว หรือผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการออกซิเดชัน ดังนั้นปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันของไขมันจึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และค่อนข้างสลับซับซ้อน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดออกซิเดชัน มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.1 ชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ

เนื่องจากชนิดไขมันในโมเลกุลของไขมันและน้ำมันมีผลกระทบต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชัน กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเท่านั้นที่จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และอัตราเร็วของการเกิดจะแตกต่างกัน กรดไขมันที่มีพันธะคู่มากจะเกิดได้เร็วกว่ากรดไขมันที่อยู่ในรูปซิสไอโซเมอร์ (cis-isomer) เกิดออกซิไดส์ได้เร็วกว่า ทรานซ์-ไอโซเมอร์ (tran-isomer) และตำแหน่งที่เป็นพันธะคู่ (conjugated double bond) จะเกิดได้ไวกว่าตำแหน่งที่ไม่เป็นพันธะคู่ การเก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิห้อง กรดไขมันชนิดอิ่มตัวจะไม่เกิดออโตออกซิเดชัน จะเกิดเฉพาะกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเท่านั้น แต่ที่อุณหภูมิสูงกรดไขมันชนิดอิ่มตัวก็อาจเกิดออโตออกซิเดชันได้บ้าง (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545)

2.1.3.2 กรดไขมันอิสระ

กรดไขมันที่อยู่ในรูปอิสระจะถูกออกซิไดส์ได้ง่ายกว่ากรดไขมันที่อยู่ในรูปเอสเทอร์ (ester) กับกลีเซอรอล (glycerol)

2.1.3.3 ความเข้มข้นของออกซิเจน

ในภาวะที่มีออกซิเจนมาก อัตราการเกิดออกซิเดชันจะไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของออกซิเจน แต่ในภาวะที่มีออกซิเจนน้อยอัตราการเกิดออกซิเดชันจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของออกซิเจนโดยถ้ามีความเข้มข้นของออกซิเจนในระดับที่สูงจะเพิ่มอัตราการเกิดออกซิเดชันในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ (Lund *et al.* 2007) อย่างไรก็ดีผลของออกซิเจน ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นด้วย เช่น อุณหภูมิ และพื้นที่ผิวสัมผัสกับออกซิเจน

2.1.3.4 อุณหภูมิ

อัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นและอุณหภูมิยังมีอิทธิพลต่อความดันย่อยของออกซิเจนด้วย เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นการเปลี่ยนความดันย่อยของออกซิเจนจะมีอิทธิพลเพียงเล็กน้อยต่ออัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชัน เพราะการละลายของออกซิเจนในไขมันและน้ำจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

2.1.3.5 พื้นที่ผิว

อัตราเร็วของออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อพื้นที่ผิวของไขมันที่สัมผัสกับอากาศ ดังนั้น หากอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรเพิ่มขึ้นการเกิดออกซิเดชันจะเร็วขึ้น สำหรับที่เป็นอิมัลชัน (emulsion) ชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water) การเกิดออกซิเดชันจะขึ้นอยู่กับอัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนเข้าไปยังส่วนที่เป็นน้ำมัน

2.1.3.6 ความชื้น

อัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชันขึ้นอยู่กับค่า water activity (A_w)อาหารแห้งที่มีความชื้นต่ำมาก (A_w น้อยประมาณ 0.1) ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว เมื่อค่า A_w

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นประมาณ 0.3 จะยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันให้เกิดน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อค่า A_w เพิ่มมากขึ้นอยู่ในช่วง 0.55-0.85 อัตราการเกิดออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากมีปริมาณน้ำมากพอที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของคะตะลิสต์ (catalyst) และออกซิเจน

2.1.3.7 โปรออกซิแดนท์ (Pro-oxidant)

แร่ธาตุหรือโลหะบางชนิด เช่น โคบอลต์ ทองแดง เหล็ก แมงกานีส และนิกเกิล มีสมบัติเป็นโปรออกซิแดนท์ ที่ความเข้มข้นต่ำเพียง 0.1 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งจะเร่งอัตราการเกิดออกซิเดชันได้ แร่ธาตุหรือโลหะเหล่านี้ได้มาจากดินที่ปลูกพืชและปนเปื้อนอยู่ในน้ำมันพืชหรือมาจากสัตว์และอุปกรณ์โลหะที่ใช้ในกระบวนการการแปรรูป และเก็บรักษา

2.1.3.8 Radical energys

แสง และรังสีต่าง ๆ เช่น visible light แสงอัลตราไวโอเลต และแกมมาเรดิเอชัน มีผลช่วยเร่งให้เกิดออกซิเดชันได้เร็วขึ้น

2.1.3.9 สารต้านออกซิเดชันหรือสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านออกซิเดชันจะช่วยยับยั้งหรือชะลอการเกิดออกซิเดชันได้ซึ่งมีทั้งสารต้านออกซิเดชันในธรรมชาติ เช่น วิตามินอีในน้ำมันพืช และสารต้านออกซิเดชันที่เป็นสารสังเคราะห์และอนุญาตให้เติมลงในอาหารได้ เช่น โพรพิลแกลเลต (propyl gallate) บิวทิเลตไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole, BHA) และ บิวทิเลตไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene, BHT) เป็นต้น (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545)

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ มักเกิดการออกซิเดชันของไขมันและโปรตีนได้ง่าย ดังนั้นการใช้สารต้านอนุมูลอิสระในเนื้อเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จึงสามารถช่วยชะลอการเหม็นหืน และยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น (Karre *et al.* 2013) รวมถึงการทราบสัดส่วนไขมันที่เหมาะสมก็สามารถช่วยชะลอการเหม็นหืน และยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น

2.2 การเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

ปัจจัยหลักของการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์มักมีสาเหตุเนื่องมาจากเชื้อจุลินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ แต่การเปลี่ยนแปลงทางเคมีก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เพราะสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันจัดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ (ณัฐนันท์ มณีนิล. 2554)

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) เป็นปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างออกซิเจน กับกรดไขมันไม่อิ่มตัวอิสระ ซึ่งจะพบได้มากในอาหารที่มีไขมัน หรือน้ำมันเป็นองค์ประกอบอยู่สูง เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เป็นต้น ปฏิกิริยาออกซิเดชันในอาหารเกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดออโตออกซิเดชัน (autoxidation)โฟโตออกซิเดชัน (photoxidation) และ ไฮโดรไลซิสออกซิเดชัน (hydrolysis oxidation) ซึ่งทำให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radical) จำนวนมาก จนทำให้มีสีที่เปลี่ยนไป สูญเสียกลิ่นรส คุณค่าทางอาหาร ทำให้เกิดการหืน และมีอายุการเก็บสั้นลง ซึ่งทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545)

เนื้อสดและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เมื่อเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันแล้ว การเปลี่ยนแปลงสีก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค นอกเหนือจากกลิ่นหืนที่เกิดขึ้นแล้ว โดยปกติสีของเนื้อสัตว์จะประกอบด้วยรงควัตถุไมโอโกลบินและฮีโมโกลบิน เมื่อรงควัตถุไมโอโกลบินเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างช้าๆและต่อเนื่องได้เป็นเมทไมโอโกลบิน ทำให้สีของเนื้อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2546)

ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อสัตว์รวมถึงผลิตภัณฑ์จากหมู วัว ไก่ เป็นต้น ทั้งในรูปที่ยังไม่ได้มีการทำให้สุกหรือสุกแล้ว มักจะมีการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากพบว่านอกจากจะเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์แล้วยังมีปัจจัยที่เร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเร็วขึ้นคือ รงควัตถุในเนื้อ เกลือ กรรมวิธีการแปรรูป และภาชนะในการบรรจุ เป็นต้น (สุรีย์ นานาสมบัติ. 2551)

2.3 การชะลอปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน

ปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน (autoxidation) เป็นปฏิกิริยาแบบผันกลับได้ เราไม่สามารถจะป้องกันไม่ให้เกิดได้ แต่สามารถชะลอให้เกิดช้าลงได้ ซึ่งทำได้โดย

1. ลดปริมาณความร้อน และแสงลง โดยการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในที่เย็น และมืด

2. อย่าให้มีการปนเปื้อนของโลหะหนักต่าง ๆ เนื่องจากหากมีโลหะหนักปนเปื้อนมา แม้ในปริมาณที่ต่ำมาก เพียงแค่ 0.1-1 ส่วนในล้านส่วน ก็สามารถเร่งให้มีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันให้เร็วขึ้น

3. ป้องกันมิให้สัมผัสออกซิเจน โดยการเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท

4. การใช้สารต้านอนุมูลอิสระ ทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระ เพื่อหยุดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่จะเกิดขึ้นแบบลูกโซ่ (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545)

2.4 จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ช่วยขยายให้เห็นรูปร่างจุลินทรีย์จำแนกออกได้ 6 ชนิด คือ แบคทีเรีย ยีสต์ รา โปรโตซัว สาหร่าย และไวรัส ยากที่จะหลีกเลี่ยงจากจุลินทรีย์แม้กระทั่งในร่างกายมนุษย์และสัตว์ก็ยังมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหาร โดยมีทั้งที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษ สำหรับการมีจุลินทรีย์แปลกปลอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปนเปื้อนเข้ามาในอาหารถือว่าเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนา จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์แบ่งได้เป็นประเภทต่าง ๆ ตามความสำคัญได้ดังนี้

2.4.1 จุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรค (Pathogenic microorganism)

ประมาณ 1 ใน 3 ของโรคที่เกิดขึ้นมาจากการบริโภคเนื้อสัตว์ที่ปนเปื้อนของจุลินทรีย์อยู่ ได้แก่ โรคที่เกิดจากการบริโภคเนื้อสัตว์ที่ป่วยเป็นโรคติดต่อซึ่งสามารถถ่ายทอดถึงคนได้ (zoonosis) เช่น โรค Brucellosis, Tuberculosis และ Bovine encepha เป็นต้น โรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) ที่เกิดจากการบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีเชื้อแบคทีเรียเข้าไป ซึ่งเชื้อจะไปเจริญในทางเดินอาหารและเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ ได้แก่ *Salmonella* spp., *Clostridium* spp. และ *Campylobacter* spp. และโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากการได้รับสารพิษที่แบคทีเรียสร้างขึ้น ได้แก่ *Clostridium* spp., *Staphylococcus* spp. และ *Bacillus* spp. ซึ่ง *S. aureus* เป็นแบคทีเรียที่สร้างสารพิษประเภทเอนเทอโรทอกซิน (enterotoxin) ที่มีผลต่อระบบทางเดินอาหารของผู้บริโภค จุลินทรีย์ในอาหารไม่เพียงแต่ทำให้อาหารเน่าเสียหรือเสื่อมคุณภาพลงเท่านั้น จุลินทรีย์หลายชนิดทำให้เกิดโรคกับมนุษย์ โดยเฉพาะแบคทีเรีย จากบันทึกหรือรายงานการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ ปรากฏว่าแบคทีเรียเป็นตัวการสำคัญและเป็นความเสี่ยงสูงสุดที่ผู้ผลิตอาหารจะต้องกำจัดออกไปจากห่วงโซ่อาหารเป็นอันดับแรก (สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545)

2.4.1.1 *Staphylococcus aureus*

เชื้อ *S. aureus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่สามารถสร้างสารพิษออกมานอกเซลล์ เชื้อ *S. aureus* เป็นแบคทีเรียก่อโรคที่ปะปนมากับอาหารโดยถ่ายทอดมาจากคนและสัตว์ (สุมณฑา วัฒนสินธุ์ . 2545) การเกิดอันตรายเกิดจากเชื้อ *S. aureus* สร้างสารที่เรียกว่า Enterotoxins สามารถจำแนกชนิดโดยอาศัยคุณสมบัติทางด้าน Antigenicity สามารถจำแนกได้เป็น 8 ชนิด ได้แก่ A, B, C1, C2, C3, D, E และ H (Esen *et al*. 2010) โดยเชื้อ *S. aureus* เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะกลม มีการเรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น แต่อาจจะพบเป็นเซลล์เดี่ยวหรือเป็นคู่ หรือเป็นสายสั้น ๆ อยู่ปะปนด้วยกันเสมอ เชื้อ *S. aureus* ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างสปอร์ ลักษณะของโคโลนีกลม ขอบเรียบ นูน มีสีครีม เหลือง ส้ม เชื้อ *S. aureus* สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 6 - 46 องศาเซลเซียส โดยมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 30 - 37 องศาเซลเซียส ทนความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที สามารถสร้างสารพิษที่อุณหภูมิมากกว่า 10 องศาเซลเซียส ส่วนค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในช่วง 0.85 – 0.94 (Chokesajjawatee *et al.* 2009)

นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อ *S. aureus* ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม Facultative anaerobe คือ สามารถเจริญได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจนมากกว่าในสภาพไม่มีออกซิเจน เป็นเชื้อที่สามารถพบได้ที่ผิวหนัง โพรงจมูก เยื่อบุทางเดินหายใจ และบาดแผลที่เป็นฝี หนอง รวมถึงในดิน ฝุ่นละออง อาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มักพลเชื้อ *S. aureus* ปนเปื้อน ได้แก่ เนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ ผลิตภัณฑ์จากไข่ ผลิตภัณฑ์นม ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมและเก็บไว้เป็นเวลานานก่อนรับประทาน (สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545)

2.4.1.2 *Salmonella* spp.

ลักษณะโดยทั่วไปของ *Salmonella* spp. เชื้อ *Salmonella* spp. เป็นแบคทีเรียแกรมลบ (Gram-negative) พบได้ทั่วไปทั้งในสัตว์ปีก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ลักษณะของเชื้อมีรูปร่างเป็นท่อน ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ได้โดยใช้แส้เซลล์ (Flagella) ที่อยู่รอบเซลล์ เจริญเติบโตได้ดีทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน ค่า aw ต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตประมาณ 0.93-0.95 อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตคือ 37 องศาเซลเซียส ไม่ทนต่อความร้อน ถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง หรืออุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 15-20 นาที และที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที ในขณะที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ แต่ไม่สามารถทำลายเชื้อได้ เชื้อนี้สามารถก่อให้เกิดภาวะอาหารเป็นพิษ Campos *et al*. (2006) รายงานว่าเชื้อ *Salmonella* spp. สามารถแบ่งได้เป็น 2 สปีชีส์ ได้แก่ *S. bongori* และ *S. enteric* แบ่งได้เป็น 7 subspecies คือ *S. enterica* subsp. Enterica (I), *S. enterica* subsp. Houtenae (IV), *S. enterica* subsp. Salamae (II), *S. enterica* subsp. Bongori (V), *S. enterica* subsp. *Arizonae* (IIIa), *S. enterica* subsp. Indica (VI), และ *S. enterica* subsp. Diarizonae (IIIb)

2.4.1.3 *Eschericia coli*

เชื้อ *E. coli* เป็นแบคทีเรียแกรมลบที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น แยกได้ครั้งแรกในอุจจาระเด็กที่ป่วยด้วยโรคท้องร่วง ในปี ค.ศ. 1885 แบคทีเรียชนิดนี้ทำให้เกิดอาการท้องเสียบ่อย ที่สุด ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ ทำให้ถ่ายอุจจาระเหลว หรือเป็นน้ำ แต่อาการมักไม่รุนแรง เพราะทั้งเด็ก และผู้ใหญ่มักมีภูมิต้านทานอยู่บ้างแล้ว เนื่องจาก ได้รับเชื้อนี้เข้าไปทีละน้อยอยู่เรื่อยๆ เชื้อนี้มักปนเปื้อนมากับอาหาร น้ำ หรือ มือของผู้ประกอบอาหาร ปกติเชื้อเหล่านี้อาจพบในอุจจาระได้อยู่แล้วแม้จะไม่มีอาการอะไร Corte *et al*. (2005) กล่าวว่ามีการจำแนกชนิดของเชื้อ *E. coli* ออกเป็น 5 ชนิดด้วยกัน ตามคุณสมบัติที่แตกต่างกันคือ Enterotoxigenic *E.coli* (ETEC), Enteropthogenic *E.coli* (EPEC), Enteroinvasive *E. coli* (EIEC), Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) และ Enteroaggregative *E.coli* (EAEC) ซึ่งสายพันธุ์ EHEC เป็นสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดโรคในมนุษย์ โดยสร้าง Verotoxin 2 ชนิดคือ ETEC 1 และ EPEC 2 เป็นสาเหตุของโรค Haemolytic uraemic และ โรคเลือดออกในลำไส้ใหญ่ ตัวอย่างของเชื้อกลุ่มนี้คือ *E. coli* 0157:H7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 จุลินทรีย์ทำให้เกิดการเน่าเสีย (Spoilage microorganisms)

เนื้อสัตว์จัดได้ว่าเป็นอาหารที่ดีที่สุดต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนซากสัตว์ภายหลังการฆ่ามีจุดเริ่มต้นจากผิวหนังสัตว์ ลำไส้ และสภาพแวดล้อมภายในโรงฆ่าสัตว์ เช่น อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงสามารถพบเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด เช่น แบคทีเรียแกรมลบ แบคทีเรียแกรมบวก ยีสต์ และรา ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถกลายเป็นเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคหรือเชื้อที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย เชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ *Pseudomonas*, *Lactobacillus*, Yeasts, *Bacillus*, *Staphylococcus* เป็นต้น (สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545)

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

1. ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับเนื้อ ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์กึ่งแห้ง จะมีการเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้นเนื่องจากปนเปื้อนพวกยีสต์และรา

2. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ เนื้อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ดีของจุลินทรีย์ เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารต่าง ๆ ครบถ้วน ความชื้นในอาหารจะเป็นตัวกำหนดชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ด้วย เช่น บริเวณผิวด้านนอกชิ้นเนื้อที่ค่อนข้างแห้ง อาจพบเชื้อราเจริญเติบโต ส่วนเนื้อที่อยู่ลึกเข้าไปภายในชิ้นเนื้อจะมีความชื้นมากขึ้น จึงพบแบคทีเรียเติบโต ดังนั้น การควบคุมความชื้นในห้องที่เก็บเนื้อจึงมีความสำคัญมาก

3. ปริมาณออกซิเจน จุลินทรีย์ประเภทยีสต์ เชื้อรา และแบคทีเรียที่ต้องการอากาศในการดำรงชีวิตจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีในเนื้อสัตว์บริเวณพื้นผิว และหากพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นจะพบจุลินทรีย์บริเวณนั้นเพิ่มขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น บริเวณพื้นที่ผิวของเนื้อบดจะพบจุลินทรีย์ในปริมาณสูงกว่าบริเวณพื้นผิวของชิ้นเนื้อทั้งก้อน

4. อุณหภูมิ โดยปกติแล้วอุณหภูมิมีส่วนสำคัญในการกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในเนื้อ เช่น การเก็บเนื้อในที่อุณหภูมิห้องนั้นจะพบการเจริญของเชื้อมีโซฟายล์ ซึ่งสามารถสร้างแก๊สได้ (บุษกร อุตรภิชาติ. 2547)

2.6 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้งเป็นผลิตภัณฑ์อีกกลุ่มหนึ่งในอาหารกึ่งแห้ง (intermediate moisture food) ที่ได้รับความนิยมในการบริโภค เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตที่มีสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น อาหารสดโดยเฉพาะเนื้อสัตว์จะเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ง่าย ดังนั้นจึงมีการนำเนื้อสัตว์มาปรับปรุงและแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานมากที่สุด โดยเน้นในด้านคงทนต่อจุลินทรีย์ (ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม. 2551) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง เช่น เนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หวาน กุนเชียง หมูแผ่น เป็นต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้งสามารถผลิตได้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีอาศัยหลักการเดียวกันคือ การทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง ปัจจุบันได้มีการใช้สารดูดความชื้นหรือฮิวแมคแทน (humectant) เติมลงในส่วนผสมเนื่องจากสารดูดความชื้นมีคุณสมบัติในการรวมตัวกับน้ำ โดยจับน้ำส่วนที่เหลืออยู่ในอาหารทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถนำน้ำดังกล่าวไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ อาหารจึงมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น (Varnam and Sutherland. 1995 อ้างโดยประพันธ์ ปิ่นศิโรดม. 2551)

ผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งแห้งคือ อาหารที่มีปริมาณน้ำปานกลาง มีความชื้นประมาณ 15-55 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (water activity, a_w) ระหว่าง 0.60-0.85 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2549) ผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งจึงสามารถเก็บรักษาและวางจำหน่ายภายใต้อุณหภูมิห้องได้เป็นระยะเวลานาน โดยไม่ต้องแช่แข็ง เนื่องจากมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในระดับต่ำซึ่งเป็นระดับที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้และส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ยังมีองค์ประกอบของเกลือและน้ำตาลในปริมาณสูง ซึ่งส่วนผสมทั้งสองชนิดเมื่อละลายรวมตัวกับน้ำเพื่อดึงน้ำออกจากอาหาร ทำให้อาหารมีปริมาณน้ำลดลง จุลินทรีย์จึงไม่สามารถใช้น้ำได้

2.7 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหมูแดดเดียว พ.ศ. 2549

1. ลักษณะทั่วไป – ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน
2. สี – ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของหมูแดดเดียว
3. กลิ่นรส - ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของหมูแดดเดียว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม
4. ลักษณะเนื้อสัมผัส - ต้องนุ่ม ไม่เหนียวหรือแข็งกระด้าง
5. สิ่งแปลกปลอม - ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูล จากสัตว์
6. วอเตอร์แอกทิวิตี - ต้องไม่เกิน 0.85
7. วัตถุเจือปนอาหาร
   - ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด
   - ห้ามใช้โซเดียมไนเทรต โพแทสเซียมไนเทรต โซเดียมไนไทรต์ หรือโพแทสเซียมไนไทรต์
8. จุลินทรีย์
   - สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 200 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
   - เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 50 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
   - ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 500 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุนเชียงหมู พ.ศ. 2555

1. ลักษณะทั่วไป - ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกันและมีขนาดใกล้เคียงกัน ผิวไม่แตกหรือฉีกขาด การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

2. ลักษณะเนื้อสัมผัส - ต้องแน่น คงรูป ไม่แข็งกระด้างหรือยุ่ย เนื้อหมูและมันหมูผสมกันอย่างทั่วถึง ไม่รวมกันเป็นกลุ่มก้อนไม่มีมันเยิ้มออกมาภายนอก อาจมีโพรงอากาศเล็กน้อย การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและชิม

3. สี – ต้องมีสีดีตามธรรมชาติของกุนเชียงหมู

4. กลิ่นรส - ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของกุนเชียงหมู ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสเปรี้ยว

5. สิ่งแปลกปลอม - ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น กระดูก เส้นผม ดิน กรวด ทราย ชิ้นส่วนหรือ สิ่งปฏิกูลจากสัตว์ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6. โปรตีน - ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

7. ไขมัน - ต้องไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

8. วอเตอร์แอกทิวิตี - ต้องน้อยกว่า 0.86 การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิที่ (25 ± 2) องศาเซลเซียส

9. วัตถุเจือปนอาหาร

- ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด
- หากมีการใช้วัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด
- หากมีการใช้โซเดียมหรือโพแทสเซียมไนเทรตให้ใช้ได้ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือโซเดียมหรือโพแทสเซียมไนไทรต์ ไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถ้าใช้โซเดียมหรือโพแทสเซียมไนเทรตและโซเดียมหรือโพแทสเซียมไนไทรต์รวมกันต้องไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยปริมาณโซเดียมไนเทรตและ/หรือโซเดียมไนไทรต์ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ต้องน้อยกว่า 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- หากมีการใช้ฟอสเฟตในรูปของโมโน- ไค- และพอลิของเกลือโซเดียมหรือโพแทสเซียมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน ตามชนิดที่กฎหมายกำหนด (คำนวณเป็นฟอสฟอรัสทั้งหมด) ต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยไม่รวมกับปริมาณฟอสฟอรัสที่มีในธรรมชาติ

10. จุลินทรีย์

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- แซลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับของไขมัน

Crehan *et al*. (2000) ได้ทำการศึกษาผลของระดับไขมันและมอลโทเดคตรินต่อคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของไส้กรอกที่มีไขมัน 5, 12 และ30% ทำการวิเคราะห์หาความสามารถในการเกิดอิมัลชั่น การสูญเสียน้ำ ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 6 กลุ่มการทดลอง ได้แก่ไส้กรอกที่มีระดับไขมันต่างกันโดยใส่มอลโทเดคตรินทุกกลุ่มการทดลอง และแต่ละกลุ่มการทดลองจะมีกลุ่มควบคุมคือไส้กรอกที่มีระดับไขมันต่างกันแต่ไม่ใส่มอลโทเดคตริน พบว่าเมื่อระดับไขมันลดลงส่งผลให้มีค่าการสูญเสียน้ำสูงและค่าความสามารถการเกิดอิมัลชั่นลดลง เมื่อให้ผู้ชิมทดสอบ พบว่าเมื่อระดับไขมันลดลงทำให้ค่าความฉ่ำน้ำสูงแต่ค่าเนื้อสัมผัส และการยอมรับได้โดยรวมลดลง แต่เมื่อวิเคราะห์หาค่าเนื้อสัมผัสโดยรวม (TPA) พบว่าเมื่อระดับไขมันลดลงค่าความแข็ง ค่าการเคี้ยวได้ และค่าความเหนียว ลดลงแต่ค่าความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น การใส่มอลโทเดคตรินส่งผลให้ค่าการสูญเสียน้ำและความสามารถการเกิดอิมัลชั่นลดลง($P < 0.05$) ส่วนผลของการร่วมกันระหว่างไขมันและมอลโทเดคตริน พบว่าไม่แตกต่างกันต่อค่าความแข็ง ค่าความเหนียว และค่าการเคี้ยวได้ เมื่อไส้กรอกมีการเติมมอลโทเดคตรินในระดับไขมัน 5 และ 12% จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้มอลโทเดคตรินเป็นตัวทดแทนไขมันได้

Tobin *et al*. (2012) ได้ทำการศึกษาผลของระดับเกลือและระดับของไขมันต่อค่าทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางด้านคุณภาพทางด้านเคมีของไส้กรอก Frankfurter โดยแบ่งระดับความเข้มข้นของไขมัน (10, 15, 20 และ 25% w/w) และความเข้มข้นของเกลือ (1, 1.5, 2, 2.5 และ 3% w/w) ทำการวิเคราะห์ค่าสี ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า การสูญเสียน้ำ เนื้อสัมผัส และการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าที่ระดับเกลือต่ำกว่า 1.5% มีผลการยอมรับได้ของผู้บริโภคต่ำกว่าที่ระดับเกลือ 2.5% อย่างไรก็ตามไส้กรอกที่มีระดับไขมัน 10 และ 15% บวกกับระดับเกลือที่สูง (2.5 – 3%) ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ตัวอย่างที่มีระดับไขมันและเกลือต่ำส่งผลให้ไส้กรอกมีความเหนียว ความชุ่มฉ่ำน้อย และค่าการสูญเสียน้ำสูง ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ของเกลือเป็นสิ่งสำคัญต่อการยอมรับได้ของผู้บริโภคแต่ระดับไขมันสามารถลดลงได้โดยไม่มีผลต่อการยอมรับได้โดยรวมของผู้บริโภค

Leite *et al.* (2015) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กรดไขมัน และลักษณะทางประสาทสัมผัสในไส้กรอกแกะและไส้กรอกแพะที่มีระดับไขมันแตกต่างกัน โดยแบ่งระดับไขมันเป็น 0, 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 30% พบว่าไขมันมีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีทุกลักษณะทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ ไส้กรอกที่มีไขมัน 30% มีค่าความชื้นและโปรตีนต่ำที่สุดและมีค่าไขมันรวมสูงที่สุด ไส้กรอกที่มีไขมันสูงส่งผลให้ค่า a_w ต่ำ ซึ่งตรงข้ามกับค่า pH ไขมันมีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัส (รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม) ในไส้กรอกแพะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1) เครื่องบดเนื้อรูบดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร
2) ตู้อบลมร้อน (Binder, USA)
3) เตาย่างควบคุมอุณหภูมิ
4) เครื่องชั่งชนิดหยาบ (Tanita model 1144, Tanita Corporation, Japan)
5) เครื่องชั่งชนิดละเอียด (Sartorius, Basic, Germany)
6) ตู้เขี่ยเชื้อ Laminar Flow (Dwyer model merk II, USA)
7) ตู้บ่มเพาะเชื้อจุลินทรีย์ (WTB Binder model BD, Germany)
8) ตู้อบเครื่องแก้ว (Hot-air oven, Memmert model CM500, Germany)
9) หม้อนึ่งความดันสำหรับฆ่าเชื้อ (Auto clave, Hirayama model HVE 50, Japan)
10) อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath, Memmert, Germany)
11) เครื่องผสมสารละลาย (Vortex Mixer KMC-1300V, Korea)
12) เครื่องตีป่นไฟฟ้า (Stomacher Bag Mixer 400 model VW, France)
13) ไมโครเวฟ (Toshiba)
14) เครื่องแก้วพร้อมอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น
15) ไมโครปิเปต ขนาด 100, 200 และ 1000 ไมโครลิตร
16) เครื่องวิเคราะห์ค่า Water activity (Novasina, Switzerland)
17) เครื่องวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler, Instron Model 1011)
18) เครื่องวัดค่าสีของเนื้อ (Hunterlab Mini Scan EZ, USA)
19) เครื่อง Homogenizer (Ultra tarrax, Germany)
20) เครื่องกลั่นโปรตีน (Gerhardt model Vapodest 30, Germany)
21) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Shimadzu model UV – 1601, Japan)
22) เครื่องบรรจุสุญญากาศ (Ramon, Germany)
23) ถุงสุญญากาศชนิด K-Nylon/LLDPE
24) เจอร์กี้กัน (LEM, USA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1) Agar (Criterion, USA)
2) Baird-Parker agar (Merck, Germany)
3) DEV Tryptophan broth (Merck, Germany)
4) EC broth (Merck, Germany)
5) Eosin Methylene Blue (EMB) agar (Merck, Germany)
6) Hekoten-Entero-Agar (Merck, Germany)
7) Lauryl Sulfate broth (Merck, Germany)
8) Malt extract (Merck, Germany)
9) Lysine-Indole-Motility (LIM) medium (Difco, USA)
10) MRS broth (Merck, Germany)
11) Methyl red-Voges Proskauer (MR-VP) broth (Merck, Germany)
12) Plate count agar (Merck, Germany)
13) Simmons citrate agar (Merck, Germany)
14) Tryptic Soy Broth (TSB) (Merck, Germany)
15) Tetrathionate broth (TTB) (Merck, Germany)
16) Selenite cysteine broth (SCB) (Merck, Germany)
17) Salmonella-Shigella (SS) agar (Merck, Germany)
18) Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) agar (Merck, Germany)
19) Triple sugar iron (TSI) agar (Merck, Germany)
20) Yeast extract granulated (Merck, Germany)
21) Mueller Hinton Broth (MHB) (Merck, Germany)
22) 2 – Thiobarbituric acid (TBA) (Sigma, Germany)
23) 1,1,3,3 – Tetraethoxypropane (Sigma, Germany)
24) Butylated Hdroxytoluene (Fluka, Japan)
25) di – Potassium Dihydrogen Orthophosphate (K_2HPO_4) (Univer, New Zealand)
26) Potassium Dihydrogen Orthophosphate (KH_2PO_4) (Univer, New Zealand)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีดำเนินการทดลอง

ศึกษาสัดส่วนไขมันที่เหมาะสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน มีวิธีการศึกษาดังนี้

3.3.1 วัตถุดิบ

เนื้อหมูและไขมันที่ใช้ในการศึกษา ซื้อจากบริษัทสยามแม็คโคร จำกัด

3.3.2 สูตรหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

ตารางที่ 3.1 สูตรหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	น้ำหนักคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (w/w)
เนื้อไหล่	60
ไขมันหมู	
ผงเพรก (ไนไตรท์)	1
เกลือแกง	1
ซอสปรุงรส	1
ซีอิ๊วขาว	0.5
น้ำตาลทรายแดง	21.5
รวม	100

หมายเหตุ : ผงเพรก สัดส่วน เกลือ 94% : ไนไทรต์ 6%

3.3.3 สัดส่วนไขมันที่ทำการศึกษา

กำหนดสัดส่วนไขมันเพื่อทำการศึกษาโดยแบ่งเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่

1) กลุ่มควบคุม (ไม่เติมไขมัน) 0%
2) กลุ่มที่เติมไขมัน 5%
3) กลุ่มที่เติมไขมัน 10%
4) กลุ่มที่เติมไขมัน 15%
5) กลุ่มที่เติมไขมัน 20%
6) กลุ่มที่เติมไขมัน 25%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ใช้เนื้อหมูส่วนไหล่ (chuck) ที่ตัดแต่งไขมันออกบดผสมรวมกับไขมันหมูด้วยเครื่องบดเนื้อที่มีรูบดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร บด 2 รอบ จากนั้นผสมกับวัตถุดิบที่เตรียมไว้ ทำการขึ้นรูปหมูหวานด้วยเจอร์กี้กัน จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงได้อุณหภูมิใจกลาง 71 องศาเซลเซียส จากนั้นลดอุณหภูมิลงเหลือ 70 องศาเซลเซียส อบนาน 2 ชั่วโมง และปรับอุณหภูมิลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส อบนาน 30 นาที และนำไปย่างที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นาน 6 นาที และบรรจุหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานในถุงแบบสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ โดยวิเคราะห์คุณสมบัติด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.3.4.1 คุณภาพด้านกายภาพ ได้แก่

- เปอร์เซ็นต์ผลได้ของผลิตภัณฑ์หลังทำแห้ง (% Drying yield)
- ค่าสี (CIE L*a*b*)
- ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ด้วยรูปแบบค่าแรงเฉือน (shear force)
- ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ด้วยรูปแบบ Texture Profile Analysis

3.3.4.2 คุณภาพด้านเคมี ได้แก่

- ค่าความชื้น (Moisture content)
- ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity measurement)
- การหาการออกซิเดชั่นของไขมัน โดยวิธี 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS)

3.3.4.3 คุณภาพด้านชีวภาพ

- จุลินทรีย์รวม
- ยีสต์และรา
- *S. aureus*
- *Salmonella* sp.
- Coliform และ *E. coli*

3.3.4.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Consumer test คุณลักษณะที่ประเมินได้แก่

- ลักษณะปรากฏ
- เนื้อสัมผัส
- กลิ่น
- รสชาติ
- การยอมรับโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีผู้ทดสอบชิมเป็นกลุ่มนักศึกษา อาจารย์ และผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 60 คนขึ้นไป ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale

3.4 ขั้นตอนการศึกษาและเก็บข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์หูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

3.4.1.1 ร้อยละของผลผลิตที่ได้ของผลิตภัณฑ์หลังทำแห้ง (% Drying yield)

คลุกเนื้อหมูบดกับเครื่องปรุงให้เข้ากัน จากนั้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างก่อนผ่านกระบวนการอบ และหลังจากอบเสร็จ และคำนวณหาร้อยละผลได้ตามวิธีของ Murphy *et al.* (2001) ด้วยสูตร

$$\% \text{ Drying yield} = \frac{\text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$$

3.4.1.2 การวัดค่าสี (CIE L*a*b*) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

สุ่มหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานกลุ่มทดลองละ 3 ชิ้น มาวัดค่าสีด้วยระบบ CIE (L*a*b*) ชิ้นละ 3 จุด ด้วยเครื่องวัดสี HunterLab Mini Scan EZ 4000L (Hunter Lab Inc., Reston, USA) เมื่อ L* คือ ค่าความสว่าง a* คือ ค่าสีแดง และ b* คือ ค่าสีเหลือง

3.4.1.3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ด้วยรูปแบบค่าแรงเฉือน (shear force)

ตัดตัวอย่างหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่จะทำการวัดเป็นชิ้นให้มีขนาด 1 x 3 x 0.5 เซนติเมตร โดยทำตัวอย่างละ 10 ซ้ำ นำไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear Force) โดยใช้หัววัด WBSF ด้วยเครื่อง Instron (model 1011, USA) และบันทึกผล

3.4.1.4 ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ด้วยรูปแบบค่าแรง Texture Profile Analysis (TPA)

ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์เป็นการทดสอบโดยการใช้หัวทดสอบแบบแผ่นแบนซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าขนาดของวัสดุ เป็นการให้แรงกด (compresion test) ลงบนตัวอย่างอาหาร ขนาดมาตรฐาน 2 ครั้ง เป็นการจำลองการใช้ฟันบดอาหาร การทดสอบด้วยวิธี texture profile analysis ประยุกต์ใช้วัดเนื้อสัมผัสของอาหารหลายชนิดอาหารที่อยู่ในสภาวะที่พร้อมรับประทานเพราะคุณภาพที่ได้สัมพันธ์กับการทดสอบทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) ทำการตัดตัวอย่างหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่จะทำการวัดเป็นชิ้นให้มีขนาด 1 x 3 เซนติเมตร โดยทำตัวอย่างละ 10 ซ้ำ โดยใช้หัววัดแบบ Compression ด้วยเครื่อง Instron (model 1011, USA) และบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีของผลิตภัณฑ์หูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

3.4.2.1 ค่าความชื้น (Moisture content) โดยวิธีของ AOAC (2000)

อบภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้นในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง นำภาชนะอะลูมิเนียมออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักของภาชนะอะลูมิเนียม ทำการปั่นตัวอย่างให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างปริมาณ 2 กรัม ใส่ในภาชนะอะลูมิเนียมและนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส โดยทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ทำการอบข้ามคืน เมื่อครบตามเวลานำออกมาใส่ในโถดูดความชื้น หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักหลังอบ คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้นคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(a - b) \times 100}{a}$$

a = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

b = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

3.4.2.2 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity measurement)

นำตัวอย่างหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่จะทำการวัดค่า a_w ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ปริมาณ 3 กรัม ใส่ลงในภาชนะสำหรับใช้วิเคราะห์ โดยทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ วัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ด้วยเครื่องวัดค่า a_w (Novasina, Switzerland) แล้วทำการบันทึกผลที่ได้

3.4.2.3 การออกซิเดชันของไขมัน ดัดแปลงจาก Castellini *et al*. (2002) อ้างโดย ณัฐนันท์ (2554)

การหาการออกซิเดชันของไขมัน ด้วยวิธี 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) โดยชั่งตัวอย่าง 10 กรัมใส่บีกเกอร์ เติม 50 mM potassium phosphate buffer 9 มิลลิลิตร ตามด้วย Butylate hydroxytoluene (BHT) 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร ปั่นด้วยเครื่อง homogenizer (1,300 rev./min) นาน 30-40 วินาที จากนั้นเทตัวอย่างทั้งหมดลงในหลอดกลั่นก่อนกลั่นเติม HCL 4N 1.25 มิลลิลิตร และ antiform 6 หยดลงในหลอดกลั่น ทำการกลั่นโดยใช้เวลาในการกลั่น 190 วินาที ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นดูดสารละลายที่ได้จากการกลั่นมา 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง จากนั้นเติม 0.069 M Thiobarbituric acid (TBA) 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 นาที เขย่าทุก ๆ 5 นาที เมื่อครบเวลา ทำให้เย็นในทันทีโดยผ่านน้ำ และวางไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที วัดค่าดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่า TBARS value ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพด้านชีวภาพของผลิตภัณฑ์หูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชื้อจุลินทรีย์ในหมูหวานพร้อมรับประทาน เมื่อผ่านกระบวนการอบแห้ง โดยการสุ่มตัวอย่างหมูหวานวันที่ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ สำหรับการวิเคราะห์ จุลินทรีย์รวม ยีสต์รา *S. aureus*, Coliform และ *E. coli*

3.4.3.1 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์รวม จากวิธีการของ AOAC (2006)

สุ่มตัวอย่างหมูหวานพร้อมรับประทานน้ำหนัก 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ใส่ในถุงพลาสติก ละลายในสารละลาย 0.85% NaCl ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ตีปั่นให้เข้ากันด้วยเครื่อง Stomacher จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่าง จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) จากนั้นดูดสารละลายเจือจาง 1 มิลลิลิตร ลงจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Plate Count Agar ปริมาตร 15 - 20 มิลลิลิตร โดยวิธี Pour plate ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ รอจนอาหารแข็งแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด รายงานผลจำนวนจุลินทรีย์เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30 – 300 โคโลนี หน่วยเป็น log cfu/g

3.4.3.2 การตรวจวิเคราะห์เชื้อยีสต์และรา จากวิธีการของ AOAC (2005)

สุ่มตัวอย่างหมูหวานพร้อมรับประทานน้ำหนัก 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ใส่ในถุงพลาสติก ละลายในสารละลาย 0.85% NaCl ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ตีปั่นให้เข้ากันด้วยเครื่อง Stomacher จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่าง จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) จากนั้นดูดสารละลายเจือจาง 1 มิลลิลิตร ลงจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Malt agar ปริมาตร 15 - 20 มิลลิลิตร โดยวิธี Pour plate ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ รอจนอาหารแข็งแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด รายงานผลจำนวนจุลินทรีย์เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30 – 300 โคโลนี หน่วยเป็น log cfu/g

3.4.3.3 การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *S. aureus* จากวิธีการของ BAM (2001)

สุ่มตัวอย่างหมูหวานพร้อมรับประทานน้ำหนัก 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ใส่ในถุงพลาสติก ละลายในสารละลาย 0.85% NaCl ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ตีปั่นให้เข้ากันด้วยเครื่อง Stomacher จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่าง จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) จากนั้นดูดสารละลายเจือจาง 0.1 มิลลิลิตร ลงจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Baird-Parker agar ที่ผสมไข่แดง ปริมาตร 15 - 20 มิลลิลิตร โดยวิธี Spread plate ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ รอจนอาหารแข็งแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่สงสัยว่าเป็นเชื้อ *Staph. aureus* โดยโคโลนีของเชื้อ *Staph. aureus* มีลักษณะกลมนูน สีดำเป็นมัน ผิวเรียบ ขอบขาว มีตะกอนขุ่นรอบ ๆ โคโลนี ซึ่งเกิดจากเอนไซม์ Lecithinase ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดปฏิกิริยากับเลซิทินในไข่แดงที่เติมในอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำให้เกิดตะกอนของเกลือฟอสเฟตเห็นเป็นตะกอนขุ่นที่เรียกว่า Opaque หรือ Creamy zone รายงานผลจำนวนจุลินทรีย์เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30 – 300 โคโลนี หน่วยเป็น log cfu/g

การทดสอบการสร้างเอนไซม์ของ *S. aureus* จากวิธีการของ BAM (2001)

Subculture เชื้อลงใน Brain heart infusion broth (BHI broth) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว หลอดละ 0.30 มิลลิลิตร เขี่ยโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *S. aureus* เพาะเชื้อในหลอดที่มี BHI broth และหลอดอาหาร TSA slant (สำหรับการทดสอบซ้ำ) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง ดูด Coagulase plasma ปริมาตร 0.30 มิลลิลิตร ลงในหลอดเพาะเชื้อที่มี BHI broth บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 - 6 ชั่วโมง อ่านผลโดยดูการแข็งตัวของ plasma อันเนื่องมาจากเอนไซม์ Coagulase (Coagulase positive) ที่เชื้อ *S. aureus* สร้างขึ้น ซึ่งอาจจะมีลักษณะต่าง ๆ กัน สำหรับเชื้อที่ให้ Coagulase ไม่เท่ากัน

3.4.3.4 การตรวจวิเคราะห์เชื้อ Coliforms และ *E. coli* ด้วยวิธี MPN AOAC (2005)

สุ่มตัวอย่างหมูหวานพร้อมรับประทานน้ำหนัก 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่ในถุงพลาสติก ละลายในสารละลาย 0.85% NaCl ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ตีปั่นให้เข้ากันด้วยเครื่อง Stomacher จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่าง จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม (1:100, 1:1000, 1:10000 และ 1:100000 เป็นต้น) จากนั้นดูดสารละลายเจือจาง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแก้วที่มี Lautryl sulfate tryptose broth (LST) 10 มิลลิลิตร (มีหลอด fermentation tube คว่ำอยู่ภายใน) ระดับความเจือจางละ 3 หลอด นำหลอดดังกล่าวไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หลังจากนั้นตรวจผลโดยดูหลอดที่เกิดฟองแก๊สใน fermentation tube ถ่ายเชื้อเฉพาะหลอดที่เกิดฟองแก๊ส โดยใช้ loop ลงใน Brillian green lactose bile (BGLB) broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจผลหลอด BGLB ที่มีฟองแก๊สเกิดขึ้น นำค่าไปเปิดตาราง MPN รายงานผลเป็น MPN Coliform bacteria/g ไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมงไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมงไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ *E. coli*

ถ่ายเชื้อ 1 loop จากหลอด LST ที่มีฟองแก๊สลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ EC broth นำหลอดดังกล่าวไปบ่มที่อุณหภูมิที่อุณหภูมิ 45.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เขี่ยเชื้อ 1 loop จากหลอด EC broth ที่มีแก๊สแล้ว streak ลงบน Levine's eosin methylene blue (EMB) agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24ชั่วโมง โคโลนีของ *E. coli* จะมีลักษณะสีดำตรงกลางหรืออาจไม่มีก็ได้ เพื่อเก็บไปจัดจำแนก โดย Biochemical tests โดยขีดเชื้อ อย่างน้อย 2 โคโลนี ถ่ายใส่ PCA agar slant บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ประเมินค่า MPN ของ *E.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

coli จากจำนวนหลอดของ EC broth ที่มีโคโลนีให้ผลเป็น + + - หรือ + - - รายงานผลเปิดตาราง MPN (2-1-0)

1) การทดสอบ Indole โดยการถ่ายเชื้อจากอาหาร Plate Count Agar slant ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptophan broth แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเติมสารละลาย Kovac จำนวน 0.20-0.30 มิลลิลิตร ถ้าให้ผลบวกจะปรากฏสีแดงที่ส่วนบนของ Tryptophan broth

2) การทดสอบ Methyl red และ Acetoin (MR-VP) โดยการถ่ายเชื้อจากอาหารใน Plate Count Agar slant ลงในอาหรเลี้ยงเชื้อ MR-VP บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

2.1 สำหรับ MR ให้เติมสารละลาย methyl red 5 หยด ลงในสารละลายเชื้อโดยผลบวกจะเกิดสีแดง ผลลบจะให้สีเหลือง

2.2 สำหรับ VP ให้ถ่ายเชื้อประมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง แล้วเติม 0.60 มิลลิลิตรของ 5% α-napthol ลงในสารละลายแอลกอฮอล์ และ 40% ของสารละลาย KOH ลงไป ผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ผลบวกจะให้สีชมพูแดง

3) การทดสอบ Citrate ทำการถ่ายเชื้อใส่อาหาร Simmon's citrate agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง รายงานการเจริญเป็นผลบวก ไม่เจริญผลเป็นลบ

4) ย้อมสีแกรม นำเชื้อจาก PCA slant ที่มีอายุ 18 ชั่วโมง Coliform จะติดสีแดงแกลมลบ การจัดจำแนกที่ได้จากการทดสอบ Biochemical test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ค่า Most probable numbers (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม โดยใช้ตัวอย่าง 3 ระดับ คือ 0.1, 0.01 และ 0.001 กรัม

Combination of Positive	MPN	Combination of Positive	MPN	Combination of Positive	MPN
0-0-0	<3	1-1-2	15	2-2-3	42
0-0-1	3	1-1-3	19	2-3-0	29
0-0-2	6	1-2-0	11	2-3-1	36
0-0-3	9	1-2-1	15	2-3-2	44
0-1-0	3	1-2-2	20	2-3-3	53
0-1-1	6	1-2-3	24	3-0-0	23
0-1-2	9	1-3-0	16	3-0-1	39
0-1-3	1	1-3-1	20	3-0-2	64
0-2-0	6	1-3-2	24	3-0-3	95
0-2-1	9	1-3-3	29	3-1-0	43
0-2-2	1	2-0-0	9	3-1-1	75
0-2-3	1	2-0-1	14	3-1-2	120
0-3-0	9	2-0-2	20	3-1-3	160
0-3-1	1	2-0-3	26	3-2-0	93
0-3-2	1	2-1-0	15	3-2-1	150
0-3-3	1	2-1-1	20	3-2-2	210
1-0-0	3	2-1-2	27	3-2-3	290
1-0-1	7	2-1-3	34	3-3-0	240
1-0-2	1	2-2-0	21	3-3-1	460
1-0-3	1	2-2-1	28	3-3-2	1,100
1-1-0	7	2-2-2	35	3-3-3	>2,400
1-1-1	1				

ที่มา: ดัดแปลงจาก AOAC (2005)

ตารางที่ 3.3 การจำแนกเชื้อ *E. coli* โดยวิธีทางชีวเคมี

Indole	MR	VP	Citrate	Type
+	+	-	-	Typical *E.coli*
-	+	-	-	Atypical *E.coli*
+	+	-	+	Typical Intermediate
-	+	-	+	Atypical Intermediate
-	-	+	+	Typical Enterobacter aerogenes
+	-	+	+	Atypical Enterobacter aerogenes

ที่มา: ดัดแปลงจาก AOAC (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.5 การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* spp. ตามวิธีของ AOAC (1995)

สุ่มตัวอย่างหมูหวานพร้อมรับประทานน้ำหนัก 25 กรัม ละลายในสารละลาย Tryptic Soy Broth (TSB) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหาร Tetrathionate broth จึงนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง แล้วนำไปเขี่ยเชื้อลงบนอาหาร Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) agar และ Salmonella-Shigella (SS) agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง นำโคโลนีที่สงสัยว่าเป็นเชื้อ *Salmonella* spp. มาทดสอบทางชีวเคมีโดยการถ่ายโคโลนีต้องสงสัยลงในอาหาร Triple Sugar Iron (TSI) Agar slant และ Lysine-Indole-Motility (LIM) medium

ดูผลปฏิกิริยาทางชีวเคมีในหลอด TSI agar slant และ LIM medium เชื้อ *Salmonella* spp.จะให้คุณสมบัติทางชีวเคมีดังนี้

TSI				LIM		
Slant	**Butt**	**H2S**	**Gas**	**Lysine**	**Indole**	**Motile**
K	A	+	+	+	-	+/-

K = การเกิด alkaline โดยบริเวณปลายหลอด (slant) ของอาหาร TSI จะมีสีชมพู บานเย็น-แดง

A = การเกิด Acid บริเวณก้นหลอด (butt) ของ TSI จะมีสีเหลือง

H_2S (+) = ภายในหลอดอาหาร TSI เกิดตะกอนสีดำของไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่ง *Salmonella* spp. ส่วนใหญ่จะให้ผล +

H_2S (-) = ภายในหลอดอาหาร TSI ไม่เกิดตะกอนสีดำของไฮโดรเจนซัลไฟด์

Gas (+) = มีฟองอากาศดันวุ้นของอาหาร TSI เนื่องจาก *Salmonella* spp. ส่วนใหญ่สามารถหมักย่อยน้ำตาลกลูโคสแล้วได้กรดและแก๊สเพียงเล็กน้อย

Gas (-) = ภายในหลอดอาหารไม่มีฟองอากาศดันวุ้นของ TSI

Lysine (+) = หลอดอาหารจะมีสีม่วงทั้งหลอดเนื่องจากเชื้อ *Salmonella* spp. มีเอนไซม์ Lysine decarboxylase ไปย่อย Lysine ทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวมีความเป็นด่างมากขึ้น มีผลทำให้ Brom cresol purple ซึ่งใช้เป็น Indicator ในอาหารดังกล่าวและมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำเป็นกลาง มีสีม่วงเข้มขึ้นซึ่ง *Salmonella* spp. จะมีเอนไซม์นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lysine (-) = หลอดอาหารจะมีสีเหลืองเนื่องจากเชื้อ *Salmonella* spp. มีเอนไซม์ Lysine decarboxylase ไปย่อย Lysine ทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวมีความเป็นด่างต่ำมากขึ้น มีผลทำให้ Brom cresol purple เปลี่ยนเป็นสีเหลือง

Indole (+) = อาหารเลี้ยงเชื้อจะมีสีแดงบนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อหลังหยดน้ำยา Kovac ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ

Indole (-) = อาหารเลี้ยงเชื้อไม่เกิดสีแดงบนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อหลังหยดน้ำยา Kovac ซึ่ง *Salmonella* spp. ไม่มีเอนไซม์ tryptophanase จึงไม่เกิดปฏิกิริยากับ Kovac

Motile (+) = หลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ LIM จะขุ่นทั้งหลอด ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อ *Salmonella* spp. ส่วนมากจะมีแฟลกเจลลาในการเคลื่อนที่ดังนั้น เมื่อทำการ Stab เชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อจะเกิดการเคลื่อนที่จากรอย Stab ไปทุกทิศทุกทางจึงทำให้หลอดขุ่น

Motile (-) = หลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ LIM จะมีการเจริญบริเวณรอย Stab เท่านั้น ส่วนบริเวณอาหารรอบรอย Stab จะใสทั้งนี้เนื่องจากเชื้อไม่มีแฟลกเจลลาในการเคลื่อนที่เชื้อจึงเจริญบริเวณรอย Stab เท่านั้น

3.4.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้งหมด 7 ลักษณะ ได้แก่ ความชอบด้านลักษณะปรากฏโดยรวม ความชอบด้านสี ความชอบด้านกลิ่น ความชอบด้านเนื้อสัมผัส ความชอบด้านรสชาติความชอบในหวาน และความชอบด้านคุณภาพโดยรวม ประเมินโดยวิธี Consumer test และได้แนบตัวอย่างแบบประเมินความพึงพอใจต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน โดยใช้ผู้ทดสอบชิมซึ่งเป็นกลุ่มนักศึกษา อาจารย์ และผู้บริโภคทั่วไป โดยมีช่วงการให้คะแนนความพึงพอใจ 7 ระดับ (7 – Point Hedonic Scale) ตั้งแต่ 1 – 7 ดังต่อไปนี้

1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด
2 หมายถึง ไม่ชอบมาก
3 หมายถึง ไม่ชอบ
4 หมายถึง เฉยๆ
5 หมายถึง ชอบ
6 หมายถึง ชอบมาก
7 หมายถึง ชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) ยกเว้นการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มไม่สมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS for windows version 11.5 : SPSS Inc.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาระดับของไขมันต่อคุณภาพด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

4.1.1 ผลของระดับไขมันต่อค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้หลังอบแห้ง (% Drying yield) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

ผลจากการวิเคราะห์ค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้หลังอบแห้งของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่มีสัดส่วนไขมันร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 พบว่าค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้หลังอบแห้งทุกกลุ่มการทดลองอยู่ในช่วงร้อยละ 53.81 - 64.82 และพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ระหว่างระดับการใช้สัดส่วนไขมัน โดยกลุ่มการทดลองที่มีสัดส่วนไขมันร้อยละ 25 มีค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้หลังอบแห้งสูงที่สุดคือ 64.82 และกลุ่มที่มีไขมันร้อยละ 0 มีค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้หลังอบแห้งต่ำที่สุด คือ 53.81 อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 15 และ 20 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1 ผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับคุณสมบัติของไขมันที่บอกว่าไขมันสามารถช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากโปรตีนของเนื้อในระหว่างกระบวนการทำให้สุก ถ้าผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันเป็นส่วนประกอบสูงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความฉ่ำของน้ำสูงได้ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539 ; Tarte. 2009) จึงทำให้กลุ่มการทดลองที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบสูงมีค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้สูงกว่ากลุ่มที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบต่ำ

ตารางที่ 4.1 ระดับของไขมันต่อค่าร้อยละของผลผลิตที่ได้หลังอบแห้ง (% Drying yield) ของหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean±SD)

กลุ่มทดลอง (ร้อยละ)	ร้อยละของผลผลิตที่ได้
ไขมัน 0	53.81 ± 0.71^{E}
ไขมัน 5	56.67 ± 0.28^{D}
ไขมัน 10	60.37 ± 0.20^{C}
ไขมัน 15	62.53 ± 0.46^{B}
ไขมัน 20	63.20 ± 0.99^{B}
ไขมัน 25	64.82 ± 0.21^{A}

$^{A-E}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลของระดับไขมันต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

การวิเคราะห์คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน ภายหลังการอบเป็นเวลา 3 ชั่วโมง 30 นาที และย่างเป็นเวลา 6 นาที ทำการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ พบว่าหมูหวานที่มีสัดส่วนไขมันสูงมีค่าความสว่าง (Lightness, L*) สูงกว่ากลุ่มที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ค่าความสว่างของหมูหวานทุกกลุ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 5, 15 และ 20 ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ ($P > 0.05$) และค่าความสว่างของหมูหวานกลุ่มที่ไม่เติมไขมัน (ร้อยละ 0) กลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 10 และ 25 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับค่าสีแดง (Redness, a*) พบว่าสัปดาห์ที่ 0 ค่าสีแดงลดลงตามสัดส่วนไขมันที่เพิ่มขึ้น โดยกลุ่มที่ไม่เติมไขมัน (ร้อยละ 0) กลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 5 และ 10 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 15, 20 และ 25 ($P < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อเก็บรักษาหมูหวานาน 2 และ 4 สัปดาห์ ค่าสีแดงในหมูหวานทุกกลุ่มการทดลองลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับหมูหวานกลุ่มหลังอบแล้วย่าง ($P < 0.05$) สำหรับค่าสีเหลืองในหมูหวานมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับค่าความสว่าง คือค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนไขมันเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) และเมื่อเก็บรักษานานขึ้น 2 และ 4 สัปดาห์ หมูหวานทุกกลุ่มการทดลองมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2

อย่างไรก็ตามผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองของ Crehan *et al.* (2000) ได้ทำการศึกษาผลของระดับไขมัน (5, 12 และ 30%) ต่อค่าการสูญเสียน้ำระหว่างทำให้สุกค่าสี ของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ (Frankfurter) พบว่าค่าความสว่างของไส้กรอกลดลงเมื่อระดับเปอร์เซ็นต์ของไขมันลดลง ($P < 0.05$) และมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้น($P < 0.05$) เนื่องจากไส้กรอกมีสัดส่วนของเนื้อแดงสูงกว่า ส่วนค่าสีเหลืองลดลงตามเปอร์เซ็นต์ของไขมันและไส้กรอกที่มีไขมัน 5% มีค่าต่ำที่สุด ($P < 0.05$) นอกจากนั้นผลการทดลองดังกล่าวยังสอดคล้องกับการทดลองของ Tobin *et al.* (2012) โดยทำการศึกษาผลของระดับเกลือและระดับของไขมัน (10, 15, 20 และ 25%) ต่อค่าทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางด้านคุณภาพทางด้านกายภาพของไส้กรอก Frankfurter พบว่า ไส้กรอกที่มีระดับไขมันสูงมีค่าความสว่างสูงกว่ากลุ่มที่มีระดับไขมันต่ำแสดงว่ากลุ่มที่มีระดับไขมันสูงมีความสว่างกว่า ส่วนค่าสีแดงลดลงเมื่อระดับไขมันเพิ่มขึ้น เนื่องจากไส้กรอกที่มีปริมาณเนื้อแดงเป็นองค์ประกอบสูงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงสูงและยังทำให้ค่าความสว่างต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ระดับของไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าสีของหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean±SD)

Parameter	ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่าสี					
		ไขมัน 0%	ไขมัน 5%	ไขมัน 10%	ไขมัน15%	ไขมัน 20%	ไขมัน 25%
ความสว่าง (L*)	สัปดาห์ที่ 0	$25.21 \pm 0.23^{B,f}$	$25.51 \pm 0.13^{A,de}$	$25.68 \pm 0.19^{B,cd}$	$26.00 \pm 0.18^{A,bc}$	$26.28 \pm 0.28^{A,b}$	$26.63 \pm 0.06^{B,a}$
	สัปดาห์ที่ 2	$25.55 \pm 0.13^{AB,d}$	$25.63 \pm 0.10^{A,d}$	$25.90 \pm 0.26^{AB,cd}$	$26.18 \pm 0.35^{A,bc}$	$26.49 \pm 0.33^{A,ab}$	$26.86 \pm 0.08^{A,a}$
	สัปดาห์ที่ 4	$25.66 \pm 0.17^{A,d}$	$25.79 \pm 0.20^{A,d}$	$26.17 \pm 0.16^{A,c}$	$26.53 \pm 0.28^{A,b}$	$26.73 \pm 0.09^{A,ab}$	$26.98 \pm 0.17^{A,a}$
ค่าสีแดง (a*)	สัปดาห์ที่ 0	$12.39 \pm 0.31^{A,a}$	$11.81 \pm 0.16^{A,ab}$	$11.18 \pm 0.30^{A,bc}$	$10.99 \pm 0.44^{A,d}$	$10.86 \pm 0.48^{A,d}$	$10.52 \pm 0.39^{A,d}$
	สัปดาห์ที่ 2	$11.40 \pm 0.26^{B,a}$	$10.80 \pm 0.13^{B,b}$	$10.48 \pm 0.11^{B,c}$	$10.38 \pm 0.08^{B,c}$	$10.25 \pm 0.09^{B,c}$	$9.93 \pm 0.08^{B,d}$
	สัปดาห์ที่ 4	$10.79 \pm 0.11^{C,a}$	$10.50 \pm 0.40^{B,ab}$	$10.22 \pm 0.12^{B,bc}$	$10.11 \pm 0.18^{B,c}$	$9.94 \pm 0.07^{B,cd}$	$9.71 \pm 0.05^{B,d}$
ค่าสีเหลือง (b*)	สัปดาห์ที่ 0	$9.42 \pm 0.25^{B,d}$	$9.10 \pm 0.22^{C,d}$	$9.32 \pm 0.30^{C,d}$	$10.22 \pm 0.41^{B,c}$	$10.75 \pm 0.24^{B,b}$	$11.79 \pm 0.26^{B,a}$
	สัปดาห์ที่ 2	$9.91 \pm 0.59^{AB,c}$	$9.70 \pm 0.10^{B,c}$	$10.01 \pm 0.21^{B,c}$	$10.61 \pm 0.38^{B,b}$	$11.08 \pm 0.08^{B,b}$	$11.98 \pm 0.32^{B,a}$
	สัปดาห์ที่ 4	$10.46 \pm 0.40^{A,c}$	$10.54 \pm 0.28^{A,c}$	$10.92 \pm 0.35^{A,c}$	$12.01 \pm 0.40^{A,b}$	$12.09 \pm 0.18^{A,b}$	$12.68 \pm 0.13^{A,a}$

สัปดาห์ที่ 0 คือ วัดหลังจากการย่าง

[A-C] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันของแต่ละพารามิเตอร์ (Parameter) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

[a-f] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันของแต่ละพารามิเตอร์ (Parameter) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.1.3 ผลของระดับไขมันต่อลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม (Texture Profile Analysis, TPA) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวมด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานภายหลังการอบแล้วย่าง พบว่าหมูหวานที่มีไขมันสูงมีค่าความแข็ง (Hardness) ต่ำกว่ากลุ่มที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ค่าความแข็งของหมูหวานทุกกลุ่มการทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ในทุกกลุ่มการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.60 – 0.66 ($P > 0.05$) เมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ไม่เติมไขมัน (ร้อยละ 0) กลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 5 และ 10 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่กลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 15, 20 และ 25 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนค่าความเหนียว (Gumminess) มีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับค่าความแข็ง คือค่าความเหนียวลดลงเมื่อปริมาณของไขมันเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) และเมื่อเก็บรักษานานเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ หมูหวานทุกกลุ่มการทดลองมีค่าความเหนียวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) พบว่าทุกกลุ่มทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และเมื่อเก็บรักษานานเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ทุกกลุ่มการทดลองมีค่าความยืดหยุ่นไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.80 – 0.94 ส่วนค่าการเคี้ยวได้ (Chewiness) พบว่าค่าการเคี้ยวได้ลดลงเมื่อหมูหวานมีสัดส่วนไขมันเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่าหมูหวานทุกกลุ่มการทดลองมีค่าการเคี้ยวได้ลดลง ($P < 0.05$) ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.3

จากผลการทดลองข้างต้นสำหรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับการทดลองของ Cengiz and Gokoglu. (2007) ทำการศึกษาการลดปริมาณไขมัน (0, 10, 20%) และการใช้ไขมันทดแทนต่อคุณภาพของไส้กรอก รายงานว่า ไส้กรอกที่มีปริมาณไขมันต่ำมีลักษณะของเนื้อสัมผัสโดยรวม (ค่าความแข็ง ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัว ค่าความยืดหยุ่นและค่าการเคี้ยวได้) ต่ำกว่าไส้กรอกที่มีไขมันปริมาณไขมันสูงเนื่องจากไขมันมีผลในการช่วยการอุ้มน้ำทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มและฉ่ำเนื้อของไส้กรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ระดับของไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม (Texture Profile analysis) ของหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean±SD)

Parameter	ระยะเวลาการเก็บรักษา	Texture Profile analysis					
		ไขมัน 0%	ไขมัน 5%	ไขมัน 10%	ไขมัน 15%	ไขมัน 20%	ไขมัน 25%
Hardness (N)	สัปดาห์ที่ 0	$36.49 \pm 0.74^{A,a}$	$35.05 \pm 0.75^{A,b}$	$31.05 \pm 0.91^{A,c}$	$28.97 \pm 30.17^{A,d}$	$25.44 \pm 0.32^{A,e}$	$24.19 \pm 0.47^{A,f}$
	สัปดาห์ที่ 2	$33.99 \pm 0.58^{B,a}$	$32.14 \pm 0.23^{B,b}$	$29.64 \pm 0.64^{B,c}$	$26.76 \pm 0.54^{B,d}$	$18.39 \pm 0.36^{B,e}$	$16.27 \pm 0.62^{B,f}$
	สัปดาห์ที่ 4	$32.09 \pm 0.06^{C,a}$	$30.34 \pm 0.83^{C,b}$	$27.43 \pm 0.17^{C,c}$	$19.79 \pm 0.87^{C,d}$	$15.68 \pm 0.45^{C,e}$	$12.46 \pm 0.54^{C,f}$
Cohesiveness (ratio)	สัปดาห์ที่ 0	$0.66 \pm 0.02^{A,a}$	$0.64 \pm 0.04^{A,a}$	$0.65 \pm 0.02^{A,a}$	$0.62 \pm 0.03^{AB,a}$	$0.61 \pm 0.05^{B,a}$	$0.60 \pm 0.07^{B,a}$
	สัปดาห์ที่ 2	$0.66 \pm 0.03^{A,a}$	$0.64 \pm 0.03^{A,a}$	$0.63 \pm 0.01^{A,a}$	$0.61 \pm 0.03^{B,a}$	$0.61 \pm 0.04^{B,a}$	$0.61 \pm 0.08^{AB,a}$
	สัปดาห์ที่ 4	$0.65 \pm 0.02^{A,a}$	$0.65 \pm 0.02^{A,a}$	$0.64 \pm 0.03^{A,a}$	$0.67 \pm 0.03^{A,a}$	$0.67 \pm 0.05^{A,a}$	$0.68 \pm 0.05^{A,a}$
Gumminess (N)	สัปดาห์ที่ 0	$24.4 \pm 0.47^{A,a}$	$22.7 \pm 0.06^{A,b}$	$20.1 \pm 0.24^{A,c}$	$17.2 \pm 0.03^{A,d}$	$14.6 \pm 0.36^{A,e}$	$10.0 \pm 0.68^{A,f}$
	สัปดาห์ที่ 2	$22.3 \pm 0.81^{B,a}$	$20.6 \pm 0.16^{B,b}$	$19.0 \pm 0.41^{A,c}$	$14.9 \pm 0.46^{B,d}$	$9.0 \pm 0.13^{B,e}$	$8.4 \pm 0.68^{B,e}$
	สัปดาห์ที่ 4	$20.2 \pm 0.68^{C,a}$	$18.8 \pm 0.43^{C,b}$	$16.7 \pm 0.87^{B,c}$	$12.1 \pm 0.19^{C,d}$	$8.1 \pm 0.67^{B,e}$	$7.0 \pm 0.07^{C,f}$
Springiness (ratio)	สัปดาห์ที่ 0	$0.88 \pm 0.06^{A,a}$	$0.90 \pm 0.03^{A,a}$	$0.91 \pm 0.03^{A,a}$	$0.90 \pm 0.03^{A,a}$	$0.93 \pm 0.01^{A,a}$	$0.90 \pm 0.05^{A,a}$
	สัปดาห์ที่ 2	$0.91 \pm 0.05^{A,a}$	$0.90 \pm 0.06^{A,a}$	$0.90 \pm 0.06^{A,a}$	$0.90 \pm 0.03^{A,a}$	$0.89 \pm 0.06^{A,a}$	$0.80 \pm 0.06^{A,a}$
	สัปดาห์ที่ 4	$0.94 \pm 0.02^{A,a}$	$0.94 \pm 0.03^{A,a}$	$0.91 \pm 0.02^{A,a}$	$0.88 \pm 0.05^{A,a}$	$0.90 \pm 0.07^{A,a}$	$0.93 \pm 0.07^{A,a}$
Chewiness (N)	สัปดาห์ที่ 0	$24.56 \pm 0.42^{A,a}$	$22.55 \pm 0.27^{A,b}$	$20.11 \pm 0.25^{A,c}$	$17.25 \pm 0.46^{A,d}$	$14.58 \pm 0.36^{A,e}$	$10.03 \pm 0.70^{A,f}$
	สัปดาห์ที่ 2	$22.24 \pm 2.23^{B,a}$	$20.58 \pm 0.67^{B,b}$	$18.95 \pm 0.57^{A,c}$	$14.95 \pm 0.47^{B,d}$	$9.02 \pm 0.13^{B,e}$	$8.44 \pm 0.67^{B,e}$
	สัปดาห์ที่ 4	$20.20 \pm 0.73^{C,a}$	$18.84 \pm 0.43^{C,b}$	$16.69 \pm 0.87^{B,c}$	$12.13 \pm 0.20^{C,d}$	$8.14 \pm 0.67^{B,e}$	$6.99 \pm 0.06^{C,f}$

สัปดาห์ที่ 0 คือ วัดหลังจากการย่าง

[A-C] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันของแต่ละพารามิเตอร์ (Parameter) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

[a-f] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันของแต่ละพารามิเตอร์ (Parameter) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.1.4 ผลของระดับไขมันต่อค่าแรงเฉือน (Shear force) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

การวิเคราะห์ค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน ภายหลังการอบแล้วย่าง พบว่าหมูหวานกลุ่มการทดลองที่มีสัดส่วนไขมันสูงมีค่าแรงเฉือนต่ำกว่ากลุ่มที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า 32.16, 24.29, 21.60, 18.13, 16.37 และ 14.56 N ตามลำดับสัดส่วนไขมันจากน้อยไปหามาก ($P < 0.05$) และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่าหมูหวานทุกกลุ่มการทดลองค่าแรงเฉือนมีแนวโน้มลดลง โดยกลุ่มที่มีไขมันร้อยละ 20 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.4 ซึ่งผลไปในทิศทางเดียวกันกับค่าลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวมดังที่ได้กล่าวไปแล้วเบื้องต้น การเติมไขมันมากหรือน้อยจะมีผลต่อความนุ่มและความชุ่มชื้นซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานของไขมัน (Tarte. 2009)

ตารางที่ 4.4 ระดับของไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าแรงเฉือน (Shear force) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean±SD)

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่าแรงเฉือน (N)					
	ไขมัน 0%	ไขมัน 5%	ไขมัน 10%	ไขมัน 15%	ไขมัน 20%	ไขมัน 25%
สัปดาห์ที่ 0	$32.16 \pm 0.16^{A,a}$	$24.29 \pm 0.02^{A,b}$	$21.60 \pm 0.06^{A,c}$	$18.13 \pm 0.14^{A,d}$	$16.37 \pm 0.20^{A,de}$	$14.56 \pm 0.10^{A,e}$
สัปดาห์ที่ 2	$28.46 \pm 0.10^{B,a}$	$23.94 \pm 0.03^{A,b}$	$20.57 \pm 0.06^{A,c}$	$13.93 \pm 0.04^{AB,d}$	$13.93 \pm 0.25^{A,e}$	$11.81 \pm 0.10^{B,e}$
สัปดาห์ที่ 4	$26.78 \pm 0.21^{B,a}$	$22.60 \pm 0.07^{B,b}$	$19.08 \pm 0.03^{B,c}$	$12.15 \pm 0.16^{B,d}$	$12.15 \pm 0.23^{A,de}$	$10.91 \pm 0.15^{B,e}$

สัปดาห์ที่ 0 คือ วัดหลังจากการย่าง

$^{A-B}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

$^{a-c}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.2 การศึกษาระดับของไขมันต่อคุณภาพด้านเคมีในกระบวนการผลิตหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

4.2.1 ผลของระดับไขมันต่อค่าความชื้น (Moisture) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

การวิเคราะห์ค่าความชื้นในผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานภายหลังการอบแล้วย่าง พบว่าหมูหวานกลุ่มการทดลองที่มีสัดส่วนไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงมีแนวโน้มของค่าความชื้นสูงกว่ากลุ่มการทดลองที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบต่ำ โดยกลุ่มการทดลองที่ไม่มีไขมัน (ร้อยละ 0) กลุ่มที่มีไขมันร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนกลุ่มการทดลองที่มีไขมันร้อยละ 25 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ไม่มีไขมัน (ร้อยละ 0) กลุ่มที่มีไขมันร้อยละ 5 และ 10 ($P < 0.05$) และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ค่าความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มการทดลอง โดยกลุ่มการทดลองที่ไม่มีไขมัน (ร้อยละ 0) กลุ่มที่มีไขมันร้อยละ 10, 20 และ 25 มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($P > 0.05$) ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.5

จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นมีความสอดคล้องกับคุณสมบัติของไขมันในการป้องกันการสูญเสียน้ำระหว่างกระบวนการทำให้สุก (Trate. 2009 ; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539)

ตารางที่ 4.5 สัดส่วนของไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าความชื้นของหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean±SD)

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ความชื้น (% Moiseture content)					
	ไขมัน 0%	ไขมัน 5%	ไขมัน 10%	ไขมัน 15%	ไขมัน 20%	ไขมัน 25%
สัปดาห์ที่ 0	$13.48 \pm 0.95^{A,b}$	$13.80 \pm 0.93^{B,b}$	$14.24 \pm 0.39^{A,b}$	$15.54 \pm 0.12^{B,ab}$	$15.69 \pm 1.46^{A,ab}$	$16.75 \pm 0.67^{A,a}$
สัปดาห์ที่ 2	$13.69 \pm 0.79^{A,a}$	$15.49 \pm 0.98^{B,a}$	$14.27 \pm 1.22^{A,a}$	$15.94 \pm 0.33^{B,a}$	$16.83 \pm 0.98^{A,a}$	$17.06 \pm 1.11^{A,a}$
สัปดาห์ที่ 4	$15.25 \pm 1.42^{A,c}$	$18.13 \pm 0.22^{A,b}$	$15.22 \pm 0.18^{A,c}$	$17.23 \pm 0.18^{A,b}$	$19.91 \pm 0.25^{A,a}$	$17.63 \pm 0.59^{A,b}$

สัปดาห์ที่ 0 คือ วัดหลังจากการย่าง

$^{A-B}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

$^{a-c}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.2.2 ผลของระดับไขมันต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w, water activity) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานหลังการอบแล้วย่างพบว่าหมูหวานกลุ่มการทดลองที่มีสัดส่วนไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงมีแนวโน้มมีค่า a_w สูงกว่ากลุ่มการทดลองที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณต่ำ โดยกลุ่มการทดลองที่มีไขมันร้อยละ 10, 15, 20 และ 25 มีค่า a_w สูงกว่ากลุ่มการทดลองที่ไม่มีไขมัน (ร้อยละ 0) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับค่าความชื้น และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีค่า a_w ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) จะเห็นได้ว่าสมบัติทางเคมีของหมูหวานที่วิเคราะห์ได้มีค่าอยู่ในเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้งซึ่ง Huang and Nip. (2001) กล่าวไว้ว่าค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในช่วง 0.65 – 0.92 มีความชื้นประมาณ 15 – 50 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาและวางจำหน่ายภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้องได้เป็นระยะเวลานานโดยไม่ต้องแช่เย็น เนื่องจากมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในระดับต่ำซึ่งเป็นระดับที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.6

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหมูแดดเดียว (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2549) กำหนดไว้ว่าค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ของหมูแดดเดียวต้องไม่เกิน 0.85 นอกจากนี้หากต้องการให้ผลิตภัณฑ์เก็บรักษาได้นานควรมีค่า $a_w < 0.70$ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Diagle (2005) กล่าวว่าถ้า a_w ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ต่ำกว่า 0.70 จะสามารถควบคุมการเจริญของราได้ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น โดยจะเห็นได้ว่ากลุ่มที่มีระดับไขมัน 0% มีค่าต่ำที่สุด ($P < 0.05$) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างไม่มีไขมันเป็นองค์ประกอบจึงทำให้มีค่า a_w ต่ำกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ๆ ส่วนกลุ่มที่มีการเติมไขมันจะมีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) นอกจากนี้ Calicioglu *et al*. (2003) รายงานว่าในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เจอร์กี้มีค่า a_w ไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก

ตารางที่ 4.6 ระดับของไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่า Water activity ของหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean±SD)

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Water activity					
	ไขมัน 0%	ไขมัน 5%	ไขมัน 10%	ไขมัน 15%	ไขมัน 20%	ไขมัน 25%
สัปดาห์ที่ 0	$0.63 \pm 0.05^{A,c}$	$0.64 \pm 0.04^{A,bc}$	$0.66 \pm 0.03^{A,a}$	$0.66 \pm 0.03^{A,a}$	$0.67 \pm 0.03^{A,a}$	$0.65 \pm 0.01^{B,ab}$
สัปดาห์ที่ 2	$0.65 \pm 0.05^{A,b}$	$0.64 \pm 0.04^{A,b}$	$0.67 \pm 0.03^{A,a}$	$0.67 \pm 0.03^{A,a}$	$0.67 \pm 0.02^{A,a}$	$0.67 \pm 0.01^{B,a}$
สัปดาห์ที่ 4	$0.69 \pm 0.05^{A,ab}$	$0.68 \pm 0.04^{A,b}$	$0.70 \pm 0.02^{A,a}$	$0.69 \pm 0.03^{A,ab}$	$0.68 \pm 0.02^{A,ab}$	$0.69 \pm 0.01^{A,ab}$

สัปดาห์ที่ 0 คือ วัดหลังจากการย่าง

$^{A-B}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

$^{a-c}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.2.3 ผลของระดับไขมันต่อการออกซิเดชันของไขมันโดยการวัดปริมาณ Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARs) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

การวิเคราะห์การออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานหลังผ่านกระบวนการอบแล้วย่าง พบว่าค่า TBARs ทุกกลุ่มการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีปริมาณของไขมันเป็นองค์ประกอบเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) แต่ในกลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) เมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ค่า TBARs ของหมูหวานในทุกกลุ่มการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากไขมันสัมผัสกับอากาศจึงทำให้ง่ายต่อการเกิดการออกซิเดชันง่ายถ้าผลิตภัณฑ์มีองค์ประกอบของไขมันในสัดส่วนที่สูง ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.7

ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jo *et al*. (1999) ทำการศึกษาการออกซิเดชันของไขมัน การเปลี่ยนแปลงค่าสีและการผลิต volatiles ในไส้กรอกที่มีระดับไขมันแตกต่างกัน กล่าวว่า ค่าการออกซิเดชันของไขมันในไส้กรอกเพิ่มขึ้นเมื่อไส้กรอกมีเปอร์เซ็นต์ของไขมันสูงขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีไขมันเป็นองค์ประกอบในสัดส่วนที่สูงส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเกิดได้ง่ายกว่ากลุ่มการทดลองที่มีไขมันระดับต่ำ โดยปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อไขมันในผลิตภัณฑ์สัมผัสกับออกซิเจนและปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ สุภามาศ มูสิกะ. (2550) ศึกษาผลของน้ำตาลซูโครสต่อประสิทธิภาพการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ พบว่าน้ำตาลซูโครสมีผลต่อค่า TBARs ของกุนเชียงดิบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเห็นได้ชัดว่าเมื่อระดับน้ำตาลเพิ่มขึ้นทำให้มีค่า TBARs เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา และที่ระดับน้ำตาลซูโครสเท่ากันกุนเชียงมีค่า TBARs สูงกว่าหมูแผ่น อาจเนื่องมาจากในกุนเชียงมีส่วนผสมของไขมันปริมาณที่สูงกว่าหมูแผ่นมาก ดังนั้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น กุนเชียงจึงมีโอกาสเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้มากกว่าหมูแผ่น การเปลี่ยนแปลงของค่า TBARs จึงสูงกว่าในหมูแผ่น

ตารางที่ 4.7 สัดส่วนของไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าการออกซิเดชันของไขมัน (TBARs value) ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean±SD)

ระยะเวลาการเก็บรักษา	TBARs (mg MDA/kg meat)					
	ไขมัน 0%	ไขมัน 5%	ไขมัน 10%	ไขมัน 15%	ไขมัน 20%	ไขมัน 25%
สัปดาห์ที่ 0	$4.45 \pm 0.53^{C,e}$	$8.93 \pm 0.47^{C,d}$	$12.00 \pm 0.60^{C,c}$	$12.28 \pm 0.63^{C,c}$	$16.02 \pm 0.95^{C,b}$	$18.09 \pm 0.73^{C,a}$
สัปดาห์ที่ 2	$12.93 \pm 0.90^{B,e}$	$13.89 \pm 0.58^{B,e}$	$24.33 \pm 0.52^{B,d}$	$29.07 \pm 0.77^{B,c}$	$35.65 \pm 0.45^{B,b}$	$41.44 \pm 0.81^{B,a}$
สัปดาห์ที่ 4	$19.15 \pm 0.56^{A,f}$	$28.21 \pm 0.76^{A,e}$	$35.01 \pm 0.21^{A,d}$	$36.60 \pm 0.42^{A,c}$	$49.13 \pm 0.88^{A,b}$	$62.60 \pm 0.69^{A,a}$

สัปดาห์ที่ 0 คือ วัดหลังจากการย่าง

$^{A-C}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

$^{a-f}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.3 การศึกษาระดับของไขมันต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

การวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์รวมในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์หมูหวานก่อนทำการอบแล้วย่างพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในส่วนผสมของกลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 จำนวน 5.75, 5.77, 5.69, 5.92, 5.81 และ 5.90 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ภายหลังการอบแล้วย่างทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศเป็นระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ทุกกลุ่มการทดลองมีจำนวนจุลินทรีย์ต่ำกว่าค่าที่สามารถตรวจพบได้ (<10 cfu/g) ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.8

การวิเคราะห์หาเชื้อ *S. aureus* ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์หมูหวานก่อนทำการอบแล้วย่าง พบการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* ในส่วนผสมของกลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 จำนวน 4.16, 4.14, 4.15, 4.07, 4.13 และ 4.13 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ภายหลังการอบแล้วย่างทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศเป็นระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ทุกกลุ่มการทดลองมีจำนวน *S. aureus* ต่ำกว่าค่าที่สามารถตรวจพบได้ (<10 cfu/g) ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาเชื้อ *Salmonella* spp. ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์หมูหวานก่อนทำการอบแล้วย่างพบการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ในส่วนผสมของกลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 จำนวน 3.63, 3.71, 3.69, 3.71, 3.72 และ 3.64 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ภายหลังการอบแล้วย่างทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศเป็นระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ทุกกลุ่มการทดลองมีจำนวน *Salmonella* spp. ต่ำกว่าค่าที่สามารถตรวจพบได้ (<10 cfu/g) ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.8

การวิเคราะห์หาเชื้อยีสต์ราในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์หมูหวานก่อนทำการอบแล้วย่างพบการปนเปื้อนเชื้อยีสต์และราในส่วนผสมของกลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 จำนวน 4.75, 4.75, 4.66, 4.67, 4.56 และ 4.72 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ภายหลังการอบแล้วย่างทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศเป็นระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ทุกกลุ่มการทดลองมีจำนวนเชื้อยีสต์รา ต่ำกว่าค่าที่สามารถตรวจพบได้ (<10 cfu/g) ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.8

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของไขมันไม่มีผลต่อปริมาณของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เพราะหลังจากผ่านกระบวนการอบพบว่า ทุกกลุ่มการทดลองมีจำนวนจุลินทรีย์ต่ำกว่าค่าที่สามารถตรวจพบได้ (<10 cfu/g) ตรงตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2553) กำหนดว่า จำนวนจุลินทรีย์รวม ต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *S. aureus* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม *Salmonella* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม *E. coli* โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และยีสต์/รา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม แสดงให้เห็นว่ากระบวนการอบสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean±SD)

เชื้อที่ศึกษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา	จำนวนจุลินทรีย์ (log cfu/g)					
		ไขมัน 0%	ไขมัน 5%	ไขมัน 10%	ไขมัน 15%	ไขมัน 20%	ไขมัน 25%
Total plate count	ก่อนอบแล้วย่าง	5.75 ± 0.16	5.77 ± 0.18	5.69 ± 0.17	5.92 ± 0.09	5.81 ± 0.20	5.90 ± 0.10
	สัปดาห์ที่ 0	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*
	สัปดาห์ที่ 2	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*
	สัปดาห์ที่ 4	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*
S. aureus	ก่อนอบแล้วย่าง	4.16 ± 0.05	4.14 ± 0.05	4.15 ± 0.06	4.07 ± 0.03	4.13 ± 0.10	4.13 ± 0.11
	สัปดาห์ที่ 0	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*
	สัปดาห์ที่ 2	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*
	สัปดาห์ที่ 4	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*
Salmonella spp.	ก่อนอบแล้วย่าง	3.63 ± 0.13	3.71 ± 0.18	3.69 ± 0.20	3.71 ± 0.12	3.72 ± 0.20	3.64 ± 0.16
	สัปดาห์ที่ 0	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*
	สัปดาห์ที่ 2	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*
	สัปดาห์ที่ 4	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*
Yeast/Mold	ก่อนอบแล้วย่าง	4.75 ± 0.14	4.75 ± 0.12	4.66 ± 0.13	4.67 ± 0.39	4.56 ± 0.04	4.72 ± 0.12
	สัปดาห์ที่ 0	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*
	สัปดาห์ที่ 2	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*
	สัปดาห์ที่ 4	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*	< 10*

สัปดาห์ที่ 0 คือ วัดหลังจากการย่าง

* น้อยกว่า 10 cfu/g (ต่ำกว่าระดับที่ตรวจนับได้)

การวิเคราะห์หาเชื้อ Coliform และ *E. coli* ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์หมูหวานก่อนทำการอบแล้วย่างพบการปนเปื้อน Coliform และ Fecal Coliform ในส่วนผสมของกลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 จำนวน 93-460, 240, 240-460, 250-460, 93-1100 และ 150 MPN/g ตามลำดับ แต่ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* อย่างไรก็ตามภายหลังการอบแล้วย่างและทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศเป็นระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ ทุกกลุ่มการทดลองตรวจไม่พบ Coliform และ *E. coli* ตรงตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2549) กำหนดว่ามาตรฐาน *E. coli* โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.9 ซึ่งอุณหภูมิในการอบมีผลต่อจำนวนเชื้อโดยเชื้อเหล่านี้ Coliform และ *E. coli* สามารถถูกทำลายที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส (บุษกร อุตรภิชาติ. 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ปริมาณเชื้อ Coliform และ *E. coli* ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

เชื้อที่ศึกษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา	จำนวนจุลินทรีย์ (MPN/g)					
		ไขมัน 0%	ไขมัน 5%	ไขมัน 10%	ไขมัน 15%	ไขมัน 20%	ไขมัน 25%
Total Coliform	ก่อนอบแล้วย่าง	93-460	240	240-460	150-460	93-1100	150
	สัปดาห์ที่ 0	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	สัปดาห์ที่ 2	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	สัปดาห์ที่ 4	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Fecal Colifrom	ก่อนอบแล้วย่าง	93-460	240	240-460	150-460	93-1100	150
	สัปดาห์ที่ 0	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	สัปดาห์ที่ 2	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	สัปดาห์ที่ 4	<3	<3	<3	<3	<3	<3
E. coli	ก่อนอบแล้วย่าง	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	สัปดาห์ที่ 0	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	สัปดาห์ที่ 2	<3	<3	<3	<3	<3	<3
	สัปดาห์ที่ 4	<3	<3	<3	<3	<3	<3

สัปดาห์ที่ 0 คือ วัดหลังจากการย่าง

4.4 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานต่อการยอมรับได้ของผู้บริโภค (Consumer test)

การประเมินการยอมรับได้ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน ภายหลังการอบแล้วย่างที่มีการเติมไขมันร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 ตามลำดับ พบว่าคะแนนการยอมรับได้ของผู้บริโภคด้านลักษณะปรากฏของหมูหวานทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยหมูหวานกลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 10 ได้คะแนนความชอบมากที่สุด คือ 5.27 ซึ่งอยู่ในช่วงการยอมรับได้แบบชอบ และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ หมูหวานทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มของคะแนนการยอมรับได้ลดลง โดยกลุ่มที่ไม่มีไขมัน (ร้อยละ 0) กลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 5 และ 15 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) คะแนนการยอมรับได้ด้านสี พบว่าหมูหวานกลุ่มที่ไม่เติมไขมัน (ร้อยละ 0) กลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 5, 10 และ 15 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยหมูหวานกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 10 ได้คะแนนการยอมรับได้สูงที่สุด คือ 5.21 ซึ่งอยู่ในช่วงการยอมรับได้แบบชอบ เมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่าคะแนนการยอมรับได้มีแนวโน้มลดลงทุกกลุ่มการทดลอง โดยหมูหวานกลุ่มการทดลองที่ไม่เติมไขมัน (ร้อยละ 0) และกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 5 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนคะแนนการยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านกลิ่น พบว่าหมูหวานทุกกลุ่มการทดลองมีคะแนนการยอมรับได้ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยหมูหวานกลุ่มที่ไม่เติมไขมัน (ร้อยละ 0) ได้คะแนนสูงที่สุดคือ 5.07 และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ หมูหวานกลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 20 และ 25 มีความแตกต่างกับกลุ่มการทดลองอื่น ($P < 0.05$) และคะแนนการยอมรับได้ของหมูหวานทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น คะแนนการยอมรับได้ในด้านเนื้อสัมผัส พบว่าหมูหวานกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 10, 15 และ 20 ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยหมูหวานกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 15 ได้คะแนนสูงที่สุด คือ 5.40 และหมูหวานกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 5 ได้คะแนนน้อยที่สุด คือ 4.83 เมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ คะแนนการยอมรับได้ทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มลดลง โดยกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 15 มีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนการยอมรับได้ด้านรสชาติหมูหวานทุกกลุ่มการทดลองมีคะแนนไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยหมูหวานกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 5 มีคะแนนสูงที่สุด คือ 5.29 และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่าหมูหวานทุกกลุ่มการทดลองมีคะแนนรสชาติลดลง โดยหมูหวานกลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 20 และ 25 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มการทดลองอื่น ($P < 0.05$) คะแนนการยอมรับได้ด้านความหวาน พบว่าหมูหวานทุกกลุ่มการทดลองได้คะแนนไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยกลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 5 ได้คะแนนความหวานมากที่สุด คือ 5.20 และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่าหมูหวานกลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 5, 15 และ 20 ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) และแนวโน้มคะแนนความหวานลดลงเมื่อระยะการเก็บรักษานานขึ้น และสุดท้ายคะแนนการยอมรับได้ด้านความชอบโดยรวม พบว่าหมูหวานทุกกลุ่มการทดลองมีคะแนนไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยหมูหวานกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 10 มีคะแนนการยอมรับได้สูงที่สุด คือ 5.30 และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่าหมูหวานกลุ่มที่เติมไขมันร้อยละ 20 และ 25 มีคะแนนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มการทดลองอื่น ($P < 0.05$) และคะแนนการยอมรับได้ทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.10 ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับ Tobin *et al.* (2013) ศึกษาผลกระทบของเกลือและการเปลี่ยนแปลงระดับไขมันต่อคุณลักษณะทางด้านเคมีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมู พบว่าไส้กรอกที่มีไขมันต่ำมีคะแนนทางด้านสีต่ำกว่าไส้กรอกที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบสูง ส่วนคะแนนทางด้านกลิ่นรสไม่แตกต่างกันทุกระดับไขมัน คะแนนทางด้านกลิ่นพบว่าไขมันสูงทำให้ไส้กรอกมีคะแนนต่ำกว่า ส่วนคะแนนการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกันทุกระดับไขมัน นอกจากนี้ Tobin *et al.* (2012) ทำการศึกษาผลของระดับเกลือและระดับของไขมัน (10, 15, 20 และ 25%) ต่อค่าทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางด้านคุณภาพทางด้านกายภาพของไส้กรอก Frankfurter รายงานผู้บริโภคชอบไส้กรอกที่มีไขมันระดับ 10 และ 15 มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 การประเมินการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน (Mean±SD)

คุณลักษณะ	ระยะเวลาการเก็บรักษา	การยอมรับได้ของผู้บริโภค					
		ไขมัน 0%	ไขมัน 5%	ไขมัน 10%	ไขมัน 15%	ไขมัน 20%	ไขมัน 25%
ลักษณะปรากฏ	สัปดาห์ที่ 0	$5.20 \pm 1.03^{A,a}$	$5.24 \pm 0.95^{A,a}$	$5.27 \pm 1.02^{A,a}$	$5.09 \pm 0.96^{A,a}$	$4.93 \pm 1.05^{A,a}$	$5.01 \pm 1.01^{A,a}$
	สัปดาห์ที่ 2	$5.09 \pm 0.97^{A,a}$	$5.20 \pm 0.93^{A,a}$	$4.97 \pm 0.85^{B,a}$	$4.99 \pm 0.73^{A,a}$	$4.46 \pm 1.09^{B,b}$	$4.51 \pm 1.00^{B,b}$
	สัปดาห์ที่ 4	$4.93 \pm 0.82^{A,a}$	$4.94 \pm 0.76^{A,a}$	$4.80 \pm 0.69^{B,a}$	$4.93 \pm 0.57^{A,a}$	$4.31 \pm 1.04^{B,b}$	$4.37 \pm 0.94^{B,b}$
สี	สัปดาห์ที่ 0	$5.26 \pm 1.03^{A,a}$	$5.17 \pm 0.99^{A,abc}$	$5.21 \pm 0.88^{A,ab}$	$5.13 \pm 0.92^{A,abc}$	$4.87 \pm 1.01^{A,bc}$	$4.83 \pm 1.05^{A,c}$
	สัปดาห์ที่ 2	$5.03 \pm 0.93^{A,a}$	$5.01 \pm 0.85^{A,a}$	$4.87 \pm 0.93^{B,a}$	$4.81 \pm 0.89^{B,a}$	$4.27 \pm 1.05^{B,b}$	$4.39 \pm 1.07^{B,b}$
	สัปดาห์ที่ 4	$4.97 \pm 0.90^{A,a}$	$5.03 \pm 0.85^{A,a}$	$4.81 \pm 0.93^{B,a}$	$4.91 \pm 0.72^{AB,a}$	$4.19 \pm 1.03^{B,b}$	$4.34 \pm 1.02^{B,b}$
กลิ่น	สัปดาห์ที่ 0	$5.07 \pm 1.09^{A,a}$	$4.89 \pm 1.16^{A,a}$	$4.80 \pm 1.02^{A,a}$	$4.87 \pm 1.01^{A,a}$	$4.73 \pm 1.06^{A,a}$	$4.89 \pm 1.03^{A,a}$
	สัปดาห์ที่ 2	$4.91 \pm 1.00^{A,a}$	$4.67 \pm 1.05^{A,ab}$	$4.66 \pm 1.03^{A,ab}$	$4.69 \pm 1.00^{A,ab}$	$4.30 \pm 1.17^{B,bc}$	$4.21 \pm 1.24^{B,c}$
	สัปดาห์ที่ 4	$4.77 \pm 0.84^{A,a}$	$4.61 \pm 0.95^{A,a}$	$4.53 \pm 0.86^{A,a}$	$4.63 \pm 0.82^{A,a}$	$4.13 \pm 0.96^{B,b}$	$4.03 \pm 1.06^{B,b}$
เนื้อสัมผัส	สัปดาห์ที่ 0	$5.04 \pm 1.17^{A,ab}$	$4.83 \pm 1.18^{A,b}$	$5.34 \pm 1.03^{A,a}$	$5.40 \pm 1.04^{A,a}$	$5.31 \pm 0.93^{A,a}$	$5.00 \pm 1.24^{A,ab}$
	สัปดาห์ที่ 2	$4.17 \pm 1.17^{B,d}$	$4.51 \pm 1.18^{AB,cd}$	$5.03 \pm 1.04^{AB,ab}$	$5.30 \pm 1.05^{A,a}$	$4.84 \pm 1.26^{B,bc}$	$4.67 \pm 1.27^{AB,bc}$
	สัปดาห์ที่ 4	$3.96 \pm 1.04^{B,c}$	$4.37 \pm 1.18^{B,b}$	$4.86 \pm 0.97^{B,a}$	$5.03 \pm 1.10^{A,a}$	$4.66 \pm 1.30^{B,ab}$	$4.34 \pm 1.25^{B,b}$
รสชาติ	สัปดาห์ที่ 0	$4.94 \pm 1.10^{A,a}$	$5.29 \pm 1.02^{A,a}$	$5.24 \pm 1.10^{A,a}$	$5.19 \pm 1.13^{A,a}$	$5.06 \pm 1.06^{A,a}$	$4.96 \pm 1.13^{A,a}$
	สัปดาห์ที่ 2	$4.93 \pm 1.17^{A,a}$	$5.04 \pm 1.10^{A,a}$	$4.94 \pm 0.96^{AB,a}$	$5.00 \pm 1.14^{A,a}$	$4.49 \pm 1.11^{B,b}$	$4.46 \pm 1.14^{B,b}$
	สัปดาห์ที่ 4	$4.84 \pm 1.06^{A,a}$	$4.97 \pm 1.02^{A,a}$	$4.86 \pm 0.87^{B,a}$	$4.94 \pm 1.11^{A,a}$	$4.43 \pm 1.08^{B,b}$	$4.40 \pm 1.22^{B,b}$

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ระยะเวลาการเก็บรักษา	การยอมรับได้ของผู้บริโภค					
		ไขมัน 0%	ไขมัน 5%	ไขมัน 10%	ไขมัน 15%	ไขมัน 20%	ไขมัน 25%
ความหวาน	สัปดาห์ที่ 0	$5.10 \pm 1.17^{A,a}$	$5.20 \pm 1.21^{A,a}$	$5.03 \pm 1.23^{A,a}$	$4.99 \pm 1.22^{A,a}$	$4.83 \pm 1.14^{A,a}$	$4.87 \pm 1.18^{A,a}$
	สัปดาห์ที่ 2	$4.81 \pm 1.16^{AB,ab}$	$5.04 \pm 1.13^{A,a}$	$4.76 \pm 1.08^{AB,ab}$	$4.97 \pm 1.15^{A,ab}$	$4.59 \pm 1.20^{A,bc}$	$4.36 \pm 1.08^{B,c}$
	สัปดาห์ที่ 4	$4.64 \pm 0.95^{B,a}$	$4.83 \pm 0.92^{A,a}$	$4.60 \pm 0.87^{B,a}$	$4.87 \pm 0.99^{A,a}$	$4.54 \pm 1.16^{A,a}$	$4.11 \pm 0.98^{B,b}$
คุณภาพโดยรวม	สัปดาห์ที่ 0	$5.10 \pm 1.11^{A,a}$	$5.24 \pm 0.94^{A,a}$	$5.30 \pm 1.05^{A,a}$	$5.21 \pm 0.83^{A,a}$	$5.07 \pm 1.03^{A,a}$	$5.06 \pm 1.11^{A,a}$
	สัปดาห์ที่ 2	$4.90 \pm 1.08^{A,ab}$	$5.16 \pm 1.07^{A,a}$	$5.00 \pm 0.90^{AB,ab}$	$5.01 \pm 1.00^{A,ab}$	$4.63 \pm 1.22^{B,bc}$	$4.51 \pm 1.18^{B,c}$
	สัปดาห์ที่ 4	$4.77 \pm 0.97^{A,a}$	$4.80 \pm 0.86^{B,a}$	$4.94 \pm 0.81^{B,a}$	$4.99 \pm 0.83^{A,a}$	$4.41 \pm 0.91^{B,b}$	$4.24 \pm 1.04^{B,b}$

สัปดาห์ที่ 0 คือ วัดหลังจากการย่าง

$^{A-B}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันของแต่ละพารามิเตอร์ (Parameter) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

$^{a-d}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันของแต่ละพารามิเตอร์ (Parameter) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 2 = ไม่ชอบมาก, 3 = ไม่ชอบ, 4 = เฉย ๆ, 5 = ชอบ, 6 = ชอบมาก, 7 = ชอบมากที่สุด

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสัดส่วนไขมันที่ระดับไขมันร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 พร้อมกับศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน พบว่าที่ระดับไขมันร้อยละ 15 มีคุณภาพดีที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น โดยคุณภาพทางกายภาพเช่นค่าสีแตกต่างจากกลุ่มการทดลองที่ไม่เติมไขมัน (ร้อยละ 0) แต่ดีกว่ากลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 20 และ 25 ส่วนคุณภาพทางด้านเคมีเมื่อพิจารณาถึงอายุการเก็บรักษากลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 15 เกิดการออกซิเดชันชันของไขมันน้อยกว่ากลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 20 และ 25 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน โดยประเมินจากการยอมรับได้ของผู้บริโภค พบว่ากลุ่มการทดลองที่เติมไขมันร้อยละ 15 ได้คะแนนการยอมรับได้อยู่ในระดับชอบในทุกลักษณะยกเว้นด้านกลิ่นซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้นและได้พิจารณาจากคุณภาพโดยรวมด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ประกอบการพิจารณาจากคะแนนการยอมรับได้ด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์และอายุการเก็บรักษารวมถึงความเหมาะสมสำหรับการทดลองต่อไป ผู้วิจัยจึงเลือกผลิตภัณฑ์หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานที่เติมไขมันร้อยละ 15 เพื่อทำการศึกษาในการทดลองอื่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จุทารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. **เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ขั้นสูง.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. **องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร.** กรุงเทพมหานคร: ฟอร์แมทพริ้นติ้ง.

ณัฐนันท์ มณีนิล. 2554. **ผลของสารสกัดชาเขียวต่อคุณภาพเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** รายงานการวิจัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

นิพัฒน์ ลิ้มสงวน. 2547. **การศึกษากระบวนการสกัด คุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์และสารต้านอนุมูลอิสระของคาเทชินจากชาเขียวของไทย.** รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพมหานคร.

บุษกร อุตรภิชาติ. 2547. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** มหาวิทยาลัยทักษิณ. สงขลา.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2546. **การใช้สารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดง เปลือกและเมล็ดส้มเขียวหวานเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันธรรมชาติในหมูแผ่น.** รายงานการวิจัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม. 2551. **สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงและผลของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ต่อประสิทธิภาพการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงในผลิตภัณฑ์กุนเชียงและหมูแผ่น.** รายงานการวิจัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช). 2549. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์หมูแดดเดียว.** [Online] Available: https://law.resource.org/pub/th/ibr/th.ps.296.2549.pdf. [สืบค้นวันที่ 15 มิถุนายน 2557]

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช). 2555. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุนเชียงหมู**. [Online]. Avialble https://law.resource.org/pub/th/ibr/th.ps.103.2555.pdf. [สืบค้นวันที่ 15 มิถุนายน 2557]

สุรีย์ นานาสมบัติ. 2551. **การประยุกต์ใช้สารสกัดจากผักพื้นบ้านเพื่อใช้เป็นสารต้านออกซิเดชันและสารต้านจุลินทรีย์จากธรรมชาติในผลิตภัณฑ์**. รายงานการวิจัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุภามาศ มูสิกะ. 2550. **สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงและผลของน้ำตาลซูโครสต่อประสิทธิภาพการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์.** รายงานการวิจัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

AOAC. 1995. Chapter 17 AOAC Official Method 17.9.01. p. 55. In Cunniff, P. **Official methods of analysis of AOAC International.** Virginia.

AOAC. 2000. Official Method of analysis of AOAC International. 17th Ed. **Association of Official Analytical Chemists.** Washington D.C.

AOAC. 2005. Chapter 17 AOAC Official Method 940. 36b. p. 2. In Horwitz, W. and Latimer, G.W. **Official methods of analysis of AOAC International**. Maryland.

AOAC. 2006. Chapter 17 AOAC Official Method 966.23c-24. In Horwitz, W. and W. Latimer, **Official methods of analysis of AOAC international.** Maryland : AOAC international.

BAM. 2001. Bacteriological Analytical Manual online, Chapter 12 on *Staphylococcus aureus.* U.S.Food and Drug Administration.[Online].Available: http://www.fda.gov/Food/FoodScience Research/ Laboratory Methods/ucm 071429.html. [สืบค้นวันที่ 9 ธันวาคม 2556]

Calicioglu, M., Sofos, J.N. and Kendall, P.A. 2003. "Influence of marinades on survival during storage of acid-adapted and nonadapted Listeria monocytogenes inoculated post-drying on beef jerky." **Int. J. Food Microbiol**. 86 : 283-292.

Campos, C.A., Rodriguez, O., Calo-Mata, P., Prado, M. and Barrops-Velazquez, J. 2006. "Preliminary characterization of bacteriocin from *Lactococcus lactis*, *Enterococcus faecium* and *Enterococcus munditii* strains isolated from turbot (*Psetta maxima*)." **Int. Food Res.** 39 : 356-364.

Castellini, C., Mugnai, C. and Bosco, A.D. 2002. "Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality." **Meat Sci**. 60 : 219-225.

Cengiz, K. and Gokiglu, N. 2007. "Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality chacteristics of frankfurter-type sausages." **Int. J. Food Sci. Tech**. 42 : 366-372.

Chokesajjawatee, N., Pornaem, S., Zo, Y.G., Kamdee, S., Luxananil, P., Wanasen, S. and Valyasevi, R. 2009. "Incidence of *Staphylococcus aureus* and associated risk fators in Nham, a Thai fermented pork product. **Food Microbiol.** 26 : 547-551.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Crehan, C.M., Hughes, E., Troy, D.J. and Buckley, D.J. 2000. "Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat." **Meat Sci.** 55 : 463-469.

Esen, N., Wagoner, G. and Philips, N. 2010. "Evaluation of capsular strains of *S.aureus* in an experimental brain abscess model." **J. Clin. Microbiol.** 218 : 83-93

Huang, T.C. and Nip, W.K. 2001. **Intermediat moisture meat and dehydrated meat. In Meat science and applications.** New York : Mercel Dekker.

Jo, C., Lee, J.I. and Ahn, D.U. 1999. "Lipid oxidation, color changes and volatiles production in irradiated pork sausage with different fat content and packaging during storage." **Meat Sci**. 51 : 355-361.

Karre, L., Lopez, K. and Getty, J.K. 2013. "Natural antioxidants in meat and poultry products." **Meat Sci**. 94 : 220–227.

Leite, A., Rodrigues, S., Pereira, E., Paulos, K., Oliveira, A.F., Lorenzo, J.M. and Teixeira, A. 2015. "Physicochemical properties, fatty acid profile and sensory characteristics of sheep and goat meat sausages manufactured with different pork fat levels." **Meat Sci**. 105 : 114-120.

Lund, M.N., Hviid, M.S. and Skibsted, L.H. 2007. "The combined effect of antioxidants and modified atmosphere packaging on protein and lipid oxidation in beef patties during chill storage." **Meat Sci**. 76 : 226-233.

Murphy, R.Y., Johnson, E.R., Duncan, L.K., Clausen, E.C., Davis, M.D. and March, J.A. 2001. "Heat transfer properties, moisture loss, product yield, and soluble proteins in chicken breast patties during air convection cooking." **Poultry Sci.** 80 : 508-514

Olmedilla-Alonso, B., Jiménez-Colmenero, F. and Sánchez-Muniz, F.J. 2013. "Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods." **Meat Sci**. 95 : 919-930.

Trate, R. editor. 2009. **Ingredients in meat products properties, functionality and applications.** USA : Springer science Business media, LLC.

Tobin, B.D., O'Sullivan, M.G., Hamill, R.M. and Kerry, J.P. 2012. "Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters." **Meat Sci.** 92 : 659-666.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tobin, B.D., O'Sullivan, M.G., Hamill, R.M. and Kerry, J.P. 2013. "The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages." **Meat Sci.** 93 : 145-152

Varnam, A.H. and Sutherland, J.P. 1995. **Dried meats, intermediate moisture meats and extracts. Meat and meat products : technology, chemistry and microbiology**. London : Chapman and Hall.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารเคมี

1. การเตรียมสารละลายสำหรับการสกัด malonaldehyde ในหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

1.1 0.069 M 2-Thiobarbituric acid (1000 มิลลิลิตร)

2-Thiobarbituric acid	10.00	กรัม
conc. HCL	20.00	มิลลิกรัม
90% Acetic acid	1000	มิลลิลิตร

ทำการละลาย 2-Thiobarbituric acid 10.00 กรัม ใน 90% Acetic acid 600 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยให้ความร้อนพร้อมทั้งใช้แท่ง magnetic เพื่อช่วยในการกระจายตัวของสาร จากนั้นเติม conc. HCL 20.00 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วย 90% Acetic acid ให้ครบ 1000 มิลลิลิตรด้วยขวดปรับปริมาตร เก็บในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.2 1 M Potassium dihydrogen orthophosphate (KH_2PO_4) (100 มิลลิลิตร)

Potassium dihydrogen orthophosphate (KH_2PO_4)	13.609	กรัม
Distilled water	100	มิลลิลิตร

ทำการละลาย KH_2PO_4 13.609 กรัม ใน Distilled water 70 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรด้วย Distilled water ให้ครบ 100 มิลลิลิตร เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.3 50 mM Potassium phosphate (1000 มิลลิลิตร)

Dipotassium hydrogen orthophosphate (K_2HPO_4)	7.05	กรัม
Potassium dihydrogen orthophosphate (KH_2PO_4)	1.30	กรัม
Distilled water	1000	มิลลิลิตร

ทำการละลาย K_2HPO_4 7.05 กรัม และ KH_2PO_4 1.30 กรัม ใน Distilled water 970 มิลลิลิตร จากนั้นปรับ pH ให้เป็น 7.4 ด้วย 1 M KH_2PO_4 แล้วปรับปริมาตรด้วย Distilled water ให้ครบ 1000 มิลลิลิตร เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.4 4 N Hydrochloric acid (HCL) (250 มิลลิลิตร)

Hydrochloric acid	82.81	มิลลิลิตร
Distilled water		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท Distilled water ลงในขวดปรับปริมาตร จากนั้นค่อยๆ เติม HCL 82.81 มิลลิลิตร ลงไป แล้วปรับปริมาตรด้วย Distilled water ให้ครบ 250 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.5 0.2% Butylated hydroxytoluene (BHT) (100 มิลลิลิตร)

Butylated hydroxytoluene	0.2	กรัม
Ethanol	100	มิลลิลิตร

ทำการละลาย Butylated hydroxytoluene 0.2 กรัม ใน Ethanol 70 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วย Ethanol ให้ครบ 100 มิลลิลิตร ควรเตรียมใหม่ทุกครั้งเมื่อใช้งาน

1.6 Stock MDA 100 mM 1,1,3,3-Tetraethoxypropane (TEP) (1000 มิลลิลิตร)

1,1,3,3-Tetraethoxypropane	24.47	ไมโครลิตร
HCL		
Distilled water		

ทำการผสม 1,1,3,3-Tetraethoxypropane 24.47 ไมโครลิตร ใน Distilled water 950 มิลลิลิตร แล้วเติม HCL 5-6 หยด แล้วปรับปริมาตรด้วย Distilled water ให้ครบ 1000 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2. การวิเคราะห์หาความเข้มข้น malonadehyde ในหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

2.1 วิธีการสกัด malonadehyde ในหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน ด้วยเทคนิค TBARs test

1) นำตัวอย่างหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทานมาบดให้ละเอียด จากนั้นสุ่มชั่งตัวอย่างละ 10 กรัม

2) เติม 50 mM Potassium phosphate 9 มิลลิลิตร BHT 1 มิลลิลิตรและน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่าง จากนั้นนำมา homogenized ด้วยเครื่อง homogenizer ที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 1 นาที ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน

3) นำ stock MDA มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 ไมโครโมลต่อไมโครลิตร มาเป็นตัวเปรียบเทียบกราฟมาตรฐาน (standard curve) จากนั้นนำไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่นโปรตีน

4) ก่อนกลั่นจะเติม 4N HCL 1.25 มิลลิลิตรและ anti-foaming agent 5-6 หยด

5) นำหลอดย่อยโปรตีนต่อเข้ากับเครื่องกลั่นโปรตีน กลั่นจนได้ของเหลวในขวดลูกชมพู่ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) นำสารละลายที่กลั่นได้มาปริมาณ 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเกลียวแล้วเติม 0.069 M TBA 5 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร

7) นำมาต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 55 นาที โดยเขย่าทุก ๆ 5 นาที เพื่อเร่งให้เกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์

8) เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดแล้ว นำออกจากอ่างควบคุมอุณหภูมิ แล้วนำไปทำให้เย็นลงทันทีในน้ำแข็ง แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 10 นาที

9) นำตัวอย่างไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร

10) คำนวณค่า TBARs Value

3. การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ malonaldehyde (MDA)

ทำกราฟมาตรฐานของสารละลาย MDA ในหมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน โดยนำ stock MDA มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 ไมโครโมลต่อไมโครลิตร จากนั้นนำสารละลาย stock MDA ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานและคำนวณสมการถดถอย $y = ax + b$ โดยค่า y เป็นค่าการดูดกลืนแสง และค่า x เป็นค่าความเข้มข้นของสารละลาย stock MDA แล้วนำไปคำนวณค่า TBARs Value จากสูตร

$$\text{TBARs Value (mg MDA/ kg sample)} = \frac{(X \times 10 \times 72)}{\text{น้ำหนักเนื้อตัวอย่าง}}$$

เมื่อ X = ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร

10 = dilution

72 = น้ำหนักโมเลกุลของ MDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การประเมินความพึงพอใจต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ หมูหวานกึ่งแห้งพร้อมรับประทาน

วันที่.....

ลำดับที่.....

<u>ตอนที่ 1</u> รายละเอียดของผู้ประเมิน

1.1 เพศ O ชาย O หญิง

1.2 กรุณาระบุช่วงอายุของท่าน

O ต่ำกว่า 20 ปี O 20-35 ปี O 36-50 ปี O สูงกว่า 50 ปี

1.3 รายได้ของท่านต่อเดือน O น้อยกว่า 5,000 บาท O 5,001-15,000 บาท

O 15,001-25,000 บาท O มากกว่า 25,000 บาท

1.4 อาชีพ O นักเรียน นักศึกษา O รับราชการ พนักงานของรัฐ

O บริษัทเอกชน O ทำงานส่วนตัว

O อื่น ๆ โปรดระบุ.....

คุณชอบรับประทานหมูหวานหรือไม่

O ไม่ชอบมาก O ไม่ชอบ O ไม่ค่อยชอบ O เฉยๆ

O ค่อนข้างชอบ O ชอบ O ชอบมาก

คุณชอบรับประทานหมูแดดเดียวหรือไม่

O ไม่ชอบมาก O ไม่ชอบ O ไม่ค่อยชอบ O เฉยๆ

O ค่อนข้างชอบ O ชอบ O ชอบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

🍸 กรุณากลั้วปากด้วยน้ำดื่มก่อนชิมตัวอย่างแรก

🍸 ก่อนชิมตัวอย่างถัดไป กรุณาทานแครกเกอร์เล็กน้อย ตามด้วยการกลั้วปากด้วยน้ำดื่มอีกเล็กน้อย (ท่านสามารถบ้วนทิ้งลงในถ้วยสูงที่เตรียมไว้ให้)

<u>ตอนที่ 2</u> กรุณาให้คะแนนระดับความชอบของท่าน (จาก 1 ถึง 7 คะแนน) ที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ท่านกำลังทดสอบชิมทีละตัวอย่าง โดยกรอกคะแนนลงให้ตรงกับรหัสตัวอย่างในตารางด้านล่าง

คะแนน		ระดับความชอบ
7	=	ชอบมากที่สุด
6	=	ชอบมาก
5	=	ชอบ
4	=	เฉยๆ
3	=	ไม่ชอบ
2	=	ไม่ชอบมาก
1	=	ไม่ชอบมากที่สุด

ลักษณะของผลิตภัณฑ์	**รหัสผลิตภัณฑ์**					
ลักษณะปรากฏโดยรวม						
สี						
กลิ่น						
เนื้อสัมผัส (ความยากง่ายในการกัดและเคี้ยวเพื่อกลืน)						
รสชาติ						
ความหวาน						
คุณภาพโดยรวม						

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

……

……ขอบคุณที่กรุณาสละเวลาอันมีค่า ☺

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัตินักวิจัย

<u>หัวหน้าโครงการ</u>

1. ชื่อ - นามสกุล ดร. คมแข พิลาสมบัติ

Dr. Komkhae Pilasombut

2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

3. สถานที่ติดต่อ สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

4. ประวัติการศึกษา

คุณวุฒิ	ปี พ.ศ. ที่จบ	ชื่อสถานศึกษาและประเทศ
วท.บ. (เกษตรศาสตร์/สัตวศาสตร์)	2534	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเทศไทย
วท.ม. (สัตวศาสตร์)	2540	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเทศไทย
ปร.ด. (เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร)	2549	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประเทศไทย

5. ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2540 - ปัจจุบัน อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

6. สาขาที่มีความชำนาญ

จุลชีววิทยาเนื้อสัตว์

<u>ผู้ช่วยนักวิจัย</u>

1. ชื่อ - นามสกุล นางสาว สุภาพรรณ ศฤงฆาร

Miss Supapun Saringkhan

2. สถานที่ติดต่อ 30/386 หมู่บ้านพฤกษา 11 ซอย 1/1
ตำบล คลองสาม อำเภอคลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประวัติการศึกษา

คุณวุฒิ	ปี พ.ศ. ที่จบ	ชื่อสถานศึกษาและประเทศ
วท.บ. (เกษตรศาสตร์/สัตวศาสตร์)	2551	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเทศไทย
วท.ม. (สัตวศาสตร์)	กำลังศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T142078

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้