



รายงานการวิจัย

การศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู
สู่เชิงพาณิชย์

**Studies on the Pork Ball Processing and
Product Development to Commercial**

ตรีชฎา อุตัยดา

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

**การศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู
สู่เชิงพาณิชย์**

**Studies on the Pork Ball Processing and
Product Development to Commercial**

ตรีชฎา อุตัยดา

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2559

ชื่องานวิจัย การศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสู่เชิงพาณิชย์
ผู้วิจัย ศิริชญา อุทัยดา
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู โดยหาปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสม ได้แก่ ปริมาณเกลือร้อยละ 2.9, 2.5 และ 2.0 และปริมาณ พริกไทย ร้อยละ 0.4, 0.3 และ 0.2 พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูอยู่ในระดับ ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (คะแนน 7.01, 6.61 และ 6.60) นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 2 และ 3 มีค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (b^*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูทั้ง 3 สูตร มีความสว่าง (L^*) ค่าสีแดงและเขียว (a^*) ค่า Adhesiveness, Cohesiveness และ Springiness ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 1 มีค่า Hardness สูงที่สุด มีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งและแน่นมากกว่าลูกชิ้นหมูสูตรอื่นๆ โดยที่ลูกชิ้นหมูสูตร 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 3 ซึ่งมีปริมาณส่วนผสมดังนี้ เนื้อสะโพกหมู น้ำแข็งบด เกลือป่น พริกไทยป่น ผงชูรส แป้งมัน และฟอสเฟต ร้อยละ 71.84, 22.65, 2.0, 0.2, 0.14, 2.87 และ 0.3 ตามลำดับ จึงเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำหรับศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยนำมาบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนไสชนิดความหนาแน่นต่ำแบบซิปล็อคและถุงสุญญากาศแบบใส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส พบว่า ลูกชิ้นหมูที่บรรจุในถุงสุญญากาศแบบใสมีการเจริญของจุลินทรีย์ช้ากว่าการบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนไสชนิดความหนาแน่นต่ำแบบซิปล็อค และสามารถเก็บรักษาลูกชิ้นหมูที่บรรจุในถุงโพลีเอทิลีนไสชนิดความหนาแน่นต่ำแบบซิปล็อคและถุงสุญญากาศแบบใสได้เป็นเวลาไม่เกิน 9 และ 12 วัน ตามลำดับ จึงสามารถบริโภคได้โดยไม่เป็นอันตราย

คำสำคัญ: ลูกชิ้นหมู ผลิตภัณฑ์เนื้อหมู การผลิตสู่เชิงพาณิชย์

Research Title Studies on the Pork Ball Processing and Product Development to Commercial

The Researcher Ms. Treechada Utaida

Major Food Science and Technology
Phetchabun Rajabhat University 2017

ABSTRACT

The objective of this study was to improve the pork ball process and product development was used determine optimum ingredients ratio were salt content of 2.9, 2.5 and 2.0% and pepper content of 0.4, 0.3 and 0.2%. It was found that the consumer's preference in color, odor, flavor and overall acceptance were not significantly different ($p > 0.05$), which the consumer's overall acceptance of pork ball was like slightly to like moderately (scores 7.01, 6.61 and 6.60). In addition, pork balls treatment 2 and 3 had b^* values were significantly different ($p \leq 0.05$). However, the three treatment had L^* and a^* values, adhesiveness, cohesiveness and springiness were not significantly different ($p > 0.05$). While the pork balls treatment 1 had the highest hardness, the texture was firmer and tighter than the other pork balls treatment by pork balls treatment 2 and 3 were not significantly different ($p > 0.05$). Therefore the ingredients of pork balls treatment 3 are as follows; pork hip, crushed ice, salt, pepper, MSG (mono-sodium glutamate), tapioca flour and phosphate was 71.84, 22.65, 2.0, 0.2, 0.14, 2.87 and 0.3%, respectively. It was a sample of the product for shelf life study as packed in zip lock low density polyethylene bags (LDPE) and transparent vacuum bags, storage at 2-4°C showed that the microorganism of pork balls was packed in transparent vacuum bags slower growth than those packed in LDPE bags and pork balls was packed in LDPE bags and transparent vacuum bags can be kept for up to 9 and 12 days, respectively, so they can be safely consumed.

Key Words : Pork Ball, Pork Product, Processing to Commercial

(ก)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัย เรื่อง การศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูตู้เซงพาณิชย์สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญจากศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมปศุสัตว์ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และคำปรึกษา ทำให้ผู้วิจัยเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหางานและสามารถนำไปปฏิบัติจนเกิดผลสำเร็จ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สำหรับทุนสนับสนุนในการทำวิจัย และขอขอบคุณผู้ทดสอบชิมทุกท่านที่ให้ความร่วมมือจนงานวิจัยสำเร็จอย่างสมบูรณ์

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัยครั้งนี้

ตรีชฎา อุทัยดา

มีนาคม 2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(ก)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ฉ)
สารบัญรูป	(ช)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 กระบวนการดำเนินงานวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 สุขศาสตร์เนื้อสัตว์	4
2.2 การแปรรูปเนื้อสัตว์	14
2.3 บทบาทของสารเคมีและเครื่องเทศต่อผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	23
2.4 ลูกชิ้นหมู	26
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	31
3.1 วัตถุประสงค์	31
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	31
3.3 วิธีการทดลอง	32
บทที่ 4 ผลการวิจัย	37
4.1 ผลการศึกษา	37
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	43
5.1 สรุปผล	43
5.2 อภิปรายผล	43

	หน้า
5.3 ข้อเสนอแนะ	44
บรรณานุกรม	45
ภาคผนวก	47
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์คุณภาพ	48
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	55
ภาคผนวก ค ภาพประกอบการวิจัย	57
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ลูกชิ้นหมู	61
ภาคผนวก จ การบูรณาการงานวิจัยกับการเรียนการสอน	68
ภาคผนวก ฉ การรับรองผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	82
ประวัติผู้วิจัย	87

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ปัจจัยที่เกี่ยวกับคุณภาพในลักษณะต่างๆ ใช้ประเมินคุณภาพเนื้อหมู	7
2-2 ประเภทของโรงฆ่าหมูที่ดำเนินงานแบ่งตามเอกสาร ฅจส.2 ของกรมปศุสัตว์ ปี พ.ศ. 2551	13
3-1 ปริมาณส่วนผสมของลูกชิ้นหมูสูตรพื้นฐาน	32
3-2 ปริมาณส่วนผสมของลูกชิ้นหมู	33
4-1 ปริมาณส่วนผสมของลูกชิ้นหมู	37
4-2 ค่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู	39
4-3 ผลการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู	40
4-4 ผลการวัดค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู	41
4-5 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 วัน	42
4-6 ปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 วัน	42
ก-1 รายละเอียดการตั้งสภาวะเครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร	53

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1-1 กระบวนการดำเนินงานวิจัย	3
2-1 กระบวนการฆ่าสุกรแบบสากล	12
2-2 เครื่องบดเนื้อ	18
2-3 เครื่องสับละเอียด	18
2-4 ลักษณะการเกิดอิมัลชันในผลิตภัณฑ์เนื้อ	19
4-1 วิธีการผลิตลูกชิ้นหมู	38
ก-1 ผลการวิเคราะห์ค่าโครมทางดำนเนื้อสั้มพัสดูลูกชิ้นหมูสูตร 1	53
ก-2 ผลการวิเคราะห์ค่าโครมทางดำนเนื้อสั้มพัสดูลูกชิ้นหมูสูตร 2	54
ก-3 ผลการวิเคราะห์ค่าโครมทางดำนเนื้อสั้มพัสดูลูกชิ้นหมูสูตร 3	54
ค-1 ส่วนผสมและขั้นตอนการผลิตลูกชิ้นหมู	58
ค-2 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตรต่างๆ	58
ค-3 การแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู (ก) นึ่ง และ (ข) ทอด	59
ค-4 การบรรจุถุงสุญญากาศแบบใส	59
ค-5 การวิเคราะห์ค่าโครมลักษณะเนื้อสั้มพัสดด้วยเครื่องวัดเนื้อสั้มพัสด	59
ค-6 การวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดสี	60

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การดำเนินธุรกิจผลิตภัณฑ์เนื้อหมูแปรรูป “หมูไร้เทียมทาน” มีแนวคิดริเริ่มจากที่ครอบครัวมีกิจการฟาร์มสุกร ซึ่งเลี้ยงสุกรมานานกว่า 15 ปี แต่เนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถควบคุมราคาสุกรหน้าฟาร์มได้และต้องการหลุดพ้นจากสถานการณ์ที่ไม่สามารถกำหนดได้เอง จึงต้องการจะแปรรูปเนื้อหมูให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่า โดยทางครอบครัวมีสูตรดั้งเดิมในการแปรรูปเนื้อหมูอยู่แล้ว แต่ขาดผู้สืบทอดเจตนาธรรมณ์ ผู้ประกอบการจึงมีความประสงค์ที่จะผลิตในเชิงธุรกิจเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับประทานผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อหมูที่มีคุณภาพในราคาที่ย่อมเยา ซึ่งผลิตภัณฑ์ “หมูไร้เทียมทาน” ที่จำหน่ายในท้องตลาด ได้แก่ หมูยอ ลูกชิ้น และไส้กรอกหมู แต่เนื่องด้วยกิจการเพิ่งเริ่มต้นประมาณ 6 เดือน ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจึงอยู่ในตลาดทั่วๆ ไปและยังไม่ได้ได้รับความนิยม นอกจากนี้ ยังเกิดปัญหาที่ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นมีการหดตัว สีเกิดเปลี่ยนแปลงหลังจากนำไปให้ความร้อนโดยการปิ้งไม่ถึง 5 นาที และมีอายุการเก็บรักษานาน

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการดำเนินธุรกิจการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นมีการแข่งขันสูงมาก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ ผู้บริโภคมีความต้องการบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปเนื้อสัตว์มากขึ้น ธุรกิจนี้จึงมีการขยายตัวหรือการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ “หมูไร้เทียมทาน” ที่เป็นผู้ผลิตรายใหม่ ดังนั้น ผู้วิจัยร่วมกับผู้ประกอบการจึงพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เดิมที่กำลังดำเนินการอยู่ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของสังคมหรือผู้บริโภค ตลอดจนการปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมากขึ้น โดยจะศึกษากระบวนการผลิตและปรับปรุงสูตรของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูให้ได้คุณภาพ หรือมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ได้เทียบเท่ากับคู่แข่งรายอื่นในด้านเนื้อสัมผัส กลิ่น และรสชาติ รวมทั้งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น ซึ่งคาดว่าผลงานวิจัยนี้จะช่วยให้ผู้ประกอบการมีขั้นตอนและวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีทิศทางและเป็นระบบชัดเจนขึ้น อีกทั้งเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางการตลาดกับคู่แข่ง และได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

ดังนั้น การศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู สามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงขั้นตอนการผลิตและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู นอกจากนี้ ยังเป็นการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบที่มีอยู่สู่การสร้างมูลค่าเพิ่มในภาคอุตสาหกรรม และพัฒนาในเชิงพาณิชย์เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวและพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู
- 1.2.2 เพื่อหารูปแบบและวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู

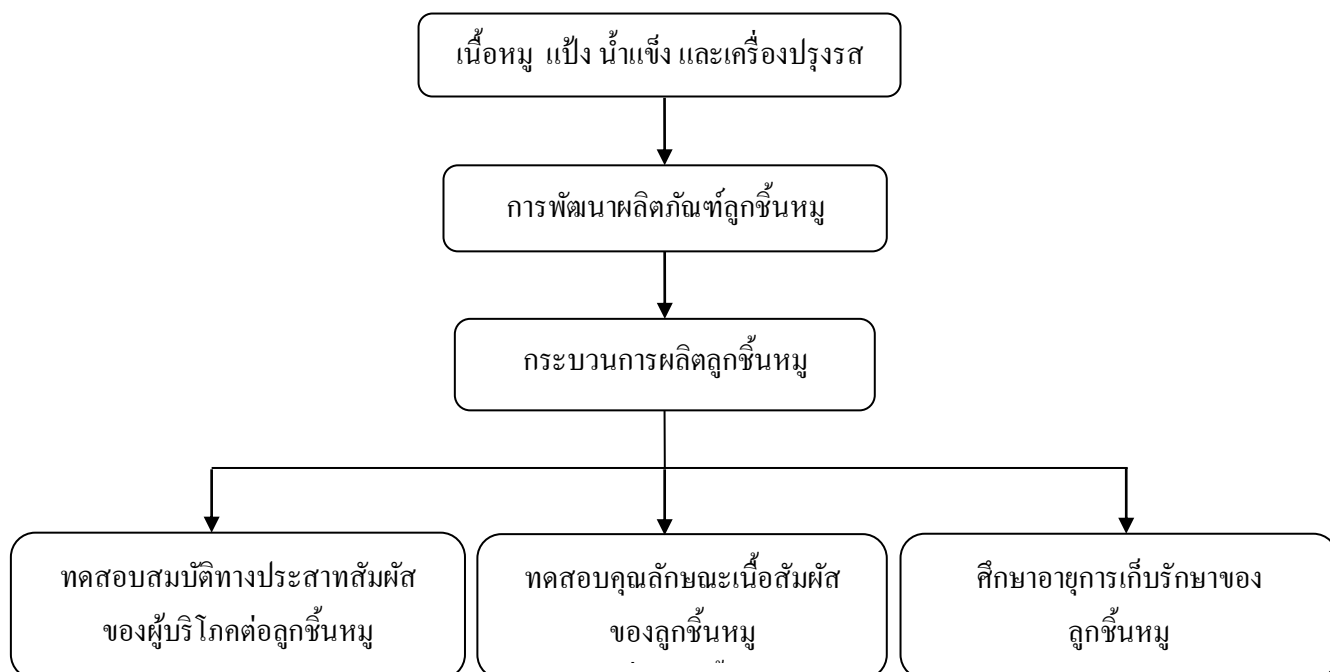
1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาทดลองเฉพาะส่วนผสมและกระบวนการผลิตลูกชิ้นหมูเท่านั้น
- 1.3.2 ศึกษาทดลองโดยใช้ปัจจัย และเครื่องมือเครื่องจักรที่มีอยู่เดิมของผู้ประกอบการเท่านั้น
- 1.3.3 การประเมินผลการทดลอง โดยใช้วิธีการทดสอบดังนี้
 - 1) การทดสอบความชอบแบบ Hedonic Scale 9 Points สำหรับคุณลักษณะความชอบโดยรวม เพื่อให้ทราบถึงระดับความยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู
 - 2) การทดสอบคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู โดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ได้แก่ Hardness, Adhesiveness, Springiness, Cohesiveness, Gumminess และ Chewiness

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ขั้นตอนและวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค และตรงต่อความต้องการของตลาด

1.5 กระบวนการดำเนินงานวิจัย



รูปที่ 1-1 กระบวนการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สุขศาสตร์เนื้อสัตว์

2.1.1 เนื้อสัตว์

เนื้อสัตว์ (meat) หมายถึง เนื้อจากสัตว์ต่าง ๆ ที่ใช้เนื้อเพื่อบริโภค ได้แก่ เนื้อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น เนื้อหมู เนื้อวัว เนื้อแพะ เนื้อแกะ เนื้อควาย เนื้อสัตว์ปีก เช่น ไก่ เป็ด ห่าน นกทุกประเภท สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เช่น จระเข้ กบ เต่า ตะพาบ และอื่น ๆ เนื้อสัตว์ที่นำมาใช้บริโภคส่วนใหญ่ได้จากการปศุสัตว์ผ่านการฆ่าจากโรงฆ่าสัตว์ และนำมาชำแหละเป็นชิ้นส่วนเพื่อแบ่งจำหน่ายและสะดวกในการนำมาบริโภค (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2558)

เนื้อหมู (pork) เป็นเนื้อสัตว์ที่นุ่ม นำมาใช้ในการประกอบอาหารได้มากที่สุดชนิดหนึ่ง เนื้อหมูที่มีคุณภาพดี เนื้อจะเนียนแน่นและมีสีชมพูอ่อน ไขมันจะต้องมีสีขาว กระดูกเล็ก หนังหมูจะเรียบเนียน สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายวิธี ได้แก่ การย่าง ทอด ผัด อบ ต้ม หรือตุ๋น เป็นต้น เนื้อจะหวาน หอม และนุ่ม ซึ่งมีวิธีการเลือกซื้อเนื้อสัตว์ที่ควรพิจารณา (ณภัทร วิสวะกุล, 2559) ดังนี้

- 1) เลือกซื้อเนื้อสัตว์ให้เหมาะสมกับชนิดของอาหารและวิธีการหุงต้ม เช่น ถ้าจะทำเนื้ออย่างควรใช้เนื้อสัน แต่ถ้าจะทำเนื้อเปื่อยควรใช้ส่วนเหนียวที่มีเอ็นหรือพังผืด
- 2) เลือกซื้อเนื้อที่มีสีชมพูแดง เนื้อละเอียด มีความแน่นตัวดี เมื่อใช้นิ้วกดดูจะไม่นุ่ม
- 3) พิจารณาราคาเนื้อและส่วนที่กินได้ เช่น เนื้อแดงจะดีกว่าเนื้อที่ติดกระดูกมาก อย่างเช่นซี่โครง เนื่องจากเนื้อแดงจะมีส่วนที่กินได้มากกว่าซี่โครง แต่ราคาต่างกันไม่มาก
- 4) เลือกซื้อเนื้อสัตว์จากสัตว์อายุน้อยโดยดูจากกระดูกที่ติดมา
- 5) เลือกซื้อเนื้อจากแหล่งที่มั่นใจว่าผ่านขั้นตอนที่ถูกต้องจากโรงงานฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน

การนิยมนำเนื้อสัตว์นั้นขึ้นอยู่กับความนิยมของประชากรในบริเวณนั้น ๆ ภูมิประเทศ และความเชื่อตามหลักศาสนา โดยทั่วไปจะบริโภคส่วนที่เป็นกล้ามเนื้อของสัตว์ต่าง ๆ ซึ่งกล้ามเนื้อของสัตว์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- 1) กล้ามเนื้อลาย (skeleton muscle) ซึ่งหมายความว่า เป็นกล้ามเนื้อที่ร่างกายใช้ในการเคลื่อนไหวและเป็นโครงสร้าง ได้แก่ กล้ามเนื้อตามแขนขา และลำตัว จะเป็นกล้ามเนื้อที่ติด

อยู่กับกระดูก

2) กล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle) เป็นกล้ามเนื้อของอวัยวะภายในทั้งหลาย ทั้งกระเพาะ ไต และปอด เป็นต้น

3) กล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac muscle) เป็นกล้ามเนื้อลายที่ทำงานโดยไม่อยู่ภายใต้การควบคุมของสมอง ไม่สามารถควบคุมได้

2.1.2 โครงสร้างและองค์ประกอบของกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อของสัตว์ หมายถึง กล้ามเนื้อลายที่เกาะติดกับกระดูก มีลักษณะเป็นมัด แต่ละมัดมีความยาวและขนาดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและหน้าที่ของกล้ามเนื้อนั้น ๆ โดยถูกห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันพวก endomysium perimysium และ epimysium แต่ละมัดของกล้ามเนื้อประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber) ซึ่งมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.01 – 0.0125 มิลลิเมตร ลักษณะของเซลล์ในเส้นใยจะเปลี่ยนแปลงไปตามอายุ เพศ และวิธีการเลี้ยง

องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อมีโปรตีนเป็นส่วนสำคัญ โดยโปรตีนในกล้ามเนื้อแบ่งออกเป็น sarcoplasmic, myofibrillar, sarcolemma และ connective tissue นอกนั้นเป็นไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน แร่ธาตุ และเอนไซม์ ไขมันในกล้ามเนื้อของสัตว์จะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามส่วนต่าง ๆ ของกล้ามเนื้อ อายุ และสายพันธุ์ ไขมันของสัตว์มีอยู่ 2 ลักษณะคือ ไขมันที่อยู่ในเซลล์และภายนอกกรอบ ๆ เซลล์ ในเนื้อสัตว์นั้นโดยทั่วไปเนื้อหมูและเนื้อวัวมีโปรตีนอยู่ประมาณร้อยละ 13-20 ไขมันร้อยละ 10-40 คาร์โบไฮเดรตไม่เกินร้อยละ 1 น้ำร้อยละ 45-70 นอกนั้นประกอบด้วยวิตามิน แร่ธาตุ และเอนไซม์ต่าง ๆ ในเนื้อสัตว์ปีก เช่น เนื้อไก่ ประกอบด้วยน้ำร้อยละ 74 โปรตีนร้อยละ 19 ไขมันร้อยละ 5 เกลือร้อยละ 0.8 และมีแร่ธาตุพวกแคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอและไนอาซินเป็นองค์ประกอบ เนื้อไก่มีโปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายอยู่ครบ ส่วนไขมันจะมีอยู่ได้ผิวหนังเป็นส่วนใหญ่ และไขมันในเนื้อไก่จะมีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวมากกว่าไขมันจากวัวและหมู ในสัตว์น้ำ เช่น ปลา เนื้อปลาประกอบด้วยน้ำร้อยละ 83.6 โปรตีนร้อยละ 15.2 ไขมันร้อยละ 0.8 และแร่ธาตุร้อยละ 1.1 คุณค่าทางอาหารของเนื้อปลานั้นพบว่าโปรตีนจากปลาเป็นโปรตีนย่อยง่ายกว่าโปรตีนจากเนื้อวัวและมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายมาก ในปลาทะเลไขมันปลามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่มาก และมีกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนมากกว่า 18 ตัว อยู่ถึงหนึ่งในสามของกรดไขมันทั้งหมด

2.1.3 การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัตว์

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัตว์หลังจากที่สัตว์ผ่านกระบวนการฆ่าแล้ว ภายในก้อนเนื้อจะค่อย ๆ มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากปริมาณออกซิเจนในก้อนเนื้อลดลงและหมดไป กล้ามเนื้อจะเกิดการเกร็งตัว ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลคติก ทำให้ความเป็นกรดมีมากขึ้น

โดยค่าความเป็นกรดจะลดลงจาก pH 6.5 การเกร็งตัวของเนื้อสัตว์ในระยะนี้เรียกว่า rigor mortis เป็นระยะที่เนื้อมีความเหนียว ถ้าทำการเก็บเนื้อไว้ในสภาวะที่มีความเย็นประมาณ 0 – 5 องศาเซลเซียสสักพัก เอนไซม์พวกโปรติเอสจะทำให้เนื้อเกิดความนุ่มขึ้น เนื่องจากการลดลงของ pH เนื่องจากการเปลี่ยนไกลโคเจนเป็นกรดแลคติกหลังจากการถูกฆ่านี้เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้คุณภาพของเนื้อลดลงด้วย ถ้าเนื้อมีความเป็นกรดมากจะทำให้คุณภาพของเนื้อลดลงด้วย การที่สัตว์ได้รับการพักผ่อน และป้องกันไม่ให้สัตว์ตกใจ หรือถูกทรมาน จะทำให้เนื้อที่มีคุณภาพดี มีความเป็นกรดต่ำประมาณ 5.8-5.6 แต่ถ้าสัตว์มีการตื่นตกใจ หรือเหนื่อยก่อนถูกฆ่า ความเป็นกรดต่ำหลังถูกฆ่าจะต่ำถึง 5.4 ทำให้โปรตีนในเนื้อเสียสภาพธรรมชาติ เช่น ความสามารถในการละลาย และความสามารถในการอุ้มน้ำ รวมทั้งสีจะเข้มขึ้นด้วย เนื้อที่มีคุณภาพดีจะมีสีแดง เนื่องจากเมดสีไมโอโกลบิน (myoglobin) ปริมาณเมดสีจะขึ้นอยู่กับอายุของสัตว์ โดยที่สัตว์ที่มีอายุน้อยจะมีไมโอโกลบินมากกว่าสัตว์ที่มีอายุมาก เมดสีไมโอโกลบินเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีออกซิเจน จะรวมตัวกับออกซิเจนเป็น oxymyoglobin ซึ่งมีสีแดงสด ดังนั้นเนื้อที่สดจึงมีสีแดงสด ส่วนเนื้อที่เก่าหรือเกิดการเน่าเสียมีสีเขียว เนื่องจากสารประกอบพวก sulmyoglobin และ cholemyoglobin สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อบางชนิด เช่น แฮม เบคอน และไส้กรอก ผลิตภัณฑ์พวกนี้มีสีแดงเนื่องจากสารไนตริกออกไซด์ ซึ่งได้จากการแตกตัวของเกลือไนเตรท และไนไตรท์ที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ ทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบิน เป็นสารประกอบ ไนโตรโซไมโอโกลบิน ที่มีสีแดง และเมื่อโดนความร้อนสารประกอบนี้จะเปลี่ยนเป็นไนโตรโซฮีโมโครม (nitrosohemochrome) มีสีชมพู ซึ่งเป็นสีที่คงทน

2.1.4 การเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์

เนื้อของสัตว์ที่มีสุขภาพดีนั้นไม่มีจุลินทรีย์ภายในก้อนเนื้อ โดยทั่วไปแล้วจุลินทรีย์จะอยู่ที่ผิวหนังและทางเดินอาหารของสัตว์ เมื่อสัตว์ถูกฆ่าแล้ว มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากหนังและทางเดินอาหาร บนก้อนเนื้อ ดังนั้น โดยทั่วไปแล้วก้อนเนื้อจึงมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ภายนอก การเน่าเสียของเนื้อจะเป็นการเน่าเสียจากภายนอกเนื่องจากจุลินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ จุลินทรีย์ที่มีอยู่กับเนื้อจะเป็น พวก *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Proteus*, *Clostridium* และ *Escherichia*

2.1.5 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อหมู

องค์ประกอบคุณภาพเนื้อหมูสามารถแบ่งเป็นลักษณะต่างๆ ที่สำคัญได้ 4 ประการ ดังข้อมูลในตารางที่ 2-1 ลักษณะต่างๆ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งทำให้คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อหมูมีองค์ประกอบของสารอาหารที่สมบูรณ์ครบทั้งห้าหมู่ การจัดการด้านสุขลักษณะมีผลต่อความปลอดภัย ภายนอก สภาพ และทางด้านเคมีของเนื้อ การป้องกัน การควบคุมด้วยวิธีการที่มี

ประสิทธิภาพ สามารถลดปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ส่วนการแปรรูปการนำเนื้อไปใช้ประโยชน์ มีลักษณะบ่งบอกถึงคุณภาพเนื้อทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี โดยมีเกณฑ์การตรวจวัดเพื่อแบ่งระดับคุณภาพ และการประเมินลักษณะที่เกี่ยวกับการยอมรับของผู้บริโภคในลักษณะต่างๆ ที่ต้องการตามความชอบในด้าน สี กลิ่น และรสชาติของเนื้อหมู

ตารางที่ 2-1 ปัจจัยที่เกี่ยวกับคุณภาพในลักษณะต่างๆ ใช้ประเมินคุณภาพเนื้อหมู

ปัจจัย	คุณลักษณะ
คุณค่าทางโภชนาการ	- โปรตีนและองค์ประกอบ - ไขมันและองค์ประกอบ - วิตามิน - เกลือแร่ - ส่วนที่ย่อยได้
การใช้เนื้อในการแปรรูป	- ค่าการอุ้มน้ำของเนื้อ - ปริมาณโปรตีนและลักษณะ - ไขมันและลักษณะ - เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน - ความนุ่ม - ค่าความเป็นกรด-ด่าง - ค่าสีเนื้อ
คุณลักษณะของเนื้อทางด้านจุลินทรีย์	- อายุการเก็บรักษา - ค่าความเป็นกรด-ด่าง - ค่าปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์ใช้ได้ - ความร้อนที่ใช้ในการผลิต - อุณหภูมิการเก็บ - สารตกค้างต่างๆ - ไนโตรซามีน - สารปฏิชีวนะ - ฮอร์โมน - ยาอื่นๆ - การปนเปื้อน

ตารางที่ 2-1 ปัจจัยที่เกี่ยวกับคุณภาพในลักษณะต่างๆ ใช้ประเมินคุณภาพเนื้อหมู (ต่อ)

ปัจจัย	คุณลักษณะ
สัญลักษณ์ของเนื้อทางด้านจุลินทรีย์	- ยาฆ่าแมลง - สารพิษจากเชื้อรา - โลหะหนัก - สารกัมมันตภาพรังสี
ลักษณะองค์ประกอบทางประสาทสัมผัส	- สีของเนื้อหมู - ความสว่างของสีเนื้อหมู - ไขมันแทรก - กลิ่น - รสชาติ - ความชุ่มน้ำ - ความแน่นของเนื้อหมู - ความนุ่มของเนื้อหมู

ที่มา : ฌักทร วิสวะกุล (2559)

สรุปภาพรวมของการผลิตเนื้อหมูคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับหลายส่วนระบบการผลิต การผลิตหมูระบบอุตสาหกรรมมีความจำเป็นต้องควบคุมดูแลเอาใจใส่ตัวหมูในด้านสวัสดิภาพของสัตว์ คุณภาพเนื้อหมู และปริมาณผลผลิต การศึกษาวิจัยใหม่ด้านต่างๆ ที่จำเป็นในการปรับปรุงหลายด้านในการผลิตทั้งระบบ โดยเริ่มจากฟาร์มเลี้ยง ไปถึงโรงงานฆ่าและแปรรูปเนื้อหมู มีเรื่องสำคัญที่ต้องพิจารณาประกอบด้วยดังนี้

- แนวทางในการปรับปรุงคุณภาพการบริโภคเนื้อหมู โดยไม่ต้องประนีประนอมว่าเป็นหมูเนื้อแดงล้วน (หมูเนื้อแดง ทำอาหารไม่อร่อย เนื้อหมูมีคุณภาพ)
- ให้ความสำคัญด้านจริยธรรมและความปลอดภัยในการใช้สารสังเคราะห์กระตุ้นการเจริญเติบโต ต้องวิเคราะห์ปัญหาก่อนการนำไปใช้ในการเลี้ยงหมูในอุตสาหกรรม
- การใช้อุปกรณ์ชุดตรวจสอบเบื้องต้นที่สะดวกในการตรวจเกี่ยวกับพันธุกรรมหมูที่เรียบง่าย เพื่อใช้ในการควบคุมการผลิตและการใช้ประโยชน์หมูพันธุ์
- ความจำเป็นหลักในการประมาณผลผลิตของหมูที่จำเป็นต้องปรับปรุงระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันคือเครื่องมืออุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการจัดการ การขนส่ง และการทำสลับใน

กระบวนการฆ่าซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเข้าใจตัวสัตว์ (หมู) ในด้านพฤติกรรมและความอดทนต่อความเครียด

- การควบคุมการสูญเสียน้ำในระหว่างการขนส่ง และวิธีการคืนสภาพร่างกายหมูก่อนการฆ่า
- วิธีการจัดการหมูให้สงบ และอุณหภูมิร่างกายก่อนการฆ่า และทำให้อุณหภูมิของซากต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส อย่างเร็วเท่าที่เป็นไปได้

2.1.6 วงจรการผลิตเนื้อหมูคุณภาพ

การผลิตเนื้อหมูคุณภาพดี เริ่มจากการวางแผนการผลิตตั้งแต่ระดับฟาร์ม จนกระทั่งกระบวนการฆ่าและเปลี่ยนซาก ตัดแต่งเป็นชิ้นส่วน สินค้าเนื้อหมูที่ผู้บริโภคสามารถซื้อไปประกอบเป็นอาหารสำหรับรับประทานในกระบวนการผลิตที่ระดับฟาร์มจะกล่าวเฉพาะบางส่วนเท่านั้นคือ เริ่มตั้งแต่การอดอาหารก่อนการขนส่งหมูไปโรงฆ่าและชำแหละ ในการปฏิบัติโดยพิจารณาจากหลักการของการย่อยอาหารของตัวหมู อาหารที่ย่อยและดูดซึมแล้วยังเหลือในระบบทางเดินอาหาร ไม่เป็นอุปสรรคในการทำงาน และไม่เสี่ยงต่อการแตกหรือถูกตัดของขั้นตอนการปฏิบัติงานฆ่าเอาเครื่องในออก ระยะเวลาการอดอาหารก่อนการฆ่าที่เหมาะสมคือ 12-18 ชั่วโมง ซึ่งจะได้ผลผลิตที่ดีที่สุด โดยไม่มีผลกระทบต่อการสูญเสียผลผลิตของซาก

การขนส่งหมูมาโรงฆ่า มีการจัดการที่เหมาะสม มีปัจจัยต่างๆ ที่พิจารณา คือ อุณหภูมิฤดูกาล ระยะทางในการขนส่ง สภาพถนน ความหนาแน่นของหมูในรถขนส่ง อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการจัดการหมูในยานพาหนะขนส่ง

การพักหมูก่อนการฆ่าที่โรงฆ่า ความเครียดเป็นเรื่องที่หลีกเลี่ยงได้ยากสำหรับตัวหมู เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม การพักหมูจำนวนมากจากหมูที่ต่างคอกที่เลี้ยง การขนส่ง และการจัดการในคอกพัก ความเครียดทำให้เกิดผลกระทบทางการภาพของร่างกาย อารมณ์ และจิตใจของตัวสัตว์คือ ระบบประสาททำงานผิดปกติ อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น มีผลทำให้มีการเผาผลาญพลังงานอย่างสูง การสะสมกรดแลคติกคาร์บอนไดออกไซด์ ในกล้ามเนื้อและกระแสเลือด ซึ่งการพักมีความจำเป็นเพื่อให้ร่างกายปรับสภาพให้อยู่ในสภาพสมดุล ระยะเวลาในการพักอยู่ระหว่าง 2-4 ชั่วโมง ในคอกพักควรมีการการฉีดพ่นละอองน้ำเพื่อลดอุณหภูมิของตัวหมู และมีน้ำให้กินอย่างทั่วถึง

การสลายพลังงานในกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วเป็นผลมาจากความผิดปกติในการหลั่งอะดรีนาลีนและการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ หรือเกิดกระบวนการทั้งสองแบบในตัวหมู ซึ่งการเกิดจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงก่อนการฆ่า ในการขนส่ง การจัดการในการพักสัตว์ กระบวนการสลายพลังงานนี้มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในกล้ามเนื้อลดลง เนื่องจากเกิดการสะสม

กรดแลคติกในเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยร่างปกติปกติมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.0 หากทำกิจกรรมที่กล้ามเนื้อมีการเคลื่อนไหวอย่างหนักต่อเนื่อง ค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลงเหลือ 6.4 น่าจะเป็นที่เข้าใจหากมาสัตว์ในช่วงนี้จะทำให้เนื้อหมูเกิดลักษณะไม่พึงประสงค์คือ เนื้อมีสีซีด เส้นใยกล้ามเนื้อหลวมไม่คงรูป น้ำไหลซึมออกจากกล้ามเนื้อ (pale, soft, and exudative; PSE) แต่ในทางตรงกันข้ามหากตัวสัตว์ยังเครียดและการสะสมของกรดแลคติกยังคงสูงอยู่ และปริมาณของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อหมด มีผลทำให้เกิดลักษณะไม่พึงประสงค์คือ เนื้อมีสีเข้ม เส้นใยกล้ามเนื้อเกาะกันแน่น และผิวหนังแห้ง (dark, firm, and dry: DED)

ในช่วงกระบวนการชำหมู การทำงานต้องปฏิบัติตามหลักสวัสดิภาพสัตว์ โดยการทำปฏิบัติต่างๆ ไม่ทำให้สัตว์ได้รับความทุกข์ทรมาน การทำสลบสัตว์ต้องหมดสติจนกระทั่งสัตว์ตายตามหลักการของการทำสลบตามมาตรฐานสากล สามารถเลือกนำมาใช้ได้ตามความเหมาะสมของโรงฆ่า ซึ่งการทำสลบด้วยไฟฟ้าและการใช้ก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์เป็นวิธีการมีการใช้อย่างแพร่หลาย การทำสลบทั้งสองวิธีมีผลต่อคุณภาพเนื้ออยู่ที่การจัดการในระหว่างปฏิบัติงาน

การทำสลบ (anaesthesia) ด้วยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ หมูเริ่มหมดสติหลังการสูดดมก๊าซ ใช้เวลานานประมาณ 20 วินาที (Tarrant, 1993) ที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซที่เหมาะสม และห้องรมก๊าซต้องติดมาตรวัดแสดงความเข้มข้นของก๊าซให้เห็นได้อย่างชัดเจน ในขณะที่ปฏิบัติงาน หากหมูที่ผ่านการรมก๊าซไม่สลบลึก (deep) ให้ใช้ปืนยิงสลบหรือใช้ไฟฟ้าช็อตสลบต่อได้ (วิพิชญ์, 2553) การสลบด้วยการใช้ไฟฟ้าช็อตสลบเป็นวิธีการทำสลบที่มีประสิทธิภาพสูงคือ สามารถทำให้หมูสลบได้อย่างรวดเร็วภายใน 1 วินาที การสลบด้วยกระแสไฟฟ้ามีสองแบบ แบบแรงดันไฟฟ้าต่ำ 70-90 โวลต์ (low-voltage stunning) และแบบแรงดันไฟฟ้าสูงอย่างน้อย 240 โวลต์ (high-voltage stunning)

ในระหว่างกระบวนการปฏิบัติงานการทำสลบ ผู้ทำงานจะต้องเข้าใจวิธีการ และหลักการทำสลบเป็นอย่างดี และทำการทดสอบสัตว์ที่ผ่านการทำสลบ สัตว์ต้องหมดสติ (ไม่ตาย) สามารถทดสอบด้วยวิธีการใช้มือสัมผัสที่ดวงตา การตอบสนองของม่านตา หากสัตว์สลบหมดสติม่านตาจะไม่ตอบสนอง และสามารถนำสัตว์เข้าสู่กระบวนการแทงคอเอาเลือดออกต่อไป

กระดูกแตกและจุดเลือดที่ออกในกล้ามเนื้อ เป็นลักษณะที่ทำให้มูลค่าของชิ้นส่วนเนื้อหมูสูญเสียไป จากการตัดแต่งชิ้นส่วนเพื่อเอาเนื้อที่มีจุดเลือด รอยเลือดออก ซึ่งสาเหตุมาจากกระบวนการทำสลบด้วยไฟฟ้าเป็นสาเหตุหลัก เนื่องมาจากการหดตัวอย่างรุนแรงของกล้ามเนื้อ ในกระบวนการปฏิบัติงานช่วงการคีบคีม (tong) ช็อตสลบ กล้ามเนื้อตัวหมูทุกส่วนมีการหดตัวอย่างแรง ขาหน้าที่ยกขึ้นกระแทกกับพื้น ทำให้กระดูกที่หัวกระดูกใบพาย และ/หรือกระดูกสันหลังแตก ปัจจุบันการใช้กระแสไฟฟ้าช็อตสลบมีการปรับปรุงนำระบบสายพานลำเลียง และคอกช่วยพยุง (conveyer

restrainer) ในการทำสลบ สามารถลดความสูญเสียได้ และมีประสิทธิภาพการทำงานสูง แต่การทำสลบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีจุดที่ได้เปรียบคือไม่เกิดปัญหาของกระดูกแตกและจุดเลือดในกล้ามเนื้อ

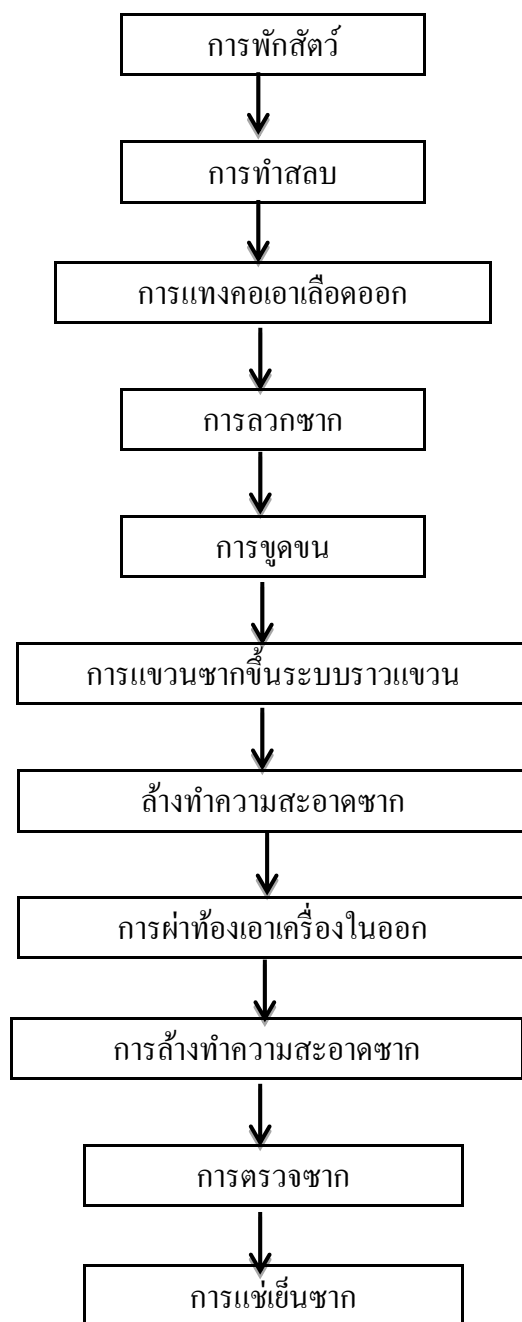
การตรวจสัตว์ก่อนการฆ่า (ante-mortem) และการตรวจซาก (post-mortem) และการตรวจซาก (post-mortem) เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญเพื่อผลิตเนื้อหมูคุณภาพ ซึ่งในการปฏิบัติตรวจตัวหมูที่คอกพักก่อนนำเข้าฆ่าและการตรวจซากที่ผ่านการฆ่า เพื่อรับรองซากและเนื้อที่ได้ผ่านการรับรองจากสัตวแพทย์ (เจ้าหน้าที่ตรวจซาก) เป็นเนื้อหมูมีความปลอดภัยและเหมาะสำหรับการนำไปบริโภคได้

การแช่เย็นซากเป็นการลดอุณหภูมิในกล้ามเนื้อเพื่อลดการเร่งสลายพลังงานในกล้ามเนื้อหลังการตายลดการเกิดลักษณะต่างๆ ที่ไม่พึงประสงค์ เช่น เนื้อสีซีด ของเหลวในกล้ามเนื้อไหลซึมออกมา ซึ่งความร้อนที่สะสมในซากที่ผ่านกระบวนการฆ่ามีผลทำให้เร่งปฏิบัติการสลายพลังงาน มีผลทำให้เกิดการสะสมกรดแลคติก หากการลดอุณหภูมิซากไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลเสียต่อคุณภาพเนื้อหมู การแช่เย็นซากแบบรวดเร็ว (quick chill) สามารถลดการเกิดปัญหาต่างๆ ในซากและเนื้อหมูได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการลดอุณหภูมิ

โดยภาพรวมของการฆ่าและการจัดการหมูหลังจากขนส่งออกจากฟาร์มเพื่อผลิตเนื้อหมูคุณภาพมีกระบวนการผลิตแบบสากล ดังในรูปที่ 2-1 ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ การพักสัตว์ การทำสลบ การแทงคอเอาเลือดออก การลวกซาก การชูดขน การแขวนซากขึ้นระบบราวแขวน ล้างทำความสะอาดซาก การผ่าท้องเอาเครื่องในออก การล้างทำความสะอาดซาก การตรวจซาก และการแช่เย็นซาก ซึ่งในกระบวนการมีรายละเอียดที่ต้องควบคุมอย่างชัดเจน มีการประเมินประสิทธิภาพและความปลอดภัย มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่องในกระบวนการผลิต

2.1.7 การตัดแต่งซากเป็นชิ้นส่วน

การตัดแต่งซากเป็นการนำเนื้อมาใช้ประโยชน์อย่างสะดวกในการซื้อ-ขาย การผลิตและเพื่อการบริโภค ซึ่งการตัดแต่งในแต่ละท้องถิ่นมีความแตกต่าง ตัวอย่าง การตัดซากหมูของไทย ตัดออกเป็น 6 ชิ้น คือ สะโพก 2 ชิ้น ไหล่ 2 ชิ้น และสามชิ้นติดกับสันนอก 2 ชิ้น ส่วนการตัดแต่งชิ้นย่อยในตลาดส่วนใหญ่ ตัดแต่งเป็นเนื้อแดง ส่วนการตัดแต่งแบบสากลมีหลายแบบ ทั้งสหรัฐอเมริกา ยุโรป และออสเตรเลีย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นซากทั้งซีก (whole carcass) จำหน่ายทั้งซาก ส่วนการตัดแต่งชิ้นส่วนย่อย (retail cut) ตัดออกมาเป็นชิ้น ส่วนกล้ามเนื้อคือ ไหล่ สันคอ สามชิ้น สันนอก และสะโพก และขายเนื้อตามคุณภาพ ซึ่งโรงฆ่าหมูและชำแหละที่ทันสมัยและได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพการผลิตมีการตัดแต่งแบบสากล เพื่อจำหน่ายในห้างสรรพสินค้าอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน



รูปที่ 2-1 กระบวนการขี้สากแบบสากล

2.1.8 สถานการณ์โรงฆ่าสัตว์

การพัฒนาส่วนของโรงฆ่าหมูมาตรฐานสากลยังต้องมีการปรับปรุงอีกมาก ซึ่งนโยบายด้านอาหารปลอดภัยของประเทศไทยมีความสำคัญ และต้องการผลักดันทางภาครัฐอย่างต่อเนื่อง และต้องส่งเสริมสนับสนุนภาคธุรกิจเอกชนให้เข้ามามีบทบาทสร้างโรงฆ่าสุกรมาตรฐาน

การฆ่าหมูในประเทศไทยสามารถแบ่งเป็นกลุ่มตามระดับชั้นมาตรฐานโรงฆ่าสุกรที่ขึ้นทะเบียนกับกรมปศุสัตว์ มีสัดส่วนของโรงฆ่ามาตรฐานจำนวนน้อยมาก (น้อยกว่าร้อยละ 5) ของโรงฆ่าทั่วประเทศ ซึ่งต้องการปรับปรุงพัฒนาและยกระดับมาตรฐานของโรงฆ่าในวงกว้างเพื่อผลิตเนื้อหมูคุณภาพ จากข้อมูลของกรมปศุสัตว์ปี พ.ศ. 2551 (ตารางที่ 2-2) โรงฆ่าหมูจำนวนร้อยละ 70 ในประเทศเป็นโรงฆ่าที่ไม่มีใบอนุญาต พจส.2 ส่วนโรงฆ่ามีใบอนุญาต พจส.2 ที่ได้รับรองมาตรฐานยังมีจำนวนน้อย ซึ่งน่าเป็นโอกาสของหน่วยงานที่รับผิดชอบในการปรับปรุงยกระดับมาตรฐานของประเทศ ซึ่งระยะเวลาดำเนินการควรวางไว้ระยะยาว หรือประมาณ 10 ถึง 15 ปี

ตารางที่ 2-2 ประเภทของโรงฆ่าหมูที่ดำเนินงานแบ่งตามเอกสาร พจส.2 ของกรมปศุสัตว์
ปี พ.ศ. 2551

ประเภทใบอนุญาต	ขนาด	จำนวน	ร้อยละ
โรงฆ่ามีใบอนุญาต พจส.2	เล็ก	548	25.40
	กลาง	57	2.64
	ใหญ่	30	1.39
	ส่งออก	6	0.28
โรงฆ่าไม่มีใบอนุญาต พจส.2	เล็ก	1,507	69.87
	กลาง	6	0.28
	ใหญ่	3	0.14
	รวม	2,157	100

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2551)

2.1.9 ระบบประกันคุณภาพการผลิต

ความมั่นใจของผู้บริโภคด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยของเนื้อสัตว์ จำเป็นต้องมีการใช้ระบบประกันคุณภาพการผลิต ที่ควรนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนของการผลิตอาหาร หรือโรงฆ่าหมู อย่างน้อยควรปรับปรุงให้มีการบังคับใช้ระบบปฏิบัติที่ดี (good manufacturing practices) ในกระบวนการผลิตเป็นระบบพื้นฐาน หรือผู้ประกอบการที่มีศักยภาพควรที่ส่งเสริมให้นำระบบการวิเคราะห์จุดวิกฤตและควบคุมอันตราย (hazard analysis critical control point) ในโรงฆ่าสัตว์และสถานประกอบการที่ผลิตอาหาร ซึ่งเป็นระบบประกันคุณภาพการผลิตที่เป็นสากล การนำระบบมาใช้เป็นผลดีกับทุกฝ่าย เช่น ผู้บริโภคได้สินค้าที่มีคุณภาพดี ถูกสุขอนามัย สะอาด และปลอดภัย ผู้ผลิตที่นำระบบมาใช้ก็ได้รับผลดีที่ผลิตสินค้าคุณภาพ มีมาตรฐานสากล เป็นที่ยอมรับของผู้ผลิต

ผู้บริโภค และสุดท้ายส่วนของภาครัฐก็จะได้รับความเชื่อมั่นด้านความปลอดภัยอาหารของประเทศที่มีมาตรการเข้มงวดในการควบคุมด้วยมาตรฐานสากล สร้างความเชื่อมั่นให้ระบบประกันคุณภาพกับต่างประเทศ (ประหยัด ทิราวงศ์, 2558)

2.2 การแปรรูปเนื้อสัตว์

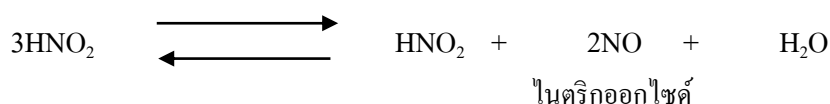
การแปรรูปเนื้อสัตว์ หมายถึง การทำให้สภาพเนื้อสดแปรเปลี่ยนไปจากเดิม โดยผ่านขั้นตอนต่างๆ เช่น การหมัก การรมควัน การอัดลงกระป๋อง การทำให้สุก การแช่แข็ง การไล่น้ำออก การผลิตผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป และการใช้วัตถุเจือปนในอาหาร (food additives) เพื่อเปลี่ยนเนื้อให้พร้อมรับประทานได้ หลักการแปรรูปเนื้อสัตว์ มี 2 ประการ คือ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา และเพิ่มมูลค่าของเนื้อสัตว์โดยแปรสภาพจากเนื้อสดเป็นเนื้อพร้อมบริโภค ซึ่งเนื้อแปรรูปจะถูกแปรเปลี่ยนโดยใช้วิธีการเพียง 1 วิธี หรือหลายๆ วิธีรวมกัน ได้แก่ การบด (grinding) การหั่น (slicing) การสับละเอียด (chopping) การเติมสารเพิ่มรส (seasoning) การรมควัน (smoking) การใช้วัตถุเจือปนในอาหาร การบด การหมัก การบรรจุกระป๋อง การทำให้สุก การแปรงสี การใช้ความร้อน และการแช่แข็ง เป็นต้น (สราวุฒิ ทองเจิม, 2551; สัญชัย จตุรลิตธา, 2543) การแปรรูปเนื้อสัตว์จึงประกอบด้วยการถนอมอาหาร (food preservation) ซึ่งหมายถึงการเก็บรักษาอาหารโดยวิธีต่าง ๆ ให้อาหารมีสภาพใกล้เคียงกับของสดที่สุดโดยสูญเสียคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการน้อยที่สุด นอกจากนี้ ความหมายของการแปรรูปเนื้อสัตว์ยังอาจครอบคลุมตั้งแต่การแปรสภาพเนื้อสดเพื่อการบริโภค การผลิตและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ตัวอย่างเนื้อแปรรูป ได้แก่ แฮม เบคอน คอว์นบีฟ แฮนหมูย กุนเชียง และไส้กรอกชนิดต่างๆ (ชัยณรงค์ คันทพนิต, 2529)

2.2.1 วิธีการแปรรูปเนื้อสัตว์

การแปรรูปเนื้อสัตว์ ประกอบด้วยวิธีต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) การหมัก (curing) เป็นการเพิ่มรสชาติของการแปรรูปเนื้อสัตว์คู่ไปกับการยืดอายุการเก็บรักษา การหมักใช้เกลือเป็นส่วนประกอบหลักเพื่อสร้างสีและปรุงรสในเนื้อสัตว์ให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะพิเศษเฉพาะ อีกทั้งเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อโดยเกลือทำหน้าที่ยับยั้งการเน่าเสียได้ ด้วยการลดปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์จะนำไปใช้ในการเจริญ แต่การใช้เกลือในระดับที่สูงเกินไปนั้นอาจทำให้ไมโอโกลบินเกิดออกซิไดส์ เป็นผลให้เนื้อมีสีที่ไม่น่ารับประทานจึงมีการใช้สารประกอบพวกไนเตรดหรือไนไตรต์เพื่อช่วยสร้างสีแดงที่ถาวรซึ่งนับว่ามีความจำเป็นควบคู่ไปกับเกลือด้วย การหมักเนื้อใช้ส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ชนิด คือ เกลือ และไนไตรต์ นอกจากนี้ยังเติมส่วนประกอบอื่นๆ เพื่อเร่งการหมักให้ใช้เวลาในการทำผลิตภัณฑ์สั้นลงเพื่อสร้างและรักษาสีของเนื้อให้คงทนรวมทั้งมีรสชาติและลักษณะเนื้อน่ารับประทาน การใช้เกลือในปัจจุบันใช้ที่

ระดับต่ำเพื่อการสร้างรสชาติที่ดี โดยที่ระดับนี้เกลือก็ยังสามารถทำหน้าที่ในการเก็บรักษาได้เหมือนเดิม การหมักเนื้อมีเทคนิคหรือวิธีการใช้ยู่หลายวิธี แต่หลักการของการใช้ทุกวิธีมีหลักการเดียวกันคือการกระจายอยู่ในส่วนผสมอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ เนื่องจากการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สม่ำเสมอและทำให้ภายในผลิตภัณฑ์มีส่วนเน่าเสียเป็นแห่ง ๆ เช่น การหมิ่นเปรี้ยวในแฮม หรือในผลิตภัณฑ์อื่นๆ อาจจะมีพื้นที่สีเทาเป็นหย่อมๆ อยู่ภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคไม่พึงประสงค์ การหมักในผลิตภัณฑ์เนื้อนอกจากต้องการรสแล้วยังต้องการให้เกิดสีที่คงทนและดึงดูดใจผู้บริโภค การเกิดสีในผลิตภัณฑ์เนื้อเริ่มจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีในการเปลี่ยนไนเตรตหรือไนไตรต์ไปเป็นไนตริกออกไซด์ ซึ่งมีกลไกหลายประการด้วยกัน หากใช้ในรูปแบบน้ำเกลือบางส่วนของไนไตรต์จะอยู่ในรูปของกรดไนตริก (HNO_2) ซึ่งขณะนั้นความเป็นกรดของเนื้อปกติจะมีค่าประมาณ 5.5-6.0 เป็นสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมที่กรดไนตริกจะแปรสภาพไปเป็นไนตริกออกไซด์ ดังแสดงในสมการ



จากนั้นไนตริกออกไซด์จะรวมกับไมโอโกลบินในเนื้อเป็นไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบินที่มีสีแดงสดและเป็นสารสีในเนื้อ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปผ่านการรมควันและถูกความร้อน สารนี้ก็จะกลายเป็นสีที่คงทนซึ่งมีชื่อเรียกว่าไนโตรโซฮีโมโครม ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เกิดสีของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์นั่นเอง ปฏิกิริยาเคมีพื้นฐานสำคัญของการสร้างสารสีในเนื้อ สรุปได้ดังสมการ



2) การสร้างสูตรผสม

ส่วนประกอบต่างๆ ในการทำผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น เนื้อสัตว์ เกลือไนเตรต ไนไตรต์ เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส สารช่วยจับน้ำ และน้ำ เป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งนี้โดยมีสัดส่วนผสมที่แน่นอน มีลักษณะผลิตภัณฑ์ที่น่ารับประทาน รสชาติสม่ำเสมอและอร่อย การทำผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ มาตรฐานจะ ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ส่วนประกอบที่สำคัญแต่ละชนิด เช่น เนื้อสัตว์ เครื่องปรุงแต่งรส เป็นต้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- เนื้อสัตว์ เป็นวัตถุดิบพื้นฐานที่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่เนื้อเยื่อจากสัตว์มีความแปรปรวนของความชื้น โปรตีน ไขมัน สี และความสามารถในการเกิด

อิมัลชันค่อนข้างสูง ดังนั้น ผู้ผลิตจึงควรมีความรู้นอกจากกล้ามเนื้อโครงร่างของสัตว์แล้วอาจใช้เนื้อเยื่อจากกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อชนิดอื่นเพื่อทดแทน หรือใช้ร่วมกันไปในการทำผลิตภัณฑ์ได้ เนื้อสัตว์มีความสามารถในการรวมหรือยึดเกาะน้ำและส่วนผสมต่างๆ ให้เข้ากัน และเนื้อยังสามารถประสานกันและกันเป็นก้อนเดียวกันได้ กล้ามเนื้อโครงร่างหรือ เนื้อที่เป็นผลพลอยได้มีความสามารถในการประสานกันแตกต่างกันไป เช่น กล้ามเนื้อโครงร่างจากโคจะมีความสามารถในการประสานกันสูงกว่าเนื้อไก่หรือเนื้อสุกร นอกจากนี้ ถ้าเนื้อส่วนใดมีไขมันปนอยู่สูงกว่าย่อมจะมีความสามารถยึดเกาะต่ำ ส่วนเนื้อที่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูงจะมีความสามารถในการยึดเกาะต่ำลง เนื่องจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันซึ่งส่วนใหญ่เป็นคอลลาเจนนั้นเมื่อสัมผัสความร้อนจะเปลี่ยนรูปไปเป็นวุ้นซึ่งมีความสามารถในการยึดเกาะต่ำมาก ดังนั้นการใช้วัสดุเหล่านี้เป็นวัตถุดิบจึงต้องมีข้อจำกัดในการนำมาใช้

- ความชื้น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 45-60 จึงจัดว่าเป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในปริมาณสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนประกอบอื่น น้ำที่มีในผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มาจากเนื้อที่ใช้เป็นวัตถุดิบ อย่างไรก็ตามในการผลิตมักเติมน้ำเข้าไปในรูปของน้ำแข็งด้วยเพื่อเหตุผลหลายประการ ได้แก่ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มฉ่ำพอสมควรซึ่งหากใช้เพียงน้ำที่มีอยู่จากเนื้อแดงเองอาจจะไม่เพียงพอ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มดีขึ้น และช่วยลดอุณหภูมิส่วนผสมลงเพื่อป้องกันการแตกตัวของอิมัลชัน นอกจากนี้ น้ำยังช่วยกระจายส่วนประกอบย่อยอื่นๆ ที่ใช้ในปริมาณน้อยให้กระจายได้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ และน้ำจะช่วยแทนที่น้ำที่ระเหยออกไปในระหว่างที่ถูกความร้อนในขณะรมควันหรือทำให้สุกเพื่อช่วยให้ร้อยละของผลผลิตไม่ลดมากเกินไป

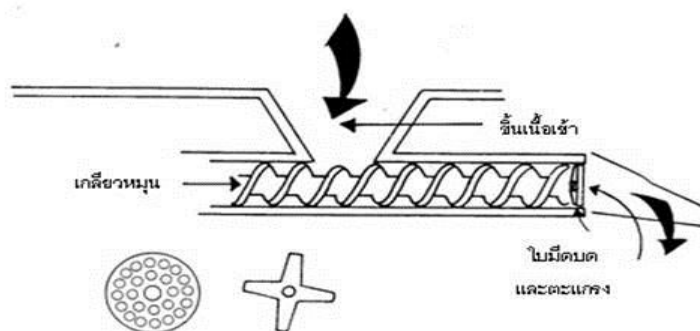
- สารที่ช่วยเพิ่มมวล สารที่ช่วยการรวมตัว และสารที่เพิ่มน้ำหนัก ส่วนประกอบที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ที่เติมลงไปในส่วนผสมของการทำผลิตภัณฑ์มีหลายชนิด ได้แก่ สารที่ช่วยเพิ่มมวลหรือเพิ่มเนื้อ (extenders) หมายถึง วัสดุที่ไม่ใช่เนื้อแต่เติมลงไปเพื่อช่วยเพิ่มมวลของส่วนผสม หรือเปลี่ยนสัดส่วนของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้โดยไม่นับรวมเกลือ น้ำ และเครื่องปรุงรสด้วย สารที่ช่วยการรวมตัว (binder) เป็นส่วนประกอบอีกชนิดหนึ่งที่เติมเข้าไปเพื่อช่วยในการยึดเกาะน้ำไว้ใน ผลิตภัณฑ์ และทำหน้าที่ในการช่วยให้น้ำและไขมันสามารถรวมกันได้เพื่อให้อิมัลชันคงทนอยู่ได้ และสารที่เพิ่มน้ำหนัก (filler) หมายถึง สารที่ช่วยให้ยึดเกาะน้ำได้มากขึ้นแต่ช่วยในการเป็นอิมัลชันได้น้อยมาก สารที่ช่วยการรวมตัวที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อ มักเป็นพวกที่มีโปรตีนสูง เช่น นมผงหรือผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง ได้แก่ ถั่วเหลืองป่น โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและโปรตีนถั่วเหลืองสกัด เป็นต้น แป้งถั่วเหลืองและถั่วเหลืองป่นมีโปรตีนประมาณร้อยละ 40-60 ส่วนโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นเป็นโปรตีนที่ได้จากถั่วเหลืองซึ่งมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 70 และโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีโปรตีนประมาณร้อยละ 90 ปริมาณการใช้ไม่ควรเกินร้อยละ 2 เพราะ

จะทำให้ส่วนผสมเหนียวมากเกินไปจนบรรจุใส่ได้ยาก นอกจากนี้ ยังสามารถใช้โปรตีนจากพืช (manufactured vegetable protein, MVP) ซึ่งมีโปรตีนประมาณร้อยละ 50 หรือใช้ขนมปังปราศจากไขมันซึ่งมีโปรตีนประมาณร้อยละ 35 แป้งข้าวสาลี แป้งข้าวโพดและแป้งอื่นๆ ซึ่งใช้ประมาณร้อยละ 3.5 ของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ การเติมส่วนประกอบเหล่านี้เพื่อปรับปรุงความคงทนของอิมัลชัน เพิ่มค่าความสามารถในการจับน้ำ เพื่อมีรสชาติดียิ่งขึ้นและช่วยลดร้อยละของการเสียน้ำหนักในขณะทำให้สุก รวมทั้งช่วยปรับปรุงคุณภาพในการผ่านและช่วยลดต้นทุนการผลิต

- เครื่องเทศ จัดเป็นเครื่องปรุงแต่งรส (seasoning) ของอาหารทั่วไป ซึ่งถูกเติมไปเพื่อปรุงแต่งรสชาติของผลิตภัณฑ์ให้มีรสชาติเฉพาะตัว และอาจมีส่วนช่วยในการถนอมอาหารได้ การใช้เครื่องเทศบางชนิดยังทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการหืนได้ แต่ทางตรงกันข้ามอาจมีแบคทีเรียปนเปื้อนอยู่ในเครื่องเทศสูง จึงทำให้เก็บผลิตภัณฑ์ได้ไม่นาน เครื่องปรุงรสที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ได้แก่ ยี่ห่วย (anise) กระวาน (cardamom) เมล็ดขึ้นฉ่าย (celery seed) ดอกจันทน์เทศ (mace) มัสตาร์ด (mustard) ลูกจันทน์เทศ (nutmeg) อบเชย (cinnamon) กระเทียม พริกไทย กานพลู และอื่น ๆ เป็นต้น

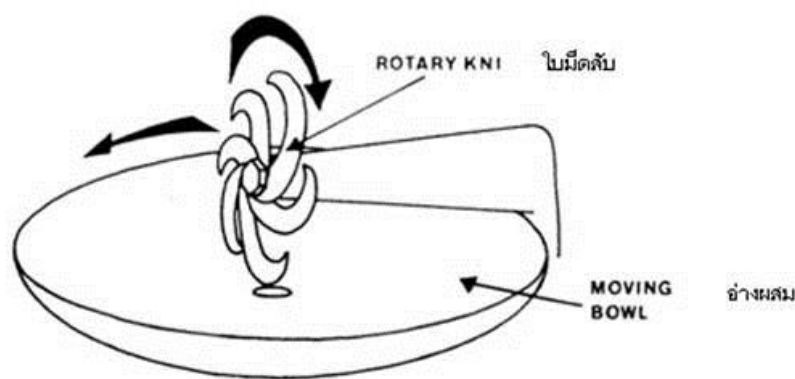
- วัสดุอื่นๆ การใช้วัสดุอื่นนอกจากที่กล่าวไปแล้ว ได้แก่ โซเดียม ไตรโพรพิล ฟอสเฟต แอสคอร์เบต และโซเดียมอีริทโธเบต (sodium ascorbate and sodium erythorbate) กรดซอร์บิก (sorbic acid) สารฟอสเฟต เช่น โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (sodium tripolyphosphate, STPP) เตตระโซเดียมไพโรฟอสเฟต (tetrasodium pyrophosphate, TSPP) และเตตระโปแตสเซียมไพโรฟอสเฟต (tetrapotassium pyrophosphate, TKPP) ซึ่งจะถูกเติมเพื่อวัตถุประสงค์หลักในการเสริมสร้างให้ผลิตภัณฑ์ มีลักษณะและคุณภาพทางการบริโภคที่ดีถูกใจผู้บริโภค และมีความปลอดภัยต่อสุขภาพ (สุจิตรา เลิศพุกขย์, 2535)

3) การลดขนาด หมายถึง การลดขนาดชิ้นส่วนย่อยของเนื้อเพื่อให้สามารถรวมตัวกันเป็นรูปแบบอื่นตามต้องการได้ การลดขนาดชิ้นส่วนเนื้อนี้มีข้อดี คือ ช่วยทำให้ส่วนประกอบต่างๆ กระจายไปได้อย่างทั่วถึงและมีความสม่ำเสมอ และยังทำให้เนื้อมีความนุ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพราะถูกลดขนาดโครงสร้างกล้ามเนื้อลง การลดขนาดสามารถทำได้หลายระดับขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ผลิตภัณฑ์บางชนิดต้องลดขนาดลงเพียงระดับหยาบแต่บางชนิดต้องลดขนาดจนละเอียดเพื่อให้สร้างอิมัลชันได้ เครื่องมือที่ใช้ในการลดขนาดของชิ้นส่วนย่อย ได้แก่ เครื่องบด (grinder) และเครื่องสับละเอียด (chopper) (ดังรูปที่ 2-2 และ 2-3)



รูปที่ 2-2 เครื่องบดเนื้อ

ที่มา : ชัยณรงค์ คันทพนิต (2529)



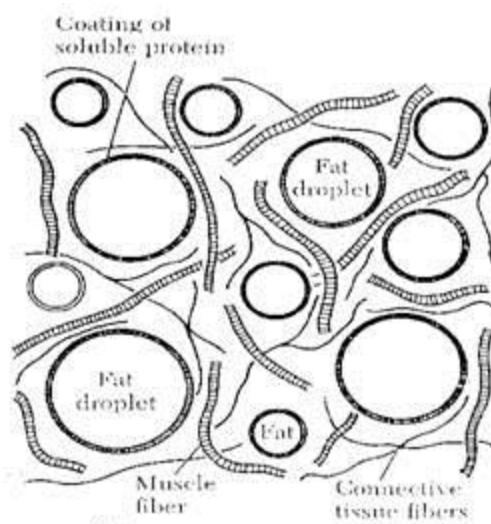
รูปที่ 2-3 เครื่องสับละเอียด

ที่มา : ชัยณรงค์ คันทพนิต (2529)

4) การปั่นผสม เป็นขั้นตอนที่ทำให้ส่วนประกอบทุกอย่างมีการกระจายตัวกันอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนประกอบที่มีปริมาณน้อย ได้แก่ ไนไตรต์ ไนเตรต เครื่องเทศและสารเร่งปฏิกิริยาเคมี เช่น แอสคอร์เบต เป็นต้น แต่ถ้าเป็นไส้กรอกประเภทบดหยาบก็อาจปั่นผสมก่อนที่จะอัดลงไส้ ส่วนไส้กรอกบดละเอียดอิมัลชันอาจปั่นผสมในช่วงก่อนการสับละเอียด

5) การสับละเอียด หรือการสร้างอิมัลชัน หมายถึง การสับเนื้อให้ละเอียดเพื่อให้โครงสร้างในระดับเส้นใยกล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้ไมโอซินถูกสกัดละลายออกมาจากเส้นใยกล้ามเนื้อเพื่อช่วยให้เกิดการรวมตัวและเข้ากันได้ดีของส่วนผสมที่สำคัญ โดยเฉพาะของเหลวประเภทไขมันและน้ำ ซึ่งตามปกติของเหลว 2 ชนิดนี้จะเข้ากันไม่ได้ โดยทั่วไปแล้ว

อิมัลชันจะอยู่ได้ไม่นาน ถ้าขาดสารที่ช่วยในการรวมตัวที่เรียกว่าอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier หรือ emulsifying หรือ stabilizing agent) โปรตีนไมโอซินที่ถูกสกัดละลายออกมาในผลิตภัณฑ์เนื้อจากการสับละเอียดจะทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้ได้เป็นส่วนผสมที่มีลักษณะเหนียว เส้นใยกล้ามเนื้อในไส้กรอกประเภทอิมัลชันจะถูกสับจนละเอียดเพื่อให้โปรตีนไมโอซินในเส้นใยกล้ามเนื้อถูกสกัดละลายออกมารวมกับตัวถูกละลายต่างๆ และน้ำเรียกทั้งหมดนี้ว่า วัฏภาคต่อเนื่อง (continuous phase) ในขณะที่ส่วนของไขมันจะถูกสับให้เป็นหยดเล็กละเอียดที่หุ้มด้วยโปรตีนที่สามารถละลายน้ำได้ (soluble protein) กระจายอยู่ทั่วไปในส่วนของวัฏภาคต่อเนื่อง โดยจะเรียกหยดไขมันเหล่านี้ว่า วัฏภาคกระจายตัว (disperse phase) ซึ่งเป็นสภาพการเป็นอิมัลชันในผลิตภัณฑ์เนื้อ (ดังรูปที่ 2-4)



รูปที่ 2-4 ลักษณะการเกิดอิมัลชันในผลิตภัณฑ์เนื้อ
ที่มา : วัฒนีย์ บุญวิทยา (2542)

6) การรมควันและทำให้สุก (smoking) เป็นกระบวนการทำให้ผลิตภัณฑ์สุกด้วยควันไฟในตูรมควันด้วยการนำผลิตภัณฑ์ไปแขวนไว้บนราวในตูรมควันแล้วปิดให้สนิท โดยการใช้ควันที่ได้จากการเผาไหม้ร่วมกับความร้อนที่เกิดขึ้นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สุกแห้ง และมีกลิ่นรสของควันไฟ ซึ่งควันไฟประกอบด้วยสารเคมีต่างๆ ได้แก่ ฟอรัมาลดีไฮด์ กรดฟอรัมิก (formic acid) กรดแอซติก (acetic acid) ฟีนอล คีโตน เรซิน และแวกซ์ วัตถุประสงค์ของการรมควัน ทำให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะตัว การเผาไหม้ไม่ทำให้เกิดสารให้กลิ่นต่าง ๆ มากมาย เพราะเนื้อไม่มีเซลลูโลส (cellulose) และเฮมิเซลลูโลส ซึ่งประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาล เมื่อเผาไหม้จะเกิดปฏิกิริยาการ

เมลไรเซชัน (caramelization) การรมควันทำให้กลิ่นควันติดที่ผิวของอาหาร และความร้อนยังทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non enzymatic browning reaction) โดยช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสี และกลิ่นรสเฉพาะตัว สีน้ำตาลที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดโดยกรดอะมิโน (amino acid) จากโปรตีน ทำปฏิกิริยากับน้ำตาล ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสเฉพาะตัวเกิดขึ้นป้องกันการเกิดกลิ่นหืน สารฟีนอล (phenolic compounds) จากควันไฟเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ป้องกันผลิตภัณฑ์ไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนจาก lipid oxidation ป้องกันจุลินทรีย์ที่ทำให้เสื่อมเสีย สารจากควัน เช่น formaldehyde กรดแอซิติก (acetic acid) กรดฟอร์มิก (formic acid) ทำหน้าที่เป็นสารกันเสีย (preservative) ทำให้มีค่า pH ต่ำ ช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ผิวของเนื้อสัตว์ โดยมีวิธีในการรมควัน ดังนี้

- การรมควันเย็น (cold smoking) เป็นการรมควันที่ใช้อุณหภูมิไม่สูงมาก อาจมีการป้องกันไม่ให้เนื้อสัมผัสกับความร้อนมากนัก โดยวางเนื้อสัตว์ให้อยู่สูง หรือห่างจากกองไฟและใช้ฉีเสื้อคลุมกองไฟ หรือใช้แผ่นโลหะป้องกันไม่ให้ความร้อนผ่านมายังชิ้นเนื้อ อุณหภูมิในตู้ควันสูงไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส และเนื่องจากการรมควันใช้ความร้อนต่ำ จึงต้องใช้เวลานานมาก ตั้งแต่ 24 ชั่วโมง จนถึง 2 สัปดาห์ การรมควันโดยวิธีนี้ถ้าจะให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นควันใช้เวลาเพียงแค่ 24 ชั่วโมงก็เพียงพอ แต่ถ้าจะให้ผลิตภัณฑ์เก็บรักษาได้นานต้องรมควันนานมากกว่า 1 สัปดาห์ขึ้นไป

- การรมควันร้อน (hot smoking) เป็นการรมควันที่ใช้อุณหภูมิสูงขึ้น โดยการแขวนเนื้อสัตว์หรือวางไว้ใกล้กับไฟ ใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 60-120 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จะสุกสามารถรับประทานได้ทันทีหรือจะเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำได้เป็นเวลานาน

- การใช้ควันน้ำ (liquid smoke) มีข้อดีกว่าควันไฟธรรมดาหลายประการ และมีความสะดวกต่อการใช้มากกว่าการรมควันแบบเดิม เพียงใช้ควันน้ำพ่นลงบนผลิตภัณฑ์ก่อนการทำให้สุก จะทำให้มีกลิ่นควันติดอยู่กับผลิตภัณฑ์ได้โดยไม่ต้องมีเครื่องผลิตควันในตู้อบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นควันสม่ำเสมอ และยังมีความคงตัวดีกว่าควันไฟ สามารถกำจัดส่วนขององค์ประกอบของควันที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งในร่างกายผู้บริโภคได้ และทำความสะอาดอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ง่ายกว่าควันไฟ ควันน้ำทั่วไปสามารถเตรียมได้จากไม้เนื้อแข็ง ซึ่งประกอบด้วยสารระเหยได้ และมีสารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) กรดอินทรีย์ (organic acid) สารประกอบคาร์บอนิล (carbonyl compound) และแอลกอฮอล์ (alcohol) อย่างไรก็ตาม ควันน้ำต้องไม่มีสารพวกพอลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอนโดยเฉพาะเบนซีไพรีน ในการใช้ควันน้ำควรเจือจางกับน้ำ หรือน้ำส้มสายชู หรือกรดซิตริกก่อนพ่นลงบนผลิตภัณฑ์ การเตรียมสารละลายทำได้โดยใช้ควันน้ำ 20-30 ส่วนกรด

ซิดริก หรือน้ำส้มสายชู 5 ส่วน และน้ำ 65-75 กรดอินทรีย์ที่เติมลงในควันท้า มีประโยชน์ในการช่วยทำให้เกิดผิวนอกของผลิตภัณฑ์พวกไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์และไส้กรอกขนาดเล็ก (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์, 2558)

7) การบรรจุไส้

ผลิตภัณฑ์เนื้อประเภทลดขนาดจนเหลวหรือเหนียวขึ้นเป็นเนื้อเดียวกันหลายชนิดต้องผ่านการบรรจุส่วนผสมให้มีรูปร่างตามต้องการ รูปร่างและแบบของผลิตภัณฑ์จะแตกต่างกันไป บางชนิดอัดลงในแบบพิมพ์ (mold) ให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ แต่บางชนิดใช้ไส้บรรจุ ซึ่งมักมีการผ่านเป็นแผ่นบาง ๆ ก่อน เช่น โบโลญา การบรรจุไส้จัดเป็นขั้นตอนหนึ่งที่ต้องมีในการทำผลิตภัณฑ์บางชนิดโดยมักใช้กับไส้กรอกชนิดต่าง ๆ ไส้บรรจุถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ได้แก่ ไส้ธรรมชาติ และไส้สังเคราะห์

- ไส้บรรจุธรรมชาติ หมายถึง ไส้ที่ทำมาจากลำไส้หรือส่วนของสัตว์ ซึ่งต้องมีความคงทนตลอดขั้นตอนของการทำผลิตภัณฑ์ ไส้บรรจุธรรมชาติมักได้จากลำไส้และกระเพาะของสุกร โค กระบือ แกะและแพะ เป็นต้น ไส้บรรจุจากสุกรทำมาจากกระเพาะลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และปลายลำไส้ใหญ่ ถ้าไส้บรรจุจากโคหรือกระบือได้จากหลอดอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ หรือลำไส้จับถ่าย (bung) และกระเพาะปัสสาวะ (bladder) ส่วนที่ได้จากแกะหรือแพะจะใช้เฉพาะลำไส้เล็ก ไส้บรรจุเหล่านี้ถูกนำมาบรรจุผลิตภัณฑ์เนื้อได้หลายชนิด (ดังรูปที่ 2-4) โดยอาจใช้เป็นไส้สดที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วหรือใช้ไส้ที่ถูกลูกลีและแช่เย็นเก็บไว้ แต่ก่อนใช้ควรนำมาล้างเกลือออกก่อน ไส้บรรจุธรรมชาติมีคุณสมบัติที่สามารถหดตัวได้ดีไส้จึงรัดแน่นเข้ากับเนื้อในได้อย่างสนิทมากจนอาจทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นง่ายกว่าไส้สังเคราะห์ ไส้บรรจุธรรมชาติยังยอมให้ความชื้นและควันทาซึมผ่านเข้าภายในไส้ได้ง่ายมาก ส่วนใหญ่จึงใช้ไส้ธรรมชาติในการทำกุนเชียงและไส้กรอกแห้งบางชนิดซึ่งสามารถรับประทานไส้ได้

- ไส้สังเคราะห์ หมายถึง ไส้ที่ผลิตขึ้นมาจำหน่ายซึ่งไม่ใช่ไส้บรรจุธรรมชาติโดยแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด ได้แก่ ไส้บรรจุเซลลูโลส ไส้บรรจุคอลลาเจนที่บริโภคได้และไม่ได้ และไส้บรรจุพลาสติก

8) การเก็บหมัก (aging) เป็นกระบวนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ได้นานขึ้น โดยหมักไว้ในภายใต้อุณหภูมิและความชื้นที่ควบคุมให้เหมาะสม การหมักมีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อทำให้เกิดรสชาติเฉพาะหรือได้รสชาติพิเศษ รสชาติส่วนใหญ่จะมีกรดแลกติกเป็นส่วนสำคัญซึ่งทำให้นเนื้อมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปและช่วยให้ปฏิกิริยาหมักเกิดได้อย่างสมบูรณ์ ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสภาพแวดล้อม ในขณะที่หมักเนื้อเอ็นไซม์คาเทปซินที่มีอยู่ในเนื้ออาจถูกปล่อยออกมาจากไลโซโซมและไปย่อยโปรตีนของเนื้อจนทำให้นเนื้อนุ่มกว่าเดิมได้ แต่ใน

ขณะเดียวกันผลิตภัณฑ์อาจจะเกิดการสูญเสียน้ำจึงทำให้แห้งลงบ้าง ผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนจะแข็งเป็นรูปร่างตามที่ต้องการได้ในที่สุด การเก็บหมักอาจทำก่อนหรือหลังจากกรรมควันก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดผลิตภัณฑ์ ซึ่งบางชนิดอาจหมักก่อนกรรมควันเพื่อให้มีรสชาติและกลิ่นเฉพาะก่อน แต่ผลิตภัณฑ์บางชนิดอาจหมักก่อนแล้วจึงอบรมควันที่ 30-32 องศาเซลเซียส หรือบางชนิดอาจเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 56 องศาเซลเซียส ในการทำแสมแบบดั้งเดิม (country cured) อาจจะมีที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 เป็นเวลานาน 5 เดือน ในระหว่างการหมักนี้น้ำหนักจะลดไปถึงร้อยละ 18 และจะได้รสและกลิ่นเฉพาะของผลิตภัณฑ์

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัตว์ระหว่างการแปรรูป

เนื่องจากเนื้อสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและทางจุลินทรีย์ แต่จะเกิดจากจุลินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ จุลินทรีย์ติดมากับเนื้อได้เนื่องจากการปนเปื้อนจากแต่ละขั้นตอนของการฆ่าและกระบวนการต่าง ๆ เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียเราจำเป็นต้องทำการแปรรูปซึ่งทำได้ทั้งการใช้ความร้อน การแช่แข็ง การทำแห้ง การรมควัน การหมักและการอบรังสี ซึ่งผลของกระบวนการแปรรูปต่าง ๆ มีผลกับเนื้อดังนี้

การใช้ความร้อน เนื่องจากเนื้อสัตว์จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดต่ำ ดังนั้นจะต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนแบบ commercial sterilization ซึ่งใช้ความร้อนสูง ความร้อนดังกล่าวมีผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของเนื้อ แต่สำหรับผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่ผ่านการหมักหรือมีการเติมสารเคมีบางชนิด เช่น ไส้กรอกหรือแสม นั้นไม่จำเป็นต้องผ่านการให้ความร้อนที่ใช้อุณหภูมิสูง แต่จะต้องเก็บรักษาในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำเพื่อป้องกันการเน่าเสีย

การแช่แข็งจะทำให้เนื้อสัตว์สูญเสียลักษณะปรากฏที่ดี เช่น มีผิวหน้าแห้ง เหี่ยวยุบ และมีสีคล้ำ หรือเกิดกลิ่นหืนในเนื้อแช่แข็งขึ้นได้

การลดปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์โดยการทำแห้ง จะทำให้เนื้อมีการเปลี่ยนแปลงจากสภาพเดิมมาก แม้มาทำการ rehydrate แล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็มีลักษณะแตกต่างออกไป ดังนั้นจึงไม่นิยมนำผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มาทำการ rehydrate แต่การทำแห้งสามารถเก็บผลิตภัณฑ์แห้งได้นาน

การรมควันเป็นการแปรรูปที่นิยมใช้กันมากกับผลิตภัณฑ์เนื้อ การรมควันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นที่ผิวของเนื้อสัตว์เนื่องจากการสูญเสียน้ำออกจากเนื้อและไขมันอาจเกิดกลิ่นหืน สารประกอบเคมีในควันซึ่งเป็นสารระเหยจากไม้เนื้อแข็ง และสารพวกฟีนอล กรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ และสารประกอบคาร์บอนิล ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

การหมักส่วนใหญ่จะเป็นการหมักด้วยเกลือ ในระหว่างการหมักเกลือจะซึมเข้าไปในเนื้อ โดยทั่วไปจะเติมเกลือในเตรทในการหมักด้วย เพื่อป้องกันการเจริญของพวก *Clostridium* เกลือจะทำหน้าที่ยับยั้งและลดกิจกรรมของแบคทีเรีย

การอาบรังสีโดยใช้รังสีจากธาตุโคบอลต์ 60 กับอาหารเนื้ออาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในอาหารได้แก่ กลิ่นและรสชาติ ความนุ่ม pH และสีของผลิตภัณฑ์ โดยที่การปริมาณการใช้รังสีจะขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ ในประเทศไทยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการอาบรังสี และมีขายในตลาด ได้แก่ แหนม เป็นต้น (สุเมธ ดันตระเรียร, 2544)

2.2.3 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์เนื้อ

ไนโตรโซฮีโมโครมเป็นสารสีที่คงทนต่อความร้อน ในการใช้ความร้อนเพื่อให้สุกจึงไม่มีผลใด ๆ ต่อผลิตภัณฑ์ แต่ถ้าไนโตรโซฮีโมโกลบินและไนโตรโซฮีโมโครมถูกแสงอาจสูญเสียไปหมดจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนสีได้ ดังนั้นถ้าวางผลิตภัณฑ์ระหว่างรอจำหน่ายในตู้ที่ใช้แสงไฟค่อนข้างแรงหรือปล่อยให้เนื้อสัมผัสอากาศ สีของเนื้อจะจางลงได้ภายในเวลาเพียง 1 ชั่วโมง แต่ถ้าเป็นเนื้อสดสีอาจอยู่ได้นานถึง 3 วัน หรือมากกว่านั้น การเกิดปฏิกิริยานี้เกิดจากการแยกตัวของไนตริกออกไซด์ออกจากฮีโมโดยมีแสงสว่างเป็นตัวเร่งหรือการเกิดออกซิเดชันของไนตริกออกไซด์โดยออกซิเจนจากบรรยากาศ จากนั้นส่วนของฮีโมจะเริ่มออกซิไดส์และอยู่ในสถานะที่มีเฟอร์ริก (Fe^{3+}) ประกอบกับออกซิเจนจากบรรยากาศรอบชั้นเนื้อลดน้อยลงจะกระทบหมดไป ทำให้สีของเนื้อสดจางลงจนกลายเป็นสีน้ำตาล อย่างไรก็ตาม สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงได้โดยการป้องกันไม่ให้ออกซิเจนสัมผัสกับผิวหน้าของเนื้อ ซึ่งอาจทำได้โดยการบรรจุในถุงสุญญากาศหรือถุงที่ทำจากวัสดุที่กันออกซิเจนซึมเข้าได้ อีกวิธีหนึ่งที่ได้ผลดีคือการใช้กรดแอสคอร์บิกในขณะหมักหรือการฉีดพ่นบนผิวหน้าของเนื้อโดยตรง กรดแอสคอร์บิกจะผลิตไนตริกออกไซด์จากไนไตรต์ที่เหลืออยู่ในเนื้อช่วยให้ผิวหน้าของเนื้อมีไนตริกออกไซด์ที่ถูกผลิตออกมาแทนที่อยู่อื่น ๆ เนื้อจึงมีสีแดงสดอยู่เสมอ (สัจชัย จตุรลิตธา, 2543)

2.3 บทบาทของสารเคมีและเครื่องเทศต่อผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

สารเคมีและเครื่องเทศมีบทบาทสำคัญต่อผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (สัจชัย จตุรลิตธา, 2543) ดังนี้

2.3.1 เกลือ

เกลือที่ใช้ในการแปรรูปเนื้อสัตว์ อยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ($NaCl$) หรือทราบกันในชื่อของเกลือแกง แต่เดิมมนุษย์ใช้เกลือเพื่อเป็นตัวป้องกันการเน่าเสีย เกลือหรือเกลือแกงหรือโซเดียมคลอไรด์ เป็นส่วนประกอบที่อยู่ในรูปของผลึก ซึ่งร่างกายจำเป็นต้องได้รับ เนื่องจากร่างกายเราไม่สามารถสร้างเองได้ นอกจากนี้ ในชีวิตประจำวันเรายังนำเกลือมาใช้ปรุงแต่งรส

อาหารให้ได้รับสเต็ม และใช้ถนอมอาหาร โดยการทำหน้าที่ลดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (water activity; a_w) ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถมีชีวิตอยู่รอดได้ในภาวะดังกล่าว จึงช่วยลดปริมาณของจุลินทรีย์ ทำให้สามารถเก็บอาหารไว้ได้นานขึ้น ในอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ ยังใช้เกลือในการสกัดโปรตีนไมโอซินจากเนื้อสัตว์ เพื่อทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ ช่วยปรับปรุงการอุ้มน้ำ โดยเฉพาะในระบบอิมัลชัน ซึ่งโปรตีนไมโอซินและแอกทินในเนื้อมีความสมบัติละลายได้ดีในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 3 ในระหว่างกระบวนการหมักของเกลือสามารถแบ่งขั้นตอนการซึมผ่านของเกลือได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะแรกน้ำจะถูกสกัดออกจากเนื้อเยื่อ ซึ่งจะทำให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลดลง ระยะที่ 2 เกลือจะไปทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพจากธรรมชาติ และเกิดการจับเป็นก้อน และในระยะที่ 3 ซึ่งเป็นระยะที่ทั้งระบบอยู่ในภาวะคงที่ บางส่วนของเกลือจะไปจับกับเนื้อเยื่อ และน้ำหนักเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

2.3.2 ฟอสเฟต

ฟอสเฟตเป็นสารที่ช่วยให้อิมัลชันคงทนได้นาน ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของโครงสร้างอิมัลชันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียส่วนของเหลวในเนื้อเยื่อมากเกินไป ที่ใช้ในปัจจุบันมีด้วยกันหลายชนิด ได้แก่ STPP (sodium tripolyphosphate), TSP (tetrasodium pyrophosphate) และ TKPP (tetrapotassium pyrophosphate) ซึ่งในผลิตภัณฑ์แปรรูปเนื้อสัตว์ นิยมใช้ STPP กันมาก เนื่องจาก STPP เป็น alkaline phosphate salt เมื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์จะทำให้ pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยทำปฏิกิริยากับแอกโทไมโอซิน ทำให้แตกตัวเป็นแอกทินและไมโอซิน ช่วยในการอุ้มน้ำของเนื้อ ตามพระราชบัญญัติอาหารกระทรวงสาธารณสุข กำหนดให้ใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 0.3 โดยคำนวณในรูปของ P_2O_5

2.3.3 น้ำตาล

น้ำตาลมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดรสในการถนอมรักษา ผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด น้ำตาลมีบทบาทต่อการป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และสามารถสร้างสรรค์ให้กลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์ บทบาทของน้ำตาลที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ได้แก่

- น้ำตาลทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสอ่อนนุ่มขึ้น โดยที่น้ำตาลจะไปลดรสเค็มที่มีผลมาจากเกลือและป้องกันน้ำบางส่วนจากเนื้อสัตว์ที่จะถูกดึงออกมา ทำให้ความชื้นบางส่วนไม่สูญเสียไปเนื้อมีรสชาติดีขึ้นและไม่แห้ง แข็งกระด้าง

- น้ำตาลจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนของโปรตีน เมื่อผ่านการให้ความร้อน ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดมีสีน้ำตาลที่บริเวณผิวหน้าของชิ้นเนื้อและมองดูน่ารับประทานเพิ่มขึ้น

- น้ำตาลช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงของโซเดียมไนเตรทเป็นไนไตรท์ออกไซด์ ทำให้ปริมาณสารไนเตรทที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์น้อย และเกิดสีแดงเร็วขึ้น

น้ำตาลที่ใช้กันมาก ได้แก่ น้ำตาลซูโครสฟอกสีและไม่ฟอกสี มีการใช้น้ำตาลในรูปของ กลูโคสและฟรุกโตสบ้างเหมือนกัน แต่ไม่ดีเท่าใช้ซูโครส เพราะจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์สามารถ ใช้น้ำตาล 2 ชนิดนี้ได้อย่างรวดเร็ว และมีผลทำให้ไมโอโกลบินเปลี่ยนเป็นเมทไมโอโกลบิน ซึ่งมี ผลต่อสีของเนื้อในระหว่างการหมัก มีการใช้น้ำตาลในรูปของน้ำเชื่อม เช่น น้ำเชื่อมซูโครส น้ำเชื่อมกลูโคส และน้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup) แต่ค่อนข้างมีราคาแพง และยังไม่เป็นที่นิยม น้ำเชื่อมข้าวโพดเป็นส่วนผสมของน้ำตาลซึ่งได้มาจากการแตกตัวของแป้งข้าวโพดที่ประกอบด้วย น้ำตาลเด็คโตรอส มอลโตสเด็คโตริน และน้ำตาลโมเลกุลใหญ่มีความหวานไม่มากและละลายน้ำได้ น้อยกว่าน้ำตาล ส่วนน้ำตาลแลคโตสซึ่งเป็นน้ำตาลนมมีความหวานต่ำกว่าน้ำตาลซูโครส 3 เท่า นิยมใช้กันในผลิตภัณฑ์เนื้อหมักเพื่อช่วยให้มีรสชาติดีขึ้น

2.3.4 ไนไตรท์หรือไนเตรท

ไนไตรท์หรือไนเตรทส่วนใหญ่นิยมใช้ในรูปแบบของเกลือโซเดียมไนไตรท์หรือโปตัสเซียม ไนไตรท์ และเกลือโซเดียมไนเตรทหรือโปตัสเซียมไนเตรท หน้าที่ของเกลือไนไตรท์และเกลือ ไนเตรท เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ มีดังนี้

- ทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อมีสีแดงและรักษาสีแดงของผลิตภัณฑ์ ทำให้มีความน่า รับประทานเพิ่มขึ้น
- ช่วยเพิ่มรสชาติ (taste) และกลิ่นรส (flavor) แก่ผลิตภัณฑ์ ทำให้มีกลิ่นเฉพาะตัวเป็นที่ ยอมรับสำหรับผู้บริโภคมากกว่าการใช้เกลือในการหมักเนื้อเพียงอย่างเดียว
- ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และป้องกันการงอกของสปอร์ของแบคทีเรีย ที่ไม่ต้องการอากาศ โดยเฉพาะพวก *Clostridium botulinum*
- ช่วยยับยั้งการหืนของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อ โดยจะไปยับยั้งปฏิกิริยาการเติม ออกซิเจนของไขมัน (oxidative rancidity) การใช้สารพวกไนไตรท์และไนเตรท แต่เดิมใช้เฉพาะ ดินปะสัวซึ่งจะให้เกลือไนเตรท ต่อมาพบว่าการแตกตัวของไนเตรททำให้ไนตริกออกไซด์เข้ามา และต้องอาศัยจุลินทรีย์บางชนิดในเนื้อสัตว์ช่วยในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์เกิดสีแดงต้องใช้ เวลานาน ถ้าการใช้ไนเตรทและไนไตรท์ร่วมกันมีผลต่อการเร่งการแตกตัวของไนเตรท ทำให้เกิด การแตกตัวให้ไนตริกออกไซด์เร็วขึ้นและมากขึ้น จึงทำให้เกิดสีแดงและมีไนเตรทเหลือตกค้างอยู่ใน ผลิตภัณฑ์น้อยลง

2.3.5 กระเทียม

กระเทียม เป็นวัตถุดิบที่ใช้เป็นเครื่องเทศในการปรุงแต่งกลิ่นและรสชาติอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารประเภท เนื้อ ปลา และสัตว์ต่าง ๆ โดยใช้ทั้งในรูปกระเทียมสดและ

กระเทียมแห้งป่น เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Amarillidaceae มีความหลากหลายด้านชนิด (species) และสายต้น (clone) มากมาย และแตกต่างกันในแต่ละประเทศ

2.3.6 พริกไทย

พริกไทย เป็นเครื่องปรุงอาหารที่แพร่หลาย ใช้ในการปรุงแต่งรสชาติอาหารทั้งในรูปแบบเมล็ด หรือบดให้ละเอียด ในยุโรปและอเมริกามักใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร นิยมใช้ประโยชน์จากผลพริกไทยแห้ง (พริกไทยดำ) และเมล็ดแห้ง (พริกไทยขาว) เป็นส่วนใหญ่ โดยพริกไทยดำจะใช้มากในอาหารพวกเนื้อ ส่วนพริกไทยขาวมักใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการให้เห็นผงสีดำในอาหารนั้น ๆ เช่น ในการผลิตซอสสีจาง มายองเนส ครีม และซูปต่าง ๆ โดยจะใช้เป็นเครื่องเทศปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร มีรสเผ็ดร้อน ช่วยดับกลิ่นคาว ใช้ถนอมอาหารประเภทเนื้อสัตว์ และเป็นส่วนประกอบของน้ำพริกแกง มีกลิ่นหอมค่อนข้างฉุน เนื่องจากมีน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) มีสรรพคุณทางยา ขับเหงื่อ ขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ แก้ท้องผูก ปวดฟัน ช่วยเจริญอาหาร เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Piperaceae ชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Piper nigrum L.*

2.4 ลูกชิ้นหมู

ลูกชิ้น เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสัตว์ เครื่องเทศ เช่น กระเทียม รากผักชี พริกไทยดำ เครื่องปรุงรส เช่น เกลือและวัตถุเจือปนอื่น นำมาบดผสมกันอย่างละเอียดจนรวมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วทำให้เป็นรูปร่างตามต้องการ ลวกหรือต้มให้สุก (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547) ลูกชิ้นเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อชนิดบดละเอียดเป็นอิมัลชันชนิดหนึ่ง ได้จากการสับผสมจนไม่สามารถมองเห็นโครงสร้างเดิมของเนื้อได้ โครงสร้างของเนื้อจะถูกทำลายถึงระดับเส้นใยกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดลักษณะเป็นมวลเหนียวหรืออิมัลชัน ขณะสับผสมจะต้องควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกิน 15 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาความคงทนของอิมัลชันไว้ โดยการแปรรูปร่างของลูกชิ้นอาจใช้วิธีปั้นด้วยมือ หรือใช้เครื่องปั้นลูกชิ้น ใส่งไปในหม้อต้มซึ่งมีน้ำอุ่นอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วตักใส่งในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นตักใส่งในน้ำเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที แล้วทิ้งให้เย็น ลูกชิ้นเป็นอาหารยอดนิยมของคนไทย นิยมบริโภคเป็นอาหารหลัก และเป็นอาหารรองท้องก่อนเวลาอาหารมื้อใหญ่ ลูกชิ้นที่ขายในตลาด ได้แก่ ลูกชิ้นเนื้อหมู ลูกชิ้นเนื้อวัว ลูกชิ้นเนื้อไก่ ลูกชิ้นเนื้อปลาแบบต่าง ๆ และลูกชิ้นเนื้อกุ้ง ซึ่งกระบวนการผลิตลูกชิ้นแต่ละประเภทจะมีขั้นตอน และกระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงกัน โดยจะมีรายละเอียดบางอย่างแตกต่างกันบ้าง ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุกัญญา อมรนนท์ศักดิ์ (2548) ได้ทำการศึกษาถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ Rndomized complete BIOCk Design (RCBD) ประกอบ ด้วย 4 หน่วยการทดลอง 3 ซ้ำ โดยกำหนดอัตราส่วนของเนื้อหมูต่อกากถั่วเหลืองร้อยละ 100:0, 95:5, 90:10 และ 85:15 ให้เป็นหน่วยการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมี จุลชีววิทยา กายภาพ และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม พบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณกากถั่วเหลืองมากขึ้นมีผลทำให้ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณความชื้นลดลง ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 4.67×10 ถึง 5.00×10 โคโลนีต่อกรัม จำนวนเชื้ออีโคไล (*E.coli*) ไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม จำนวนเชื้อซาลโมเนลลา (*Samonella*) ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม จำนวนเชื้อสแตปฟีโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureas*) ไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม และจำนวนเชื้อคลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนท์ (*Clostridium perfringent*) ไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม จากการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ ค่า L^* และ b^* เพิ่มขึ้น แต่ค่า a^* ลดลงตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ค่า L^* , a^* และ b^* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 เมื่อทดสอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของกากถั่วเหลืองต่อเนื้อหมูมีผลทำให้แรงกดลดลง ตามลำดับ และผลการตรวจสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า หน่วยการทดลองที่ผู้บริโภครับประทานในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด คือ หน่วยการทดลองที่ 1 รองลงมาคือ หน่วยการทดลองที่ 2 และ 3 ตามลำดับ จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสหน่วยการทดลองที่ 2 มีคุณค่าทางโปรตีนสูง และเป็นที่ยอมรับกับผู้บริโภคมากกว่าจากหน่วยการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1009-2533)

สราวุฒิ ทองเจิม (2551) ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู โดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองแบบผสม (Mixture Design) เพื่อหาปริมาณส่วนผสมของลูกชิ้นหมูที่มีความเหมาะสม โดยปัจจัยที่ทำการศึกษามี 3 ปัจจัย คือ เนื้อหมู น้ำแข็ง และเกลือ ได้สูตรการทดลองทั้งหมด 17 สูตร หลังจากนั้น ทำการทดสอบตัวอย่างด้วยวิธีการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ด้วยการทดสอบความชอบแบบ 9 คะแนน โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 50 คน สำหรับคุณลักษณะความชอบโดยรวม รสเค็ม กลิ่นรสเนื้อหมู สีของลูกชิ้น และความเหนียวนุ่ม และทำการประเมินคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นหมูโดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส ซึ่งค่าทดสอบที่ทำการวัด ได้แก่ ค่า Hardness, Adhesiveness, Springiness, Cohesiveness, Gumminess และ Chewiness เมื่อทำการ

วิเคราะห์ผลทางด้านสถิติแล้ว พบว่า คุณลักษณะที่มีค่าทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ได้แก่ ความชอบโดยรวม รสเค็ม กลิ่นรสเนื้อหมู และความเหนียวนุ่ม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในแต่ละคุณลักษณะนั้น มีผลต่อความยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อลูกชิ้นหมู จากการวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์จะได้อัตราส่วนผสมของลูกชิ้นหมูที่เหมาะสม ประกอบด้วย เนื้อหมู น้ำแข็ง และเกลือ เปรียบเทียบร้อยละ 46.36, 32.58 และ 3.55 ตามลำดับ สุดท้ายต้นทุนการผลิตลูกชิ้นหมูหลังทำการพัฒนา เท่ากับ 43.19 บาทต่อกิโลกรัม

ชาญชัย วงศ์วันดี (2552) ได้ศึกษาชนิดและปริมาณของสารที่สามารถใช้ทดแทนไตรโพลิฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู ตลอดจนศึกษาผลของการใช้สารทดแทนไตรโพลิฟอสเฟตดังกล่าวต่อคุณสมบัติทางคุณภาพระหว่างการเก็บของผลิตภัณฑ์ โดยทำการศึกษาสารทดแทน 3 ชนิด ได้แก่ Transglutaminase Enzyme (ACTIVA® TG-HP) Kappa Carrageenan (K-CA CC 750) และ Methylcellulose (MC A4M) เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (ใช้ STPP ร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก) และสูตรไม่ใช้ STPP จากการศึกษาพบว่า สูตรควบคุม (ใช้ STPP ร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก) ให้คุณลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis; TPA) ที่ดีที่สุด รองลงมาคือการใช้ Transglutaminase Enzyme จากนั้นได้ทำการศึกษากำหนดปริมาณสารที่ใช้ทดแทน โดยการแปรปริมาณของ Transglutaminase Enzyme เป็นร้อยละ 0, 0.25, 0.375 และ 0.50 โดยน้ำหนักเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (ใช้ STPP ร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก) ผลการศึกษาพบว่า การใช้ Transglutaminase Enzyme ที่ปริมาณร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ได้ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำ (WHC) การสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (cooking loss) วอเตอร์แอกติวิตี คุณลักษณะเนื้อสัมผัส และคะแนนความชอบทางด้านสี กลิ่นรสชาติ ความชุ่มฉ่ำ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เทียบเท่ากับการใช้ STPP ที่ปริมาณร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก การศึกษาอายุการเก็บโดยบรรจุลูกชิ้นในบรรจุภัณฑ์ชนิดลามิเนต (NYLON15/LLDPE65 m) และเก็บที่อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (ใช้ STPP ร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก) และ สูตรไม่ใช้ STPP จากการศึกษาอายุการเก็บ พบว่า ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูที่ใช้ Transglutaminase Enzyme (ACTIVA® TG-HP) ที่ปริมาณร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักมีอายุการเก็บ 28 วัน ซึ่งไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูควบคุม (ใช้ STPP ร้อยละ 0.25) ค่า Aerobic plate count 3.0×10^3 cfu/g จำนวนยีสต์และรา น้อยกว่า 10 cfu/g

จาริณญา สุทธิ (2554) ศึกษาผลของการลดปริมาณไขมัน และโซเดียมในลูกชิ้นหมู เนื่องจากลูกชิ้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมรับประทาน มีมูลค่าทางการตลาดประมาณปีละ 1 หมื่นล้านบาท ซึ่งในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นมีปริมาณไขมันและโซเดียมสูง ซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค ทำให้มีความเสี่ยงในการเป็นโรคความดันโลหิตสูงและโรคอ้วน จึงศึกษาการใช้เกลือ

โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และใช้อินนูลินทดแทนไขมัน เพื่อศึกษาผลของการผันแปรในการลดปริมาณไขมัน และโซเดียมในลูกชิ้นหมู โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล แบบที่ซ้ำที่จุดกึ่งกลาง 4 จุด ผันแปรปัจจัย คิดเป็นร้อยละของเนื้อหมู ดังนี้ NaCl (1 – 2.7) KCl (1 – 2.7) ไขมันแข็ง (7 – 13) และอินนูลิน (7 – 13) จากนั้นวิเคราะห์เนื้อสัมผัสทางเคมี และทางประสาทสัมผัส พบว่าการใช้ปัจจัยต่างๆ ที่ระดับสูงจะทำให้ได้คะแนนการยอมรับมากกว่าการใช้ปัจจัยต่างๆ ที่ระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จากนั้นวิเคราะห์สมการถดถอย และหาสูตรที่เหมาะสม จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของสมการทำนายโดยสูตรที่ใช้ประกอบด้วย NaCl, KCl ไขมัน และอินนูลิน ที่ระดับ 2.5 1.7 9.4 และ 13.0 ตามลำดับ ทำการตรวจคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส พบว่า ค่าสังเกตและค่าทำนายมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนในทุกค่าที่วัดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.24 – 8.47 ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้สามารถลดปริมาณไขมันจากสูตรเดิมได้ร้อยละ 47.46 และโซเดียมได้ร้อยละ 27.07 จากนั้นศึกษาผลของการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นหมูลดไขมันและโซเดียมด้วยทรานส์กลูตามิเนส (TGase) วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยผันแปรปริมาณ TGase ที่ระดับร้อยละ 0 0.1, 0.2 และ 0.3 ของเนื้อหมู และวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ทางเคมี และทางประสาทสัมผัส พบว่า การใช้ TGase ที่ระดับร้อยละ 0.1 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด โดยเมื่อวิเคราะห์เนื้อสัมผัสได้ค่าความแข็ง 12273.19 กรัมแรง ค่าความยืดหยุ่น 0.68 ค่าความยืดติด 0.52 และค่าความเหนียวเป็นแป้ง 6370.55 ซึ่งผลการวิเคราะห์ SDS – PAGE พบว่าขนาดมวลโมเลกุลของโปรตีนในสิ่งทดลองที่ใช้ TGase มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าสิ่งทดลองที่ไม่ได้ใช้ TGase เมื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนาได้ มาวิเคราะห์คุณภาพ พบว่าผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีคุณภาพเทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด โดยมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

นภมณี มงคลประเสริฐ และคณะ (2554) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูเสริมงาดำ ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างเนื้อหมูต่อแป้งมันสำปะหลังต่องาดำที่แตกต่างกันในกระบวนการผลิตโดยแปรอัตราส่วนระหว่างเนื้อหมูต่อแป้งมันสำปะหลังต่องาดำร้อยละ 75:20:5 (สูตรที่1) 75:15:10 (สูตรที่2) 70:20:10 (สูตรที่3) โดยน้ำหนัก ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า สูตรที่ 1 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตโดยผลิตภัณฑ์มีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 46.30 1.03 และ 7.90 มีความชื้นร้อยละ 33.32 มีไขมันร้อยละ 1.40 มีเถ้าร้อยละ 2.93 มีค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้าน สี ปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 5.50 5.70 6.36 และ 5.70 คะแนน ตามลำดับและผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับดีที่สุด

คณิตนันท์ เอชัน และคณะ (2556) ศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเห็ด โดยศึกษาเห็ด 2 ชนิด คือ เห็ดเข็มทอง และเห็ดนางฟ้า ในการผลิตลูกชิ้นปลาแปรรูปอัตราส่วนเนื้อปลา ยี่สิบกบด : แป้งมันสำปะหลัง (90:10, 80:20 และ 70:30) และศึกษาอัตราส่วนเนื้อปลาบด : เห็ด (90:10, 80:20, 70:30) ผลวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเห็ดเข็มทองมีค่าความแข็ง สูงกว่าลูกชิ้นปลาผสมเห็ดนางฟ้า การทดแทนปริมาณเห็ดในเนื้อปลาเพิ่มขึ้นมีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงผลวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อสัมผัสในด้านความแข็ง การแตกหัก ความสามารถในการ เกาะติดผิววัสดุ ความยืดหยุ่น และความสามารถเกาะรวมตัวกัน

นันทพร อ่อนิจ และคณะ (2558) ศึกษาปริมาณใยอาหารจากชงชุนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ ลูกชิ้นหมูอิมัลชัน โดยใช้ชงชุนทดแทนไขมัน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 พบว่า สูตร ที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตลูกชิ้นหมูอิมัลชัน คือ การใช้ชงชุนทดแทนไขมันร้อยละ 5 ซึ่ง ผู้บริโภคจำนวน 30 คน ให้การยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกันจากสูตรควบคุมที่ไม่มีการเติมชง ชุนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี พบว่า ลูกชิ้นหมู อิมัลชันที่มีการเสริมชงชุนร้อยละ 5 จะมีค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) คือ 68.20, 1.14 และ 10.02 ตามลำดับ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) คือ 6.02 ความสามารถในการ อิ่มน้ำ คือ ร้อยละ 98.94 และค่ามี Hardness (ค่าความแข็ง) Springiness (ค่าความสามารถในการ คืบตัว) Chewiness (พลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวอาหาร) ไม่แตกต่างกับทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($p > 0.05$) และมีค่า Cohesiveness (ความสามารถในการรวมตัวกัน) 0.47 ไม่แตกต่างกับสูตร ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นหมูอิมัลชันที่ มีการเสริมชงชุนร้อยละ 5 พบว่า มีปริมาณความชื้น ไขมัน และเส้นใย คือ 70.99, 6.00 และ 0.56 g/100g ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณไขมันที่น้อยกว่า และ ใยอาหารที่มากกว่า เมื่อเทียบกับสูตร ควบคุม การศึกษาอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน โดยสุ่มตรวจทุกๆ 3 วัน พบว่า วันที่ 9 พบ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณ *E. coli* < 3.0 MPN/g ซึ่งน้อยกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนลูกชิ้น หมูที่กำหนดไว้คือ 1×10^4 CFU/g ดังนั้น จึงสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูอิมัลชันที่มีการ เสริมชงชุนได้เป็นเวลาไม่เกิน 9 วัน จึงสามารถบริโภคได้โดยไม่เป็นอันตราย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

- 3.1.1 เนื้อสะโพกหมู (ตลาดสดเทศบาล 2 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์)
- 3.1.2 เนื้อหมูสามชั้น (ตลาดสดเทศบาล 2 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์)
- 3.1.3 พริกไทย (ตราไร้ทิพย์ บริษัท ไร่ชัยภูมิ จำกัด จังหวัดนนทบุรี)
- 3.1.4 ผงชูรส (ตราถ้วยแดง บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดสมุทรปราการ)
- 3.1.5 แป้งมัน (ตราช้างสามเศียร บริษัท ฟาร์มผิงเฮอร์วีน จำกัด จังหวัดเชียงใหม่)
- 3.1.6 ฟอสเฟต (โซเดียมฟอสเฟต ร้านปิ่นทิพย์ จังหวัดเชียงใหม่)
- 3.1.7 น้ำแข็งบด (ตลาดสดเทศบาล 2 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์)

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.2.1 เครื่องชั่ง (balance; SPS402, OHAUS®, USA)
- 3.2.2 เครื่องสับผสม (chopper mixer; M11.2G3KB400D50, CUTTEX, Germany) นำเข้าโดย บริษัท ฟู้ด อีคิวปเมนต์ จำกัด ประเทศไทย
- 3.2.3 เครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ (vacuum pack; S210BV, VAC-STAR, Switzerland)
- 3.2.4 ตู้แช่ (refrigerator; YPM-110S, SANDANINTERCOOL, Thailand)
- 3.2.5 เครื่องวิเคราะห์ค่าสี (color meter; Color Flex EZ, COLOR GLOBAL Co.,Ltd.)
- 3.2.6 เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสอาหาร (texture analyzer; TA.XT Express Enhanced, Stable Micro System Ltd., England) นำเข้าโดย บริษัท จาร์พา เทคโนโลยี จำกัด ประเทศไทย
- 3.2.7 อุปกรณ์สำหรับการผลิตลูกชิ้น ได้แก่ ถาด หม้อ และกะละมังสแตนเลส ไม้พาย ท็อปเตาแก๊ส เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ ถังมือ ถังพลาสติกชนิดทนร้อน ถังโพลีเอทิลีนใสชนิดความหนาแน่นต่ำแบบซีพีแอล (low density polyethylene; LDPE) และถุงสุญญากาศแบบใส
- 3.2.8 อุปกรณ์สำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส
- 3.2.9 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส
- 3.2.10 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ยีสต์และรา

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ตอนที่ 1 ศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู

(1) สูตรและวิธีการพื้นฐานของการผลิตลูกชิ้นหมู

จากการศึกษาเบื้องต้นในการผลิตลูกชิ้นหมู ทำการดัดแปลงสูตรและวิธีการจากกลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ (2558) ได้ปริมาณส่วนผสมสูตรพื้นฐานของการผลิตลูกชิ้นหมู ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ปริมาณส่วนผสมของลูกชิ้นหมูสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณ (ร้อยละ)
เนื้อสะโพกหมู	5,000	71.84
น้ำแข็งบด	1,500	21.55
เกลือป่น	200	2.87
พริกไทยป่น	30	0.43
ผงชูรส	10	0.14
แป้งมัน	200	2.87
ฟอสเฟต	20	0.30

วิธีการผลิตลูกชิ้นหมู

- 1) นำเนื้อหมูส่วนสะโพกมาเล่เอาเอ็น พังผืด และมันออก แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แฉะให้เย็นจัด และเก็บในช่องน้ำแข็ง
- 2) ใส่เนื้อหมูลงในเครื่องสับผสม เดินเครื่องสับพร้อมกับเติมน้ำแข็งทีละน้อยจนเนื้อเริ่มละเอียดหยุดเครื่อง เติมส่วนผสมของเกลือ ฟอสเฟต และพริกไทย เดินเครื่อง และเติมแป้งมัน
- 3) ค่อยๆ เติมน้ำแข็งบด สับผสมจนส่วนผสมละเอียด เหนียว เป็นเนื้อเดียวกัน (ต้องปิดเครื่อง แล้วใช้พายพลาสติกคนรอบๆ อ่างสับ)
- 4) นำส่วนผสมแช่เย็นจัด แล้วนำมาบีบเป็นลูกกลมๆ ลงในน้ำอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส เวลา 10-15 นาที เมื่อลูกชิ้นเริ่มแข็งตัว ตักใส่ในน้ำอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที ต้มจนสุก ตักขึ้นทำให้เย็นในน้ำที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

อุณหภูมิไว้ไม่ให้เกิน 15 องศาเซลเซียส หลังการสับผสมจนส่วนผสมละเอียด เหนียว เป็นเนื้อเดียวกัน สุดท้ายได้เป็นอิมัลชัน

4) นำส่วนผสมอิมัลชันที่ได้จากการสับผสมเข้มข้นขึ้นจัด แล้วนำมาขึ้นรูปเป็น ลูกชิ้นโดยการบีบเป็นลูกกลมๆ ลงในหม้อต้มน้ำอุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เวลา 10-15 นาที (เพื่อให้ลูกชิ้นพองตัว) เมื่อลูกชิ้นเริ่มแข็งตัว หรือสังเกตจนกว่าลูกชิ้นจะลอยขึ้นมา (ประมาณ 5 นาที) ตักใส่หม้อต้มน้ำอุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที (ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกินไป เนื่องจากอาจทำให้ลูกชิ้นแตกได้) ต้มจนสุก ตักขึ้นทำให้เย็นในน้ำที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที สุดท้ายได้ลูกชิ้นอุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส

5) ตักผลิตภัณฑ์ขึ้นพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ บรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนแบบซิปล็อค และถุงสุญญากาศแบบใส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

(3) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นหมู

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อ ลูกชิ้นหมูทั้ง 3 สูตร เปรียบเทียบกับลูกชิ้นหมูสูตรพื้นฐาน (ตัวอย่างควบคุม) ทั้งนี้ เพื่อคัดเลือก สูตรลูกชิ้นหมูที่ผู้บริโภคยอมรับไปศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อไป การทดสอบความชอบของผู้บริโภคในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) รสชาติ และความชอบโดยรวม ใช้แบบทดสอบ Hedonic scoring test 9 points (ภาคผนวก ข) ผู้ทดสอบชิมเป็นบุคคลทั่วไป ทั้งเพศชายและหญิง ไม่จำกัดอายุ ซึ่งไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวนอย่างน้อย 50 คน ให้คะแนนตาม ความชอบจาก 1 ถึง 9 โดยที่ 9 เป็นคะแนนที่ชอบมากที่สุด ตามลำดับไปจนถึง 1 เป็นคะแนนที่ไม่ ชอบมากที่สุด

ขั้นตอนการทดสอบความชอบของผู้บริโภคทำโดยการสุ่มรหัสตัวเลข 3 ตัวในแต่ละ ตัวอย่าง สุ่มลำดับการนำเสนอตัวอย่างให้ผู้ทดสอบแต่ละคนแตกต่างกัน ชี้แจงวิธีการทดสอบ ตัวอย่างโดยทดสอบตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง และให้ผู้ทดสอบใช้น้ำบ้วนปากระหว่างการ ทดสอบแต่ละตัวอย่าง (ดัดแปลงวิธีจากไพโรจน์, 2545; เพ็ญขวัญ, 2556)

(4) การวัดคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

การทดสอบเค้าโครงทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis: TPA) ของลูกชิ้นหมูด้วยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสอาหาร รายละเอียดการตั้งสภาวะเครื่อง

ดังภาพผนวก ก ซึ่งค่าที่ทำการวัด คือ Hardness, Adhesiveness, Cohesiveness, Springiness, Gumminess และ Chewiness มีรายละเอียด ดังนี้

ค่า Hardness (นิวตัน: N) เป็นแรงที่กระทำต่ออาหารทำให้อาหารแตกหรือแยกออก

ค่า Adhesiveness (กรัมวินาที) เป็นแรงที่ใช้แยกอาหารออกมาเมื่อผิวอาหารไป

เกาะติดเพดานปาก

ค่า Cohesiveness (กรัมวินาที) หมายถึง ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่สลายตัวก่อนที่จะ

แตกแยกออกจากกัน

ค่า Springiness (มิลลิเมตร) เป็นอัตราที่การเสียรูปกลับคืนรูปเดิม

ค่า Gumminess (นิวตัน: N) ลักษณะที่อาหารกึ่งของแข็งแตกตัวออกจนถึงสภาวะที่

จะกลืนได้ คำนวณจากค่า $\text{Hardness} \times \text{Cohesiveness}$

และค่า Chewiness (นิวตันมิลลิเมตร: Nmm) เป็นพลังงานที่ใช้เคี้ยวอาหารแข็ง

จนถึงขั้นพร้อมที่จะกลืน คำนวณจากค่า $\text{Hardness} \times \text{Cohesiveness} \times \text{Springiness}$

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง มีดังนี้

1) นำตัวอย่างลูกชิ้นหมูไปให้ความร้อนด้วยไอน้ำจนกระทั่งอุณหภูมิภายในเท่ากับ 50-60 องศาเซลเซียส

2) สุ่มตัวอย่างลูกชิ้นจำนวน 20 ลูกต่อสูตร มาทำให้เย็น (cooling) ด้วยน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง ตักตัวอย่างพักให้สะเด็ดน้ำก่อนนำมาวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส

(5) การวิเคราะห์ค่าสี

การทดสอบค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดงและเขียว (a^*) ค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (b^*) ของลูกชิ้นหมูด้วยเครื่องวัดค่าสี มีรายละเอียด ดังนี้

ค่า L^* คือ The lightness factor (value) แสดงค่าความสว่าง 0-100 ซึ่งเมื่อเข้าใกล้ 0 จะมีความสว่างมาก และเมื่อเข้าใกล้ 100 จะมีความมืดมาก

ค่า a^* และ b^* คือ The chromaticity coordinates (hue, chroma) โดยค่า a^* มีค่าบวกแสดงค่าสีแดง และค่า a^* มีค่าลบแสดงค่าสีเขียว ส่วนค่า b^* มีค่าบวกแสดงค่าสีเหลือง และค่า b^* มีค่าลบแสดงค่าสีน้ำเงิน

การวัดค่าสีในระบบ CIE LAB (L^* a^* b^*) ต้องทำการสอบเทียบค่ามาตรฐาน (calibrate) ทุกครั้งก่อนใช้งานด้วยแผ่นเทียบสีดำและสีขาว ตามลำดับ จากนั้นสุ่มตัวอย่างลูกชิ้นจำนวน 10 ลูกต่อสูตร วางตัวอย่างในจานรอง (plate) ที่ละ 1 ลูก แล้ววางบนเครื่องวัดสีครอบด้วยกระบอกทึบแสง จากนั้นทำการวัดค่า อ่านค่า และบันทึกผล

3.3.2 ตอนที่ 2 การศึกษาอายุการเก็บรักษาลูกชิ้นหมู

การศึกษาอายุการเก็บรักษาลูกชิ้นหมูจะนำผลการศึกษาตอนที่ 1 พิจารณาเลือกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โดยศึกษารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ บรรจุลูกชิ้นหมูในถุงโพลีเอทิลีนใส ชนิดความหนาแน่นต่ำแบบซีปล็อกและถุงสุญญากาศแบบใส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มตัวอย่างตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ทุกๆ 3 วัน เป็นระยะเวลา 30 วัน

3.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส และค่าสี วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ซึ่งให้ผู้ทดสอบเป็นบล็อก วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (อิสรพงษ์ พงษ์ศิริกุล, 2545)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษา

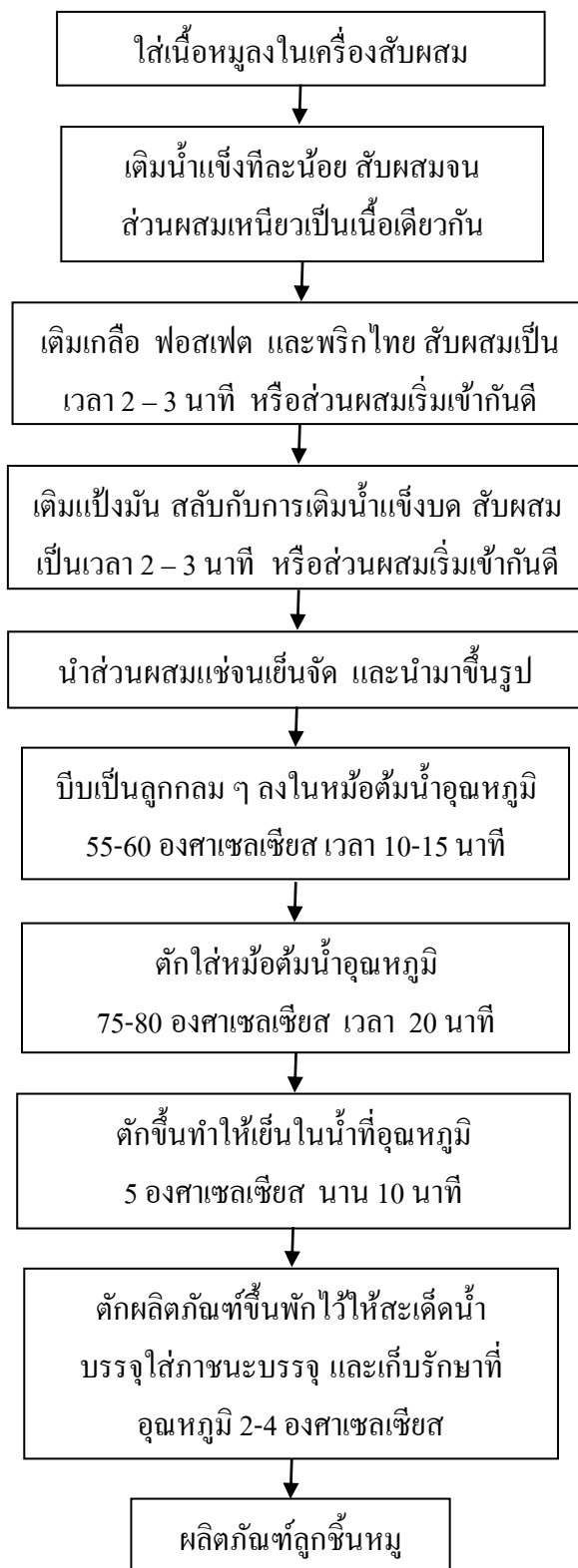
4.1.1 ผลการศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู

จากการศึกษาเบื้องต้นได้สูตรและวิธีการพื้นฐานของการผลิตลูกชิ้นหมู จึงนำมาศึกษาสูตรและวิธีการที่เหมาะสมของการผลิตลูกชิ้นหมู โดยศึกษาปริมาณส่วนผสม ได้แก่ ปริมาณเกลือ ร้อยละ 2.9, 2.5 และ 2.0 และปริมาณพริกไทย ร้อยละ 0.4, 0.3 และ 0.2 ซึ่งส่วนผสมของลูกชิ้นหมู แสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ปริมาณส่วนผสมของลูกชิ้นหมู

ส่วนผสมของลูกชิ้นหมู	ปริมาณส่วนผสมของลูกชิ้นหมู (ร้อยละ)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
เนื้อสะโพกหมู	71.84	71.84	71.84
น้ำแข็งบด	21.55	22.05	22.65
เกลือป่น	2.87	2.50	2.00
พริกไทยป่น	0.43	0.30	0.20
ผงชูรส	0.14	0.14	0.14
แป้งมัน	2.87	2.87	2.87
ฟอสเฟต	0.30	0.30	0.30

การเตรียมเนื้อหมูเพื่อทำการผลิตลูกชิ้นหมูโดยนำเนื้อหมูส่วนสะโพกมาแล่เอาเอ็น ฟังผัด และมันออก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แช่ให้เย็นจัด และทำการผลิตลูกชิ้นหมูตามวิธีการผลิตลูกชิ้นหมู แสดงดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 วิธีการผลิตลูกชิ้นหมู

เมื่อทำการผลิตลูกชิ้นหมูตามกระบวนการดังกล่าวข้างต้น จึงนำไปทดสอบหรือประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูแต่ละสูตร เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน ทั้งนี้ เพื่อคัดเลือกสูตรลูกชิ้นหมูที่ผู้บริโภคยอมรับไปศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อไป การทดสอบความชอบของผู้บริโภคในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) รสชาติ และความชอบโดยรวม ใช้แบบทดสอบ Hedonic scoring test 9 points โดยผู้ทดสอบชิมเป็นบุคคลทั่วไป ทั้งเพศชายและหญิง ไม่จำกัดอายุ ซึ่งไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 85 คน ให้คะแนนตามความชอบจาก 1 ถึง 9 โดยที่ 9 เป็นคะแนนที่ชอบมากที่สุด ตามลำดับไปจนถึง 1 เป็นคะแนนที่ไม่ชอบมากที่สุด ซึ่งผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู แสดงผลดังตารางที่ 4-2 พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากปริมาณส่วนผสมที่ศึกษามีความใกล้เคียงกันจึงทำให้ผู้บริโภคไม่สามารถตัดสินใจว่ามีความชอบผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตรใดมากกว่ากัน อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (คะแนน 7.01, 6.61 และ 6.60) แสดงให้เห็นว่า ปริมาณส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

ตารางที่ 4-2 ค่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู

คุณลักษณะของ ผลิตภัณฑ์	สิ่งทดลอง		
	PD1	PD2	PD3
สี ^{ns}	7.04 ± 1.58	7.00 ± 1.50	7.00 ± 1.41
กลิ่น ^{ns}	6.20 ± 2.14	5.82 ± 1.97	6.33 ± 1.91
เนื้อสัมผัส ^{ns}	6.84 ± 1.69	6.44 ± 1.81	6.40 ± 1.77
รสชาติ ^{ns}	6.80 ± 1.84	6.48 ± 1.89	6.65 ± 1.82
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.01 ± 1.63	6.61 ± 1.67	6.60 ± 1.52

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

PD1 = ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 1 PD2 = ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 2 และ PD3 = ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 3

ผลการทดสอบค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดงและเขียว (a*) ค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (b*) ของลูกชิ้นหมูด้วยเครื่องวัดค่าสี แสดงผลดังตารางที่ 4-3 พบว่า ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูทั้ง 3 สูตร

มีค่าความสว่างกับค่าสีแดงและเขียวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 2 และ 3 มีค่าสีเหลืองและน้ำเงินแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่สูตร 2 จะให้ค่าสีเหลืองและน้ำเงินเข้มกว่าสูตร 3 นั้นแสดงให้เห็นว่า ปริมาณส่วนผสมมีผลต่อค่าสีเหลืองและน้ำเงินในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู

ตารางที่ 4-3 ผลการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู

ค่าสี	สีที่ทดลอง		
	PD1	PD2	PD3
L* ^{ns}	65.70 ± 1.749	64.93 ± 1.921	65.28 ± 2.727
a* ^{ns}	-0.55 ± 0.183	-0.42 ± 0.154	-0.52 ± 0.186
b*	11.47 ^{ab} ± 0.529	11.84 ^a ± 1.073	11.05 ^b ± 0.610

^{a,b} ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

นอกจากนี้ ผลการทดสอบค่าโครงสร้างด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นหมูด้วยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสอาหาร ซึ่งค่าที่ทำการวัด คือ Hardness, Adhesiveness, Cohesiveness, Springiness, Gumminess และ Chewiness แสดงผลดังตารางที่ 4-4 พบว่า ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูทั้ง 3 สูตร มีค่า Adhesiveness, Cohesiveness และ Springiness ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ค่า Hardness, Gumminess และ Chewiness มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 1 มีค่า Hardness สูงที่สุด ซึ่งค่า Hardness ยิ่งมีค่าสูง นั้นหมายความว่าลูกชิ้นจะมีความแข็งมากขึ้น ส่วนค่า Gumminess คือลักษณะที่อาหารกึ่งของแข็งแตกตัวออกจนถึงสภาวะที่จะกลืนได้ หมายความว่า ลูกชิ้นหมูสูตร 1 แตกต่างจากลูกชิ้นหมูสูตรอื่น ๆ เนื่องจากต้องใช้แรงในการเคี้ยวอาหารให้แตกตัวออกจากกันมากกว่าจนถึงสภาวะที่จะกลืนได้ นั่นคือลูกชิ้นหมูสูตร 1 มีลักษณะเนื้อสัมผัสแน่นมากกว่าลูกชิ้นหมูสูตรอื่น ๆ นอกจากนี้ ค่า Chewiness เป็นพลังงานที่ใช้เคี้ยวอาหารแข็งจนถึงขั้นพร้อมที่จะกลืน หมายความว่า ลูกชิ้นหมูสูตร 1 แตกต่างจากลูกชิ้นหมูสูตรอื่น ๆ เนื่องจากต้องใช้แรงในการเคี้ยวอาหารให้แตกตัวออกจากกันจนถึงสภาวะที่จะกลืนได้มากที่สุด นั่นคือลูกชิ้นหมูสูตร 1 มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งและแน่นมากกว่าลูกชิ้นหมูสูตรอื่น ๆ จากผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ปริมาณส่วนผสมมีผลต่อค่าโครงสร้างด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นหมู

ตารางที่ 4-4 ผลการวัดค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู

ค่าเนื้อสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์	สิ่งทดลอง		
	PD1	PD2	PD3
Hardness	13505.83 ^b ± 867.810	5477.95 ^a ± 724.725	5422.43 ^a ± 1127.540
Adhesiveness ^{ns}	-2.05 ± 2.033	-1.43 ± 1.147	-1.12 ± 0.855
Cohesiveness ^{ns}	0.39 ± 0.039	0.39 ± 0.042	0.37 ± 0.059
Springiness ^{ns}	0.74 ± 0.018	0.72 ± 0.035	0.73 ± 0.051
Gumminess	5254.18 ^a ± 706.089	2137.53 ^b ± 465.315	2068.94 ^b ± 769.897
Chewiness	3878.57 ^a ± 510.960	1545.74 ^b ± 345.981	1516.02 ^b ± 593.734

^{a,b} ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.1.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาลูกชิ้นหมู

จากผลการศึกษาตอนที่ 1 พิจารณาเลือกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูเพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยเลือกจากผลการทดสอบค่าโครงสร้างด้านลักษณะเนื้อสัมผัสประกอบกับผลการวัดค่าสีและผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู จึงตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 3 เนื่องจากผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางซึ่งไม่แตกต่างจากสูตรอื่นๆ มีลักษณะเนื้อสัมผัสแน่นและแข็งน้อยกว่าสูตร 1 นอกจากนี้ ยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตเนื่องจากใช้ปริมาณส่วนผสมที่น้อยกว่าสูตรอื่นๆ

ดังนั้น จึงทำการเลือกผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 3 เป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำหรับศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยศึกษารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ บรรจุลูกชิ้นหมูในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนไฮดรอลิคความหนาแน่นต่ำแบบซิปล็อค (ถุง LDPE) และถุงสุญญากาศแบบใส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส โดยทำการสุ่มตัวอย่างตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ผลแสดงดังตารางที่ 4-5) ยีสต์และรา (ผลแสดงดังตารางที่ 4-6) ทุกๆ 3 วัน เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า เมื่อระยะการเก็บรักษานานขึ้นมีการตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์มากขึ้นซึ่งเกินมาตรฐานกำหนดในวันที่ 9 และ 12 ของการบรรจุในถุง LDPE และถุงสุญญากาศแบบใส ตามลำดับ ทั้งนี้ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนลูกชิ้นหมูได้กำหนดมาตรฐานการตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มพข.304/2547) นอกจากนี้ จากข้อมูลที่ได้พบว่าลูกชิ้นหมูที่บรรจุในถุงสุญญากาศแบบใสมีการเจริญของจุลินทรีย์ช้ากว่าการบรรจุในถุง LDPE แสดงให้เห็นว่ารูปแบบของบรรจุภัณฑ์มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นหมู

ตารางที่ 4-5 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 วัน

สิ่งทดลอง	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (standard plate count; cfu/g)													
	บรรจุถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนแบบซิปล็อค							บรรจุถุงสุญญากาศแบบใส						
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18
PD3	17	150	450	2×10^4	2.8×10^5	5×10^6	2.8×10^7	19	73	125	1×10^3	1.5×10^4	8×10^4	4.7×10^5

ตารางที่ 4-6 ปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 วัน

สิ่งทดลอง	ปริมาณยีสต์และ (spread plate; cfu/g)													
	บรรจุถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนแบบซิปล็อค							บรรจุถุงสุญญากาศแบบใส						
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18
PD3	3	25	330	1.4×10^3	2.8×10^4	4.5×10^5	1.4×10^6	2	45	105	285	2.3×10^3	9.5×10^4	5.5×10^4

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสู่เชิงพาณิชย์ โดยศึกษาปริมาณส่วนผสม ได้แก่ ปริมาณเกลือ ร้อยละ 2.9, 2.5 และ 2.0 และปริมาณพริกไทย ร้อยละ 0.4, 0.3 และ 0.2 พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (คะแนน 7.01, 6.61 และ 6.60) นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 2 และ 3 มีค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (b^*) แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) แต่ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูทั้ง 3 สูตร มีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดงและเขียว (a^*) ค่า Adhesiveness, Cohesiveness และ Springiness ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 1 มีค่า Hardness สูงที่สุด มีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งและแน่นมากกว่าลูกชิ้นหมูสูตรอื่นๆ โดยที่ลูกชิ้นหมูสูตร 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตร 3 ซึ่งมีปริมาณส่วนผสมดังนี้ เนื้อสะโพกหมู น้ำแข็งบด เกลือป่น พริกไทยป่น ผงชูรส แป้งมัน และฟอสเฟต ร้อยละ 71.84, 22.65, 2.0, 0.2, 0.14, 2.87 และ 0.3 ตามลำดับ จึงเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำหรับศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยนำมาบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนไสชนิดความหนาแน่นต่ำแบบซิปล็อค (ถุง LDPE) และถุงสุญญากาศแบบใส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส พบว่า ลูกชิ้นหมูที่บรรจุในถุงสุญญากาศแบบใสมีการเจริญของจุลินทรีย์ช้ากว่าการบรรจุในถุง LDPE และลูกชิ้นหมูที่บรรจุในถุง LDPE และถุงสุญญากาศแบบใสมีการตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์เกินมาตรฐานกำหนดในวันที่ 9 และ 12 ตามลำดับ

5.2 อภิปรายผล

จากผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนไสชนิดความหนาแน่นต่ำแบบซิปล็อคและถุงสุญญากาศแบบใส ที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส ได้ไม่เกิน 9 และ 12 วัน ตามลำดับ จึงสามารถบริโภคได้โดยไม่เป็นอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งให้ผลการศึกษาสอดคล้องกับนนทพร อัครนิจ และคณะ (2558) โดยศึกษาปริมาณใยอาหารจากซังขนุนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูอัดชั้น โดยศึกษาอายุการเก็บรักษาเป็น

เวลา 15 วัน ทำการสุ่มตรวจทุกๆ 3 วัน พบว่า วันที่ 9 พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณ *E. coli* น้อยกว่า 3.0 MPN/g ซึ่งน้อยกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนลูกชิ้นหมูที่กำหนดไว้คือ 1×10^4 CFU/g

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

การนำสูตรและวิธีการผลิตลูกชิ้นหมูจากงานวิจัยนี้ไปใช้ควรประยุกต์อุปกรณ์ที่มีอยู่เพื่อใช้สำหรับการสับผสม เนื่องจากมีส่วนสำคัญต่อการเกิดอิมัลชัน และคัดเลือกเนื้อหมูที่มีคุณภาพดี มีความสดใหม่จึงจะได้ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูที่ดี คือมีสีสม่ำเสมอ กลิ่นหอมน่ารับประทาน รสชาติดี ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการต่อยอดงานวิจัย

ควรพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูให้มีรสชาติที่หลากหลายหรือขึ้นรูปในลักษณะที่แปลกใหม่ เพื่อดึงดูดความสนใจและเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค

บรรณานุกรม

- กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์. คู่มือการฝึกอบรมเทคโนโลยีการแปรรูปเนื้อสัตว์ หลักสูตร
การแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์. เชียงใหม่ : ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมปศุสัตว์ กองส่งเสริม
และพัฒนา การปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2558.
- คณิตนันท์ เอช. และคณะ. “ลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเห็ด”. วารสารวิทยาศาสตร์
เกษตร. 44(2)(พิเศษ) : 593-596. 2556.
- จาริณญา สุทธิ. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูลดไขมันและโซเดียม”. วิทยานิพนธ์
มหาบัณฑิต. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2554.
- ชัยณรงค์ คันทนิต. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช. 2529.
- ชาญชัย วงศ์วันดี. “การศึกษาสารทดแทนไตรโพลีฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู”.
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2552.
- ณภัทร วิชะกุล. เอกสารประกอบการบรรยายวิชา Introduction to food. เชียงใหม่ : คณะ
มนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2559.
- นภมณี มงคลประเสริฐและคณะ. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูเสริมงาดำ”. โครงการ
งานวิจัย. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. 2554.
- นันทพร อัครนิจ และคณะ. “การเสริมใยอาหารจากชงขนุนในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูมัลลัน”.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา
<http://www.eresearch.ssru.ac.th/xmlui/handle/123456789/292> (6 กรกฎาคม 2558). 2558.
- ประหยัด ทิราวงศ์. “ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อหมู”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา
<http://www.swinethailand.com/15462189> (2 มีนาคม 2560). 2558.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์. “การแปรรูปเนื้อสัตว์”. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0958/smoking> (1 มีนาคม
2560). 2560.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์. “เนื้อสัตว์”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา
<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1141/meat> (3 ตุลาคม 2559). 2559.
- เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค.
กรุงเทพฯ : ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
2556.

- ไพโรจน์ วิริยาริ. การประเมินทางประสาทสัมผัส. เชียงใหม่ : ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2545.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. **ลูกชิ้นหมู มผช.304/2547**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps304_47.pdf (6 กรกฎาคม 2558). 2547.
- วัฒน์ บุญวิทยา. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์**. ปทุมธานี : โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขตกรณในพระบรมราชูปถัมภ์. 2542.
- สราวุฒิ ทองเจิม. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง”. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2551.
- ตัณชัย จตุรติธรา. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์**. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2543.
- สุกัญญา อมรนนท์ศักดิ์. “การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู”. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. 2548.
- สุจิตรา เลิศพลฤกษ์. **เอกสารประกอบการบรรยายวิชา ทอ 470 เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อ**. เชียงใหม่ : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะธุรกิจการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 2535.
- สุเมธ ดันตระเชียร. **เอกสารประกอบการบรรยายวิชา Elementary food**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2544.
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. **คู่มือการพัฒนามาตรฐานโรงฆ่าสัตว์และการจำหน่ายเนื้อสัตว์**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 2551.
- อภิธา รินพล. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมูพื้นเมือง”. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. 2555.
- อิสรพงษ์ พงษ์ศิริกุล. **การวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับอุตสาหกรรมเกษตร**. พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่ : ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2545.
- A.O.A.C. **Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL**, 17th Edition, Agricultural chemicals ; Contaminations ; Drugs, chapter 17. 2002.
- Kerry, J., *et al.* **Meat Processing Improving Quality**. CRC Press, Woodhead Publishing Limited Cambridge, England. 2002.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพ

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

1. การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ตามวิธีของ AOAC (2002)

1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
2. หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร
3. ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
4. ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator, Memmert, Germany)
5. หม้อนึ่งความดัน (Autoclave, Hariyama : Model HA-300MIV, Japan)

1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ (Plate count agar (PCA), Merck, Germany)
2. สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน (Peptone water (buffered) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1, Merck, Germany)

1.3 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ปริมาณ 23.5 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร นำไปต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายจนหมด นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที อาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7 ± 0.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

1.4 การเตรียมสารละลายสำหรับเจือจาง

เตรียมเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยชั่งเปปโตนปริมาณ 25 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 250 มิลลิลิตร หรือเตรียมตามปริมาณที่ต้องการใช้ ใช้ปิเปตดูดสารละลายเปปโตน 9 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง และปริมาณ 90 มิลลิลิตรลงในขวดที่มีฝาปิด จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

1.5 วิธีการวิเคราะห์

การเตรียมตัวอย่าง

1. ใช้ช้อนตักสารที่ผ่านการเขี่ยแอลกอฮอล์และลนไฟ ตักตัวอย่าง 10 กรัม เติมสารละลายเปปโตน 90 มิลลิลิตร ตีปั่น (Stomacher) เพื่อให้สารละลายตัวอย่างผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 10 หรือ (10^{-1})

2. เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่เจือจาง 1 : 10 หรือ (10^{-1}) ปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายเปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้สารละลาย

ตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 1 : 100 หรือ (10^{-2}) จนได้ระดับเจือจางของสารละลายตัวอย่างอาหารที่ต้องการ

การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ฆ่าเชื้อแล้ว คูลสารละลายของตัวอย่างอาหารที่ระดับเจือจางต่างๆ (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มคูลจากที่ความเข้มข้นต่ำสุด

2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) ที่ยังคงเป็นของเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่างอาหาร ปริมาณจานละ 15-20 มิลลิลิตร ภายใน 1-5 นาที

3. ผสมสารละลายตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว จากนั้นคว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง แล้ว นำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 3 ชั่วโมง

การตรวจนับโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มจานเพาะเชื้อครบตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจากจำนวนโคโลนีทั้ง 2 จานเพาะเชื้อ รายงานผลตรวจนับว่ามีจำนวน Mesophilic aerobic bacteria ในหน่วยจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (cfu/g)

2. การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา

การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) ตามวิธีของ AOAC (2000)

2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
2. หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร
3. ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
4. ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator, Memmert, Germany)
5. หม้อนึ่งความดัน (Autoclave, Hariyama : Model HA-300MIV, Japan)

2.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA), Merk, Germany)
2. สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน (Peptone water (buffered) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1,

Merck, Germany)

2.3 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) ปริมาณ 39.0 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร นำไปต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายจนหมด นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2.4 การเตรียมสารละลายสำหรับเจือจาง

เตรียมเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยชั่งเปปโตนปริมาณ 25 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 250 มิลลิลิตร หรือเตรียมตามปริมาณที่ต้องการใช้ ใช้ปิเปตดูดสารละลายเปปโตน 9 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง และปริมาณ 90 มิลลิลิตรลงในขวดที่มีฝาปิด จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

2.5 วิธีการวิเคราะห์

การเตรียมตัวอย่าง

1. ใช้ช้อนตักสารที่ผ่านการเช็ดแอลกอฮอล์และลนไฟ ตักตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ลงในถุงสำหรับตีปั่น (Stomacher bag) เติมสารละลายเปปโตน 90 มิลลิลิตร นำไปตีปั่น เพื่อให้สารละลายตัวอย่างผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 10 หรือ (10^{-1})

2. เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่เจือจาง 1 : 10 หรือ (10^{-1}) ปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายเปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้สารละลายตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 1 : 100 หรือ (10^{-2}) จนได้ระดับเจือจางของสารละลายตัวอย่างอาหารที่ต้องการ

การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายของตัวอย่างอาหารที่ระดับเจือจางต่างๆ (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูจากที่ความเข้มข้นต่ำสุด

2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) ที่ยังคงเป็นของเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่างอาหาร ปริมาณจานละ 15-20 มิลลิลิตรภายใน 1-5 นาที

3. ผสมสารละลายตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว จากนั้น

คว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 30 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ± 3 ชั่วโมง

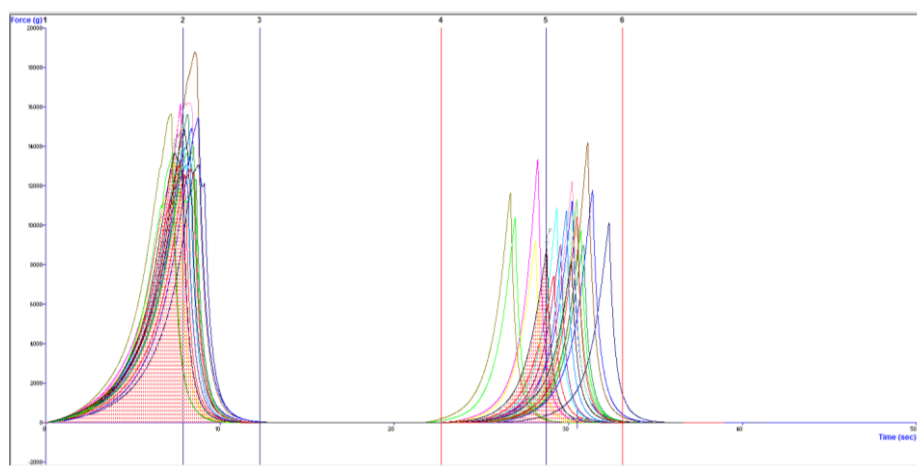
การตรวจนับโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มจานเพาะเชื้อครบตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อ ที่มีจำนวน โคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจากจำนวน โคโลนีทั้ง 2 จานเพาะเชื้อ รายงานผลตรวจนับว่ามีจำนวน Mesophilic aerobic bacteria ในหน่วยจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (cfu/g)

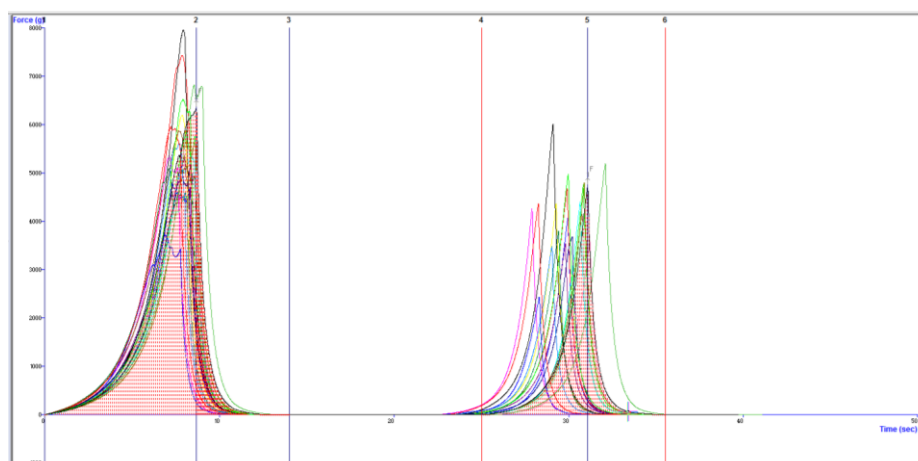
การวิเคราะห์เค้าโครงทางด้านเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis)
ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร (Texture Analyzer) รุ่น TA.XT Express Enhanced

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดการตั้งสภาวะเครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร

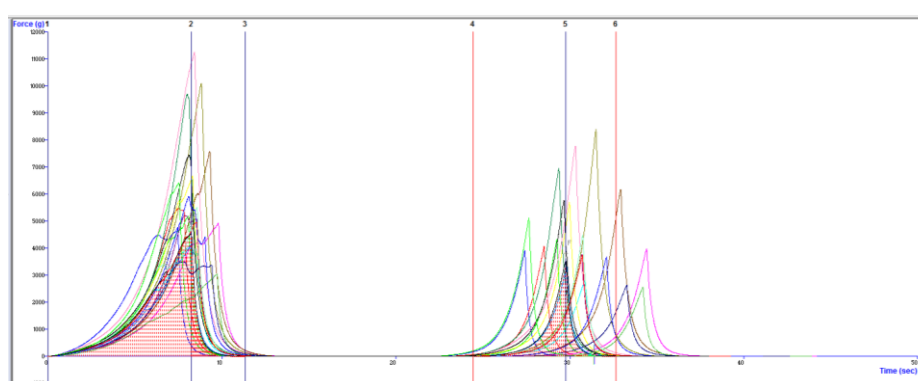
การตั้งเครื่อง	พารามิเตอร์ของผลิตภัณฑ์
T.A. Variable No: 1: Compression TPA 1	Probe: P/36R ; 36mm DIA ALUMINIUM RADIUSED AACC
Pre-Test Speed: 1.0 mm/sec	Load Cell Capacity : 10000g
Test Speed: 2.0 mm/sec	Points per second: 200
Post-Test Speed: 3.0 mm/sec	Test Run by: AdvicePB
Strain : 75 %	
Trigger Force: 5.0 g	



รูปที่ ก-1 ผลการวิเคราะห์เค้าโครงทางด้านเนื้อสัมผัสลูกชิ้นหมูสูตร 1



รูปที่ ก-2 ผลการวิเคราะห์ค่าโครงทางด้านเนื้อสัมผัสลูกชิ้นหมูสูตร 2



รูปที่ ก-3 ผลการวิเคราะห์ค่าโครงทางด้านเนื้อสัมผัสลูกชิ้นหมูสูตร 3

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพทางประสาธสัมผัส

แบบประเมินสมบัติทางประสาทสัมผัส Hedonic Scoring test 9 points

ชื่อผลิตภัณฑ์ ลูกชิ้นหมู

หมายเลข.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง โดยกำหนดให้

<u>ระดับความชอบ</u>	<u>คะแนน</u>
ชอบมากที่สุด	9
ชอบมาก	8
ชอบปานกลาง	7
ชอบเล็กน้อย	6
ไม่รู้สึกว่าชอบหรือไม่ชอบ (เฉยๆ)	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	4
ไม่ชอบปานกลาง	3
ไม่ชอบมาก	2
ไม่ชอบมากที่สุด	1

ทดสอบทีละตัวอย่าง และกรณাবวนปากทุกครั้งระหว่างตัวอย่าง

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	รหัส	รหัส	รหัส
สี			
กลิ่น			
เนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น)			
รสชาติ			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก ค

ภาพประกอบการวิจัย

ภาพประกอบการวิจัย



รูปที่ ค-1 ส่วนผสมและขั้นตอนการผลิตลูกชิ้นหมู



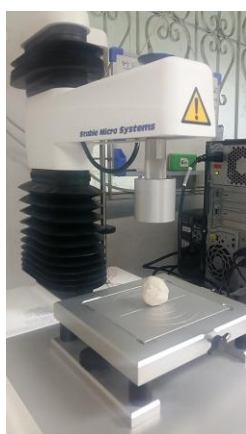
รูปที่ ค-2 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูสูตรต่าง ๆ



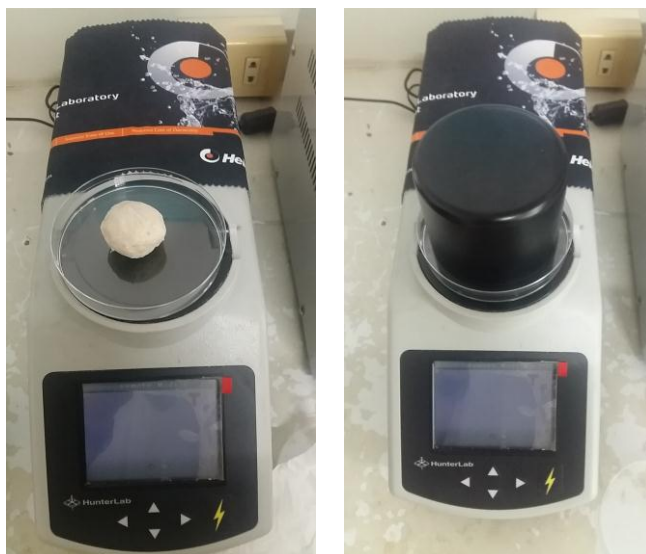
รูปที่ ค-3 การแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู (ก) นึ่ง และ (ข) ทอด



รูปที่ ค-4 การบรรจุถุงสุญญากาศแบบใส



รูปที่ ค-5 การวิเคราะห์ค่าโครงสร้างเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส



รูปที่ ค-6 การวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดสี

ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ตู้ขึ้นหุ้ม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ลูกชิ้นหมู

๑. ขอบข่าย

- ๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะลูกชิ้นที่ทำจากเนื้อหมูเป็นส่วนประกอบหลัก
บรรจุในภาชนะบรรจุไม่ครอบคลุมถึงลูกชิ้นเอ็น

๒. บทนิยาม

- ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้
- ๒.๑ ลูกชิ้นหมู หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อหมู เครื่องเทศหรือสมุนไพร เช่น กระเทียม ราก
ผักชี พริกไทยดำ เครื่องปรุงรส เช่น เกลือ และวัตถุเจือปนอาหารอื่น โดยการนำมาบดจน
ละเอียดผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันแล้วทำให้เป็นรูปร่างตามต้องการ ลวกให้สุก ผึ่งลมจนเย็น
- ๒.๒ เนื้อหมู หมายถึง กล้ามเนื้อโครงร่างของสุกร ซึ่งผ่านการตรวจก่อนและหลังฆ่าว่าสะอาด
ปราศจากกลิ่น สิ่งแปลกปลอม และเหมาะสมสำหรับเป็นอาหารบริโภคได้

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

- ๓.๑ ลักษณะทั่วไป
- ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปร่างเดียวกัน และมีขนาดใกล้เคียงกัน
- ๓.๒ สี
- ต้องมีสีสม่ำเสมอตามลักษณะเนื้อหมูที่ใช้ทำ
- ๓.๓ กลิ่นรส
- ต้องมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน รสดี ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์
- ๓.๔ ลักษณะเนื้อสัมผัส
- ต้องละเอียด เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่ยุ่ย มีฟองอากาศได้บ้าง

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๕ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

๓.๖ โปรตีน

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๔ โดยน้ำหนัก

๓.๗ ไขมัน

ต้องไม่เกินร้อยละ ๖ โดยน้ำหนัก

๓.๘ แป้ง

ต้องไม่เกินร้อยละ ๑ โดยน้ำหนัก

๓.๙ วัตถุเจือปนอาหาร

๓.๙.๑ ห้ามใช้บอแรกซ์

๓.๙.๒ ห้ามใช้กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดเบนโซอิก

๓.๙.๓ ห้ามใช้สีทุกชนิด

๓.๙.๔ หากมีการใช้ฟอสเฟตในรูปของโมโน-, ได- และโพลีของเกลือโซเดียมหรือโพแทสเซียม อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน ต้องไม่เกิน ๓ ๐๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

๓.๙.๕ หากมีการใช้โมโนโซเดียมแอล-กลูตาเมต (คำนวณเป็นกรดกลูตามิก) ต้องไม่เกินร้อยละ ๐.๒๕ โดยน้ำหนัก

๓.๑๐ จุลินทรีย์

๓.๑๐.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๑๐.๒ ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๒๕ กรัม

๓.๑๐.๓ สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๐.๑ กรัม

๓.๑๐.๔ คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๐.๑ กรัม

๓.๑๐.๕ เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำลูกชิ้นหมู ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

- ๕.๑ ให้บรรจุลูกชิ้นหมูในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้
- ๕.๒ น้ำหนักสุทธิของลูกชิ้นหมูในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

- ๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุลูกชิ้นหมูทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ลูกชิ้นหมูสหาร่าย ลูกชิ้นหมูสมุนไพร ลูกชิ้นหมูพริกไทยดำ
 - (๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ
 - (๓) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)
 - (๔) น้ำหนักสุทธิ
 - (๕) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
 - (๖) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เกิน ๔ องศาเซลเซียส
 - (๗) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- ๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ลูกชิ้นหมูที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ที่ทำในระยะเวลาเดียวกัน
- ๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
- ๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตาม ข้อ ๓.๕ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าลูกชิ้นหมูรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๔ จึง

จะถือว่าลูกชิ้นหมูรุ่มนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

- ๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบโปรตีน ไขมัน แป้ง วัตถุเจือปนอาหาร และจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ หน่วยภาชนะบรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ ถึงข้อ ๓.๑๐ จึงจะถือว่าลูกชิ้นหมูรุ่มนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างลูกชิ้นหมูต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ และข้อ ๗.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าลูกชิ้นหมูรุ่มนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส

- ๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบลูกชิ้นหมูอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ
- ๘.๑.๒ เทตัวอย่างลูกชิ้นหมูลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม
- ๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน และมีขนาดใกล้เคียงกัน	๔	๓	๒	๑
สี	ต้องมีสีสม่ำเสมอตามลักษณะเนื้อหมูที่ใช้ทำ	๔	๓	๒	๑
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน รสดี ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	๔	๓	๒	๑
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ต้องละเอียด เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่ยุ่ย มีฟองอากาศได้บ้าง	๔	๓	๒	๑

๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

๘.๓ การทดสอบโปรตีน ไขมัน แป้ง และวัตถุเจือปนอาหาร

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๔ การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๔ การทดสอบน้ำหนักรสชาติ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ภาคผนวก ก.

สัญลักษณ์

(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังและและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ใช้ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาด และมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าไปในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน กลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

ภาคผนวก จ

การบูรณาการงานวิจัยกับการเรียนการสอน

	รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)
	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
	หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

หมวดที่ 1 ลักษณะและข้อมูลโดยทั่วไปของรายวิชา

1. รหัสและชื่อรายวิชา
FSAT401 การแปรรูปอาหาร 1 (Food Processing I)
2. จำนวนหน่วยกิต
3(2-3-6)
3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
3.1 หลักสูตร
วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
3.2 ประเภทของรายวิชา
กลุ่มวิชาเอกบังคับ
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา อาจารย์ตรีชฎา อุทัยดา
อาจารย์ผู้สอน อาจารย์ตรีชฎา อุทัยดา
5. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน
ภาคเรียนที่ 1 / ชั้นปีที่ 3
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisites) (ถ้ามี)
FSAT301 เคมีอาหาร
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี)
ไม่มี
8. สถานที่เรียน
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
9. วันที่จัดทำรายละเอียดของรายวิชา หรือวันที่มีการปรับปรุงครั้งล่าสุด
วันที่ 15 กรกฎาคม 2559

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

จุดมุ่งหมายของรายวิชา
1. เพื่อให้นักศึกษาได้ทราบถึงหลักการและเหตุผลการแปรรูปอาหาร
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทราบถึงสมบัติและการเตรียมวัตถุดิบเพื่อใช้ในการแปรรูป
3. เพื่อให้นักศึกษาได้ทราบถึงปัจจัยการแปรรูปที่มีผลต่อคุณภาพอาหาร
4. เพื่อบูรณาการงานวิจัย และ/หรือ โครงการบริการวิชาการเข้ากับการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์ในการพัฒนาปรับปรุงรายวิชา

เพื่อให้นักศึกษาสามารถประยุกต์ฐานความรู้ในวิชานี้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การอาหาร นอกจากนี้ ยังมีปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนและงานที่มอบหมายให้นักศึกษามีส่วนร่วม มีการคิดวิเคราะห์ สถานการณ์ประเด็นปัญหามากขึ้น

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการและเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร สมบัติของวัตถุดิบ และการเตรียมวัตถุดิบ เพื่อใช้ในการแปรรูปอาหาร ปัจจัยการแปรรูปอาหารที่มีผลต่อคุณภาพอาหาร วิธีการแปรรูปอาหารต่างๆ

Study principle and technology of food processing, properties of materials, preparation of raw materials for use in food processing. Food processing factors that affect food quality. Other food processing methods.

2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

บรรยาย	สอนเสริม	การฝึกปฏิบัติ	การศึกษาด้วยตนเอง
30	ไม่มี	45	90

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

ตารางการให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

อาจารย์ผู้สอน	วัน-เวลา ให้คำปรึกษา	สถานที่หรือ หมายเลขห้อง ผู้สอน	หมายเลข โทรศัพท์ ผู้สอน	ที่อยู่ของ E-mail ผู้สอน	รวมจำนวน ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ที่ให้คำปรึกษา
อ. ตรีชฎา อุทัยดา	วันพุธ	อาคาร 4 ห้อง 413	0894207763	tr.chada@gmail.com	1 ชั่วโมง/สัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

1. คุณธรรมจริยธรรม

1.1 ผลการเรียนรู้	1.2 กลยุทธ์/วิธีการสอน	1.3 กลยุทธ์/วิธีการประเมินผล
1.1.1 [●] มีจิตสำนึกและตระหนักในการปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพ	1.2.1 อาจารย์ผู้สอนต้องสอดแทรกเรื่องคุณธรรม จริยธรรม โดยใช้การสอนแบบสื่อสารสองทาง เปิดโอกาสให้นักศึกษามีการตั้งคำถามหรือตอบคำถาม หรือแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรมในชั้นเรียนในโอกาสต่างๆ 1.2.2 อาจารย์ผู้สอนยกตัวอย่างกรณีศึกษา ตัวอย่างที่ขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่ และการประพฤติผิดที่ผิดจรรยาบรรณใน	1.3.1 สังเกตพฤติกรรม - การตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียน - การส่งงานตรงตามกำหนดเวลาที่มอบหมาย - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน การเปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมชั้นซักถามและการมีสัมมาคารวะต่ออาจารย์ - สังเกตพฤติกรรมการเข้ากลุ่มการทำปฏิบัติการของนักศึกษา

	วิชาชีพ 1.2.3 อาจารย์ผู้สอนกำหนดให้มีการทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อฝึกให้มีความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 1.2.4 อาจารย์ปฏิบัติตนเป็นตัวอย่าง ให้มีความสำคัญต่อจรรยาบรรณวิชาชีพ การมีวินัยเรื่องเวลา การเปิดโอกาสให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของนักศึกษา การเคารพและให้เกียรติแก่อาจารย์อาวุโส เป็นต้น	1.3.2 กำหนดคะแนนการประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ความรับผิดชอบ และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน และเทคนิคในการทำปฏิบัติการ 1.3.3 ประเมินการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยนักศึกษาอื่น ๆ ในรายวิชา 1.3.4 นักศึกษาประเมินตนเอง
1.1.2 [-] แสดงออกอย่างสม่ำเสมอถึงความซื่อสัตย์สุจริต	-	-
1.1.3 [-] มีวินัยและมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม	-	-
1.1.4 [-] เคารพกฎระเบียบข้อบังคับขององค์กรและสังคม	-	-
1.1.5 [-] เคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	-	-
2. ความรู้		
2.1 ผลการเรียนรู้	2.2 กลยุทธ์/วิธีการสอน	2.3 กลยุทธ์/วิธีการประเมินผล
2.1.1 [●] มีความรู้หลักการและทฤษฎีที่สัมพันธ์กัน ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารอย่างกว้างขวางและเป็นระบบ	2.2.1 อาจารย์ผู้สอนบรรยายหลักการทางทฤษฎี และใช้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น ให้นักศึกษาหาทางค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม การสอนแบบสืบค้นด้วยตนเอง และการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น 2.2.2 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง 2.2.3 มอบหมายงานเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม (นักศึกษาสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ รวบรวม วิเคราะห์ และสรุปข้อมูล) 2.2.4 เพิ่มการสอนนอกห้องเรียน โดยศึกษาจากประสบการณ์จริงในเรื่องที่ต้องสร้างความเข้าใจ	2.3.1 การสอบกลางภาค การสอบปลายภาค การทดสอบย่อย และการสอบภาคปฏิบัติ 2.3.2 ประเมินจากการทำทบทปฏิบัติการ การตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน 2.3.3 ประเมินจากผลงานของนักศึกษา ทั้งรายงานรายบุคคลและรายงานกลุ่ม
2.1.2 [●] มีความรู้ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง	2.2.1 อาจารย์ผู้สอนบรรยายหลักการทางทฤษฎี และใช้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น	2.3.1 การสอบกลางภาค การสอบปลายภาค การทดสอบย่อย และการ

	สำคัญ เช่น ให้นักศึกษาหาทางค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม การสอนแบบศึกษาด้วยตนเอง และ การค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น 2.2.2 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง 2.2.3 มอบหมายงานเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม (นักศึกษาสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ รวบรวม วิเคราะห์ และสรุปข้อมูล) 2.2.4 เพิ่มการสอนนอกห้องเรียน โดยศึกษาจากประสบการณ์จริงในเรื่องที่ต้องสร้างความเข้าใจ	สอบภาคปฏิบัติ 2.3.2 ประเมินจากการทำทบทปฏิบัติการ การตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน 2.3.3 ประเมินจากผลงานของนักศึกษา ทั้งรายงานรายบุคคลและรายงานกลุ่ม
2.1.3 [●] รู้ความก้าวหน้าทางวิชาการในสาขาวิชา รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไข ปัญหาและการต่อยอดองค์ความรู้	2.2.1 อาจารย์ผู้สอนบรรยายหลักการทาง ทฤษฎี และ ใช้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น ให้นักศึกษาหาทางค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม การสอนแบบศึกษาด้วยตนเอง และ การค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น 2.2.2 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง 2.2.3 มอบหมายงานเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม (นักศึกษาสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ รวบรวม วิเคราะห์ และสรุปข้อมูล) 2.2.4 เพิ่มการสอนนอกห้องเรียน โดยศึกษาจากประสบการณ์จริงในเรื่องที่ต้องสร้างความเข้าใจ	2.3.1 การสอบกลางภาค การสอบปลายภาค การทดสอบย่อย และการสอบภาคปฏิบัติ 2.3.2 ประเมินจากการทำทบทปฏิบัติการ การตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน 2.3.3 ประเมินจากผลงานของนักศึกษา ทั้งรายงานรายบุคคลและรายงานกลุ่ม
2.1.4 [●] รู้กฎระเบียบ ข้อกำหนดทางวิชาการและการเปลี่ยนแปลง	2.2.1 อาจารย์ผู้สอนบรรยายหลักการทาง ทฤษฎี และ ใช้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น ให้นักศึกษาหาทางค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม การสอนแบบศึกษาด้วยตนเอง และ การค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น 2.2.2 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง 2.2.3 มอบหมายงานเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม (นักศึกษาสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ รวบรวม วิเคราะห์ และสรุปข้อมูล)	2.3.1 การสอบกลางภาค การสอบปลายภาค การทดสอบย่อย และการสอบภาคปฏิบัติ 2.3.2 ประเมินจากการทำทบทปฏิบัติการ การตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน 2.3.3 ประเมินจากผลงานของนักศึกษา ทั้งรายงานรายบุคคลและรายงานกลุ่ม

	2.2.4 เพิ่มการสอนนอกห้องเรียน โดยศึกษาจากประสบการณ์จริงในเรื่องที่ต้องสร้างความเข้าใจ	
3. ทักษะทางปัญญา		
3.1 ผลการเรียนรู้	3.2 กลยุทธ์/วิธีการสอน	3.3 กลยุทธ์/วิธีการประเมินผล
3.1.1 [●] สามารถค้นหาข้อเท็จจริง ทำความเข้าใจและประเมินข้อมูลสารสนเทศ แนวคิดและหลักฐานใหม่ๆ แล้วนำข้อสรุปมาใช้	3.2.1 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง 3.2.2 มอบหมายงานรายบุคคลและกลุ่ม (สืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล) 3.2.3 นักศึกษาตอบปัญหาในชั้นเรียนและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน	3.3.1 สอบกลางภาค สอบปลายภาค และการทดสอบย่อย 3.3.2 ประเมินจากผลงานของนักศึกษา ทั้งรายงานรายบุคคลและรายงานกลุ่ม 3.3.3 ประเมินจากการทำปฏิบัติการ การตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน
3.1.2 [●] สามารถศึกษาวิเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อน และเสนอแนวทางแก้ไขที่สร้างสรรค์	3.2.1 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง 3.2.2 มอบหมายงานรายบุคคลและกลุ่ม (สืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล) 3.2.3 นักศึกษาตอบปัญหาในชั้นเรียนและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน	3.3.1 สอบกลางภาค สอบปลายภาค และการทดสอบย่อย 3.3.2 ประเมินจากผลงานของนักศึกษา ทั้งรายงานรายบุคคลและรายงานกลุ่ม 3.3.3 ประเมินจากการทำปฏิบัติการ การตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน
3.1.3 [●] สามารถใช้ทักษะและความรู้ความเข้าใจในบริบททางวิชาการและวิชาชีพ	3.2.1 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง 3.2.2 มอบหมายงานรายบุคคลและกลุ่ม (สืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล) 3.2.3 นักศึกษาตอบปัญหาในชั้นเรียนและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน	3.3.1 สอบกลางภาค สอบปลายภาค และการทดสอบย่อย 3.3.2 ประเมินจากผลงานของนักศึกษา ทั้งรายงานรายบุคคลและรายงานกลุ่ม 3.3.3 ประเมินจากการทำปฏิบัติการ การตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน
3.1.4 [●] มีทักษะภาคปฏิบัติตามที่ได้รับการฝึกฝน	3.2.1 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง 3.2.2 มอบหมายงานรายบุคคลและกลุ่ม (สืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล) 3.2.3 นักศึกษาตอบปัญหาในชั้นเรียนและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน	3.3.1 สอบกลางภาค สอบปลายภาค และการทดสอบย่อย 3.3.2 ประเมินจากผลงานของนักศึกษา ทั้งรายงานรายบุคคลและรายงานกลุ่ม 3.3.3 ประเมินจากการทำปฏิบัติการ การตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ		
4.1 ผลการเรียนรู้	4.2 กลยุทธ์/วิธีการสอน	4.3 กลยุทธ์/วิธีการประเมินผล
4.1.1 [○] มีความรับผิดชอบใน	4.2.1 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษา	4.3.1 ประเมินจากพฤติกรรมกรรมมีส่วนร่วม

งานที่ได้รับมอบหมาย ทั้งงานรายบุคคลและงานกลุ่ม	จากการปฏิบัติจริง 4.2.2 มอบหมายงานรายบุคคลและกลุ่ม 4.2.3 เปิดโอกาสให้นักศึกษามีการอภิปรายปัญหา ในการทำงานเป็นกลุ่ม และหาทางแก้ไขปัญหา	ร่วมในชั้นเรียน 4.3.2 ประเมินความรับผิดชอบจากรายงานรายบุคคลและกลุ่มของนักศึกษา
4.1.2 [-] สามารถปรับตัวทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและสมาชิกกลุ่ม	-	-
4.1.3 [-] วางตัวและแสดงความคิดเห็นได้เหมาะสมกับบทบาทหน้าที่ และความรับผิดชอบ	-	-
4.1.4 [-] สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองและวิชาชีพ	-	-

5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

5.1 ผลการเรียนรู้	5.2 กลยุทธ์/วิธีการสอน	5.3 กลยุทธ์/วิธีการประเมินผล
5.1.1 [-] สามารถระบุและใช้เทคนิคทางสถิติและคณิตศาสตร์	-	-
5.1.2 [-] สามารถสรุปประเด็นและสื่อสาร ทั้งการพูดและการเขียน และเลือกใช้รูปแบบการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม	-	-
5.1.3 [o] สามารถระบุเข้าถึงและคัดลอกแหล่งข้อมูล	5.2.1 มอบหมายงานที่ต้องมีการสืบค้นข้อมูลด้วยอินเทอร์เน็ต	5.3.1 ประเมินจากรายงานการสืบค้นข้อมูลด้วยอินเทอร์เน็ต (สาระ เนื้อหา หลักฐานอ้างอิง)
5.1.4 [-] มีวิจารณญาณในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่เหมาะสม และใช้อย่างสม่ำเสมอในการรวบรวมข้อมูล แปลความหมาย และสื่อสารข้อมูลและแนวความคิด	-	-
5.1.5 [-] สามารถใช้คอมพิวเตอร์จัดการเก็บข้อมูล	-	-
5.1.6 [o] สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการติดตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี	5.2.1 มอบหมายงานที่ต้องมีการสืบค้นข้อมูลด้วยอินเทอร์เน็ต	5.3.1 ประเมินจากรายงานการสืบค้นข้อมูลด้วยอินเทอร์เน็ต (สาระ เนื้อหา หลักฐานอ้างอิง)

นวัตกรรมการและสถานการณ์โลก		
5.1.7 [-] สามารถใช้ภาษาไทย อย่างถูกต้องและภาษาอังกฤษใช้งาน ได้และเหมาะสม	-	-

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

1. แผนการสอน

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	ชั่วโมงสอนต่อสัปดาห์		กิจกรรมการสอน	สื่อที่ใช้ใน การสอน	อาจารย์ ผู้สอน
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ			
1-2	แนะนำคำอธิบาย รายวิชา เอกสาร คำรา ประกอบการเรียนการ สอน แผนการเรียน วิธีการวัดและ ประเมินผล ความรู้เบื้องต้นของ การแปรรูปอาหาร ◦ ความหมายของ การแปรรูปอาหาร ◦ วัตถุประสงค์ของ การแปรรูปอาหาร ◦ ความเป็นมาของ การถนอมและ การแปรรูปอาหาร ◦ การเสื่อมเสียของ อาหาร ◦ หลักการแปรรูป อาหาร	4	6	- อธิบายรายละเอียดของ รายวิชา - อธิบายแผนการเรียน วิธีการเรียน การให้คะแนน และมอบหมายงานเป็น รายบุคคลและกลุ่ม - ทดสอบก่อนเรียน - อธิบายเนื้อหาพร้อม ยกตัวอย่างประกอบ - ให้นักศึกษาฝึก ปฏิบัติการเขียนขั้นตอน การแปรรูปอาหาร - เปิดโอกาสให้นักศึกษา ซักถามและแสดงความ คิดเห็น	- บรรยายโดยใช้ โปรแกรม PowerPoint - รายละเอียดของ รายวิชา - แบบทดสอบ ก่อนเรียน - เอกสาร ประกอบการ บรรยาย - คอมพิวเตอร์ โปรเจกเตอร์	อ.ตรีชฎา
3-4	การเตรียมวัตถุดิบ ◦ การทำความสะอาด ◦ การคัดเลือก ◦ การคัดเกรด ◦ การปอกเปลือก	4	6	- อธิบายเนื้อหาพร้อม ยกตัวอย่างประกอบ - ให้นักศึกษาทดลองบท ปฏิบัติการ เรื่อง การปอก เปลือก - เปิดโอกาสให้นักศึกษา ซักถามและแสดงความ	- บรรยายโดยใช้ โปรแกรม PowerPoint - เอกสาร ประกอบการ บรรยาย - บทปฏิบัติการ	อ.ตรีชฎา

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	ชั่วโมงสอนต่อสัปดาห์		กิจกรรมการสอน	สื่อที่ใช้ใน การสอน	อาจารย์ ผู้สอน
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ			
				คิดเห็น	และอุปกรณ์การ ทดลอง - คอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์	
5-6	การลดขนาด ◦ การลดขนาด อาหารแข็ง ◦ การลดขนาดใน อาหารเหลว การผสมและการขึ้นรูป ◦ การผสม ◦ การขึ้นรูป	4	6	- อธิบายเนื้อหาพร้อม ยกตัวอย่างประกอบ - ให้นักศึกษาทดลองบท ปฏิบัติการ เรื่อง การลด ขนาดอาหาร - เปิดโอกาสให้นักศึกษา ซักถามและแสดงความ คิดเห็น	- บรรยายโดยใช้ โปรแกรม PowerPoint - เอกสาร ประกอบการ บรรยาย - คอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์	อ.ตรีชฎา
7	การแยกโดยทางกล ◦ การเหวี่ยงหนี ศูนย์กลาง ◦ การกรอง ◦ การบีบอัด	4	6	- อธิบายเนื้อหาพร้อม ยกตัวอย่างประกอบ - ให้นักศึกษาทดลองบท ปฏิบัติการ เรื่อง การแยก โดยทางกล - เปิดโอกาสให้นักศึกษา ซักถามและแสดงความ คิดเห็น	- บรรยายโดยใช้ โปรแกรม PowerPoint - เอกสาร ประกอบการ บรรยาย - คอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์	อ.ตรีชฎา
8-9	กรรมวิธีแปรรูปโดย การใช้ความร้อน ◦ การลวก ◦ การพาสเจอร์ไรส์ ◦ การสเตอริไลส์	4	6	- อธิบายเนื้อหาพร้อม ยกตัวอย่างประกอบ - ให้นักศึกษาทำการ ทดลองบทปฏิบัติการเรื่อง การลวก - เปิดโอกาสให้นักศึกษา ซักถามและแสดงความ คิดเห็น - ทดสอบเก็บคะแนน ระหว่างภาค	- บรรยายโดยใช้ โปรแกรม PowerPoint - เอกสาร ประกอบการ บรรยาย - บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์การ ทดลอง - แบบทดสอบ - คอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์	อ.ตรีชฎา
10	การอบ การย่าง และการ ทอด	5	-	- อธิบายเนื้อหาพร้อม ยกตัวอย่างประกอบ	- บรรยายโดยใช้ โปรแกรม	อ.ตรีชฎา

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	ชั่วโมงสอนต่อสัปดาห์		กิจกรรมการสอน	สื่อที่ใช้ใน การสอน	อาจารย์ ผู้สอน
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ			
	- ทฤษฎี - เครื่องมือ - ผลกระทบต่ออาหาร			- ให้นักศึกษาทำการทดลองบทปฏิบัติการเรื่องการอบและการทอด โดยนำองค์ความรู้จากโครงการบริการวิชาการเรื่องการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางเกษตรมาบูรณาการกับการเรียนการสอน - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและแสดงความคิดเห็น	PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - บทปฏิบัติการและอุปกรณ์การทดลอง - คอมพิวเตอร์ - โปรเจคเตอร์	
11-12	การทำแห้ง - ทฤษฎีการคังน้ำออก - ประเภทของวิธีการทำแห้ง - อุปกรณ์และเครื่องจักร - ผลกระทบต่ออาหาร - อุตสาหกรรมแปรรูปการอบแห้ง	4	6	- อธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ - ให้นักศึกษาทำการทดลองบทปฏิบัติการเรื่องการอบแห้ง - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและแสดงความคิดเห็น	- บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - บทปฏิบัติการและอุปกรณ์การทดลอง - คอมพิวเตอร์ - โปรเจคเตอร์	อ.ตรีชญา
13	กรรมวิธีแปรรูปอาหารโดยใช้สารเคมี - ความหมายของวัตถุเจือปนอาหาร - วัตถุประสงค์ของการใช้วัตถุเจือปนอาหาร - กลุ่มของวัตถุเจือปนอาหาร - กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับวัตถุเจือปนอาหาร	4	6	- อธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย - ให้นักศึกษาทำการทดลองบทปฏิบัติการเรื่องการแปรรูปอาหารโดยใช้สารเคมี โดยนำองค์ความรู้จากงานวิจัยเรื่องการศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูผู้เชิงพาณิชย์มาบูรณาการกับการเรียนการสอน - เปิดโอกาสให้นักศึกษา	- บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - ใบงาน - คอมพิวเตอร์ - โปรเจคเตอร์	อ.ตรีชญา

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	ชั่วโมงสอนต่อสัปดาห์		กิจกรรมการสอน	สื่อที่ใช้ใน การสอน	อาจารย์ ผู้สอน
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ			
				ซักถาม และแสดงความ คิดเห็น - มอบหมายงาน/กิจกรรม กลุ่ม เรื่อง การแปรรูป อาหารโดยใช้สารเคมี		
14	กรรมวิธีแปรรูปอาหาร โดยการหมักดอง ◦ ความสำคัญของ จุลินทรีย์ใน อุตสาหกรรมอาหาร ◦ ความหมายของการ หมักดอง ◦ ประโยชน์ของการ หมักดอง ◦ ประเภทของการ หมักดอง ◦ การใช้ประโยชน์ จากจุลินทรีย์ใน อุตสาหกรรมอาหาร	4	6	- อธิบายเนื้อหาพร้อม ยกตัวอย่างประกอบการ อธิบาย - เปิดโอกาสให้นักศึกษา ซักถาม และแสดงความ คิดเห็น - มอบหมายงาน/กิจกรรม กลุ่ม เรื่อง การแปรรูป อาหารโดยการหมักดอง	- บรรยายโดยใช้ โปรแกรม PowerPoint - เอกสาร ประกอบการ บรรยาย - ใบงาน - คอมพิวเตอร์ โปรเจกเตอร์	อ.ตรีชฎา
15	นำเสนอผลงานที่ได้รับ มอบหมายและสรุป เนื้อหาของรายวิชา	-	5	- ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่ ได้รับมอบหมาย และสรุป เนื้อหาให้เพื่อนฟัง พร้อม ทั้งตั้งคำถามทดสอบความ เข้าใจ - ผู้สอนสรุปเนื้อหา ร่วมกันอภิปรายและ ได้ตอบซักถามข้อสงสัย - ร่วมกันสรุปเนื้อหาของ รายวิชา	- นำเสนอโดยใช้ โปรแกรม PowerPoint - คอมพิวเตอร์ โปรเจกเตอร์	อ.ตรีชฎา
16	สอบปลายภาค					

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมที่	การเรียนรู้ด้าน	ผลการเรียนรู้	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ ประเมิน	สัดส่วนการ ประเมิน
1	คุณธรรม จริยธรรม	1) [●] มีจิตสำนึกและ	1) สังเกตพฤติกรรม	1-16	10

กิจกรรมที่	การเรียนรู้ด้าน	ผลการเรียนรู้	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ประเมิน	สัดส่วนการประเมิน
		ตระหนักในการปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพ	- การตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียน - การส่งงานตรงตามกำหนดเวลาที่มอบหมาย - การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน - การเปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมชั้นซักถามและการมีสัมมาคารวะต่ออาจารย์ - สังเกตพฤติกรรม การเข้ากลุ่ม การทำปฏิบัติการของนักศึกษา 2) กำหนดคะแนนการประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ความรับผิดชอบ และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน และเทคนิคในการทำปฏิบัติการ 3) ประเมินการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยนักศึกษาอื่น ๆ ในรายวิชา 4) นักศึกษาประเมินตนเอง		
2	ความรู้	1) [●] มีความรู้หลักการและทฤษฎีที่สัมพันธ์กัน ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารอย่างกว้างขวางและเป็นระบบ 2) [●] มีความรู้ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง 3) [●] รู้ความก้าวหน้าทางวิชาการในสาขาวิชา รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาและการต่อยอดองค์ความรู้ 4) [●] รู้กฎระเบียบข้อกำหนดทางวิชาการและการเปลี่ยนแปลง	1) การสอบกลางภาค การสอบปลายภาค การทดสอบย่อย และการสอบภาคปฏิบัติ 2) ประเมินจากการทำทปฏิบัติการ การตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน 3) ประเมินจากผลงานของนักศึกษาทั้งรายงานรายบุคคลและรายงานกลุ่ม	1-16	50
3	ทักษะทางปัญญา	1) [●] สามารถค้นหาข้อเท็จจริง ทำความเข้าใจและประเมินข้อมูล	1) สอบกลางภาค สอบปลายภาค และการทดสอบย่อย 2) ประเมินจากผลงานของ	1-16	15

กิจกรรมที่	การเรียนรู้ด้าน	ผลการเรียนรู้	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ประเมิน	สัดส่วนการประเมิน
		สารสนเทศ แนวคิดและหลักฐานใหม่ๆ แล้วนำข้อสรุปมาใช้ 2) [●] สามารถศึกษาวิเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อนและเสนอแนวทางแก้ไขที่สร้างสรรค์ 3) [●] สามารถใช้ทักษะและความรู้ความเข้าใจในบริบททางวิชาการและวิชาชีพ 4) [●] มีทักษะภาคปฏิบัติตามที่ได้รับการฝึกฝน	นักศึกษาทั้งรายงานรายบุคคลและรายงานกลุ่ม 3) ประเมินจากการทำปฏิบัติการ การตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน		
4	ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ	1) [○] มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ทั้งงานรายบุคคลและงานกลุ่ม	1) ประเมินจากพฤติกรรมกรรมกรมีส่วนร่วมในชั้นเรียน 2) ประเมินความรับผิดชอบจากรายงานรายบุคคลและกลุ่มของนักศึกษา	1-16	15
5	ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	1) [○] สามารถระบุเข้าถึงและคัดลอกแหล่งข้อมูล 2) [○] สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการติดตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นวัตกรรมและสถานการณ์โลก	1) ประเมินจากรายงานการสืบค้นข้อมูลด้วยอินเทอร์เน็ต (สาระ เนื้อหา หลักฐานอ้างอิง)	1-16	10
รวม					100 %

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก วิไล รัชสาทอง. 2552. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ คณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สิงหนาท พวงจันทน์แดง. 2535. หลักของการนำเอาการปฏิบัติการเฉพาะหน่วยมาใช้ในขั้นตอนในกรรมวิธีการแปรรูปในอุตสาหกรรมอาหาร. ขอนแก่น : ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. อรทัย ทองประเสริฐ. 2544. คู่มือปฏิบัติการ การแปรรูปอาหาร. เชียงใหม่ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ.

3. เอกสารและข้อมูลสำคัญแนะนำ

-

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

ให้นักศึกษาทุกคนประเมินประสิทธิผลของรายวิชาด้วยแบบประเมินรายวิชา ซึ่งรวมถึงวิธีการสอน การจัดกิจกรรมทั้งในและนอกห้องเรียน สิ่งสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่ได้รับ รวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อ การปรับปรุงรายวิชา แล้วนำไปประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัย

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

แบบประเมินผู้สอน และผลการสอบ

3. การปรับปรุงการสอน

อาจารย์ผู้สอนทบทวน และปรับปรุงวิธีการสอน จากผลการประเมินประสิทธิผลของรายวิชา แล้วจัดทำรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา (มคอ. 5) ทุกภาคการศึกษา สาขาวิชากำหนดให้และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อหาหรือปัญหาการเรียนรู้ของนักศึกษาและร่วมกันหาแนวทางแก้ไข

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

ดำเนินการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา ในระหว่างและหลังกระบวนการสอนรายวิชา ดังนี้

- การสอบโดยอาจารย์ผู้สอน (สอบย่อย สอบกลางภาค และสอบปลายภาค)
- นักศึกษาประเมินประสิทธิผลของรายวิชาด้วยแบบประเมินรายวิชา (ประเมินออนไลน์)

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมิน และทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอน และรายละเอียดวิชาเพื่อให้เกิดคุณภาพมากขึ้น

ภาคผนวก จ

การรับรองผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

๒

☒ ๓. การนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (ไม่ระบุรายละเอียด) :
 - สหกรณ์ได้ไปนำวางจำหน่ายกับร้านค้าในชุมชน เพื่อเพิ่มช่องทางการขายในชุมชน
 ตลาดจากฐานแหล่งผลิตแล้วไม่ได้ใช้ได้อีกแล้ว

☒ ๔. การนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ (ไม่ระบุรายละเอียด)
 - สหกรณ์ได้นำของผลิตมาใช้ในการสอนนักเรียนในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษา เพื่อส่งเสริมให้เด็กได้เรียนรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของชุมชนและแหล่งผลิต

 (นางสาว วิภาดา)
 ผู้นำไปใช้ประโยชน์

ตำแหน่ง ผู้ประสานงาน

วันที่ให้ข้อมูล _____

หมายเหตุ

การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ เช่น ผลการวิจัยที่นำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ไม่มีการเผยแพร่ใดๆ ที่ทำให้คุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจของประชาชนดีขึ้น ได้แก่ การใช้ประโยชน์ด้านสาธารณสุข ด้านการบริหารจัดการ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ด้านการส่งเสริมผู้ประกอบการในชุมชน ภาคประชาชน ด้านศิลปและวัฒนธรรม ด้านวิถีชีวิตวิถีการดำรงชีวิตของชุมชน เป็นต้น

การใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย เช่น ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยเชิงนโยบายในการนำไปประกอบการประชุมการประชุม หรือกำหนดมาตรการกฎหมายต่างๆ โดยองค์กร หรือหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ เช่น งานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์นำไปสู่การพัฒนาผู้ประกอบการ หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือนำไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น

ทะเบียนเลขที่ 1679900218221.....
คำขอที่ 6702060000009



แบบ พท. 0403

กรมพัฒนาธุรกิจการค้า
สำนักงานกลางทะเบียนพาณิชย์
ใบทะเบียนพาณิชย์
ใบสำคัญนี้ออกให้เพื่อแสดงว่า

นาย ศรวัธ ส่วนทอง

ได้ออกระเบียบพาณิชย์ ตามพระราชบัญญัติทะเบียนพาณิชย์ พ.ศ. 2499

เมื่อวันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2560

ชื่อที่ใช้ในการประกอบพาณิชย์คือ

มารชาบุศย์

เขียนเป็นอักษรโรมัน

ชนิดแห่งพาณิชย์คือ

จำหน่ายเนื้อหมูและส่วนประกอบหมูทุกส่วน

ที่ตั้งสำนักงานใหญ่

เลขที่ 187 หมู่ที่ 8 ต.วอแก้ว/วอ..... อ.นน.....
ตำบลวอแก้ว นานเจียง อำเภอวอแก้ว พนังใต้ จังหวัด เพชรบูรณ์



สำเนาออกให้
คหกร ส่วนทอง
(นายศรวัธ ส่วนทอง)



ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล นางสาวตรีชฎา อุทัยดา
Miss. Treechada Utaida
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 4499 00173 81 4
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ
4. ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง
จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 0-5671-7100 ต่อ 1411
โทรสาร 0-5671-7123
E-mail : TR.CHADA@gmail.com
6. ประวัติการศึกษา
วท.บ. (เทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ)
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
-
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
8.1 หัวหน้าโครงการวิจัย
- งานวิจัย เรื่อง “การศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูผู้เชิงพาณิชย์” ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2559
- งานวิจัย เรื่อง “การประเมินคุณค่าทางโภชนาการในกระยาสารจากข้าวกล้องพญาลิ้มแครงอก” ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2558
- งานวิจัย เรื่อง “การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมลูกหม่อน” ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2556

- งานวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ ของนักศึกษาสาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ชั้นปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนการสอนแบบเน้น ประสิทธิภาพ ในรายวิชาเทคโนโลยีนมและผลิตภัณฑ์ ประจำปีการศึกษา 2555

- งานวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ชั้นปีที่ 3 ที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในรายวิชาสารเจือปนในอาหาร ประจำปีการศึกษา 2555

- งานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเพื่อสุขภาพจากผลผลิตทาง การเกษตรในท้องถิ่น” ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2554

- งานวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ชั้นปีที่ 3 ที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้นอกสถานที่ ในรายวิชาเทคโนโลยีนมและผลิตภัณฑ์ ประจำปีการศึกษา 2554

- งานวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการ สอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ประจำปีการศึกษา 2553

- งานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาหุ่นผงเครือหมาน้อยเพื่อสุขภาพ” ได้รับทุนจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2552

- งานวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ชั้นปีที่ 3 ที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในรายวิชาสารเจือปนในอาหาร ประจำปีการศึกษา 2552

- วิทยานิพนธ์ เรื่อง “นมผงเสริมบีตาแคโรทีนที่สกัดจากน้ำมันปาล์มดิบ” ได้รับ ทุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

- ปัญหาพิเศษด้านเทคโนโลยีการอาหาร เรื่อง “ผลของอุณหภูมิและเวลาในการ อบต่อกิจกรรม การต้านอนุมูลอิสระในชาปอโมโรเฮยะ”

8.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

- งานวิจัย เรื่อง “การประเมินคุณค่าทางโภชนาการในกระยาสารจากข้าวกล้อง พญาลิ้มแกงออก” นำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ การพัฒนา ชนบทที่ยั่งยืน ครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยขอนแก่น วันที่ 24-25 ธันวาคม 2558 ได้รับทุนจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2558

- งานวิจัย เรื่อง “การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ลูกหม่อน” นำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ครั้งที่ 2 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” วันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2558 ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2556

- งานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเพื่อสุขภาพจากผลผลิตทางการเกษตรในท้องถิ่น” ตีพิมพ์ในวารสารเกษตรพระวรุณ ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2556 ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2554

- งานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาหุ่นผงเครือหมาน้อยเพื่อสุขภาพ” ตีพิมพ์ในวารสารราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีที่ 12 ฉบับ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2553 ได้รับทุนวิจัยภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี 2552

.....