



รายงานผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง โครงการวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกร
หมักเกลือรมควันโดยวิธีการนวดสุญญากาศ

RESEARCH FOR TECHNOLOGY TRANSFER IN PROCESSING OF
SMOKED CURED PORK BY USING TUMBLING METHOD

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2548

จำนวนเงิน 300,000 บาท

หัวหน้าโครงการ นางอุมาพร ศิริพินทุ์

งานวิจัยเสรีจัสตินสมบูรณ์

25/4/ 2551

กิติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนในการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2548 ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตรรวมทั้งนักศึกษาที่ช่วยงานวิจัย ขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัวที่เป็นกำลังใจและให้เวลาและโอกาสในการทำวิจัย



สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญเรื่อง	
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ค
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
บทที่ 1 บทนำ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	22
บทที่ 4 ผลการศึกษา	28
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	68
บรรณานุกรม	71
ภาคผนวก	77
- ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	78
- ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	85
- ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์	87
- ภาคผนวก ง แบบทดสอบประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควัน	88
- ภาคผนวก จ ภาพการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควัน	89
- ภาคผนวก ฉ การถ่ายทอดเทคโนโลยี	94
ประวัตินักวิจัย	97

สารบัญตาราง

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
1	การส่งออกโค สุกร และสัตว์อื่น ๆ แสดงเป็นรายประเทศรับซื้อ ปี 2547	5
2	สถิติมูลค่าเนื้อสัตว์และซากสัตว์ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ ปี 2543-2547	6
3	สรุปมูลค่าการนำเข้า/ส่งออกสินค้าปศุสัตว์ ประจำปี ๒๕๔๙	7
4	ปริมาณไขมัน โปรตีน วอเตอร์แอกติวิตี้ (Aw) และความชื้นในผลิตภัณฑ์เนื้อหมู สะโพกรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่างๆ	29
5	ปริมาณผลผลิตและค่าการสูญเสีย น้ำหลังทำให้สุก	30
6	ค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ	31
7	ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ	31
8	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแต่ละสัปดาห์	32
9	ค่า L^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกรมควัน ในแต่ละสัปดาห์	33
10	ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกรมควัน ในแต่ละสัปดาห์	33
11	ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกรมควัน ในแต่ละสัปดาห์	34
12	ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกรมควันในแต่ละสัปดาห์	34
13	ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์	35
14	ปริมาณไนโตรเจนของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์	36
15	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี	37
16	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ	38
17	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่ม	39
18	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มฉ่ำ	40
19	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น	41
20	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม	41
21	องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วย วิธีต่าง ๆ	43
22	ปริมาณผลผลิตและค่าการสูญเสีย น้ำหลังทำให้สุก	44
23	ค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่างๆ	44
24	ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ	45
25	ค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแต่ละสัปดาห์	46

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
26	ค่า L^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควัน ในแต่ละสัปดาห์	47
27	ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์	47
28	ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์	48
29	ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์	48
30	ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์	49
31	ปริมาณไนโตรเจนของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์	50
32	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี	50
33	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ	51
34	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่ม	52
35	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มฉ่ำ	53
36	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น	54
37	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม	54
38	ปริมาณไขมัน โปรตีน และความชื้นในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ	56
39	ปริมาณผลผลิตและค่าการสูญเสีย น้ำหลังทำให้สุก	57
40	ค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ	57
41	ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ	58
42	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแต่ละสัปดาห์	59
43	ค่า L^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควัน ในแต่ละสัปดาห์	59
44	ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควัน ในแต่ละสัปดาห์	60
45	ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควัน ในแต่ละสัปดาห์	60
46	ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์	61
47	ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์	62
48	ปริมาณไนโตรเจนของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์	62
49	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี	63
50	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ	64
51	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่ม	65
52	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มฉ่ำ	66
53	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น	67

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปริมาณและมูลค่าการส่งออกอาหารไทยปี พ.ศ. 2545-2549	5
2	การเปลี่ยนแปลงของไมโอโกลบิน	13
3	แผนภูมิการผลิตเนื้อหมูหมักรมควัน	25
4	ตู้อบรมควัน	89
5	น้ำหนักที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควัน	89
6	การฉีดน้ำเกลือเข้าชิ้นเนื้อ	90
7	เนื้อหมูสันนอกที่ผ่านการนวดเนื้อโดยใช้เครื่องนวดสุญญากาศ	90
8	เนื้อหมูสะโพกที่ผ่านการรมควันแล้ว	91
9	เนื้อหมูสันนอกที่ผ่านการรมควัน	91
10	การบรรจุเนื้อด้วยเครื่องบรรจุสุญญากาศ	92
11	เบคอนที่ผ่านการอบรมควัน	92
12	เบคอนที่ผ่านการสไลด์	93
13	เบคอนที่บรรจุด้วยเครื่องบรรจุสุญญากาศ	93
14	การฝีกอบรมการหมักและรมควันผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	94

โครงการวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกร
หมักเกลือรมควันโดยวิธีการนวดสูญญากาศ

RESEARCH FOR TECHNOLOGY TRANSFER IN PROCESSING
OF SMOKED CURED PORK BY USING TUMBLING METHOD

อุมภาพร ศิริพินท์

UMAPORN SIRIPIN

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาวิธีการนวดชิ้นเนื้อ (tumbling) ในกระบวนการหมักเนื้อเพื่อปรับปรุงคุณภาพ และผลผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ได้ และศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูจากชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยนำเนื้อหมูสามชนิด ได้แก่ หมูสันนอก หมูสะโพก และหมูสามชั้นหมักเกลือโดยวิธี ฉีดน้ำหมักเข้าก่อนเนื้อสัน แล้วนำมาผ่านการนวดดังนี้ วิธี 1 ไม่นวดเลย วิธี 2 นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ วิธี 3 ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นแล้วนำไปแช่น้ำหมักเพื่อหมักให้ครบเวลาที่ใช้หมัก แล้วจึงนำมารมควัน และให้ความร้อนจนอุณหภูมิภายในชิ้นเนื้อวัดได้ประมาณ 72 องศาเซลเซียส แล้วจึงบรรจุในถุงไนลอนที่ลามิเนตด้วยโพลีโพรพิลีน ปิดผนึกด้วยระบบสูญญากาศเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากการตรวจสอบคุณภาพได้ผลดังนี้ โดยวิธีการนวดที่ใช้ทั้งสองวิธีไม่มีผลต่อค่า A_w ของผลิตภัณฑ์รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์หมูหมักรมควันทั้งสามชนิด นอกจากนี้วิธีการนวดไม่มียังไม่มีผลต่อสี ปริมาณผลผลิต และค่าการสูญเสีย น้ำหลังทำให้สุกของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูหมักรมควันทั้งสามชนิด แต่มีผลทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบคอนหมักรมควันแน่นขึ้น ($P \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันมีอายุการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันมีอายุการเก็บรักษา 5 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันมีอายุการเก็บรักษา 1 สัปดาห์ เมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นแต่ละผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มค่าสี L^* a^* ลดลงเล็กน้อย และ b^* เพิ่มขึ้น ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก เพิ่มขึ้นเล็กน้อยและผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยังยอมรับได้ (ไม่เกิน 1 mg malonaldehyde/1 kg)

ABSTRACT

Two intermittent tumbling (tumbling 30 mins and resting 30 mins for 6 hours), one injected brine before tumbling and the other tumbling before injected brine comparing to no tumbling (control) was studied in cured ham, pork loin and bacon. Products were cured and cooked till internal temperature was 72 degree celsius and then vacuum packed in nylon laminated by propylene and then kept in refrigerator at 4 degree Celsius to investigate quality. The result indicated that tumbling method did not effect Aw and other chemical compositions of cured pork. Tumbling method had no effect on cured pork color, percent yield and cooking loss but it can improve bacon firmness ($P \leq 0.05$). Tumbling had no effect on cured pork shelf life. Cured ham shelflife was 3 weeks, cured pork loin shelflife was 5 weeks and cured bacon shelflife was 1 week. Cured pork colour tended to decreased in L^* a^* value and increase in b^* on keeping. Cured pork tended to increased the rancidity but still in acceptable level.

คำนำ

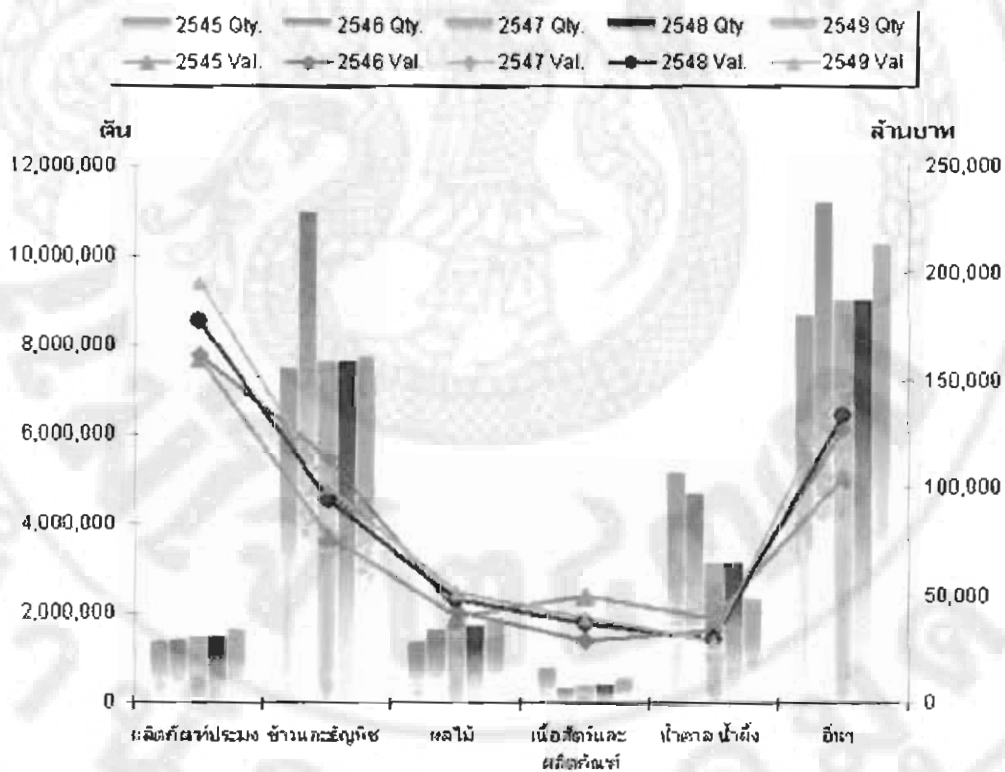
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อหมักรมควันเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ให้หลากหลายมากขึ้น ช่วยเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ และยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับการส่งออกด้วย เพราะตลาดใหญ่ ๆ อย่างญี่ปุ่นนิยมนำเข้าผลิตภัณฑ์ที่สุกแล้วในการทำเนื้อหมัก ถ้าต้องการให้เนื้อหมักมีคุณภาพดีมักต้องใช้เวลาในการหมักเนื้อมานานเพื่อให้เครื่องปรุงแทรกซึมได้อย่างทั่วถึง การนำวิธีการนวดขึ้นเนื้อ (tumbling or massaging) มาใช้ในกระบวนการหมักเนื้อ จะช่วยให้เนื้ออ่อนตัวและเครื่องปรุงแทรกซึมได้อย่างรวดเร็วและทั่วถึงขึ้น ทำให้ส่วนประกอบของน้ำหมักสามารถกระจายได้ทั่วชิ้นเนื้อ ย่นระยะเวลาในการหมัก ทั้งนี้วิธีการนวดจะส่งผลให้เนื้อเยื่อเซลล์ฉีกขาดส่งผลถึงการสกัดโปรตีนในเนื้อสัตว์ที่สามารถละลายได้ในน้ำเกลือ ซึ่งโปรตีนเหล่านี้จะมีบทบาทในการปรับปรุงคุณภาพ เช่น ในด้านความนุ่มเนื้อ ความชุ่มฉ่ำ รวมทั้งช่วยเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาผลของการนวดสองวิธีคือ นวดก่อนฉีดน้ำเกลือ และฉีดน้ำเกลือแล้วนำไปนวด โดยศึกษาในหมูสะโพก หมูสันและหมูสามชั้น เพื่อหาวิธีการนวดที่เหมาะสมสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศส่งออกสินค้าเกษตรรายใหญ่ของโลก เช่น ข้าว กล้วยไม้ น้ำตาล ผลิตภัณฑ์ประมง ผลไม้ เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ และอื่น ๆ ดังภาพที่ 1 ที่แสดงถึงปริมาณและมูลค่าการส่งออกอาหารไทยปี 2545-2549 จะเห็นได้ว่าเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ยังมีมูลค่าการส่งออกน้อยมากเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อาหารชนิดอื่น แม้ว่าในปี 2547 จะมีการเลี้ยงสุกรถึง 6,285,603 ตัวและโคนเนื้อ 6,668,332 ตัว และมีการฆ่าสุกร 4,709,895 ตัว และโค 375,904 ตัว เพื่อใช้เป็นอาหาร (ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์, 2551)



ภาพที่ 1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกอาหารไทยปี พ.ศ. 2545-2549
ที่มา : สถาบันอาหาร, 2551.

<http://www.nfi.or.th/infocenter/th/thaifood/File/49GRAPH06.ASP>

การส่งออกโคและสุกรยังไม่สามารถพัฒนาได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะสุกรยังมีโรคปากและเท้าเปื่อย ซึ่งทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของต่างประเทศ ดังนั้น สุกรมีชีวิตจะส่งออกได้เฉพาะประเทศกัมพูชา ลาว และจีน และโคส่งออกประเทศกัมพูชาและลาว ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การส่งออกโค สุกร และสัตว์อื่น ๆ แสดงเป็นรายประเทศรับซื้อ ปี 2547

ประเทศ	โค		สุกร		สัตว์อื่น ๆ	
	จำนวน-ตัว	มูลค่า-บาท	จำนวน-ตัว	มูลค่า-บาท	จำนวน-ตัว	มูลค่า-บาท
ยอดรวม	4,739	67,265,000	45,465	130,096,900	2	6,787,500
กัมพูชา	4,489	44,765,000	27,413	102,346,900	-	-
ลาว	250	22,500,000	17,707	27,232,500	2	4,027,500
จีน	-	-	345	517,500	-	-
สวีเดน	-	-	-	-	500	2,760,000

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. 2551

<http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly47/stat47/table19-47.xls>

โดยที่ปริมาณการส่งออกเมื่อเทียบกับปริมาณการผลิตทั้งหมดก็ยังถือว่าน้อยมาก ทั้งนี้ สถิติมูลค่าเนื้อสัตว์และซากสัตว์ทั้งหมดที่ส่งออกไปยังต่างประเทศในปี 2543 - 2547 ดังแสดงใน ตารางที่ 2 และสรุปมูลค่าการนำเข้าและส่งออก การส่งออกสินค้าปศุสัตว์ในปี 2549 ไปยังประเทศ ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 ทั้งนี้ญี่ปุ่นเป็นตลาดรับซื้อเนื้อสุกรและเนื้อโคที่ใหญ่ที่สุดจาก ประเทศไทย ฮองกงเป็นตลาดใหญ่อันดับสองรองจากญี่ปุ่น นอกจากนี้ยังสามารถส่งออกไปยัง ประเทศจอร์แดน เดนมาร์ก กัมพูชา โอมานและลาว ญี่ปุ่นซึ่งเป็นตลาดใหญ่ที่สุดรับซื้อเนื้อสุกร สูงจำนวนมาก แต่รับซื้อเนื้อสุกรสดแช่แข็งเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนรวมทั้งหมด ทั้งนี้ เพราะประเทศไทยยังมีโรคปากและเท้าเปื่อยระบาดอยู่ ยังไม่สามารถกำจัดให้หมดไปได้ การจะ ขยายตลาดส่งออกนั้น แนวทางหนึ่งที่ทำได้คือการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่สุกให้หลากหลาย มากขึ้น

สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่บริโภคภายในประเทศ รูปแบบของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่มีอยู่ใน ท้องตลาดมีชนิดและจำนวนที่จำกัด โดยแต่เดิมส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์แบบไทย เช่น แหนม กุนเชียง หมูยอ และไส้กรอกอีสาน เป็นต้น การส่งเสริมการจำหน่ายยังอยู่ในวงแคบ รวมทั้ง ช่องทางการจัดจำหน่ายมีข้อจำกัดเนื่องจากผู้ประกอบการส่วนใหญ่เป็นรายย่อย อย่างไรก็ตาม ศักยภาพในการขยายตัวของของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีสูง เนื่องจากสภาพเศรษฐกิจและสังคมที่ เปลี่ยนแปลงไป อันเนื่องมาจากการขยายตัวของสังคมเมือง เมื่อคนมีการศึกษามากขึ้น มีงานทำ มากขึ้น มีเวลาน้อยลง ก็ย่อมต้องการความสะดวกสบาย ต้องการอาหารพร้อมที่จะบริโภคได้ (ready to eat) และอาหารพร้อมปรุง (ready to cook) อาหารที่บริโภคจะต้องมีความสะอาด

ตารางที่ 2 สถิติมูลค่าเนื้อสัตว์และซากสัตว์ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ ปี 2543-2547

ปี	รวมมูลค่า (Baht/บาท)	มูลค่าสัตว์ (Baht/บาท)	มูลค่าเนื้อสัตว์ (Baht/บาท)	มูลค่าหนังสัตว์ (Baht/บาท)	มูลค่า ผลิตภัณฑ์นม (Baht/บาท)	มูลค่า ผลิตภัณฑ์ อาหารกระป๋อง (Baht/บาท)	มูลค่าผลิตภัณฑ์ เครื่องหนัง (Baht/บาท)	มูลค่าไข่และ ผลิตภัณฑ์ไข่ (Baht/บาท)	มูลค่าซากสัตว์ (Baht/บาท)
2543	28,445,360,122	468,233,516	27,708,843,162	59,658,563	1,444,223,681	-	28,019,031,869	356,472,858	208,624,881
2544	44,263,271,013	430,837,050	43,503,568,316	84,013,126	3,969,786,145	-	26,847,806,205	271,168,315	244,852,521
2545	42,484,476,615	480,462,072	41,567,086,128	223,906,277	5,865,778,119	-	18,827,202,198	281,212,490	213,022,138
2546	51,442,188,841	305,814,753	48,143,326,577	1,315,349,068	3,591,698,367	-	14,065,486,650	593,146,189	1,677,698,443
2547	55,524,226,987	236,972,662	28,031,920,184	1,615,761,846	4,715,722,290	3,175,449,228	14,182,649,256	239,285,970	3,326,465,551

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์, 2551a

<http://www.dld.go.th/vict/yearly/yearly47/stat47/annex12-47.xls>

ตารางที่ 3 สรุปมูลค่าการนำเข้า/ส่งออกสินค้าปศุสัตว์ ประจำปี ๒๕๔๙

รายการ	มูลค่าการนำเข้า (บาท) Value of Import (Baht)	มูลค่าการส่งออก (บาท) Value of Export (Baht)
1. โคเนื้อ และผลิตภัณฑ์	8,635,633,856	451,966,169
2. โคนมและผลิตภัณฑ์	14,006,835,888	3,795,990,431
3. กระบือ และผลิตภัณฑ์	261,514,523	17,926,439
4. สุกร และผลิตภัณฑ์	121,903,924	1,782,632,351
5. แพะ และผลิตภัณฑ์	20,888,578	522,910
6. แกะ และผลิตภัณฑ์	1,760,627,346	47,888,533
7. ไก่เนื้อ และผลิตภัณฑ์	383,310,144	32,216,031,911
8. ไก่ไข่ และผลิตภัณฑ์	197,886,628	489,979,086
9. เป็ดเนื้อ และผลิตภัณฑ์	61,004,057	2,144,689,683
10. เป็ดไข่ และผลิตภัณฑ์	-	3,955,350
11. สัตว์อื่นๆ และผลิตภัณฑ์	1,315,870,845	334,862,016
12. ผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง	2,864,597,987	10,966,051,028
13. ผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง	-	7,243,101,330
14. เอ็นเทียมสำหรับสุนัขเคี้ยวเล่น	-	1,471,671,164
15. วัตถุดิบและอาหารเสริมสำหรับสัตว์	32,798,742,699	4,184,137,437
รวมมูลค่า	62,428,816,475	65,151,405,837

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์, 2551b

<http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly49/imex/imex01.xls>

สะดวก มีคุณภาพและความหลากหลายมากขึ้น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านการหมักและรมควัน เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเพิ่มมูลค่าเนื้อสัตว์ที่มีรสชาติที่ผู้บริโภคต้องการ เพราะให้สี กลิ่น และรสชาติดี สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าเนื้อสดหรือเนื้อสุกที่ไม่ได้ผ่านการหมักและ/หรือรมควัน เพราะในการหมักและการรมควันทำให้เกิดสารเคมีที่นอกจากจะให้สี กลิ่นและรสชาติที่ดีแล้วยังยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ของไทยที่ผ่านการหมักและ/หรือรมควันที่ผลิตจำหน่ายกันแล้วมีเพียงไม่กี่ชนิด เช่น แหนม ไส้กรอกอีสาน เป็นต้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อหมักรมควันเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ให้หลากหลายมากขึ้น เป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อีกทางหนึ่งภายในประเทศ และยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับการส่งออกด้วย เพราะตลาดใหญ่ ๆ อย่างญี่ปุ่นนิยมนำเข้าผลิตภัณฑ์ที่สุกแล้ว

ในการทำเนื้อหมัก ถ้าต้องการให้เนื้อหมักมีคุณภาพดีมักต้องใช้เวลาในการหมักเนื้อมานานเพื่อให้เครื่องปรุงแทรกซึมได้อย่างทั่วถึง การนำวิธีการนวดขึ้นเนื้อ (tumbling or massaging) มาใช้ในกระบวนการหมักเนื้อ จะช่วยให้เนื้ออ่อนตัวและเครื่องปรุงแทรกซึมได้อย่างรวดเร็วและทั่วถึงขึ้น (ลักขณา, 2533) ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการนวดจะส่งผลให้เนื้อเยื่อเซลล์ซีกขาดทำให้ส่วนประกอบของน้ำหมักสามารถกระจายได้ทั่วขึ้นเนื้อ ส่งผลถึงการสกัดโปรตีนในเนื้อสัตว์ที่สามารถละลายได้ในน้ำเกลือ ซึ่งโปรตีนเหล่านี้จะมีบทบาทในการปรับปรุงคุณภาพ เช่น ในด้านความนุ่มเนื้อ (tenderness) ความชุ่มฉ่ำ (juiciness) รวมทั้งช่วยเพิ่มผลผลิต (yield) ของผลิตภัณฑ์ที่ได้อีกด้วย (Weiss, 1973) การนวดเนื้อสัตว์มักนิยมทำในแฮม ดังนั้นการนำวิธีการนวดเนื้อมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เพื่อช่วยให้เครื่องปรุงมีการกระจายได้ทั่วถึงและส่งผลให้เกิดการสกัดโปรตีนในผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อหมักรมควัน จึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่คาดว่าจะช่วยในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อหมักให้มีคุณภาพดีได้อีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสูตรและเทคนิคการผลิตผลิตภัณฑ์หมักและรมควันจากเนื้อสุกรโดยใช้เครื่องนวดสูญญากาศมาช่วยปรับปรุงคุณภาพและเปอร์เซ็นต์ผลผลิต
2. เพื่อศึกษาเทคนิคและวิธีการนวดเนื้อสุกรที่เหมาะสมโดยเครื่องนวดแบบสูญญากาศ
3. เพื่อศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เนื้อสุกรจากชิ้นส่วนต่าง ๆ

วัน เวลา และสถานที่ทำการวิจัย

วัน เวลา ปี พ.ศ. 2548-2551

สถานที่ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการวิจัย

1. ได้แนวทางในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตเนื้อสุกรหมักรมควันและนวด
สุญญากาศซึ่งสามารถนำมาสอนนักศึกษาในห้องปฏิบัติการ และสามารถเผยแพร่แก่
ผู้ประกอบการและประชาชนที่สนใจได้
2. สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ใหม่ ๆ เป็นการเพิ่มมูลค่าเนื้อสัตว์
3. สามารถนำเทคโนโลยีนี้ไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อื่น ๆ ได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การถนอมอาหารโดยวิธีการหมักเกลือและรมควัน

การหมักเกลือ (curing) หมายถึงกระบวนการถนอมอาหารและเพิ่มรสชาติอาหาร โดยเฉพาะในเนื้อสัตว์และปลาโดยการเติมส่วนผสมของเกลือ น้ำตาล และไนไตรต์หรือไนเตรด และการหมักเกลือในหลายผลิตภัณฑ์มักมีการรมควันมาร่วมด้วย เกลือจะทำหน้าที่ป้องกันและยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียในระหว่างกระบวนการหมัก ตั้งแต่สมัยโบราณคนทั่วโลกมักมีการหมักเกลือในเนื้อสัตว์เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียอาหารที่มีคุณค่าเพื่อให้เกิดรักษาอาหารได้นานขึ้นเพราะในอดีตอาหารโปรตีนเป็นสิ่งที่ขาดแคลน ในการหมักเกลือนั้น เกลือจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อสัตว์ในขณะที่น้ำบางส่วนในเนื้อจะไหลซึมออกมาเนื่องจากค่าแรงดันออสโมติกที่แตกต่างกันของสารละลายเกลือและน้ำที่อยู่ในเนื้อ (meat juice) การปล่อยให้เนื้อหมักอยู่กับเกลือจำนวนมากเป็นเวลานาน ทำให้ความชื้นของชิ้นเนื้อลดลงและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสเค็มและเก็บรักษาได้นาน การหมักเกลือปัจจุบันต้องทำควบคู่ไปกับการใช้ห้องเย็นเพื่อลดการใช้เกลือลงและช่วยให้เนื้อสัตว์มีรสชาติดีสม่ำเสมอ ลดการเน่าเสียและความเปรี้ยวที่จะเกิดขึ้นกับเนื้อขณะหมัก ในการหมักเกลือจะใช้ส่วนผสมหลักอยู่ 2 ชนิดคือ เกลือแกง และไนไตรต์ (nitrite) นอกจากนี้อาจเติมส่วนผสมประกอบอื่น ๆ เข้าไปอีก เช่น เกลือของกรดอะซิโธโรบิกเพื่อสร้างและรักษาสีของเนื้อให้คงทนนาน หรือสารประกอบฟอสเฟตเพื่อลดการสูญเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุกและทำให้เนื้อนุ่มขึ้น เป็นต้น (ชัยณรงค์, 2529)

วิธีการหมักเกลือ

การหมักเนื้อสัตว์ด้วยเกลือมี 4 วิธีคือ

1. การหมักดอง (wet curing, wet immersion brining, pickle curing)

การหมักดองเริ่มจากการเตรียมน้ำเกลือ ซึ่งน้ำเกลือประกอบด้วยน้ำตาลและเครื่องเทศต่าง ๆ เมื่อเตรียมน้ำเกลือในส่วนที่ต้องการแล้ว นำมาบรรจุในถังหรือภาชนะทรงสูง นำเนื้อที่จะหมักจุ่มลงในภาชนะดังกล่าว ช่วงที่เนื้อจุ่มในน้ำเกลือ น้ำที่มีในเนื้อจะไหลออกมาและน้ำเกลือจะเข้าไปแทนที่

2. การหมักแห้ง (dry curing)

การหมักแห้งเป็นการใช้เกลือ ดินประสิว หรือโปตัสเซียมไนเตรต และโซเดียมไนไตรต์ เครื่องเทศ น้ำตาล ในรูปผงทาหรือคลุกเคล้าให้ทั่ววัตถุดิบที่จะทำการหมัก ซึ่งเวลาที่ใช้ในการหมักจะขึ้นกับความหนาของชิ้นเนื้อและโดยทั่วไปมักใช้เวลานานกว่าการหมักวิธีอื่น (เยาวลักษณ์, 2536)

3. การหมักเกลือโดยการฉีดน้ำเกลือ (arterial method or brine injection)

การหมักเกลือโดยการฉีดน้ำเกลือทำได้ 2 แบบคือ ฉีดเข้าเส้นเลือด (artery pumping or stitch pumping) และฉีดเข้ากล้ามเนื้อ (multiple injection) ซึ่งทำได้โดยฉีดน้ำเกลือเข้ากล้ามเนื้อหรือระบบเลือดโดยใช้เข็มฉีด ทั้งนี้เข็มฉีดที่ใช้อาจเป็นชนิดที่มีเข็มเดียวหรือหลายเข็ม ส่วนปริมาณที่ฉีดเข้าไปนั้นสามารถทราบได้จากน้ำหนักเนื้อที่เพิ่มขึ้น การฉีดน้ำเกลือเข้ากล้ามเนื้อเป็นวิธีที่นิยมเพราะสะดวกและสิ้นเปลืองเวลาน้อยกว่า

4. การหมักเนื้อโดยทำให้เกิดอิมัลชัน (emulsion method)

การหมักเนื้อโดยทำให้เกิดอิมัลชันเป็นวิธีที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่มีการสับละเอียดจนโปรตีนและน้ำก่อตัวเป็นเมตริกซ์ (matrix) ซึ่งห่อหุ้มหยดไขมันไว้ จึงเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันกระจายในน้ำ (oil in water emulsion) และมีโปรตีนที่ละลายในน้ำได้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ การสับเนื้อกับเกลือไนเตรต ไนไตรต์ และน้ำแข็ง จะทำให้การหมักเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและไม่ต้องรอเก็บไว้หลายวันแล้วจึงนำมาทำให้สุก แต่สามารถนำมาทำให้สุกได้ทันทีหลังการสับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น แพรงเฟอร์เตอร์ เป็นต้น

ชิ้นส่วนเนื้อสุกรที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เนื้อ

ในการตัดแต่งซากสุกรสามารถแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือการตัดแต่งเป็นเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ และการตัดแต่งเป็นชิ้นส่วนย่อย เพื่อให้เหมาะสมกับการบรรจุหีบห่อ หรือสะดวกในการนำไปทำอาหาร การตัดแต่งชิ้นส่วนย่อยและการนำไปใช้ประโยชน์ในการทำผลิตภัณฑ์มีดังนี้ (สัญญาชัย, 2547)

1. เนื้อหมูขาหลัง (ham) สามารถนำไปทำแฮมรมควัน (smoked ham) หรือตัดเนื้อให้หนา 1 นิ้ว เพื่อไปทำสะเต็ก หรือทอดกระดูกแล้วม้วน ใช้เชือกมัดให้แน่นแล้วนำไปอบ
2. เนื้อหมูสัน (loins) สามารถนำไปหมักแล้วรมควัน เป็น Canadian style bacon หรือนำเนื้อหมูสันทั้งชิ้นที่ทอดกระดูก ม้วนกลม แล้วนำไปอบหรือที่เรียกว่า loin roast
3. เนื้อส่วนบนของไหล่ (boston shoulder) ตัดเป็นแว่น ๆ นำไปทำสเต็กเรียก blade steak

4. เนื้อขาหน้า (picnic) สามารถนำมาหมักและรมควันได้เรียกว่า smoked picnic shoulder

5. เนื้อหมูสามชั้น (bacon) สามารถนำมาหมักและรมควันได้เรียกว่า smoked bacon

ส่วนผสมที่ใช้ในการหมัก

1. **เกลือแกง (sodium chloride)** เกลือทำหน้าที่ให้รสชาติแก่ผลิตภัณฑ์ ช่วยลดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (water activity) การลดลงของค่าวอเตอร์แอกติวิตีมีผลทำให้การเจริญของจุลินทรีย์ลดลง นอกจากนี้เกลียยังทำหน้าที่ละลายพวกไมโอไฟบริลลาโปรตีน (myofibrillar protien) (Siegel and Schmidt, 1979) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือ โดยโปรตีนเหล่านี้จะมีบทบาทที่สำคัญในการห่อหุ้มน้ำ ทำให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์

2. **สารประกอบฟอสเฟต (phosphate)** สารประกอบฟอสเฟตทำหน้าที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของเนื้อสัตว์โดยฟอสเฟตสามารถเพิ่มความเป็นกรด-เบสของเนื้อให้สูงขึ้นห่างจากจุดไอโซอิเล็กตริก (isoelectric point; pI) ทำให้ประจุไฟฟ้าบนโมเลกุลของโปรตีนเพิ่มขึ้นและสามารถจับกับโมเลกุลของน้ำได้มากขึ้น ทำให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี และไม่สูญเสียน้ำหนักมากเกินไปเมื่อได้รับความร้อน (อารยาและสิงหนาท, 2542; Sheard *et al.*, 1999) เป็นผลให้เนื้อมีความนุ่ม ชุ่มน้ำ และมีรสชาติดีขึ้น

3. **สารประกอบไนไตรต์ (nitrite) และหรือสารไนเตรต (nitrate)** เป็นสารป้องกันการหืน (Gray and Pearson, 1978) และยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะ *Clostridium botulinum* และช่วยให้ผลิตภัณฑ์เนื้อมีสีแดงน่ารับประทาน การใช้ไนไตรต์และไนเตรตจะต้องคำนึงถึงปริมาณของไนไตรต์ที่ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ด้วย เนื่องจากไนไตรต์จะสามารถรวมตัวกับสารประกอบเอมีน (amine) เกิดเป็นสารไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองหลายชนิด (เรณูและคณะ, 2543) กฎหมายกำหนดให้ใช้สารไนเตรตได้ในปริมาณไม่เกิน 500 ส่วนในล้านส่วน (ppm) และสารไนไตรต์ได้ไม่เกิน 125 ส่วนในล้านส่วน (ppm) (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84, 2527)

หน้าที่ของสารไนไตรต์และหรือสารไนเตรตในปฏิบัติการหมักเนื้อ ส่งผลให้เกิดสีแดงตามต้องการได้ดังนี้ โดยในช่วงเวลาแรก ๆ ของการหมักไนเตรตจะถูกรีดิวซ์ให้เป็นไนไตรต์โดยแบคทีเรียที่สามารถรีดิวซ์ไนเตรตเป็นไนไตรต์ได้ (nitrate reducing bacteria) จากนั้นไนไตรต์ถูกรีดิวซ์ต่อเป็นไนตริกออกไซด์ (NO) และไนตริกออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบิน

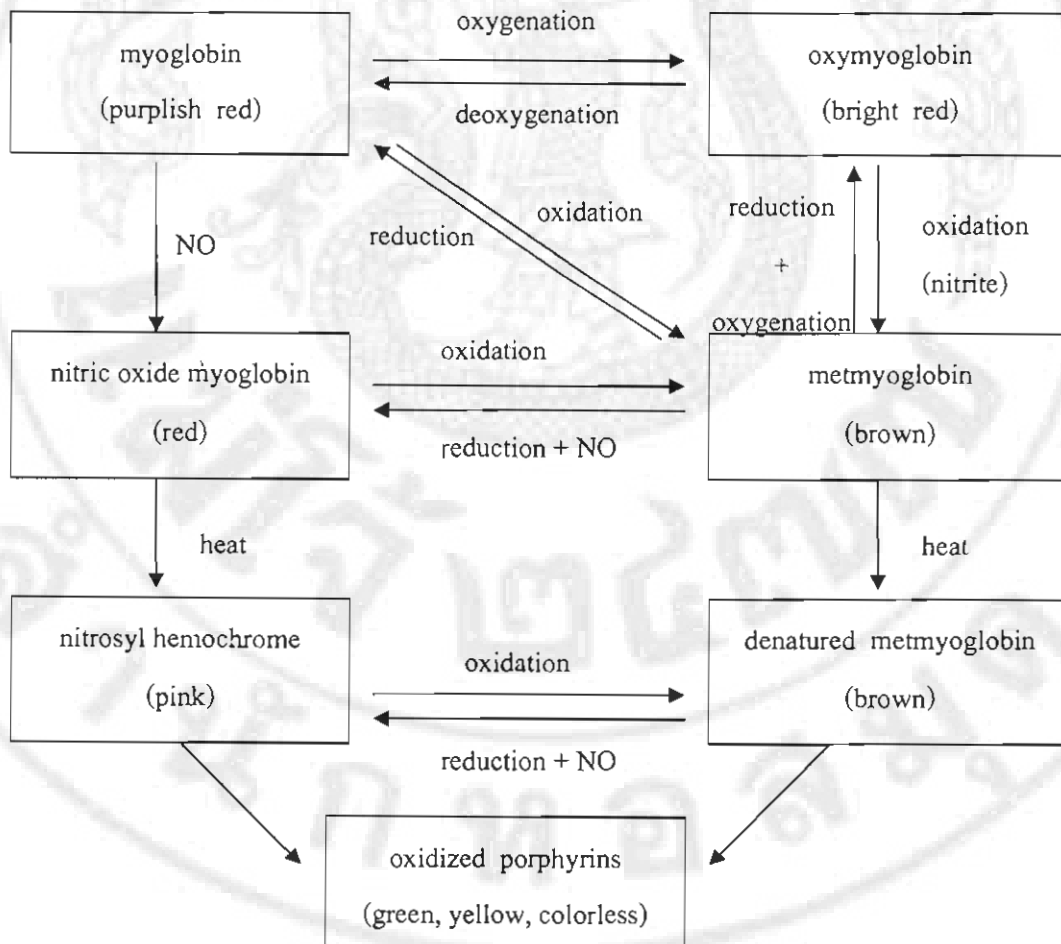
(myoglobin) ในเนื้อกลายเป็นไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบิน (nitric oxide myoglobin) อธิบายได้ดังนี้



สารไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบิน เป็นสารสีแดงของเนื้อที่บ่มด้วยเกลือและยังไม่สุก (uncooked meat) ซึ่งเมื่อทำให้สุกจะให้ผลดังนี้



สารไนโตรซิลฮีโมโครม (nitrosyl hemochrome) ที่ได้จะให้สีชมพูที่มีความคงตัวของเนื้อที่ผ่านการหมักด้วยเกลือ ซึ่งผ่านความร้อนแล้วดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของไมโอโกลบิน

ที่มา: Price and Schweigert (1978)

4. น้ำตาล (sugar) น้ำตาลทำหน้าที่ให้รสชาติ ทำให้ความเค็มของอาหารลดลง เมื่อน้ำตาลทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนของโปรตีนในระหว่างการให้ความร้อน จะเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลที่บริเวณผิวหน้าของชิ้นเนื้อและมองดูน่ารับประทานยิ่งขึ้น

5. เครื่องเทศ (spice) เครื่องเทศช่วยเพิ่มกลิ่นรสให้กับผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้เครื่องเทศบางชนิดยังช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ด้วย เช่น พริกไทยยับยั้งการเจริญของเชื้อรา เป็นต้น (อรวัลภ์, 2540) อย่างไรก็ตามเมื่อใช้เครื่องเทศในปริมาณปกติในการปรุงอาหารจะไม่มีฤทธิ์ป้องกันจุลินทรีย์อย่างเห็นได้ชัด แต่อาจช่วยเสริมฤทธิ์ของสารอื่น

6. เกลือของกรดแอสคอร์บิกและอีริโทรบิก (ascorbate and erythroate) เกลือของกรดแอสคอร์บิกและอีริโทรบิก ส่วนมากจะใช้ในรูปของเกลือโซเดียม ทำหน้าที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาการเกิดไนตริกออกไซด์ให้เร็วขึ้น จึงเร่งอัตราการหมักและการเกิดสีแดงในเนื้อให้เร็วขึ้นและทำให้มีปริมาณสารไนเตรตและสารไนไตรต์เหลือตกค้างในผลิตภัณฑ์น้อย ส่งผลให้ลดการเกิดสารไนโตรซามีนซึ่งอาจทำให้เกิดมะเร็งได้ ถ้าใช้ในปริมาณมากจะทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการหืนของไขมันและช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสที่คงตัว

การรมควัน (smoking)

การรมควันเป็นการใช้ความร้อนและควันไฟควบคู่กันไป เพื่อให้ผลิตภัณฑ์แห้งและมีกลิ่นรสของควันไฟ นอกจากนี้ความร้อนที่ใช้ในการรมควันจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดสีน้ำตาลบนผิวหน้า เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard) ขึ้น ซึ่งปฏิกิริยาเมลลาร์ดเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิลที่มีในควันไฟกับหมู่เอมีนที่อยู่ในโมเลกุลของกรดอะมิโนหรือโปรตีน (วรรณ, 2534) การรมควันเป็นการถนอมอาหารวิธีหนึ่ง เนื่องจากการรมควันเป็นการใช้ความร้อนจึงทำให้อาหารแห้ง ลดการเจริญของจุลินทรีย์ และถ้าการรมควันใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลาานาน จะมีผลให้เอนไซม์และจุลินทรีย์ก็ถูกทำลายด้วย นอกจากนี้องค์ประกอบของควันไฟมีคุณสมบัติเป็นสารกันเสียด้วย เช่น ฟีนอล จึงช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ โดยควันไม้นี้จะใช้ได้ผลกับเซลล์ที่กำลังเจริญมากกว่าสปอร์ (ลักขณา, 2533)

คุณสมบัติและลักษณะของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการรมควัน

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการรมควันควรเป็นไม้เนื้อแข็ง และเป็นไม้ที่ไม่มียาง นอกจากนี้อาจใช้ กาบมะพร้าว ชานอ้อย ชังข้าวโพด ชี้เลื่อย หรือแกลบ

วิธีการรมควัน

วิธีการรมควัน โดยทั่วไปมี 2 วิธีคือ

1. การรมควันเย็น (cold smoking) ใช้อุณหภูมิช่วง 30-40 องศาเซลเซียส การรมควันวิธีนี้มักใช้ในประเทศแถบหนาว ผลิตภัณฑ์ที่รมควันโดยวิธีนี้จะยังคงดิบอยู่
2. การรมควันร้อน (hot smoking) วิธีนี้ใช้อุณหภูมิสูง และอาจเพิ่มให้สูงขึ้นถึงมากกว่า 93 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการรมควันโดยวิธีนี้มักจะสุกหรืออาจจะสุกบางส่วน สำหรับเนื้อสัตว์อาจใช้อุณหภูมิในช่วง 43-71 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมงถึงหลายวันก็ได้

สารประกอบในควันที่ใช้รมอาหาร

สารประกอบในควันที่ใช้รมอาหารประกอบไปด้วยสารหลายชนิด ได้แก่

1. กรด (acids) ซึ่งเป็นตัวเร่งให้เกิดการหมักหรือป่มและเป็นตัวควบคุมกลิ่นรส ทำให้โปรตีนในเนื้อเกิดการตกตะกอน
2. ฟีนอล (phenol) มีผลต่อกลิ่นและรสชาติของอาหาร ฟีนอลจะทำปฏิกิริยากับสารคาร์โบนิลเพื่อเกิดเป็นสารที่เคลือบอยู่ภายนอกของผลิตภัณฑ์ที่รมควันนั้น
3. คาร์โบนิล (carbonyls) สารประกอบคาร์โบนิลที่มีอยู่ในควันไฟจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนหรือโปรตีนในอาหารทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ส่งผลให้อาหารรมควันมีสีน้ำตาล

การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เนื่องจากการทำให้สุก

ความร้อนที่ใช้กับเนื้อและผลิตภัณฑ์ จะมีผลยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ (ชวลิตร, 2531) นอกจากนี้ยังมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ด้วย (ชัยณรงค์, 2529) ดังนี้คือ

1. การเปลี่ยนแปลงของโปรตีน เมื่อโปรตีนของเนื้อสัตว์ได้รับความร้อนสูงกว่า 64 องศาเซลเซียสจะเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ (denature) ทำให้เกิดการตกตะกอน (coagulation) ทำให้โปรตีนสูญเสียความสามารถในการละลายน้ำ มีการแข็งตัวมากขึ้นและส่งผลให้ความเหนียวเพิ่มขึ้น
2. การเปลี่ยนแปลงโปรตีนคอลลาเจน โปรตีนคอลลาเจนเป็นโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเสียสภาพ โดยคอลลาเจนจะเกิดการหดตัวเมื่ออุณหภูมิเนื้อสัตว์ได้ 56 องศาเซลเซียส และถ้าให้ความร้อนแบบเปียกต่อไป คอลลาเจนจะอมน้ำไว้ได้มาก

และจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลเซชัน (hydrolysis) ได้เจลาติน (gelatin) ซึ่งการให้ความร้อนแบบเปียกจะช่วยให้คอลลาเจนสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้นและเนื้ออ่อนนุ่มขึ้น

3. การเปลี่ยนแปลงของสารระเหยได้ ในเวลาที่เนื้อถูกความร้อนนั้นจะมีสารระเหยได้บางอย่างถูกขับออกมาและทำให้เกิดกลิ่นหอมน่ารับประทาน สารระเหยนี้ได้แก่สารจำพวก ซัลเฟอร์และไนโตรเจน นอกจากนี้ยังมีพวกไฮโดรคาร์บอน อัลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์และกรดด้วย

4. เกิดปฏิกิริยาระหว่างกลุ่มเอมีนของโปรตีนและน้ำตาลรีดิวซิง (Maillard reaction) เมื่อได้รับความร้อนทำให้เกิดสีน้ำตาล (นิธิยา, 2543) ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เนื้อมีสี กลิ่นและรสชาติอร่อย

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อที่ผ่านการหมัก

ผลิตภัณฑ์เนื้อที่ผ่านการหมัก เช่น แฮม เบคอน และไส้กรอก เป็นต้น อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาหรือการจำหน่ายได้ ลักษณะคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงไปมีดังนี้คือ

1. ผิวหน้าเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แสงสว่างและอากาศมีผลต่อการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเนื่องจากมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของไนโตรซิลฮีโมโครม (nitrosyl hemochrome) โดยแสงสามารถแยกไนตริกออกไซด์จากฮีม (heme) ในไมโอโกลบินได้ ซึ่งอากาศจะออกซิไดซ์ไนตริกออกไซด์และกลุ่มฮีม ส่งผลให้เกิดเป็นสีน้ำตาลหรือคล้ำลง (Gregg et al., 1993) จึงควรบรรจุผลิตภัณฑ์ในสภาพสุญญากาศหรือการใช้ฟิล์มที่ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนและไอน้ำมากเกินไป (อุมาพร, 2546)

2. สีซีดจาง เนื่องจากการบ่มไม่เพียงพอ การบ่มไม่เพียงพอเกิดขึ้นได้หลายสาเหตุ เช่น เวลาที่ใช้บ่มเนื้อและการทำให้เนื้อสุกน้อยเกินไป อุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มเนื้อต่ำเกินไป ปริมาณ ไนโตรที่ใช้ในการหมักน้อยเกินไป ทำให้การหมักไม่สมบูรณ์

3. สีซีดจางในระหว่างการเก็บรักษา สีของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเทาอมชมพูซีด สาเหตุใหญ่เกิดจาก 2 สาเหตุคือ แสงและออกซิเจนในอากาศ ดังนั้นจึงควรป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์ถูกแสงและสัมผัสกับออกซิเจน ซึ่งออกซิเจนทำให้เกิดการซีดจางของสีได้โดยออกซิเจนไปทำให้ไนโตรซิลฮีโมโครมเกิดการออกซิเดชันไปเป็นสารประกอบอื่นได้ การป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับออกซิเจนทำได้โดยการบรรจุแบบสุญญากาศ

4. เกิดการเหม็นหืนเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไขมันในผลิตภัณฑ์เมื่อได้รับออกซิเจน จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนและยังทำให้สีของผลิตภัณฑ์ซีดจาง นอกจากนี้ไขมันที่มีค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide) สูงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีไม่คงทน (นงลักษณ์, 2527; งามทิพย์, 2537) การวัดการเหม็นหืนในผลิตภัณฑ์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวัดค่า เปอร์ออกไซด์ ซึ่งการหาค่าเปอร์ออกไซด์เป็นการหาผลิตภัณฑ์แรกของการเกิดออกซิเดชันที่เหมาะสมกับไขมันหรือน้ำมัน และการวัดค่าโรโอบาร์บิทูริก (TBA) ซึ่งเป็นการหาปริมาณของมาโลนัลดีไฮด์ (malonaldehyde) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน การหาค่ากรดโรโอบาร์บิทูริก นิยมใช้ประเมินคุณภาพทางการเหม็นหืนของเนื้อมากกว่าไขมันหรือน้ำมันโดยอาศัยการกลั่น (Warriss, 2000; Ulu, 2004) หลักการวิเคราะห์ค่ากรดโรโอบาร์บิทูริกอาศัยการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง TBA จำนวน 2 โมเลกุลกับมาโลนัลดีไฮด์ภายใต้สภาวะความเป็นกรด (pH 1.1-1.5) ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารสีแดง โดยความเข้มข้นของสีที่เกิดขึ้นจะเป็นตัวบ่งบอกว่าปริมาณมาโลนัลดีไฮด์ที่มีผลิตภัณฑ์ ถ้ามีปริมาณมากแสดงว่าผลิตภัณฑ์เกิดการเหม็นหืนมาก (สุทัศน์และอิศรพงษ์, 2543; Pilar *et al.*, 1999)

5. ผลิตภัณฑ์มีสีเขียวเกิดขึ้น ผลิตภัณฑ์อาจมีสีเขียวเนื่องจากมีไนไตรต์มากเกินไป เรียกลักษณะนี้ว่า nitrite burn หรืออาจเกิดสีเขียวเนื่องจากแบคทีเรียและการผลิตไม่สะอาด การเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าจะช่วยยับยั้งการเกิดสีเขียวบนผิวหน้าผลิตภัณฑ์ได้ (อุมาพร, 2546)

6. เกิดรสเปรี้ยว มักเกิดขึ้นเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้หลายวัน หรือเกิดจากการให้ความร้อนในกระบวนการผลิตไม่เพียงพอ ทำให้จุลินทรีย์หลงเหลืออยู่ การเกิดรสเปรี้ยวเนื่องจากแบคทีเรียพวกที่ไม่ต้องการอากาศ เช่น แลคติกแอซิดแบคทีเรีย (lactic acid bacteria) โดยแบคทีเรียเหล่านี้จะย่อยสลายองค์ประกอบที่เป็นคาร์โบไฮเดรตในเนื้อสัตว์ เช่น แป้ง น้ำตาล และเกิดกรดอินทรีย์ เช่น กรดอะซิติกซึ่งทำให้เกิดรสเปรี้ยวในผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

7. เกิดการเหม็นเน่า กลิ่นดังกล่าวเกิดจากการที่แบคทีเรียที่สามารถสร้างเอนไซม์ย่อยโปรตีนได้ (proteolytic bacteria) เช่น *Proteus* sp. และ *Pseudomonas* sp. เป็นต้น ย่อยสลายโมเลกุลของโปรตีน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในเนื้อสัตว์ ทำให้เกิดเป็นสารที่ระเหยได้ ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulphide) แอมโมเนีย (ammonia) และเอมีน (amines) เป็นต้น ซึ่งสารระเหยเหล่านี้เป็นสาเหตุของกลิ่นเหม็นเน่าในผลิตภัณฑ์

การนวดขึ้นเนื้อ (Tumbling and massaging)

การนวดขึ้นเนื้อเป็นการใช้เครื่องมือที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เนื้อที่มีการกระจายตัวของเครื่องปรุงได้อย่างทั่วถึง ทั้งนี้เพราะเครื่องมือช่วยให้เนื้ออ่อนตัวและเครื่องปรุงแทรกซึมได้อย่างรวดเร็ว โดยเนื้อจะถูกนำเข้าสู่เครื่องนวดและเครื่องจะนวดไปมา ผลสุดท้ายเครื่องจะทำให้โครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือเกิดฉีกขาด ส่งผลให้สกัดโปรตีนที่ละลายน้ำเกลือที่อยู่ภายในโครงสร้างกล้ามเนื้อได้ดี แล้วโปรตีนที่ละลายน้ำเกลือจะแยกออกมาเคลือบอยู่ภายนอกของก้อนเนื้อนั้น ๆ เมื่อเนื้อถูกความร้อนโปรตีนก็จะตกตะกอน เกิดเป็นลักษณะที่เกิดการเชื่อมระหว่างกล้ามเนื้อแต่ละชิ้น ส่งผลให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (Theno *et al.*, 1978b; Theno *et al.*, 1978c) วิธีการนวดนี้สามารถนำไปใช้กับวิธีการหมักแบบฉีดน้ำเกลือได้โดย ฉีดน้ำเกลือเข้าไปแล้วตามด้วยการคล้ำและนวดไปมา ฉีดน้ำเกลือบางส่วนแล้วตามด้วยการคล้ำและนวดกับน้ำเกลือที่เหลือให้ทั่ว หรือนำเนื้อกับน้ำเกลือทั้งหมดเทรวมเข้าไปในเครื่องนวด (ลักษณะ, 2533)

ข้อดีของการนวด

การนวดเนื้อสัตว์ช่วยสกัดโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือ โดยเฉพาะพวกไมโอไฟบริลลาโปรตีน (myofibrillar protein) ได้แก่ แอคติน (actin) และไมโอซิน (myosin) ให้เคลือบอยู่บนผิวหน้าเนื้อ ซึ่งเมื่อนำเนื้อไปผ่านการให้ความร้อนจะทำให้โปรตีนเหล่านี้เชื่อมกัน ส่งผลให้เก็บกักน้ำไว้ในผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความฉ่ำน้ำ ปริมาณผลผลิตสูง และช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ เนื่องจากมีการกระจายตัวของสารประกอบในน้ำหมักได้อย่างทั่วขึ้นเนื้อ (Weiss, 1973 cited by Krause *et al.*, 1978a) โดยมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการนวดเนื้อและไม่นวดเนื้อ พบว่าการนวดเนื้อช่วยให้มีการกระจายตัวของสารประกอบในน้ำหมักต่อพื้นที่ได้มากกว่าการไม่นวด (Ockerman and Organisciak, 1978a) นอกจากนี้การนำวิธีการนวดเนื้อไปใช้กับเนื้อที่ยังไม่เกิดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (prerigor) พบว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนื้อที่ผ่านการบ่มแล้ว ซึ่งทำให้ลดต้นทุนในการผลิตในด้านการใช้ความเย็นในการบ่มเนื้อสัตว์ (Bedinghouse *et al.*, 1992) และมีการใช้วิธีการนวดเนื้อแบบสุญญากาศมาช่วยเร่งเวลาการหมักในการทำแฮมแบบหมักแห้ง พบว่าการนวดมีส่วนช่วยเร่งให้เกิดการหมักแห้งได้เร็วขึ้น โดยแฮมที่ผ่านการนวดเนื้อใช้เวลาหมักแห้งเพียง 36 วัน ในขณะที่แฮมที่ไม่ได้ผ่านการนวดใช้เวลาในการหมักแห้ง 70 วัน (Marriott *et al.*, 1984)

วิธีการนวดชิ้นเนื้อ

การนวดชิ้นเนื้อ มี 2 แบบ คือ (Paul and Edward, 1979)

1. tumbling เป็นวิธีการทางฟิสิกส์ นิยมใช้กับเนื้อที่มีความแน่น เช่น เนื้อโค เนื้อแกะ หรือเนื้อที่มีขนาดใหญ่ เป็นการให้พลังงานซึ่งมีผลทำให้ชิ้นเนื้อกระทบกับภาชนะบรรจุที่หมุนอยู่ตลอดเวลา (rotating drum) หรือกระทบกับพาย (paddles และ baffles) ทำให้มีการเคลื่อนย้ายพลังงานจลน์เข้าสู่ชิ้นเนื้อ ในระยะต่อมาเมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้นมีการดัดแปลงโดยใช้ความดันสุญญากาศควบคู่ไปด้วย ซึ่งจะช่วยให้สารประกอบกระจายสม่ำเสมอและป้องกันการเกิดโฟมของโปรตีน การเกิดโฟมของโปรตีนนี้จะทำให้การเชื่อมกันระหว่างชิ้นเนื้อลดลง (Solomon *et al.*, 1980; Sartell, 2004)

2. massaging เป็นวิธีการที่ไม่มีการใช้พลังงานรุนแรงเท่า tumbling วิธีการนวดแบบนี้จะเกี่ยวข้องกับพลังงานจากแรงต้าน (frictional energy) มากกว่าพลังงานที่เกิดจากการกระทบ เครื่องที่ใช้เป็นถึงขนาดต่าง ๆ กัน มีเครื่องผสมที่มีการหมุนอยู่ตลอดเวลาและกลางถึงมีแกนซึ่งเชื่อมติดอยู่กับไม้พาย ทำให้ชิ้นเนื้อเสียดสีกันเอง เสียดสีกับไม้พายและเสียดสีกับด้านข้างของถังที่ใช้ผสม

การนวดเนื้อ มี 2 ลักษณะคือ นวดต่อเนื่อง (continuous tumbling) และนวดหยุดเป็นพัก ๆ (intermittent tumbling) (Gillett *et al.*, 1981b; Bedinghaus *et al.*, 1992) การนวดหยุดเป็นพัก ๆ จะมีช่วงเวลาของการหยุด ซึ่งช่วงเวลาของการหยุดนี้จะช่วยให้เกิดการกระจายตัวของน้ำหมัก เข้าไปในชิ้นเนื้อได้อย่างทั่วถึง และช่วยให้สกัดโปรตีนให้ออกมาอยู่บนผิวหน้าเนื้อได้ดี (Krause *et al.*, 1978a) โดยจากการศึกษาเปรียบเทียบในระยะเวลาการนวดรวมที่เท่ากัน (tumbling time basis) ของการนวดต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง เช่น นวดต่อเนื่อง 3 ชั่วโมงและนวดแบบหยุดเป็นพัก ๆ โดยนวด 10 นาทีต่อชั่วโมงเป็นเวลา 18 ชั่วโมง (ระยะเวลาการนวด 3 ชั่วโมงเท่ากัน) พบว่าการนวดแบบหยุดเป็นพัก ๆ มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการนวดแบบต่อเนื่องและให้ปริมาณผลผลิต (yield) ที่สูงกว่า (Cassidy *et al.*, 1978) แต่การนวดแบบหยุดเป็นพัก ๆ จะไม่มีส่วนในการปรับปรุงคุณภาพเมื่อเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตเท่ากัน (total time basis) แต่ระยะเวลาหยุดต่างกัน เช่น การนวดแบบต่อเนื่อง 18 ชั่วโมง และนวดหยุดเป็นพัก ๆ คือ พัก 10, 20 และ 40 นาทีต่อชั่วโมง เป็นเวลาที่ใช้ทั้งหมด 18 ชั่วโมง (เวลารวม 18 ชั่วโมงเท่ากัน) พบว่าการทำแฮมโดยนวดแบบต่อเนื่อง 18 ชั่วโมงให้ผลในการปรับปรุงคุณภาพได้ดีกว่าการนวดหยุดแบบเป็นพัก ๆ และการทดลองที่มีการพักน้อยที่สุดให้ผลในการปรับปรุงคุณภาพได้ดีกว่าการทดลองที่พักนานขึ้น (Gillett *et al.*, 1982a)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาผลของการนวดเนื้อที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อ

Siegel *et al.* (1978a) ได้ศึกษาผลของการสกัดโปรตีนจากเนื้อสัตว์ในระยะเวลาการนวดต่าง ๆ และที่ระดับความเข้มข้นของเกลือและสารประกอบฟอสเฟตที่ระดับต่าง ๆ ของแฮมชิ้นรูป (sectioned and formed ham) ในแต่ละชั่วโมงของการนวดจะเก็บน้ำที่ไหลซึมออกมาที่ผิวหน้ามาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนแอคติน (actin) และไมโอซิน (myosin) โดยวิธี SDS - PAGE (sodium dodecylsulfate polyacrylamide gel electrophoresis) จากผลการทดลองพบว่าการใช้เกลือที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ร่วมกับการใช้และไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟตจะให้ผลการสกัดโปรตีนที่ต่างกัน โดยพบว่าเกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 และ 3 และใช้สารประกอบฟอสเฟตร่วมด้วยจะมีผลในการสกัดโปรตีนแอคตินและไมโอซินได้ดีกว่าเกลือที่ระดับความเข้มข้นต่ำ ๆ เนื่องจากสารละลายเกลือที่ระดับความเข้มข้นสูง ๆ จะมีค่าความแรงของไอออน (ionic strength) สูง ซึ่งจะทำให้โปรตีนทั้งสองชนิดนี้ละลายออกมาอยู่ในสารละลายเกลือที่มีความแรงของไอออนสูงได้ดีกว่าสารละลายเกลือที่มีความแรงของไอออนต่ำ ส่วนการนวดมีผลในด้านการทำให้สารละลายเกลือกระจายไปทุกส่วนทั่วชิ้นเนื้อส่งผลให้เกิดการละลายของโปรตีนในปริมาณที่มากพอที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น

Siegel *et al.* (1978b) ได้ศึกษาผลของการนวดร่วมกับการใช้เกลือและสารประกอบฟอสเฟตต่อค่าการสูญเสีย น้ำหลังการทำให้สุก (cooking loss) ค่าการยึดเกาะของแฮมชิ้นรูป และศึกษาองค์ประกอบของน้ำที่ไหลซึมออกมาบนผิวเนื้อ (exudate) โดยใช้เกลือและฟอสเฟตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ จากผลการทดลองพบว่าเมื่อระยะเวลาการนวดเพิ่มขึ้นปริมาณโปรตีนมีค่าเพิ่มขึ้นและความเข้มข้นของเกลือที่ร้อยละ 2 ร่วมกับการใช้สารประกอบฟอสเฟตร้อยละ 0.5 และนวด 8 ชั่วโมง ช่วยให้แฮมชิ้นรูปที่ได้มีค่าการสูญเสีย น้ำหลังการทำให้สุกต่ำและค่าการยึดเกาะสูง การทดลองนี้สรุปได้ว่าการนวดชิ้นเนื้อจะมีผลทำให้เนื้อเยื่อของเนื้อถูกทำลาย ส่งผลให้สารประกอบในน้ำหมักสามารถที่จะกระจายเข้าไปในชิ้นเนื้อได้อย่างทั่วถึงและส่งผลให้โปรตีนในกล้ามเนื้อที่ละลายได้ในสารละลายเกลือละลายออกมาอยู่บนผิวหน้าเนื้อและเชื่อมยึดติดกันเมื่อมีการให้ความร้อน ส่งผลให้ชิ้นเนื้อยึดติดกันได้ดี ทำให้ค่าการยึดเกาะสูง และมีการสูญเสียน้ำน้อยในระหว่างการทำให้สุกต่ำ โดยการสกัดโปรตีนจะทำได้ดีต้องใช้เกลือและสารประกอบฟอสเฟตร่วมกับการนวดด้วย จึงจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น

Theno *et al.* (1976a) ได้ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของแฮมที่ผ่านการนวดและไม่ได้นวดพบว่าแฮมที่ผ่านการนวดมีสีที่ดีกว่าแฮมที่ไม่ได้นวด เนื่องจากการนวดเป็นการทำลายเนื้อเยื่อซาโคเลมมา (sarcolemma) ซึ่งเนื้อเยื่อนี้ทำหน้าที่ห่อหุ้มเส้นใยกล้ามเนื้อไว้ และภายในเส้นใย

กล้ามเนื้อจะมีไมโอโกลบินอยู่ภายใน ซึ่งเมื่อเนื้อเยื่อนี้ถูกทำลายจะทำให้ไนตริกออกไซด์ สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบินภายในโครงสร้างได้ดีจึงมีสีที่ตึกว่าการทดลองที่ไม่ได้นวด

Krause *et al.* (1978b) ได้ศึกษาผลของการนวดเนื้อ (นวดแบบหยุดเป็นพัก ๆ 10 นาที ต่อชั่วโมงเป็นเวลา 18 ชั่วโมง) เปรียบเทียบกับการทดลองที่ไม่ได้นวดเนื้อต่อการกระจายตัวของเกลือและไนโตรตีในเนื้อหมู พบว่าการนวดเนื้อทำให้มีการกระจายตัวของเกลือและไนโตรตีในเนื้อหมูได้ดีกว่าการทดลองที่ไม่ได้นวดและพบว่าผลิตภัณฑ์มีสีที่ตึกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้นวด

Gillett *et al.* (1981b) ได้ศึกษาการนวดแบบต่อเนื่องในเวลาที่แตกต่างกันคือ 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 ชั่วโมงในการทำแฮม พบว่าเมื่อเวลาการนวดเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้สีดีขึ้นและปริมาณผลผลิตสูงขึ้น (การสูญเสีย น้ำหลังการทำให้สุกต่ำ) และผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อมากขึ้น

นอกจากการนวดจะมีผลในการช่วยสกัดโปรตีนในเนื้อได้ดีแล้ว ลักษณะการนวดก็มีผลเช่นกัน โดย Ockerman and Organisciak (1978a) ได้ศึกษาลักษณะการนวดโดยเปรียบเทียบการนวดแบบต่อเนื่อง 3 ชั่วโมง และการนวดแบบหยุดเป็นพัก ๆ 10 นาทีต่อชั่วโมงเป็นเวลา 18 ชั่วโมง ต่อการกระจายของส่วนประกอบน้ำหมักเข้าไปในชิ้นเนื้อ จากการทดลองเมื่อนำผลการวิเคราะห์หาค่าการกระจายของส่วนผสมในน้ำหมักต่อพื้นที่ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าการนวด 2 ชั่วโมงขึ้นไปทำให้มีความแตกต่างของการกระจายตัวของสารประกอบในน้ำหมักต่อพื้นที่ และพบว่าการนวดแบบหยุดเป็นพัก ๆ จะทำให้มีการกระจายของส่วนประกอบในน้ำหมักเข้าไปในชิ้นเนื้อได้ดีกว่าการนวดแบบต่อเนื่อง เนื่องจากการนวดแบบหยุดเป็นพัก ๆ จะส่งผลให้น้ำหมักกระจายเข้าไปได้ดีในช่วงที่หยุดพัก ซึ่งการกระจายของสารประกอบในน้ำหมักเข้าไปอย่างทั่วถึงนี้จะส่งผลถึงการสกัดโปรตีนที่ได้ผลดีเช่นกัน

Kraus *et al.* (1978a) ได้ศึกษาผลของการนวดและวิธีการนวดที่มีผลต่อคุณภาพของแฮม พบว่าการนวดเนื้อช่วยให้ลักษณะปรากฏภายนอก สีภายใน ค่าแรงเคียน รสชาติ กลิ่น และปริมาณผลผลิตของแฮมที่ผ่านการนวดตึกว่าแฮมที่ไม่ได้ผ่านการนวด ส่วนความคงตัวและสีด้านนอกที่เห็นไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้นเวลาการนวดก็มีผลต่อปริมาณผลผลิต โดยหากเวลาที่ใช้ นวดเหมาะสมจะช่วยเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ถ้าเวลาที่ใช้ นวดน้อยเกินไปจะทำให้ปริมาณผลผลิตไม่เปลี่ยนแปลง โดย Ockerman *et al.* (1978) ได้ศึกษาผลของการนวดเนื้อ 30 นาทีในการทำแฮมกระป๋อง พบว่าการนวดไม่มีส่วนช่วยในการปรับปรุงคุณภาพด้านปริมาณผลผลิต (yield) และลักษณะเนื้อสัมผัส

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

I. การผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูหมักรมควัน

นำเนื้อหมูสามชนิด ได้แก่ หมูสันนอก หมูสะโพก และหมูสามชั้น มาหมักเกลือ โดยใช้เกลือไนไตรต์ น้ำตาล แอคคอร์ดและเครื่องปรุงอื่น ๆ โดยวิธี ซิดเข้าก่อนเนื้อสัน นำไปโดยนำมาผ่านการนวดดังนี้

- 1) ไม่นวดเลย
- 2) นวดก่อนซิดน้ำเกลือ (นวด 30 นาทีสลับกับพัก 30 นาทีเป็นเวลารวม 6 ชั่วโมง)
- 3) ซิดน้ำเกลือแล้วนำไปนวด (นวด 30 นาทีสลับกับพัก 30 นาทีเป็นเวลารวม 6 ชั่วโมง)

จากนั้นแล้วนำไปแช่น้ำเกลือเพื่อหมักให้ครบเวลาที่ใช้หมัก แล้วนำมารมควันทำให้เย็น แล้วจึงบรรจุสุญญากาศ เก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อรอการตรวจคุณภาพต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. วัตถุดิบ

- 1.1 เนื้อหมู 3 ชนิด ได้แก่ เนื้อหมูสะโพก เนื้อหมูสันนอกและเนื้อหมูสามชั้น
- 1.2 น้ำตาลทราย
- 1.3 เกลือแกงผสมโซเดียมไนไตรต์ (NaCl 99.04%+ NaNO_2 0.96%)
- 1.4 แอคคอร์ด (accord)
- 1.5 ผงหมักหมู ตราคนอร์ (สูตรไม่ใส่ผงชูรส)
- 1.6 เครื่องเทศ ได้แก่ กระเทียม พริกไทย

2. สารเคมี

- 2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- 2.2 กรดไฮโดรคลอริก (HCl)
- 2.3 กรดไรโอบาร์บิฟูริก ($\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2\text{S}_2$)
- 2.4 กรดบอริก (H_3BO_3)
- 2.5 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)
- 2.6 กรดอะซิติก (CH_3COOH)
- 2.7 ปีโตรเลียมอีเธอร์ (Petroleum ether)
- 2.8 ซัลฟานิลาไมด์ ($\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$)

2.9 อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Plate count agar

3. อุปกรณ์สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควัน

- 3.1 เครื่องนวดสุญญากาศ ยี่ห้อ Vakona รุ่น 100-950
- 3.2 เครื่องฉีดน้ำเกลือแบบเข็มฉีด ยี่ห้อ Dick lakespitze รุ่น 90050000
- 3.2 ตู้รมควัน ยี่ห้อ Nuvo รุ่น ESR-500
- 3.3 เครื่องหั่นเนื้อ ยี่ห้อ Berkel รุ่น 800
- 3.4 เครื่องปิดผนึกสุญญากาศ ยี่ห้อ Multivac รุ่น 300A/lb
- 3.5 ถุงพลาสติกชนิดไนลอนซึ่งลามิเนตด้วยโพลีโพรพิลีน

4. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- 4.1 ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ Termaks รุ่น TS 800
- 4.2 เครื่องกลั่นหาโปรตีน ยี่ห้อ Tecator รุ่น 1026 Distilling unit
- 4.3 เครื่องย่อยโปรตีน ยี่ห้อ Tecator รุ่น 2012 Digester
- 4.4 เครื่องวิเคราะห์หาไขมัน ยี่ห้อ Soxhlet System รุ่น HT 6
- 4.5 เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น AC 210
- 4.6 อุปกรณ์เครื่องแก้วต่าง ๆ

5. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- 5.1 เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Juki Tri-Stimulus Colorimeter รุ่น JC 801
- 5.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Lloyd Universal Testing Machines
รุ่น L series&Lr series
- 5.3 เครื่องวัดวอเตอร์แอกติวิตี ยี่ห้อ Novasina

6. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

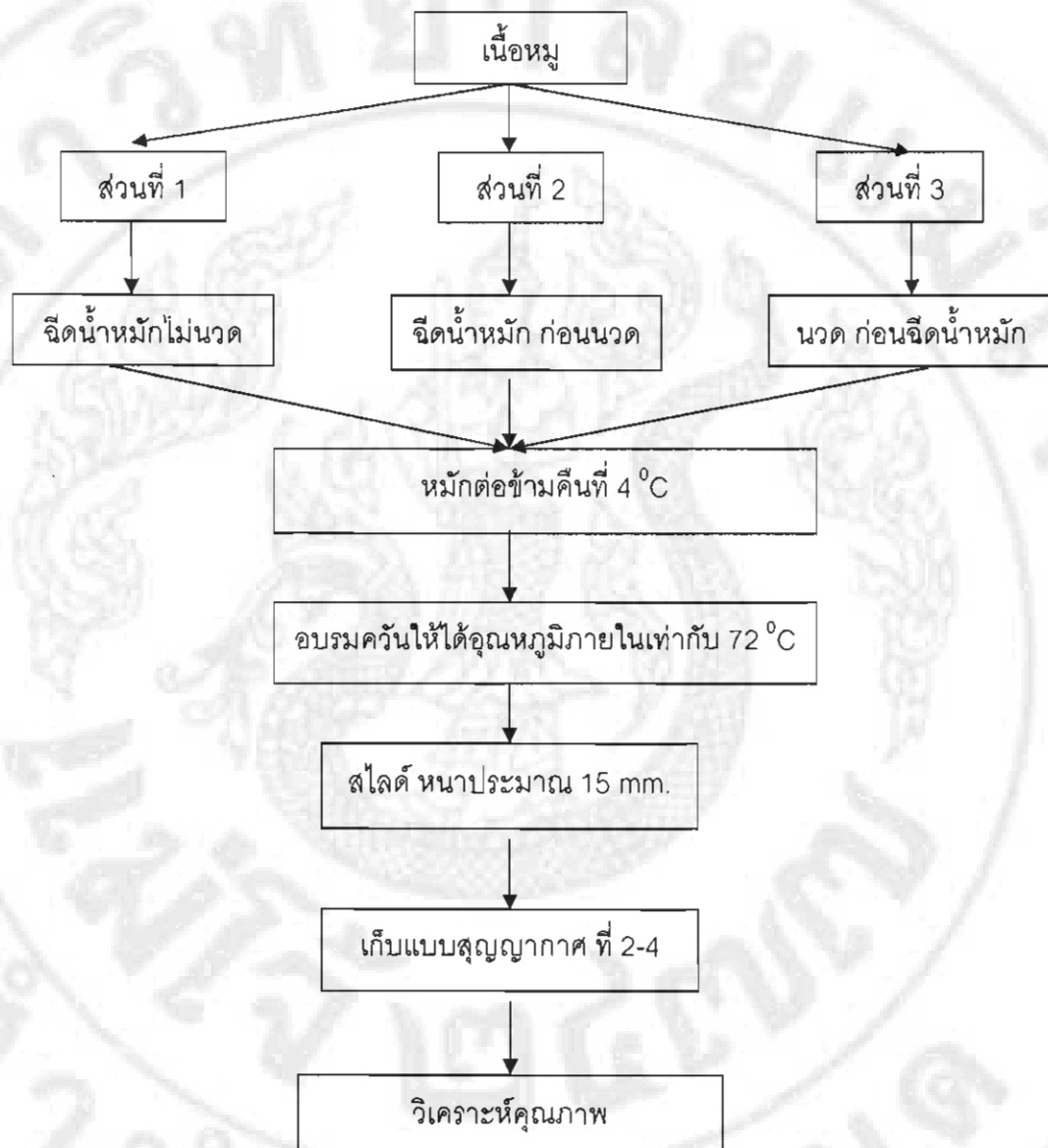
- 6.1 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ ยี่ห้อ Harayama รุ่น HV 50
- 6.2 เครื่องตีผสมตัวอย่างอาหาร รุ่น Stomacher 400
- 6.3 ตู้บ่มเพาะเชื้อ ยี่ห้อ Termaks รุ่น B 8000
- 6.4 เครื่องเขย่า ยี่ห้อ Minishaker รุ่น KMS 1

7. สูตรน้ำหมักต่อน้ำ 1 ลิตร

เกลือแกงผสมโซเดียมไนไตรต์	20	กรัม
น้ำตาล	5	กรัม
พริกไทย	3	กรัม
ซีอิ้วขาว	36	กรัม
ผงหมักหมู	2.5	กรัม
แอสคอร์บัต	3	กรัม
กระเทียม	10	กรัม

8. กรรมวิธีการผลิต

นำเนื้อหมู 3 ชนิดได้แก่เนื้อหมูสะโพก เนื้อหมูสันนอกและเนื้อหมูสามชั้น มาล้างตัดแต่งให้ชิ้นเนื้อมีน้ำหนักระหว่าง 1,000-1,200 กรัม จากนั้นนำไปฉีดน้ำเกลือให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ของน้ำหนักชิ้นเนื้อ จากนั้นนำชิ้นเนื้อที่ผ่านการฉีดน้ำเกลือแล้วมาบรรจุในเครื่องนวดสุญญากาศ โดยศึกษาการนวด 3 วิธีคือ ไม่นวดเนื้อ (ตัวอย่างควบคุม) นวดก่อนฉีดน้ำเกลือ (นวด 30 นาทีสลับกับพัก 30 นาทีเป็นเวลารวม 6 ชั่วโมง) และฉีดน้ำเกลือแล้วนำไปนวด (นวด 30 นาทีสลับกับพัก 30 นาทีเป็นเวลารวม 6 ชั่วโมง) โดยควบคุมอุณหภูมิในห้องหมักที่ 25 องศาเซลเซียส เมื่อนวดเสร็จแล้วหมักต่อข้ามคืนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมารมควันและให้ความร้อนจนอุณหภูมิภายในชิ้นเนื้อวัดได้ประมาณ 72 องศาเซลเซียส รอให้เย็นแล้วจึงบรรจุในถุงไนลอนที่ลามีเนตด้วยโพลีโพรพิลีน ปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพต่อไป



ภาพที่ 3 แผนภูมิการผลิตเนื้อหมูหมักกรมควัน

II. การตรวจสอบคุณภาพ

เนื้อหมูหมักที่บรรจุในถุงไนลอนที่ลามิเนตด้วยโพลีโพรพิลีน ปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนำไปตรวจสอบคุณภาพดังนี้คือ

1. คุณภาพทางเคมี

1.1 วัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี โดยเครื่องวัดวอเตอร์แอกติวิตี ยี่ห้อ Novasina โดยตัดตัวอย่างขนาด 25×25×2 มิลลิเมตร นำไปวางไว้ในกล่องใส่ตัวอย่างประมาณ 30 นาทีโดยปิดฝาไว้ จากนั้นนำไปวัดด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี

1.2 การวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน ไขมันและความชื้นตัดแปลงจากวิธีของ AOAC (1995) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก

2. คุณภาพด้านกายภาพ

2.1 วิเคราะห์ปริมาณผลผลิต (% process yield) ตามวิธีของ Pietrasik and Shand (2004) ภาคผนวก ข

2.2 วิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (% cooking loss) ตามวิธีของ Babji *et al.* (1982) ภาคผนวก ข

2.3 วัดสี โดยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Juki Tri-Stimulus Colorimeter รุ่น JC 801 โดยตัดตัวอย่างอาหารขนาด 15×15 มิลลิเมตร นำไปวางในช่องที่แสงผ่านตัวอย่างอาหารขนาด 10 มิลลิเมตร (ตัดแปลงจาก Gillett *et al.*, 1981)

2.4 วัดเนื้อสัมผัส โดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Lloyd Universal Testing Machines โดยตัดตัวอย่างให้มีขนาด 10×10×10 มิลลิเมตร (กว้าง×ยาว×สูง) นำไปวัดโดยใช้หัวกด บันทึกแรงที่ใช้ในการกดเป็นนิวตัน (N) (ตัดแปลงจาก Lachowicz *et al.*, 2003) ภาคผนวก ข

3. การศึกษาอายุการเก็บ โดยนำผลิตภัณฑ์เนื้อหมู 3 ชนิดได้แก่เนื้อหมูสะโพก เนื้อหมูสันนอกและเนื้อหมูสามชั้นที่ผลิตแล้วข้างต้น มาประเมินผลอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์เป็นดัชนีที่ระดับ 10^6 cfu/g (รพีพร, 2544) การเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์โดยใช้ค่ากรดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ไม่เกิน 1 mg malonaldehyde/1 kg เป็นดัชนี (Weiss, 1973) และนำคะแนนความชอบของผู้บริโภคมาพิจารณาประกอบ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อหมูหมักรมควันทุก ๆ 7 วัน ทั้งนี้หากจุลินทรีย์เกินมาตรฐานก็จะหยุดการทดสอบ ดังนี้

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

27

3.1 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ (total plate count) ตามวิธีของ Roberts *et al.* (1995) ภาคผนวก ค

3.2 วัดสี ทำตามวิธีดังระบุในข้อ 1.1

3.3 วัดเนื้อสัมผัส ทำตามวิธีดังระบุในข้อ 2.2.2

3.4 ค่ากรดไฮโดรเจนไอออนตามวิธีของ Kirk (1991) ภาคผนวก ก

3.5 ปริมาณไนโตรเจนที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ ตามวิธีของ AOAC (1995) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก

3.6 ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 9-point hedonic scale ทำตามวิธีดังระบุในข้อ 2.2.4

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยศึกษา 3 ทรีตเมนต์คือ ไม่นวด นวดก่อนฉีดน้ำเกลือ และฉีดน้ำเกลือแล้วนำไปนวด โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์แบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. เนื้อสโปกหมู

1.1 คุณภาพทางเคมี

1.1.1 ผลการทดลองในการวิเคราะห์ค่า Aw

จากการทดลองวิเคราะห์ค่า Aw พบว่าค่า Aw ของผลิตภัณฑ์เนื้อสโปกหมูรมควันที่ไม่ได้นวด มีค่าเท่ากับ 0.97 ผลิตภัณฑ์เนื้อสโปกหมูรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือมีค่าเท่ากับ 0.96 และผลิตภัณฑ์เนื้อสโปกหมูรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับ 0.98 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติหาค่า Aw ของทั้ง 3 ทรีตเมนต์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4

1.1.2 ผลการทดลองการวิเคราะห์ไขมัน

จากการทดลองวิเคราะห์ไขมัน พบว่าปริมาณไขมันผลิตภัณฑ์เนื้อสโปกหมูรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.43 ผลิตภัณฑ์เนื้อสโปกหมูรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.83 และผลิตภัณฑ์เนื้อสโปกหมูรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.45 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติหาค่าปริมาณไขมันของทั้ง 3 ทรีตเมนต์พบว่าปริมาณไขมันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4

1.1.3 ผลการทดลองการวิเคราะห์โปรตีน

จากการทดลองวิเคราะห์โปรตีน พบว่าปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์เนื้อสโปกหมูรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 29.60 ผลิตภัณฑ์เนื้อสโปกหมูรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือมีค่าเท่ากับร้อยละ 31.43 และผลิตภัณฑ์เนื้อสโปกหมูรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 28.14 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของทั้ง 3 ทรีตเมนต์พบว่าปริมาณโปรตีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4

1.1.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณความชื้น พบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เนื้อสโปกหมูรมควันที่ไม่ได้นวด มีค่าเท่ากับร้อยละ 60.94 ผลิตภัณฑ์เนื้อสโปกหมูรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือมีค่าเท่ากับร้อยละ 63.69 และผลิตภัณฑ์เนื้อสโปกหมูรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวด มีค่าเท่ากับร้อยละ 61.65 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของทั้ง 3 ทรีต

เมนท์พบว่าปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณไขมัน โปรตีน วอเตอร์แอคทีวิตี (A_w) และความชื้นในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่างๆ

วิธีนวด	A_w^{ns}	ไขมัน ^{ns} (ร้อยละ)	โปรตีน ^{ns} (ร้อยละ)	ความชื้น ^{ns} (ร้อยละ)
1	0.97	2.43	29.60	60.94
2	0.96	1.83	31.43	63.69
3	0.98	1.45	28.14	61.65

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ดังนั้น เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า A_w อยู่ในช่วง 0.96-0.98 โดยวิธีการนวดไม่มีผลต่อค่า A_w ของผลิตภัณฑ์รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์ ($P > 0.05$)

1.2 คุณภาพทางกาย

1.2.1 ปริมาณผลผลิต

จากการทดลองพบว่าปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกหมูรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 68.15 ผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกหมูรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือ มีค่าเท่ากับร้อยละ 64.91 และผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกหมูรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 64.16 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่าปริมาณผลผลิตของทั้ง 3 ทริตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 5 ทั้งนี้เวลาการนวดก็มีผลต่อปริมาณผลผลิต โดยหากเวลาที่ใช้นวดเหมาะสมจะช่วยเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ถ้าเวลาที่ใช้

ขนาดน้อยเกินจะทำให้ปริมาณผลผลิตไม่เปลี่ยนแปลง (Kraus et al., 1978a) แต่วิธีการนวดที่ใช้ในการทดลองนี้ไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์หมูสะโพกหมักรมควันทั้งนี้อาจเนื่องจากเวลาที่ใช้นวดอาจยังไม่นานพอที่จะสกัดโปรตีนออกมาบนผิวหน้าของเนื้อมากพอจนทำให้การเชื่อมและยึดติดกันของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นและช่วยลดการสูญเสียน้ำและเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์

1.2.2 ค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุก

จากการทดลองวิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุก พบว่าค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุกของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกหมักรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 46.00 ผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกหมักรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือมีค่าเท่ากับร้อยละ 50.07 และผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกหมักรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 47.36 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่าค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุกของทั้ง 3 ทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณผลผลิตและค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุก

วิธีการนวด	ปริมาณผลผลิต(ร้อยละ) ^{ns}	ค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุก(ร้อยละ) ^{ns}
1	68.15	46.00
2	64.91	50.07
3	64.16	47.36

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

1.2.3 คุณภาพด้านสี

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยทั้ง 3 วิธีพบว่าพบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีมีค่าความเป็นสีแดงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ

วิธีนวด	ค่า L* ^{ns}	ค่า a* ^{ns}	ค่า b* ^{ns}
1	66.26	12.09	6.81
2	66.42	12.37	7.59
3	66.48	12.22	7.70

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ค่า L* หมายถึง ความสว่าง (ดำ=0, ขาว=100)

a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ สีแดง, - สีเขียว)

b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ สีเหลือง, - สีน้ำเงิน)

1.2.4 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการผลิตทั้ง 3 วิธี คือ ไม่นวดเลย นวดก่อนฉีดน้ำเกลือและนวดหลังฉีดน้ำเกลือมีค่าแรงที่ใช้ในการตัดเมื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการผลิตทั้ง 3 วิธีมีค่าแรงที่ใช้ในการตัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ

วิธีนวด	แรงที่ใช้ในการตัด (N) ^{ns}
1	18.47
2	18.41
3	20.13

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ดังนั้นวิธีการนวดที่ใช้ไม่มีผลต่อคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของหมูสะโพกหมักรมควัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากเวลาที่ใช้นวดอาจยังไม่นานพอที่จะสกัดโปรตีนออกมาบนผิวหนังของเนื้อมากพอและทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่นมากขึ้น

1.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษา

1.3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควัน พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3, และ 4 ทั้ง 3 วิธีมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันมีปริมาณคงที่ในสัปดาห์ที่ 0-1 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป และในสัปดาห์ที่ 4 พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์เกินมาตรฐานคือ เกิน 10^6 CFU/g ซึ่งมาตรฐานด้านปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปพร้อมบริโภคกำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 10^6 cfu/g (รพีพร, 2544) ดังนั้นจึงพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่นวดเลย และที่ผ่านการนวดแต่ละวิธีนี้มีอายุการเก็บรักษา 3 สัปดาห์

ตารางที่ 8 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแต่ละสัปดาห์

วิธีการนวด	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ (cfu/g)				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}
วิธี 1	1.86×10^2	4.60×10^2	5.10×10^3	3.52×10^5	1.18×10^6
วิธี 2	1.60×10^2	3.20×10^2	1.87×10^3	3.46×10^5	1.24×10^6
วิธี 3	1.30×10^2	9.06×10^2	1.04×10^3	1.39×10^5	2.19×10^6

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

1.3.2 ค่าสี

จากการวิเคราะห์ค่า L^* a^* b^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันที่ผ่านการนวด 3 วิธีคือ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่นวดทั้ง 2 วิธีมีแนวโน้มค่า L^* ลดลงเล็กน้อยหรือมีความสว่างลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้พบว่าผิวหนังเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล อาจผลเนื่องมาจากแสงสว่างและอากาศ โดย

ปัจจัยดังกล่าวจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของไนโตรซิลฮีโมโครม (nitrosyl hemochrom) ซึ่งแสงสามารถแยกไนตริกออกไซด์จากฮีเม (heme) ในไมโอโกลบินได้ และอากาศจะออกซิไดซ์ไนตริกออกไซด์และกลุ่มฮีเม ส่งผลให้เกิดเป็นสีน้ำตาลหรือคล้ำลง (Gregg *et al.*, 1993) และค่า a^* และ b^* ลดลงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 9-11

ตารางที่ 9 ค่า L^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกหมักรมควัน ในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ค่า L^*				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}
1	66.43	67.37	61.97	67.36	62.60
2	66.48	64.87	64.17	64.32	60.68
3	66.26	66.21	61.55	68.37	64.06

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปจืดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง จืดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ตารางที่ 10 ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกหมักรมควัน ในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ค่า a^*				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}
1	11.99	10.04	14.99	9.69	11.68
2	12.29	10.46	14.19	11.21	12.98
3	12.16	10.84	15.23	9.88	11.96

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปจืดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง จืดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ตารางที่ 11 ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกหมักรมควัน ในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ค่า b^*				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}
1	6.81	8.51	6.04	7.12	7.60
2	7.59	7.98	5.93	7.99	7.79
3	7.70	8.42	6.31	7.61	7.29

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

1.3.3 เนื้อสัมผัส

จากการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีในแต่ละสัปดาห์พบว่าแนวโน้มของแรงที่ใช้ในการตัดในสัปดาห์ที่ 0-1 มีค่าแรงที่ใช้ตัดไม่แตกต่างกัน และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2-4 พบว่าแรงที่ใช้ในการตัดมีค่าไม่แตกต่างกันและจะเห็นได้ว่าแนวโน้มของแรงที่ใช้ในการตัดมีค่าลดลง อาจเนื่องมาจากมีการเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อที่น้อยลง ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	แรงที่ใช้ตัด (N)				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}
1	18.47	19.00	18.67	18.53	17.15
2	18.41	17.15	15.39	19.14	20.25
3	20.13	15.32	13.01	21.91	14.51

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

1.3.4 การวิเคราะห์ค่า TBA ในผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์ค่า TBA (Thiobarbituric acid) พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3, และ 4 ทั้ง 3 วิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จะเห็นได้ว่าค่า TBA มีแนวโน้มที่สูงขึ้นเมื่อเวลาการเก็บรักษามากขึ้นดังแสดงในตารางที่ 13 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีเริ่มเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในสัปดาห์ที่ 4 โดยผลิตภัณฑ์ที่มีค่ากรดไฮโอบาร์บิวริกมากกว่า 0.5 mg malonaldehyde/1kg แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เริ่มเกิดปฏิกิริยา ออกซิเดชัน (Warriss, 2000) การวิเคราะห์ค่ากรดไฮโอบาร์บิวริกเป็นการหาปริมาณของมาโลนัลดีไฮด์ (malonaldehyde) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน (สุทัศน์ และ อิศรพงษ์, 2543; Pilar *et al.*, 1999) โดยการเกิดออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์เป็นผลเนื่องมาจากออกซิเจนและแสงสว่าง โดยแสงสว่างจะเป็นตัวเร่งให้ไขมันเกิดการแตกตัวเป็นอนุมูลอิสระและอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นนี้จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน) เกิดเป็นสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์และสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์นี้เป็นสารที่ไม่อยู่ตัวจะสลายตัวให้สารประกอบที่จำนวนคาร์บอนอะตอมน้อยลง เช่น อัลดีไฮด์และคีโตน ซึ่งสารเหล่านี้ระเหยได้จึงทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนขึ้นในผลิตภัณฑ์ (ศศิเกษม และ พรรณี, 2530) แต่จากการทดลองจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีมีค่ากรดไฮโอบาร์บิวริกในผลิตภัณฑ์ ซึ่งยังยอมรับได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีค่ากรดไฮโอบาร์บิวริกเกิน 1 mg malonaldehyde/1kg บ่งบอกว่าผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นหืนไม่เป็นที่ยอมรับ (Warriss, 2000)

ตารางที่ 13 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ปริมาณ TBA (mg.malonaldehyde/Kg)				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}
1	0.17	0.24	0.32	0.36	0.51
2	0.19	0.28	0.34	0.44	0.61
3	0.20	0.31	0.39	0.54	0.79

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปชีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ชีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

1.3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์ พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เติมลงไปทำให้หลงเหลือไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์ไม่เกินมาตรฐานคือ 125 ppm และวิธีการที่ใช้ขนาดวิธีต่าง ๆ ก็ไม่มีผลต่อไนโตรเจนปริมาณไนโตรเจนที่ตกค้าง และปริมาณไนโตรเจนมีแนวโน้มที่ลดลงอย่างต่อเนื่องนั้นก็แสดงว่าไนโตรเจนที่เติมลงไปตอนแรกมีการย่อยสลายไปเมื่อเวลาการเก็บรักษาผ่านไป ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ปริมาณไนโตรเจนของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์

วิธีการนวด	ปริมาณไนโตรเจน (ppm)				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}
วิธี 1	90.42	78.57 ^a	66.52	54.46	50.89
วิธี 2	82.14	74.55 ^{ab}	66.37	56.10	45.98
วิธี 3	71.58	58.19 ^b	50.00	46.13	43.90

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

1.3.6 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

1.3.6.1 ด้านสี

จากการให้คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบด้านสีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูรมควันแต่ละผลิตภัณฑ์พบว่าแนวโน้มการให้คะแนนด้านสีลดลงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 15 การที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนลดลงอาจเนื่องมาจากว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้นานผลิตภัณฑ์มีสีชมพูจางลงเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ผู้บริโภคมีแนวโน้มการให้คะแนนความชอบด้านสีลดลง

ตารางที่ 15 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี

วิธีการนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}
วิธี 1	5.98	5.92	5.79 ^{ab}	5.86	5.78
วิธี 2	5.80	5.99	5.60 ^b	5.96	5.52
วิธี 3	5.94	6.26	6.16 ^a	5.81	5.60

หมายเหตุ ^{ab} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

1.3.6.2 ด้านรสชาติ

จากการให้คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกกรมควันในแต่ละผลิตภัณฑ์พบว่าแนวโน้มการให้คะแนนด้านรสชาติลดลง ดังแสดงในตารางที่ 16 การที่ให้คะแนนความชอบทางด้านรสชาติลดลงอาจเนื่องมาจากว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นผลิตภัณฑ์มีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศเกิดขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์บรรจุอยู่ในสภาพสุญญากาศ เช่น พวกแลคติกแอซิดแบคทีเรีย (lactic acid bacteria) ซึ่งแบคทีเรียจะสร้างกรดแลคติก อาจส่งผลให้เกิดรสชาติเปรี้ยวแต่ไม่มากนักและผู้บริโภคที่ชิมยอมรับได้ และคะแนนที่ได้จึงลดลงเล็กน้อย

ตารางที่ 16 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

วิธีการนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}
วิธี 1	5.97	5.86	5.32 ^b	5.88 ^a	5.24
วิธี 2	5.82	5.82	5.40 ^b	5.71 ^{a,b}	5.21
วิธี 3	6.02	5.89	6.14 ^a	5.38 ^b	5.21

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

1.3.6.3 ด้านความนุ่ม

จากการให้คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้านความนุ่มของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกหมูในวันในแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่าแนวโน้มการให้คะแนนด้านความนุ่มลดลงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 17 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เมื่อเก็บรักษาไว้นาน ๆ จะเกิดการสลายของพันธะเคมีภายในเนื้อสัตว์ และอาจเกิดการย่อยโปรตีนโดยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนเข้าไปในผลิตภัณฑ์จึงส่งผลให้เนื้อสัมผัสเปลี่ยน

ตารางที่ 17 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่ม

วิธีการนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่ม				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}
วิธี 1	6.36	6.31	5.67 ^b	5.94	5.66
วิธี 2	6.17	6.19	5.77 ^{ab}	5.80	5.50
วิธี 3	6.66	6.17	6.16 ^a	5.52	5.92

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

1.3.6.4 ด้านความชุ่มฉ่ำ

จากการให้คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้านความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกกรมควันในแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่าแนวโน้มการให้คะแนนด้านความชุ่มฉ่ำลดลงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 18 ทั้งนี้ความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์เกิดจากปริมาณน้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ รวมทั้งไขมันที่แทรกอยู่ภายในผลิตภัณฑ์สามารถกระตุ้นให้ผู้บริโภครู้สึกมีความชุ่มฉ่ำในปากเมื่อได้บริโภคผลิตภัณฑ์นั้น ซึ่งผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่เก็บรักษาไว้นาน คุณสมบัติในการอุ้มน้ำของโปรตีนอาจเปลี่ยนไป ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์น้อยลง จึงอาจทำให้ผู้บริโภครู้สึกถึงความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์ลดลง

ตารางที่ 18 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มฉ่ำ

วิธีการนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มฉ่ำ				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4
วิธี 1	6.13	6.24	5.40 ^b	5.67	5.33 ^{ab}
วิธี 2	6.01	6.10	5.52 ^b	5.62	5.20 ^b
วิธี 3	6.33	5.84	6.14 ^a	5.38	5.69 ^a

หมายเหตุ ^{ab} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

1.3.6.5 ด้านกลิ่น

จากการให้คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกรมควันในแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่าแนวโน้มการให้คะแนนด้านกลิ่นลดลงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 19 อาจเนื่องมาจากว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นาน ผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันซึ่งสอดคล้องกับค่ากรดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น อาจทำให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปแต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่สัปดาห์ที่ 4 ผู้บริโภคยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ โดยให้คะแนนอยู่ในระดับชอบเฉย ๆ และค่ากรดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้คือมีค่าอยู่ในช่วง 0.17-0.79 mg malonaldehyde/1 kg ซึ่งค่ากรดไฮโดรเปอร์ออกไซด์นี้แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นแล้วแต่ผู้บริโภคยังยอมรับผลิตภัณฑ์ได้ แต่ถ้าค่ากรดไฮโดรเปอร์ออกไซด์สูงขึ้นไปถึง 1 mg malonaldehyde/1 kg จะเป็นระดับที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (Weiss, 2000)

ตารางที่ 19 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

วิธีการนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความกลิ่น				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}
วิธี 1	6.50	6.42	6.02	5.27	5.30
วิธี 2	6.32	6.39	5.99	5.42	5.21
วิธี 3	6.33	6.34	6.10	5.38	5.16

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

1.3.6.6 ด้านความชอบรวม

จากการให้คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกกรมควันในแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่าแนวโน้มการให้คะแนนด้านความชอบรวมลดลงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 20 และจะเห็นได้ว่าในช่วงเวลาการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ผู้ทดสอบชิมยังยอมรับผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีอยู่

ตารางที่ 20 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม

วิธีการนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม				
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}
วิธี 1	6.75	6.34	6.54	5.56	5.38
วิธี 2	6.79	6.59	6.65	5.62	5.56
วิธี 3	6.63	6.61	6.40	5.78	5.57

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2. เนื้อหุ้มนนอก

2.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภั้ณฑ์

2.1.1 ผลการทดลองในการวิเคราะห์ค่า Aw

จากการทดลองวิเคราะห์ค่า Aw พบว่าค่า Aw ของผลิตภั้ณฑ์เนื้อหุ้มนนอกหมั้กรรมควันที่ไม่ได้นวด มีค่าเท่ากับ 0.92 ผลิตภั้ณฑ์เนื้อหุ้มนนอกหมั้กรรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือมีค่าเท่ากับ 0.92 และผลิตภั้ณฑ์เนื้อหุ้มนอกหมั้กรรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับ 0.92 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติหาค่า Aw ของทั้ง 3 ทรีตเมนต์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 21

2.1.2 ผลการทดลองการวิเคราะห์ไขมัน

จากการทดลองวิเคราะห์ไขมัน พบว่าปริมาณไขมันผลิตภั้ณฑ์สันนอกหมั้กรรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.28 ผลิตภั้ณฑ์เนื้อหุ้มนอกหมั้กรรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.70 และผลิตภั้ณฑ์เนื้อหุ้มนอกหมั้กรรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.36 จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติของทั้ง 3 ทรีตเมนต์พบว่าปริมาณไขมันไม่มีความแตกต่างกันอย่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 21

2.1.3 ผลการทดลองการวิเคราะห์ โปรตีน

จากการทดลองวิเคราะห์โปรตีน พบว่าปริมาณโปรตีนของผลิตภั้ณฑ์เนื้อหุ้มนอกหมั้กรรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 25.93 ผลิตภั้ณฑ์เนื้อหุ้มนอกหมั้กรรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือมีค่าเท่ากับร้อยละ 25.09 และผลิตภั้ณฑ์เนื้อหุ้มนอกหมั้กรรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 30.28 จากผลการวิเคราะห์ผลทางสถิติของทั้ง 3 ทรีตเมนต์พบว่าปริมาณโปรตีนมีความแตกต่างกันอย่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 21

2.1.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณความชื้น พบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภั้ณฑ์เนื้อหุ้มนอกหมั้กรรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 67.46 ผลิตภั้ณฑ์เนื้อหุ้มนอกหมั้กรรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือ มีค่าเท่ากับร้อยละ 68.11 และผลิตภั้ณฑ์เนื้อหุ้มนอกหมั้กรรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 64.54 จากผลการวิเคราะห์ผลทางสถิติของทั้ง 3 ทรีตเมนต์พบว่าปริมาณความชื้นมีความแตกต่างกันอย่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ

วิธีนวด	Aw ^{ns}	ไขมัน ^{ns} (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)
1	0.92	1.28	25.93 ^a	67.46 ^a
2	0.92	1.70	25.09 ^{ab}	68.11 ^a
3	0.92	1.36	30.28 ^{ac}	65.54 ^b

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีบน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีบน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายของผลิตภัณฑ์

2.2.1 ปริมาณผลผลิต

จากการทดลองวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิต พบว่าปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 79.62 ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่นวดก่อนฉีบน้ำเกลือ มีค่าเท่ากับร้อยละ 74.80 และผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ฉีบน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 71.36 จากผลการวิเคราะห์ผลทางสถิติของทั้ง 3 ทรีตเมนต์พบว่าปริมาณผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 22

2.2.2 ค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุก

จากการทดลองวิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุก พบว่าค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุกของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 31.94 ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่นวดก่อนฉีบน้ำเกลือมีค่าเท่ากับร้อยละ 39.02 และผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ฉีบน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 38.64 จาก

ผลการวิเคราะห์ผลทางสถิติค่า การสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของทั้ง 3 ทรีตเมนต์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ปริมาณผลผลิตและค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก

วิธีการนวด	ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ) ^{ns}	ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (ร้อยละ) ^{ns}
1	79.62	31.94
2	74.80	39.02
3	71.36	38.64

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปชีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ชีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.2.3 คุณภาพด้านสี

จากการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยทั้ง 3 วิธีพบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีมีค่าความเป็นสีแดงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ

วิธีนวด	ค่า L* ^{ns}	ค่า a* ^{ns}	ค่า b* ^{ns}
1	73.03	11.72	4.85
2	73.14	11.95	5.03
3	74.70	11.99	5.15

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปชีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ชีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ค่า L* หมายถึง ความสว่าง (ดำ=0, ขาว=100)

a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ สีแดง, - สีเขียว)

b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ สีเหลือง, - สีน้ำเงิน)

2.2.4 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยทั้ง 3 วิธีพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนวดทั้ง 2 วิธี คือ นวดก่อนฉีดน้ำเกลือและนวดหลังฉีดน้ำเกลือมีค่าแรงที่ใช้ในการตัดต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านการนวด เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีมีค่าแรงที่ใช้ในการตัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ

วิธีนวด	แรงที่ใช้ในการตัด (N) ^{ns}
1	13.94
2	13.62
3	12.58

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
 วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย
 วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ
 วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษา

2.3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันพบว่า ในสัปดาห์ที่ 0-6 ทั้ง 3 วิธีมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 25 จะเห็นได้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันมีปริมาณค่อนข้างคงที่ในสัปดาห์ที่ 0-3 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไป และในสัปดาห์ที่ 6 พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์เกินมาตรฐานคือ เกิน 10^6 cfu/g

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ (cfu/g)						
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 6 ^{ns}
วิธี 1	1.86x10 ²	4.60 x10 ²	3.89x10 ³	5.10 x10 ³	1.94 x10 ⁴	3.52 x10 ⁵	5.03 x10 ⁶
วิธี 2	1.60x10 ²	3.20 x10 ²	3.64 x10 ³	1.87 x10 ³	1.70 x10 ⁴	3.46x10 ⁵	5.65 x10 ⁶
วิธี 3	1.30x10 ²	3.06 x10 ²	3.78 x10 ³	1.04 x10 ³	1.08 x10 ⁴	2.39 x10 ⁵	2.71 x10 ⁶

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปจืดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง จืดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.3.2 คำสี

จากการวิเคราะห์ค่า L* a* b* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวด 3 วิธีคือ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่นวดทั้ง 2 วิธีมีแนวโน้มค่า L* ลดลงเล็กน้อยหรือมีความสว่างลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้พบว่าผิวหน้าเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล อาจผลเนื่องมาจากแสงสว่างและอากาศ โดยปัจจัยดังกล่าวจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของไนโตรซิลฮีโมโครม (nitrosyl hemochrom) ซึ่งแสงสามารถแยกไนตริกออกไซด์จากฮีโม (heme) ในไมโอโกลบินได้ และอากาศจะออกซิไดซ์ไนตริกออกไซด์และกลุ่มฮีโม ส่งผลให้เกิดเป็นสีน้ำตาลหรือคล้ำลง (Gregg *et al.*, 1993) และค่า a* ลดลงเล็กน้อย และค่า b* เพิ่มขึ้นเล็กน้อยดังแสดงในตารางที่ 26-28

ตารางที่ 26 ค่า L* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควัน ในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ค่า L*						
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 6 ^{ns}
วิธี 1	73.01	73.86	72.60	72.92	73.79	72.94	74.53
วิธี 2	73.92	72.52	73.11	72.55	73.74	73.24	74.68
วิธี 3	73.13	72.82	72.24	71.50	72.67	73.34	73.15

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ตารางที่ 27 ค่า a* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ค่า a*						
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 6 ^{ns}
วิธี 1	11.99	10.49 ^a	12.37	11.57	11.97	11.99	10.71
วิธี 2	11.94	12.21 ^b	12.80	12.19	11.93	11.93	10.97
วิธี 3	11.71	12.14 ^b	12.01	11.30	11.39	11.64	11.09

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ตารางที่ 28 ค่า b* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ค่า b*						
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 6 ^{ns}
วิธี 1	4.85	4.50	4.82	5.00	4.95	6.33	6.84
วิธี 2	5.03	5.70	4.97	6.08	6.16	6.35	6.58
วิธี 3	5.15	5.95	5.32	5.21	6.09	6.19	6.52

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปจืดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง จืดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.3.2 ค่าเนื้อสัมผัส

จากการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีในแต่ละสัปดาห์พบว่า มีแนวโน้มของแรงที่ใช้ในการตัดมีค่าลดลง อาจเนื่องมาจากมีการเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อที่น้อยลง ดังแสดงในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	แรงที่ใช้ตัด (N)						
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 6 ^{ns}
วิธี 1	13.94	12.12	16.11	14.64	14.03	13.84	11.08
วิธี 2	13.62	13.77	12.58	13.94	12.31	12.13	10.99
วิธี 3	12.58	13.88	15.08	13.08	11.38	12.69	11.23

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปจืดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง จืดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณ TBA ในผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์ปริมาณ TBA (Thiobarbituric acid) พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0-6 ทั้ง 3 วิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จะเห็นได้ว่าค่า TBA มีแนวโน้มที่สูงขึ้นเมื่อเวลาการเก็บรักษามากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 30 และจะเห็นได้ว่าในสัปดาห์ที่ 1 ผลิตภัณฑ์เริ่มเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นเนื่องจากมีค่า TBA เกิน 0.5 mg malonaldehyde/kg (Warriss, 2000)

ตารางที่ 30 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์

วิธีขนาด	ปริมาณ TBA (mg malonaldehyde/kg)						
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 6 ^{ns}
วิธี 1	0.35	0.64	0.51	0.64	0.53	0.49	0.59
วิธี 2	0.47	0.75	0.59	0.58	0.73	0.50	0.59
วิธี 3	0.38	0.71	0.54	0.77	0.66	0.64	0.84

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรต์ในผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรต์ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์ พบว่าปริมาณไนไตรต์มีแนวโน้มที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง นั่นก็แสดงว่าไนไตรต์ที่เติมลงไปตอนแรกมีการย่อยสลายไปเมื่อเวลาการเก็บรักษาผ่านไปดังตารางที่ 31 ซึ่งการย่อยสลายเกิดจากแบคทีเรียที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 31 ปริมาณไนโตรเจนของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ปริมาณไนโตรเจน (ppm)						
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 6 ^{ns}
วิธี 1	68.01	59.04	40.75	46.59	39.00	49.03	16.51
วิธี 2	77.25	46.09	40.84	62.92	40.85	34.42	19.45
วิธี 3	68.27	46.98	48.35	42.97	31.75	35.15	17.07

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปจืดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง จืดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.3.6 ผลการประเมินผลคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

2.3.6.1 ด้านสี

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์และให้คะแนนความชอบทางด้านสีในแต่ละสัปดาห์พบว่าผู้ทดสอบชิมมีแนวโน้มการให้คะแนนความชอบทางด้านสีลดลงเล็กน้อย เมื่ออายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี

วิธีนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี					
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}
วิธี 1	6.50	6.39	6.26	6.18	6.04	6.41
วิธี 2	6.58	6.26	6.09	6.28	6.19	6.19
วิธี 3	6.18	6.24	6.45	6.49	6.44	6.11

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปจืดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง จืดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.3.6.2 ด้านรสชาติ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์และให้คะแนนความชอบทางด้านรสชาติในแต่ละสัปดาห์พบว่าผู้ทดสอบมีแนวโน้มการให้คะแนนลดลงเล็กน้อย เมื่ออายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

วิธีนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ					
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}
วิธี 1	6.45	6.61	6.61	6.24	5.79	6.32
วิธี 2	6.43	6.34	6.34	6.41	6.39	6.57
วิธี 3	6.45	6.41	6.55	6.47	6.38	6.14

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปชีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ชีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.3.6.3 ด้านความนุ่ม

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์และให้คะแนนความชอบในด้านความนุ่มในแต่ละสัปดาห์ พบว่าแนวโน้มการให้คะแนนด้านความนุ่มลดลงเล็กน้อย เมื่ออายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 34

ตารางที่ 34 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่ม

วิธีนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่ม					
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}
วิธี 1	6.53	6.42	6.07 ^a	6.20	5.61 ^a	6.22
วิธี 2	6.53	6.22	6.44 ^b	6.43	6.62 ^b	6.53
วิธี 3	6.37	6.38	6.68 ^b	6.44	6.41 ^b	6.11

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.3.6.4 ด้านความชุ่มฉ่ำ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์และให้คะแนนความชอบในด้านความชุ่มฉ่ำในแต่ละสัปดาห์ พบว่าแนวโน้มการให้คะแนนด้านความชุ่มฉ่ำลดลงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 35 ทั้งนี้ความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์เกิดจากปริมาณน้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ รวมทั้งไขมันที่แทรกอยู่ภายในผลิตภัณฑ์สามารถกระตุ้นให้ผู้บริโภครู้สึกมีความชุ่มฉ่ำในปากเมื่อได้บริโภคผลิตภัณฑ์นั้น ซึ่งผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่เก็บรักษาไว้นาน คุณสมบัติในการอุ้มน้ำของโปรตีนอาจเปลี่ยนไป ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์น้อยลง จึงอาจทำให้ผู้บริโภครู้สึกถึงความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์ลดลง

ตารางที่ 35 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มฉ่ำ

วิธีนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มฉ่ำ					
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}
วิธี 1	6.57	6.29	5.96 ^a	6.11	5.37 ^a	5.97
วิธี 2	6.02	5.89	6.11 ^b	6.03	6.36 ^b	6.23
วิธี 3	6.25	5.94	6.58 ^b	6.20	6.21 ^b	5.81

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.3.6.5 กลิ่น

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์และให้คะแนนความชอบทางด้านรสชาติในแต่ละสัปดาห์พบว่าผู้ทดสอบมีแนวโน้มการให้คะแนนทางด้านกลิ่นลดลงเล็กน้อยเมื่ออายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 36

ตารางที่ 36 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

วิธีนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น					
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}
วิธี 1	6.54	6.01	6.16	6.20	5.29	6.02
วิธี 2	6.34	6.30	6.14	6.23	6.59	6.10
วิธี 3	6.54	6.10	6.23	6.16	6.67	6.05

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2.3.6.6 ความชอบรวม

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์และให้คะแนนความชอบทางด้านความชอบรวมในแต่ละสัปดาห์พบว่าผู้ทดสอบชิมมีแนวโน้มการให้คะแนนทางด้านความชอบรวมลดลงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 37 และจะเห็นได้ว่าในสัปดาห์ที่ 5 ผู้บริโภคยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันอยู่โดยคะแนนอยู่ในเกณฑ์ความชอบเล็กน้อย

ตารางที่ 37 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม

วิธีนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม					
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 4 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 5 ^{ns}
วิธี 1	6.75	6.76	6.56	6.20	6.29	6.22
วิธี 2	6.66	6.34	6.14	6.45	6.50	6.15
วิธี 3	6.52	6.53	6.85	6.70	6.35	6.08

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3. เนื้อหุสามชั้น

3.1 คุณภาพทางเคมี

3.1.1 ผลการทดลองการวิเคราะห์ไขมัน

จากการทดลองวิเคราะห์ไขมัน พบว่าปริมาณไขมันผลิตภัณฑ์เนื้อหุสามชั้นรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 11.75 ผลิตภัณฑ์เนื้อหุสามชั้นรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือมีค่าเท่ากับร้อยละ 13.57 และผลิตภัณฑ์เนื้อเนื้อหุสามชั้นรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 14.83 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติหาปริมาณไขมันของทั้ง 3 ทรีตเมนต์พบว่าปริมาณไขมันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 38

3.1.2 ผลการทดลองการวิเคราะห์ โปรตีน

จากการทดลองวิเคราะห์โปรตีน พบว่าปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์เนื้อหุสามชั้นรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 17.02 ผลิตภัณฑ์เนื้อสะโพกหมูรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือมีค่าเท่ากับร้อยละ 16.01 และผลิตภัณฑ์เนื้อหุสามชั้นรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 16.78 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของทั้ง 3 ทรีตเมนต์พบว่าปริมาณโปรตีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 38

3.1.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture content)

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณความชื้น พบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เนื้อหุสามชั้นรมควันที่ไม่ได้นวด มีค่าเท่ากับร้อยละ 60.22 ผลิตภัณฑ์เนื้อหุสามชั้นรมควันที่นวดก่อนฉีดน้ำเกลือมีค่าเท่ากับร้อยละ 62.07 และผลิตภัณฑ์เนื้อหุสามชั้นรมควันที่ฉีดน้ำเกลือก่อนนำไปนวด มีค่าเท่ากับร้อยละ 50.62 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของทั้ง 3 ทรีตเมนต์พบว่าปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ปริมาณไขมัน โปรตีน และความชื้นในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่าน การนวดด้วยวิธีต่าง ๆ

วิธีนวด	ไขมัน ^{ns} (ร้อยละ)	โปรตีน ^{ns} (ร้อยละ)	ความชื้น ^{ns} (ร้อยละ)
1	11.75	17.02	60.22
2	13.75	16.01	62.07
3	14.83	16.78	50.62

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีบน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีบน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.2 คุณภาพทางกายภาพ

3.2.1 ปริมาณผลผลิต

จากการทดลองพบว่าปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 70.67 ผลิตภัณฑ์หมูสามชั้นรมควันที่นวดก่อนฉีบน้ำเกลือ มีค่าเท่ากับร้อยละ 71.49 และผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นรมควันที่ฉีบน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 76.81 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่าปริมาณผลผลิตของทั้ง 3 ทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 39

3.2.2 ค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุก

จากการทดลองวิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุก พบว่าค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุกของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 43.53 ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นรมควันที่นวดก่อนฉีบน้ำเกลือมีค่าเท่ากับร้อยละ 41.14 และผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นรมควันที่ฉีบน้ำเกลือก่อนนำไปนวดมีค่าเท่ากับร้อยละ 30.64 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่าค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุกของทั้ง 3 ทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 ปริมาณผลผลิตและค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุก

วิธีการนวด	ปริมาณผลผลิต(ร้อยละ) ^{ns}	ค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุก (ร้อยละ) ^{ns}
1	70.67	43.53
2	71.49	41.14
3	76.81	30.64

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปชีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ชีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.2.3 คุณภาพด้านสี

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยทั้ง 3 วิธีพบว่าพบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีมีความเป็น สีแดงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 ค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ

วิธีนวด	ค่า L* ^{ns}	ค่า a* ^{ns}	ค่า b* ^{ns}
1	72.57	11.16	5.37
2	72.30	8.28	5.64
3	68.95	9.55	6.17

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปชีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ชีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ค่า L* หมายถึง ความสว่าง (ดำ=0, ขาว=100)

a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ สีแดง, - สีเขียว)

b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ สีเหลือง, - สีน้ำเงิน)

3.2.4 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยทั้ง 3 วิธีพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนวดทั้ง 2 วิธี คือ นวดก่อนฉีดน้ำเกลือและนวดหลังฉีดน้ำเกลือมีค่าแรงที่ใช้ในการตัดสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านการนวด เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีมีค่าแรงที่ใช้ในการตัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 41 แสดงว่าการใช้เครื่องนวดสุญญากาศส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบคอนหมักรมควันแน่นขึ้นเนื่องจากการนวดสกัดโปรตีนออกมาบนผิวหน้าของเนื้อทำให้เนื้อเกาะตัวกันดีขึ้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่นมากขึ้น

ตารางที่ 41 ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยวิธีต่าง ๆ

วิธีนวด	แรงที่ใช้ในการตัด (N)
1	29.51 ^a
2	36.67 ^b
3	42.17 ^b

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษา

3.3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันพบว่า ในสัปดาห์ที่ 0, 1 และ 2 ทั้ง 3 วิธีมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 42 จะเห็นได้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ และในสัปดาห์ที่ 2 พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์เกินมาตรฐานคือ เกิน 10^6 CFU/g ซึ่งมาตรฐานด้านปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปพร้อมรับประทานกำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 10^6

cfu/g (รพีพร, 2544) ดังนั้นจึงพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนวดแต่ละวิธีนี้มีอายุการเก็บรักษา 1 สัปดาห์

ตารางที่ 42 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแต่ละสัปดาห์

วิธีการนวด	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ (cfu/g)		
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}
วิธี 1	2.57x10 ³	4.63 x10 ⁵	5.17 x10 ⁷
วิธี 2	1.73 x10 ³	2.47 x10 ⁵	9.38 x10 ⁷
วิธี 3	2.63x10 ³	3.63 x10 ⁵	7.49 x10 ⁶

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.3.2 ค่าสี

จากการวิเคราะห์ค่า $L^* a^* b^*$ ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวด 3 วิธีคือ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่นวดทั้ง 2 วิธีมีแนวโน้มค่า L^* เพิ่มขึ้นเล็กน้อยหรือมีความสว่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดในไขมัน โดยการกระตุ้นจากแสงสว่างและอากาศ ค่า L^* ดังแสดงในตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ค่า L^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควัน ในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ค่า L^*			
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}
1	72.57	69.70	67.56	74.58
2	72.30	73.05	66.26	75.48
3	68.95	72.74	66.88	71.80

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าเฉลี่ย ค่าสีแดง (a^* value) ของทั้ง 3 ทรีตเมนต์ ในแต่ละสัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และพบว่าสีแดงในเนื้อเบคอนมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาานาน ดังตารางที่ 44

ตารางที่ 44 ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควัน ในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ค่า a^*			
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}
1	11.16	5.75	7.95	5.42
2	8.28	8.86	7.64	6.21
3	9.55	8.66	8.33	5.72

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าเฉลี่ย ค่าความเป็นสีเหลือง (b^* value) ของทั้ง 3 ทรีตเมนต์ ในแต่ละสัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และพบว่าปริมาณสีเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 45

ตารางที่ 45 ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควัน ในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ค่า b^*			
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}
1	5.37	5.13	4.37	7.55
2	5.64	4.85	4.65	6.47
3	6.17	5.24	3.86	7.46

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.3.3 เนื้อสัมผัส

จากการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูสามชั้นรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีในแต่ละสัปดาห์พบว่าแนวโน้มของแรงที่ใช้ในการตัดในสัปดาห์ที่ 0 มีค่าแรงที่ใช้ในการตัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนวดทั้ง 2 วิธี คือ นวดก่อนฉีดน้ำเกลือและนวดหลังฉีดน้ำเกลือมีค่าแรงที่ใช้ในการตัดสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านการนวด และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-3 พบว่าแรงที่ใช้ในการตัดมีค่าไม่แตกต่างกันและจะเห็นได้ว่าแนวโน้มของแรงที่ใช้ในการตัดมีค่าลดลง อาจเนื่องมาจากการมีอาการเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อที่น้อยลง ดังตารางที่ 46

ตารางที่ 46 ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	แรงที่ใช้ตัด (N)			
	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}
1	29.51 ^a	30.99	37.30	30.88
2	36.67 ^b	33.46	29.82	27.59
3	42.17 ^b	38.47	34.75	43.42

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.3.4 การวิเคราะห์ค่า TBA ในผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์ค่า TBA (Thiobarbituric acid) พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2 และ 3 ทั้ง 3 วิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลิตภัณฑ์ที่มีค่ากรดโรโอบาร์บิทรูริกมากกว่า 0.5 mg malonaldehyde/1kg แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เริ่มเกิดปฏิกิริยา ออกซิเดชัน (Warriss, 2000) แต่จากการทดลองจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีมีค่ากรดโรโอบาร์บิทรูริกในผลิตภัณฑ์ ซึ่งยังยอมรับได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีค่ากรดโรโอบาร์บิทรูริกเกิน 1 mg malonaldehyde/1kg บ่งบอกว่าผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นหืนไม่เป็นที่ยอมรับ (Warriss, 2000)

ตารางที่ 47 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์

วิธีนวด	ปริมาณ TBA (mg.malonaldehyde/Kg)			
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}
1	0.37	0.47	0.28	0.28
2	0.33	0.48	0.47	0.35
3	0.30	0.56	0.24	0.33

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปจืดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง จืดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรทรีโนผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรทรีโนผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์ พบว่าปริมาณไนโตรทรีโนมีแนวโน้มที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง นั่นก็แสดงว่าไนโตรทรีโนที่เติมลงไปตอนแรกมีการย่อยสลายไปเมื่อเวลาการเก็บรักษาผ่านไป ดังแสดงในตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ปริมาณไนโตรทรีโนของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันในแต่ละสัปดาห์

วิธีการนวด	ปริมาณไนโตรทรีโน (ppm)			
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3
วิธี 1	5.02	1.61	1.13 ^a	0.76 ^a
วิธี 2	3.80	2.29	1.11 ^b	1.44 ^b
วิธี 3	4.24	3.36	0.93 ^b	0.87 ^a

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปจืดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง จืดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.3.6 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

3.3.6.1 ด้านสี

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบมีแนวโน้มให้คะแนนด้านสีในทรีตเมนต์ที่ 2 (ทำการนวดก่อนฉีดน้ำหมัก) และ 3 (ทำการฉีดน้ำหมักก่อนนวด) มากกว่าทรีตเมนต์ที่ 1 (ไม่ได้ทำการนวด) แสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องนวดสุญญากาศนั้นมีส่วนช่วยให้สีของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น จากผลการทดสอบทางสถิติพบว่าในสัปดาห์ที่ 3 คะแนนความชอบทางด้านสีของการทดสอบทางประสาทสัมผัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จุดประสงค์ของการเคล้าและนวดเนื้อก็คือ นอกเหนือจากปฏิกิริยาการหมักที่จะเกิดขึ้นแล้วก็จะช่วยให้เกิดการหมักที่มีการกระจายตัวของเครื่องปรุงได้อย่างทั่วถึงมากกว่าตามธรรมชาติ และในเครื่องนวดหากติดตั้งโดยใช้ระบบสุญญากาศจะช่วยให้การหมักกระจายได้อย่างทั่วถึงยิ่งขึ้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีสีสม่ำเสมอ (ลักษณะ, 2533) การนวดเนื้อยังเป็นการช่วยลดระยะเวลาหมักได้ ดังนั้นเบคอนที่ใช้ วิธีการนวดในเครื่องนวดสุญญากาศจึงมีสีที่สม่ำเสมอกว่าเบคอนที่หมักโดยแช่น้ำเกลืออย่างเดียว

ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่ส่งผลให้สีในเบคอนไม่สม่ำเสมอคือ การฉีดน้ำหมักไม่สม่ำเสมอ ทำให้น้ำปรุงสามารถซึมผ่านชั้นไขมันไปสู่ชั้นเนื้อที่อยู่ระหว่างชั้นไขมันได้ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีที่ไม่สม่ำเสมอถึงแม้ว่าจะใช้วิธีนวดในเครื่องนวดสุญญากาศแล้วก็ตาม

ตารางที่ 49 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี

วิธีการนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี			
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3
วิธี 1	5.81	5.94	5.58	5.46 ^a
วิธี 2	5.86	5.99	5.7	5.7 ^b
วิธี 3	5.92	5.93	5.42	6.11 ^{ab}

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.3.6.2 ด้านรสชาติ

จากการให้คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นรมควันในแต่ละผลิตภัณฑ์พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการนวดได้คะแนนด้านรสชาติดีกว่าที่ผ่านการนวด และแนวโน้มการให้คะแนนด้านรสชาติลดลงเมื่อเก็บไว้นานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 50 การที่ให้คะแนนความชอบทางด้านรสชาติลดลงอาจเนื่องมาจากว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศเกิดขึ้นเนื่องจากผลิตภัณฑ์บรรจุอยู่ในสภาพสุญญากาศ เช่น พวกแลคติกแอซิดแบคทีเรีย (lactic acid bacteria) ซึ่งแบคทีเรียจะสร้างกรดแลคติก อาจส่งผลให้เกิดรสชาติเปรี้ยวแต่ไม่มากนักและผู้บริโภคที่ชิมยอมรับได้ และคะแนนที่ได้จึงลดลงเล็กน้อย

ตารางที่ 50 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

วิธีการนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ			
	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3
วิธี 1	6.49 ^a	6.54	6.05 ^a	6.29 ^a
วิธี 2	6.22 ^{ab}	6.30	6.10 ^a	5.78 ^b
วิธี 3	5.83 ^b	6.58	5.64 ^b	5.72 ^b

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.3.6.3 ด้านความนุ่ม

จากการให้คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้านความนุ่มของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันในแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่าการนวดไม่มีผลต่อความรู้สึกนุ่มและแนวโน้มการให้คะแนนด้านความนุ่มลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้ ดังแสดงในตารางที่ 51 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เมื่อเก็บรักษาไว้นาน ๆ จะเกิดการสลายของพันธะเคมีภายในเนื้อสัตว์ และอาจเกิดการย่อยโปรตีนโดยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนเข้าไปในผลิตภัณฑ์จึงส่งผลให้เนื้อสัมผัสเปลี่ยน

ตารางที่ 51 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่ม

วิธีการนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่ม			
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3
วิธี 1	6.71.	6.41	6.09	6.59 ^a
วิธี 2	6.33	6.37	6.22	5.56 ^b
วิธี 3	6.29	6.53	6.06	5.92 ^b

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.3.6.4 ด้านความชุ่มฉ่ำ

จากการให้คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้านความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันในแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่าการนวดไม่มีผลต่อความชุ่มฉ่ำและแนวโน้มการให้คะแนนด้านความชุ่มฉ่ำลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้ ดังแสดงในตารางที่ 52 ทั้งนี้ความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์เกิดจากปริมาณน้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ รวมทั้งไขมันที่แทรกอยู่ภายในผลิตภัณฑ์สามารถกระตุ้นให้ผู้บริโภครู้สึกมีความชุ่มฉ่ำในปากเมื่อได้บริโภคผลิตภัณฑ์นั้น ซึ่งผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่เก็บรักษาไว้นาน คุณสมบัติในการอุ้มน้ำของโปรตีนอาจเปลี่ยนไป ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์น้อยลง จึงอาจทำให้ผู้บริโภครู้สึกถึงความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์ลดลง

ตารางที่ 52 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มฉ่ำ

วิธีการนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มฉ่ำ			
	สัปดาห์ที่ 0 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 1 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3
วิธี 1	6.57	6.52	6.10	6.43 ^a
วิธี 2	6.29	6.35	6.09	5.64 ^b
วิธี 3	6.47	6.59	6.14	5.76 ^b

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

3.3.6.5 ด้านกลิ่น

จากการให้คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันในแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่าการนวดทำให้คะแนนด้านกลิ่นลดลงและแนวโน้มการให้คะแนนด้านกลิ่นลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้ ดังแสดงในตารางที่ 53 อาจเนื่องมาจากว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นาน ผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันซึ่งสอดคล้องกับค่ากรดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น อาจทำให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่สัปดาห์ที่ 3 ผู้บริโภคยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ โดยให้คะแนนอยู่ในระดับชอบเฉย ๆ และค่ากรดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้คือมีค่าอยู่ในช่วง 0.17-0.79 mg malonaldehyde/1 kg ซึ่งค่ากรดไฮโดรเปอร์ออกไซด์นี้แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นแล้วแต่ผู้บริโภคยังยอมรับผลิตภัณฑ์ได้ แต่ถ้าค่ากรดไฮโดรเปอร์ออกไซด์สูงขึ้นไปถึง 1 mg malonaldehyde/1 kg จะเป็นระดับที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (Weiss, 2000)

ตารางที่ 53 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

วิธีการนวด	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความกลิ่น			
	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2 ^{ns}	สัปดาห์ที่ 3 ^{ns}
วิธี 1	6.41 ^a	6.19 ^a	5.82	5.81
วิธี 2	5.69 ^b	5.65 ^b	5.47	5.74
วิธี 3	5.66 ^b	6.42 ^b	5.42	5.43

หมายเหตุ ^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

วิธี 1 หมายถึง ไม่นวดเลย

วิธี 2 หมายถึง นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ

วิธี 3 หมายถึง ฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

1. เนื้อสะโพกหมูหมักรมควัน

จากการทดลองผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันโดยใช้วิธีการนวดเนื้อ 3 วิธีคือไม่นวดเลย, นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปจืดน้ำเกลือ (นวดก่อนจืด) และจืดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (นวดหลังจืด) พบว่า

1.1 เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า A_w อยู่ในช่วง 0.96-0.98 โดยวิธีการนวดไม่มีผลต่อค่า A_w ของผลิตภัณฑ์รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์ ($P > 0.05$)

1.2 ปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควัน และค่าการสูญเสียน้ำหลังทำให้สุกของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควัน ที่ไม่ได้นวด และนวดด้วยวิธีต่าง ๆ ที่ศึกษา เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้นวิธีการนวดที่ใช้ไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตและค่าการสูญเสียน้ำของหมูสะโพกหมักรมควันอาจเนื่องจากเวลาที่ใช้นวดอาจยังไม่นานพอที่จะสกัดโปรตีนออกมาบนผิวหน้าของเนื้อมากพอจนทำให้การเชื่อมและยึดติดกันของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นและช่วยลดการสูญเสียน้ำและเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์

1.3 คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควัน ที่ไม่ได้นวด และนวดด้วยวิธีต่าง ๆ ที่ศึกษา เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้นวิธีการนวดที่ใช้ไม่มีผลต่อคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของหมูสะโพกหมักรมควันทั้งนี้อาจเนื่องจากเวลาที่ใช้นวดอาจยังไม่นานพอที่จะสกัดโปรตีนออกมาบนผิวหน้าของเนื้อมากพอและทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่นมากขึ้น

1.4 คุณภาพทางด้านสี แม้จะพบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันที่ผ่านการนวดก่อนจืด และนวดหลังจืดมีค่าความเป็นสีแดงสูงกว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันที่ไม่ได้นวด เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าการนวดทั้ง 3 วิธีมีค่าความเป็นสีแดงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้น วิธีการนวดที่ใช้ยังไม่มีผลต่อคุณภาพทางด้านสีของหมูสะโพกหมักรมควันทั้งนี้อาจเนื่องจากเวลาที่ใช้นวดอาจยังไม่นานพอที่จะทำลายเนื้อเยื่อซาโคเลมมาที่ห่อหุ้มเส้นใยกล้ามเนื้อเนื้อจนทำให้ไนตริกออกไซด์สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบินภายในโครงสร้างได้จึงสามารถปรับปรุงคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ได้

1.5 การศึกษาอายุการเก็บ จากการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีพบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสะโพกหมักรมควันมีอายุการเก็บรักษา 3 สัปดาห์โดยมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ถึง 10^5 cfu/g ในสัปดาห์ที่ 4 และพบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นแต่ละผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มค่า $L^* a^* b^*$ ลดลง ค่ากรดไรโอบาร์บิทรिकเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยังยอมรับได้ (ไม่เกิน 1 mg malonaldehyde/1 kg) และปริมาณไนโตรทที่มีในผลิตภัณฑ์ลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อทดสอบความชอบของผู้บริโภคในช่วงเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีทุก ๆ สัปดาห์พบว่าแนวโน้มของผู้บริโภคยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ด้านต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์คะแนนความชอบเล็กน้อยถึงเฉย ๆ

2. เนื้อหมูสันนอกหมักรมควัน

จากการทดลองผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันโดยใช้วิธีการนวดเนื้อ 3 วิธีคือ ไม่นวดเลย, นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ (นวดก่อนฉีด) และฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (นวดหลังฉีด) พบว่า

2.1 เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า A_w 0.92 โดยวิธีการนวดไม่มีผลต่อค่า A_w และไขมันของผลิตภัณฑ์ ($P > 0.05$)

2.2 ปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควัน และค่าการสูญเสียน้ำหนักทำให้สูงของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ไม่ได้นวด และนวดด้วยวิธีต่าง ๆ ที่ศึกษา เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้นวิธีการนวดที่ใช้ไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตและค่าการสูญเสียน้ำหนักของหมูสันนอกหมักรมควัน อาจเนื่องจากเวลาที่ใช้นวดอาจยังไม่นานพอที่จะสกัดโปรตีนออกมาบนผิวหน้าของเนื้อจนทำให้การเชื่อมและยึดติดกันของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นและช่วยลดการสูญเสียน้ำและเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์

2.3 คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ไม่ได้นวด และนวดด้วยวิธีต่าง ๆ ที่ศึกษา เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้นวิธีการนวดที่ใช้ไม่มีผลต่อคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อหมูสันนอกหมักรมควัน รมควัน

2.4 คุณภาพทางด้านสี พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีมีค่าความเป็นสีแดงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้น วิธีการนวด

ที่ใช้อย่างยังไม่มีผลต่อคุณภาพทางด้านสีของหมูสะโพกหมักรมควันทั้งนี้อาจเนื่องจากเวลาที่ใช้นวดอาจยังไม่นานพอที่จะทำลายเนื้อเยื่อซาโคเลมมาที่ห่อหุ้มเส้นใยกล้ามเนื้อเนื้อจนทำให้ไนตริกออกไซด์สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบินภายในโครงสร้างได้ดีจนสามารถปรับปรุงคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ได้

2.5 การศึกษาอายุการเก็บ จากการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธี พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันมีอายุการเก็บรักษา 5 สัปดาห์โดยมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ถึง 10^6 cfu/g ในสัปดาห์ที่ 6 และพบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นแต่ละผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มค่าสี L^* a^* ลดลงเล็กน้อย และ b^* เพิ่มขึ้น ค่ากรดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยและผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยังยอมรับได้ (ไม่เกิน 1 mg malonaldehyde/1 kg) และปริมาณไนไตรท์ที่มีในผลิตภัณฑ์ลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อทดสอบความชอบของผู้บริโภคในช่วงเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีทุก ๆ สัปดาห์พบว่าแนวโน้มของผู้บริโภคยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ด้านต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์คะแนนความชอบเล็กน้อย

3. เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควัน

จากการทดลองผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันโดยใช้วิธีการนวดเนื้อ 3 วิธีคือ ไม่นวดเลย, นวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้วนำไปฉีดน้ำเกลือ (นวดก่อนฉีด) และฉีดน้ำเกลือก่อนแล้วนำไปนวดโดยนวด 30 นาที หยุด 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (นวดหลังฉีด) พบว่า

3.1 แม้ว่าปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูหมักสามชั้นรมควันที่ผ่านการนวดมีค่าที่สูงกว่าการทดลองที่ไม่นวด และค่าการสูญเสีย น้ำหลังทำให้สุกของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ไม่ได้นวดมีค่าที่สูงกว่าการทดลองที่นวด เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าการนวดทั้ง 3 วิธี มีปริมาณผลผลิตและค่าการสูญเสีย น้ำหลังทำให้สุกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้นวิธีการนวดที่ใช้อย่างยังไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตและค่าการสูญเสีย น้ำของหมูสะโพกหมักรมควันอาจเนื่องจากเวลาที่ใช้นวดอาจยังไม่นานพอที่จะสกัดโปรตีนออกมาบนผิวหน้าของเนื้อจนทำให้การเชื่อมและยึดติดกันของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นและช่วยลดการสูญเสีย น้ำและเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์

3.2 คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส จากการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวดด้วยทั้ง 3 วิธีพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนวดทั้ง 2 วิธี คือ

นวดก่อนฉีดน้ำเกลือและนวดหลังฉีดน้ำเกลือมีค่าแรงที่ใช้ในการตัดสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านการนวด ($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 41 แสดงว่าการใช้เครื่องนวดสุญญากาศส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบคอนหมักรมควันแน่นขึ้นเนื่องจากการนวดสกัดโปรตีนออกมาบนผิวหน้าของเนื้อทำให้เนื้อเกาะตัวกันดีขึ้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่นมากขึ้น

3.3 คุณภาพทางด้านสี พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีมีค่าความเป็นสีแดงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้น วิธีการนวดที่ใช้ยังไม่ส่งผลต่อคุณภาพทางด้านสีของหมูสามชั้นหมักรมควันทั้งนี้อาจเนื่องจากเวลาที่ใช้นวดอาจยังไม่นานพอที่จะทำให้ลายเนื้อเยื่อซาโคเลมมาที่ห่อหุ้มเส้นใยกล้ามเนื้อจนทำให้ไนตริกออกไซด์สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบินภายในโครงสร้างได้ดีจึงสามารถปรับปรุงคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ได้

3.4 การศึกษาอายุการเก็บ จากการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธี พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสามชั้นหมักรมควันมีอายุการเก็บรักษา 1 สัปดาห์โดยมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ถึง 10^6 cfu/g ในสัปดาห์ที่ 2 และพบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นแต่ละผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มค่าสี L^* a^* ลดลงเล็กน้อย และ b^* เพิ่มขึ้น ค่ากรดโรโอบาร์บิฟูริก เพิ่มขึ้นเล็กน้อยและผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยังยอมรับได้ (ไม่เกิน 1 mg malonaldehyde/1 kg) และปริมาณไนโตรที่ที่มีในผลิตภัณฑ์ลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อทดสอบความชอบของผู้บริโภคในช่วงเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนวดทั้ง 3 วิธีทุก ๆ สัปดาห์พบว่าแนวโน้มของผู้บริโภคยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ด้านต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์คะแนนความชอบเล็กน้อย

เอกสารอ้างอิง

- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2537. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ: ลินคอร์นโปรโมชัน. 173 น.
- ชาวลิตร ตั้งตระกูล. 2531. ผลของไซเตียมไนไตรต์ ไปแต่ทเชื่อมไนเตรท ผงเพรค และกรด แอล-แอสคอร์บิกต่อคุณภาพของไส้กรอกเปรี้ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 91 น.
- ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช. 224 น.
- นางลักษณะ สุทธิวนิช. 2527. ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์. สงขลา: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 102 น.
- นธิยา รัตนพานนท์. 2543. เคมีอาหาร. เชียงใหม่: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 473 น.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 (พ.ศ.2527). 2527. วัตถุเจือปนอาหาร. ไพโรจน์ วิริยจารี. 2545. การประเมินทางประสาทสัมผัส. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 412 น.
- เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เคยูเพลส. 135 น.
- เรณู ปิ่นทอง, ลักษณะ รุจนะไกรกานต์ และ พัชรีย์ พัฒนกุล. 2543. การผลิตไส้กรอกหมูโดยใช้ อังคักช่วยเพิ่มสี. วารสารแก่นเกษตร. 28(2): 89-96.
- รพีพร สุทาธรรม. 2544. กฎระเบียบนำเข้าและมาตรฐานเกี่ยวกับสินค้าอาหารของสิงคโปร์. วารสารสถาบันอาหาร. 4(19): 29-35.
- ลักษณะ รุจนะไกรกานต์. 2533. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อสัตว์. เชียงใหม่: ภาควิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 407 น.
- วรรณดา ตั้งเจริญชัย. 2534. ควีนส์สำหรับรมอาหาร. กรุงเทพฯ: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 147 น.
- ศศิเกษม ทองยงค์ และ พรรณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 211 น.
- ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. 2551. สถิติข้อมูลการปศุสัตว์ ปี 2547. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly47/stat47/table19-47.xls> (24 เมษายน 2551).

- ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. 2551a. สถิติข้อมูลการปศุสัตว์ ปี 2547. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly47/stat47/annex12-47.xls>(24 เมษายน 2551).
- ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. 2551b. สถิตินำเข้า-ส่งออก สิ้นค้าปศุสัตว์ ปี 2549. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly49/imex/imex01.xls> (24 เมษายน 2551).
- สถาบันอาหาร. 2551. ส่งออกอาหารปี 2545-2549 จำแนกกลุ่มสินค้ามาตรฐานตลาด. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.nfi.or.th/infocenter/th/thaifood/statistic.asp> (24 เมษายน 2551).
- สัญญาชัย จตุรสิทธิ์ธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. เชียงใหม่: ธนบรรณการพิมพ์. 244 น.
- สัญญาชัย จตุรสิทธิ์ธา. 2547. การจัดการเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: มิ่งเมือง. 170 น.
- สุทัศน์ สุระวัง และ อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล. 2543. คู่มือการปฏิบัติการการวิเคราะห์คุณภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนากลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 71 น.
- อรวัลภ์ สุขสุเดช. 2540. การพัฒนาไส้กรอกเปรี้ยวไทย และการยืดอายุการเก็บโดยการฉายรังสี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 90 น.
- อารยา เชาวเรืองฤทธิ์ และ สิงหนาท พวงจันทร์แดง. 2542. การปรับปรุงคุณภาพด้านสี และการยับยั้งการเกิดกลิ่นผิดปกติของเนื้อหมูส่วนสะโพกแช่แข็ง. วารสารวิจัย มช. 4(2): 55-59.
- อุมาพร ศิริพินทุ์. 2546. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อ. เชียงใหม่: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 181น.
- AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 16thed. Virginia: Association Official Analytical Chemists. 1-23 p.
- Bedinghaus, A.J., H.W. Ockerman, N.A. Parrett and R.F. Plimpton. 1992. Intermittent tumbling affects quality and yield in prerigor sectioned and formed ham. J. Food Sci. 57(5): 1063-1066.
- Cassidy, R.D., H.W. Ockerman, B. Krol, P.S. Van, R.F. Plimpton and V.R. Cahill. 1978. Effect of tumbling method, phosphate level and final cook temperature on histological characteristics of tumbled porcine muscle tissue. J. Food Sci. 43(5): 1514-1518.

- Gillett, T.A., R.D. Cassidy and S. Simon. 1982. Ham massaging: Effect of massaging cycle, environmental temperature and pump level on yield, bind and color of intermittently massaged ham. *J. Food Sci.* 47(4): 1083-1088.
- _____. 1981. Effect of continuous massaging on bind, yield and color of ham. *J. Food Sci.* 46: 1681-1683.
- Gray, J.J. and A.M. Pearson. 1978. In *restructured meat and poultry product*. New York: Chapman&Hall. 221 p.
- Gregg, L.L., J.R. Claus, C.R. Hackney and N.G. Marriott. 1993. Low fat added water bologna from massaged, minced batter. *J. Food Sci.* 58(2): 259-264.
- Kirk, R.S. 1991. *Pearson's Composition and Analysis of Food*. London: Longman Singapore. 708 p.
- Kraus, R.J., H.W. Ockerman, B. Krol, P.C. Moerman and R.F. Plimpton. 1978a. Influence of tumbling, tumbling time, trim and sodium tripolyphosphate on quality and yield of cured hams. *J. Food Prot.* 57: 564-567.
- Kraus, R.J., R.F. Plimpton, H.W. Ockerman and V.R. Cahill. 1978b. Influence of tumbling and sodium tripolyphosphate on salt and nitrite distribution in porcine muscle. *J. Food Sci.* 43: 190-192.
- Lachowicz, K., M. Sobczak, L. Gajowiecki and A. Zych. 2003. Effects of massaging time on texture, rheological properties and structure of three pork ham muscles. *Meat Sci.* 63: 225-233.
- Marriott, N.G., P.P. Graham, J.W. Boling and W.F. Collins. 1984. Vacuum tumbling of dry-cured ham. *J. Anim. Sci.* 58(6): 1376-1381.
- Ockerman, H.W., R.F. Plimpton, V.R. Cahill and N.A. Parrett. 1978. Influence of short term tumbling, salt and phosphate on cured canned pork. *J. Anim. Sci.* 43: 878-881.
- Ockerman, H.W. and C.S. Organisciak. 1978a. Influence of continuous versus intermittent tumbling on brine (salt, sugar and nitrite) diffusion in porcine tissue. *J. Food Sci.* 41(11): 878-880.

- _____ . 1978b. Diffusion of curing brine in tumbled and non- tumbled porcine tissue. *J. Food Prot.* 42(2): 178-181.
- Paul, B. and S.S. Edward. 1979. Massaging and tumbling in the manufacture of meat products. *Food Tech.* 33(4): 36-40.
- Pietrasik, Z. and P.J. Shand. 2004. Effect of blade tenderization and tumbling time on the processing characteristics and tenderness of injected cooked roast beef. *Meat Sci.* 66: 871-879.
- Pilar, H., J.L. Navarro and F. Toldra. 1999. Lipolytic and oxidative changes in two Spanish pork loin product: dry-cured loin and pickled-cured loin. *Meat Sci.* 51: 123-128.
- Price, J.F. and B.S. Schweigert. 1978. *The Science of Meat and Meat Product.* Westport: Food and Nutrition Press. 600 p.
- Roberts, D., W. Hooper and M. Greenwood. 1995. *Practical Food Microbiology.* 2nd ed. London: Public Health Laboratory Service. 232 p.
- Sartell, C. 2004. Profitability through tumbling techniques. [online]. Available <http://www.amescombany.com/productsbecs/fvitumb.htm> (4 May 2004).
- Sheard, P.R., G.R. Nute, R.I. Richardson, A. Perry and A.A. Taylor. 1999. Injection of water and polyphosphate into pork to improve juiciness and tenderness after cooking. *Meat Sci.* 51: 371-376.
- Siegel, D.G. and G.R. Schmidt. 1979. Ionic, pH and temperature effects on the binding ability of myosin. *J. Food Sci.* 44: 1686-1689.
- Siegel, D.G., D.M. Theno and G.R. Schmidt. 1978a. Meat massaging: The effects of salt, phosphate and massaging on the presence of specific skeletal muscle protein in the exudate of a sectioned and formed ham. *J. Food Sci.* 43(1): 327-330.
- _____ . 1978b. Meat massaging: The effects of salt, phosphate and massaging on cooking loss, binding strength and exudate composition in sectioned and formed ham. *J. Food Sci.* 43(1): 331-333.

- Solomon, L.W., H.W. Norton and G.R. Schmidt. 1980. Effect of vacuum and rigor condition on cure absorption in tumbled porcine muscles. *J. Food Sci.* 45: 438-440.
- Theno, D.M., D.G. Siegel and G.R. Schmidt. 1976a. Microstructure of sectioned and formed ham. *J. Anim. Sci.* 42: 1347.
- _____. 1978b. Meat massaging: effects of salt and phosphate on the ultrastructure of cured porcine muscle. *J. Food Sci.* 43(2): 488-492.
- _____. 1978c. Meat massaging: effects of salt and phosphate on the microstructural composition of the muscle exudates. *J. Food Sci.* 43(2): 483-487.
- Ulu, H. 2004. Evaluation of three 2-thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meat and meat products. *Meat Sci.* 67: 683-687.
- Warriss, P.D. 2000. *Meat Science*. New York: CABI. 310 p.
- Weiss, J.M. 1973. Ham tumbling and massaging. *Western Meat Industry*. Cited by Kraus, R.J., H.W. Ockerman, B. Krol, P.C. Moerman and R.F. Plimpton. 1978. Influence of tumbling, tumbling time, trim and sodium tripolyphosphate on quality and yield of cured hams. *J. Food Prot.* 57: 564-567.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

สารเคมีและอุปกรณ์

1. เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีนแบบ Kjeltac System ซึ่งประกอบด้วย Digestion system ยี่ห้อ Tecator รุ่น 2012 และ Distilling unit ยี่ห้อ Tecator รุ่น 1026
2. กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)
3. กรดไฮโดรคลอริก (HCl)
4. โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green) เตรียมโดยละลายโบรโมครีซอลกรีน 0.1 กรัมละลายในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 100 มิลลิลิตร
5. เมธิลเรด (Methyl red) เตรียมโดยละลายเมธิลเรด 0.1 กรัมละลายในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 100 มิลลิลิตร
6. กรดบอริก (H_3BO_3)
7. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่างบดละเอียดไปอบ ชั่งตัวอย่างมา 1 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อย (digestion tube) ใส่สารเร่งปฏิกิริยา (catalysts) ลงไป 1 เม็ด เติมกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ลงไป 5 มิลลิลิตร แล้วเขย่าเบา ๆ ทำการย่อยที่อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส ย่อยจนกระทั่งได้สารละลายใส (แบบลึกลงแต่สีเดียวกันแต่ไม่มีตัวอย่าง) จากนั้นนำหลอดที่ย่อยเสร็จแล้วไปทำการกลั่น โดยนำขวดรูปชมพู่ที่มี กรดบอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 25 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ผสม (เมธิลเรด 1 มิลลิลิตร+โบรโมครีซอลกรีน 5 มิลลิลิตร) ลงไป 4 หยด เมื่อกลั่นเสร็จแล้ว นำของเหลวที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานเข้มข้น 0.1 N จนได้

สารละลายสีม่วงอมเทา บันทึกปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้เพื่อไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างตามสูตร

การคำนวณ

$$\% N = 14.007 \times \frac{(\text{ปริมาตรของกรดที่ใช้กับตัวอย่าง (ml)} - \text{ปริมาตรของกรดที่ใช้กับ blank (ml)}) \times n}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง} \times 10}$$

เมื่อ n = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรท (N)

$$\% \text{ protein} = \% N \times 6.25$$

ตัวอย่างการคำนวณ % Protein

ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่างเท่ากับ 18.90 มิลลิลิตร

ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทกับ blank เท่ากับ 0.30 มิลลิลิตร

ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทเท่ากับ 0.10 N

น้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ 0.5001 กรัม

$$\% N = \frac{14.007 \times (18.90 - 0.30) \times 0.10}{0.5001 \times 10}$$

$$= 5.21$$

$$\% \text{ protein} = \% N \times 6.25$$

$$= 5.21 \times 6.25$$

$$= 32.56$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

สารเคมีและอุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน
2. ปิโตรเลียมอีเธอร์ (petroleum ether) (จุดเดือด 40-60 องศาเซลเซียส)
3. กระดาษกรองเบอร์ 1 whatman
4. ทิมเบิล (thimble)

5. โถดูดความชื้น (desiccator)

6. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

วิธีวิเคราะห์

1. เปิดสวิตช์เครื่อง service unit และเครื่อง cooling ซึ่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ไม่มีไขมัน ประมาณ 5 กรัม (w_1) ห่อให้มิดชิดและใส่ในทิมเบล

2. นำทิมเบล ใส่ลงในเครื่องวิเคราะห์ไขมัน โดยใช้ adapter สวม

3. นำ extraction cups ไปอบและชั่งน้ำหนัก (w_2) แล้วเติมตัวทำละลายปิโตรเลียม อีเทอร์ลงใน extraction cups ประมาณ 50 มิลลิลิตรจากนั้นนำ extraction cups เข้าไปในเครื่องวิเคราะห์ไขมัน

4. เลื่อนคันโยกมาที่ตำแหน่งของ boiling ทำการสกัดเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเลื่อนคันโยกมาที่ตำแหน่ง rinsing เป็นเวลา 45 นาที

5. ระบายตัวทำละลายพร้อมปิด condensers valve และเปิดสวิตช์ของอากาศเป็นเวลา 30 นาที

6. นำ extraction cups ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จนตัวทำละลายระเหยออกหมดแล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนัก (w_3) คำนวณหาปริมาณไขมันจากสูตร

การคำนวณ

$$\text{ไขมันในตัวอย่าง (\%)} = \frac{w_3 - w_2}{w_1} \times 100$$

w_1 คือ น้ำหนักตัวอย่าง

w_2 คือ น้ำหนัก extraction cups ที่อบแล้ว

w_3 คือ น้ำหนัก extraction cups ที่มีตัวอย่างไขมันและระเหยตัวทำละลาย

หมดแล้ว

ตัวอย่างการคำนวณไขมันในตัวอย่าง

น้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ 3.0000 กรัม (w_1)

น้ำหนัก extraction cups ที่อบแล้วเท่ากับ 40.8454 กรัม (w_2)

น้ำหนัก extraction cups ที่มีตัวอย่างไขมันและระเหยตัวทำละลายหมดแล้วเท่ากับ 40.8765 กรัม (w_3)

$$\begin{aligned} \text{ไขมันในตัวอย่าง (\%)} &= \frac{40.8765 - 40.8454}{3.0000} \times 100 \\ &= 1.0367 \end{aligned}$$

3. การวิเคราะห์ความชื้น

อุปกรณ์

1. โถดูดความชื้น (desiccator)
2. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
3. ครอบป้องกันอนุมูลอิสระ

วิธีวิเคราะห์

1. ล้างและอบครอบป้องกันอนุมูลอิสระให้แห้ง (100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง) แล้วใส่ในโถดูดความชื้นไว้จนเย็น เขียนชื่อทั้งครอบป้องกันและฝา แล้วชั่งน้ำหนักทั้งครอบป้องกันและฝารวมกันให้ได้น้ำหนักเป็นกรัมซึ่งละเอียดจนถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง ก่อนใส่ตัวอย่างชั่งน้ำหนัก

2. ปั่นตัวอย่างให้ละเอียด

3. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดใส่ครอบป้องกันอนุมูลอิสระ 5 กรัม บันทึกน้ำหนักที่ชั่งได้

4. นำตัวอย่างเข้าที่ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส โดยเปิดฝาให้ความชื้น

ระเหยออกได้

5. อบจนน้ำหนักคงที่ น้ำหนักแตกต่างกันไม่เกิน 0.005 กรัม

การคำนวณ

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบแห้ง} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบแห้ง})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบแห้ง}} \times 100$$

4. การวิเคราะห์ค่ากรดไธโอบาร์บิทริก (thiobarbituric acid : TBA) (Kirk, 1991)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. กรดไธโอบาร์บิทริก
2. กรดไฮโดรคลอริก
3. ชุดเครื่องกลั่น
4. เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (spectrophotometer)
5. ชุดลวดให้ความร้อน (heating mantle)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างจำนวน 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นำไปปั่นในเครื่องปั่นอาหาร (blender) จากนั้นเทใส่ขวดกลั่น (distillation flask) แล้วล้างเครื่องปั่นอาหาร ด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทใส่ขวดกลั่นใบเดิม
2. เติมกรดกรดไฮโดรคลอริก 4 M จำนวน 2.5 มิลลิลิตร พร้อมทั้งหยด n- octanol ลงไป
3. นำไปกลั่นโดยใช้ ชุดลวดให้ความร้อน จนได้ของเหลวที่กลั่นได้ 50 มิลลิลิตร (ภายใน 10 นาทีหลังเดือด)
4. ปิเปตสารละลายที่ได้ 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดแก้ว ทำแบลนด์โดยใช้ น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่าง
5. เติมกรดไธโอบาร์บิทริก 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 35 นาที
6. ทำให้เย็นภายใน 10 นาที และนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 538 นาโนเมตร (OD_{538})

การคำนวณ

$$\text{ค่ากรดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (mg malonaldehyde/kg)} = 7.8 \times \text{OD}_{538}$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรต์ที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ (AOAC, 1995)

สารเคมี

1. สารละลาย A

ซึ่ง sulfanilamide 0.5 กรัม ละลายในกรดอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 15 จำนวน 150 มิลลิลิตร ถ้ามีตะกอนให้กรองก่อน แล้วเก็บไว้ในขวดแก้วสีชา

2. สารละลาย B

ซึ่ง N-(1-naphthyl)-ethylenediamine dihydrochloride 0.2 กรัม ละลายในกรดอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 15 จำนวน 150 มิลลิลิตร ถ้ามีตะกอนให้กรองก่อน แล้วเก็บไว้ในขวดแก้วสีชา

3. สารละลายไนไตรต์มาตรฐาน (standard nitrite solution)

3.1 stock solution C (1,000 mg NaNO_2/lit หรือ 1,000 ppm NaNO_2) ซึ่งโซเดียมไนไตรต์ (NaNO_2) 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน

3.2 intermediate solution D (100 mg NaNO_2/lit หรือ 100 ppm NaNO_2) นำ stock solution C มา 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตรใน ขวดปรับปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน

3.3 working solution E (1 mg NaNO_2/lit หรือ 1 ppm NaNO_2) ปิเปิด intermediate solution D มา 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างเนื้อที่สับละเอียดประมาณ 7 กรัม (0.01g accuracy)
2. เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ปิดด้วยกระจกนาฬิกา
3. วางบน hot plate จนได้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ที่อุณหภูมินี้ 30 นาที และใช้แท่งแก้วคนและบดตัวอย่างให้กระจายทั่ว และเติมน้ำลงไปเพื่อรักษาระดับของเหลว
4. เทลงในขวดปรับปริมาตร 250 มิลลิลิตร
5. ปลอຍให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร 250 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
6. กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 541 whatman
7. บีบตัวอย่างที่กรองแล้ว 40 มิลลิลิตร ใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร
8. เติมสารละลาย A จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เขย่าแล้ววางทิ้งไว้ 5 นาที
9. เติมสารละลาย B จำนวน 2.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตรเขย่าแล้ววางทิ้งไว้ 15 นาที
10. นำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องดูดกลืนแสง (spectrophotometer)
11. นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ นำไปเทียบหาปริมาณไนไตรต์ในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน (standard curve) แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณไนไตรต์ในตัวอย่างเนื้อ (ppm) หมายถึง ให้ทำ blank ควบคู่ไปด้วย โดยใช้ น้ำกลั่น 45 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่าง

วิธีเตรียม standard curve

1. เติม working solution E จำนวน 10, 20, 30 และ 40 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลาย A จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เขย่าแล้ววางทิ้งไว้ 5 นาที
3. เติมสารละลาย B จำนวน 2.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตรเขย่าแล้ววางทิ้งไว้ 15 นาที
4. นำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง
5. เขียนกราฟโดยให้แกน x เป็นปริมาณมิลลิกรัมของโซเดียมไนไตรต์ต่อ 50 มิลลิลิตร (mg NaNO₂/50 ml) แกน y เป็นค่าดูดกลืนแสงที่วัดได้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

อุปกรณ์

1. เครื่อง Lloyd Universal Testing Machine
2. ที่เจาะตัวอย่าง (borer) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร

วิธีวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ในการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการนวดแบบต่อเนื่องและการนวดแบบหยุดเป็นพัก ๆ ต่อคุณภาพและปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์ (ดัดแปลงจาก Lachowicz *et al.*, 2003)

โดยตัดตัวอย่างให้มีขนาด 10×10×10 มิลลิเมตร (กว้าง×ยาว×สูง) ปรับสภาวะของเครื่องเพื่อใช้การวัดดังนี้ แรงที่ใช้ในการกด (compression) 250 นิวตัน ความเร็วที่ใช้ในการตัด 20 มิลลิเมตรต่อนาที ใช้หัวกด โดยกดตัวอย่างลงยุบลงไป 7 มิลลิเมตร บันทึกแรงที่ใช้ในการกดเป็นนิวตัน (N)

2. การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ในการศึกษาเปรียบเทียบผลของระยะเวลาที่หยุดพักของวิธีการนวดแบบหยุดเป็นพัก ๆ ต่อคุณภาพและปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์

ตัดตัวอย่างโดยใช้ที่เจาะตัวอย่างโดยตัดตัวอย่างให้มีขนาดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตรหนา 15 มิลลิเมตร ปรับสภาวะของเครื่องเพื่อใช้การวัดดังนี้ แรงที่ใช้ตัด 50 นิวตัน ความเร็วที่ใช้ในการตัด 50 มิลลิเมตรต่อนาที ใช้หัวตัดแบบใบมีดขนาด 70 องศาเซลเซียส ใช้แรงกด (compression) เพื่อตัดตัวอย่างให้ขาดออกจากกัน บันทึกแรงที่ใช้ในการตัดเป็นนิวตัน (N)

2. การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ) (Pietrasik and Shand, 2004)

$$\text{ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักหุ้มรวมคืน}}{\text{น้ำหนักหุ้มเริ่มต้น}} \times 100$$

3. การวิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (ร้อยละ) (Babji et al., 1982)

$$\text{ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักหุ้มสดน้ำเกลือ} - \text{น้ำหนักหุ้มรวมคืน}}{\text{น้ำหนักหุ้มสดน้ำเกลือ}} \times 100$$

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ (Roberts *et al.*, 1995)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด plate count agar
2. เพปโตน (peptone)
3. เครื่องตีผสมตัวอย่างอาหาร (stomacher lab blender)
4. เครื่องผสม (vortex mixer)
5. ตู้บ่มเพาะเชื้อ (incubator)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติก เติมสารละลายเพปโตนที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่นิ่งมาเชื้อแล้ว 225 มิลลิลิตร ตีผสมให้เข้ากันนาน 2 นาที ด้วยเครื่องตีผสมตัวอย่างอาหาร เจือจางตัวอย่างอาหารด้วยสารละลายเพปโตนจนได้ความเข้มข้นที่เหมาะสม
2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจางแล้วแต่ละอัตราส่วน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่อบแล้วโดยทำ 3 ซ้ำ
3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด plate count agar ที่หลอมเหลวและยังอุ่นอยู่ประมาณ 15 มิลลิลิตรลงในจานเลี้ยงเชื้อ เขย่าให้จานให้ตัวอย่างอาหารกระจายไปทั่ว ๆ
4. ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว แล้วนำไปอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสนาน 48 ชั่วโมง โดยคว่ำจานเลี้ยงเชื้อลง แล้วนับจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยเลือกจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี หาผลเฉลี่ยโดยคิดเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมอาหาร

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควัน

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....ชุดที่.....

กรุณาทดสอบชิมผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควันต่อไปแล้วจัดอันดับความชอบของท่านในด้านต่างๆโดยถือหลักการให้คะแนนดังนี้

- 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด
- 8 หมายถึง ชอบมาก
- 7 หมายถึง ชอบปานกลาง
- 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย
- 5 หมายถึง เฉยๆ
- 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย
- 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง
- 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก
- 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	การทดสอบประสาทสัมผัสด้าน					
	สี	ความนุ่ม	ความชุ่มฉ่ำ	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก จ

ภาพการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควัน



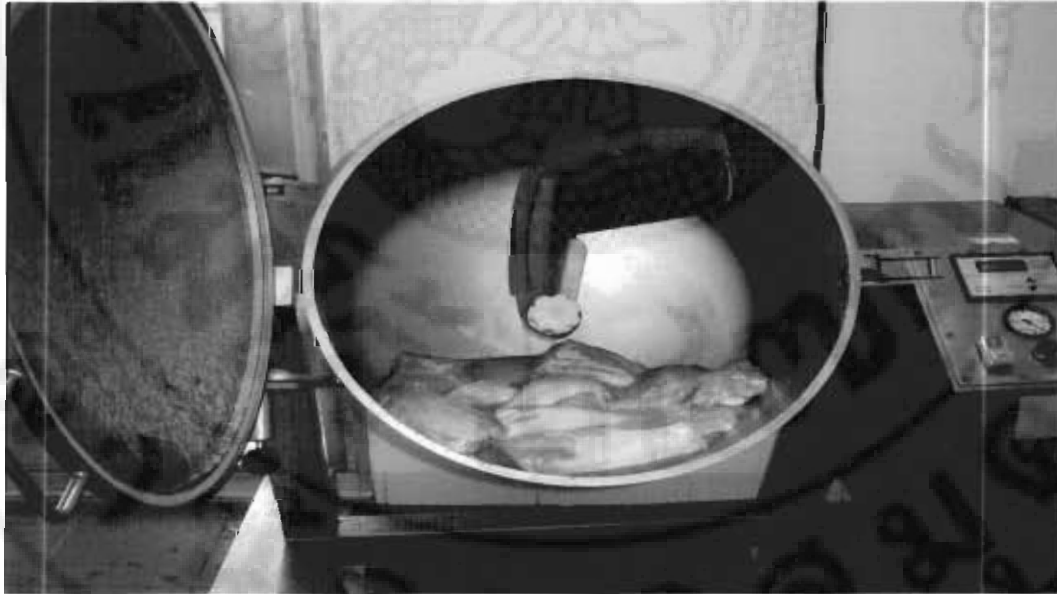
ภาพที่ 4 ตู้อบรมควัน



ภาพที่ 5 น้ำนํ้ากที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูสันนอกหมักรมควัน



ภาพที่ 6 การฉีกน้ำเกลือเข้าชิ้นเนื้อ



ภาพที่ 7 เนื้อหมูสันนอกที่ผ่านการนวดเนื้อโดยใช้เครื่องนวดสุญญากาศ



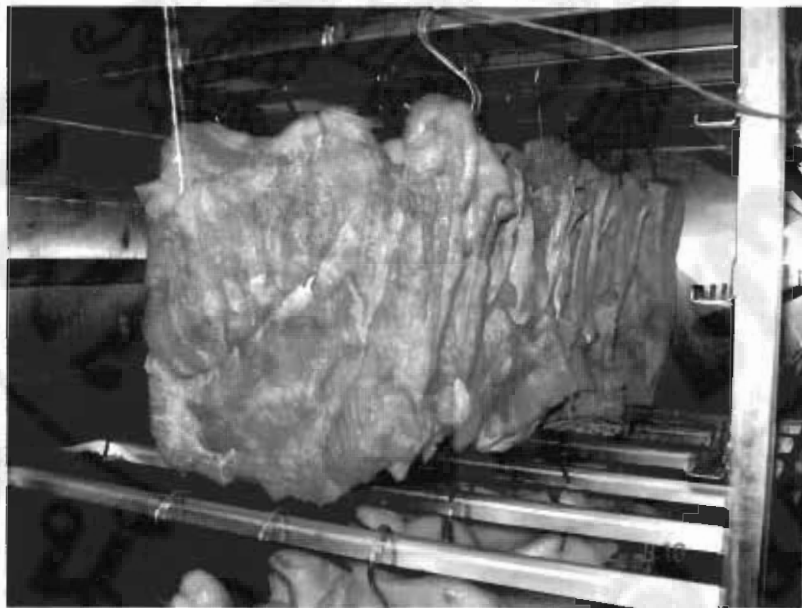
ภาพที่ 8 เนื้อหมูสะโพกที่ผ่านการรมควันแล้ว



ภาพที่ 9 เนื้อหมูสันนอกที่ผ่านการรมควัน



ภาพที่ 10 การบรรจุเนื้อด้วยเครื่องบรรจุสุญญากาศ



ภาพที่ 11 เบคอนที่ผ่านการอบรมควัน



ภาพที่ 12 เมาคอนที่ผ่านการสไลด์



ภาพที่ 13 เมาคอนที่บรรจุด้วยเครื่องบรรจุสุญญากาศ

ภาคผนวก จ

การถ่ายทอดเทคโนโลยี

ในโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์และถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์การเกษตร



ภาพที่ 14 การฝึกอบรมการหมักและรมควันผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

กำหนดการอบรม
การฝึกอบรมการหมักและรมควันผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

วันที่ 9 พฤษภาคม 2548

ห้อง EA 201 อาคารสมิตานนท์ และโรงงานนำร่อง ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร

เวลา	รายการ
8.30 – 9.00 น.	พิธีเปิด โดยคณบดีคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
9.00 – 10.30 น.	บรรยายเรื่องการหมักและรมควันผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์
10.30 – 10.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.45 – 12.00 น.	ฝึกปฏิบัติเรื่องการเตรียมและฉีดน้ำเกลือ
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 14.30 น.	ฝึกปฏิบัติเรื่องนวดและหมักหมูสัน
14.30 – 14.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
14.45 – 16.00 น.	ฝึกปฏิบัติเรื่องการรมควันหมูสัน

รายชื่อผู้เข้าร่วมโครงการ

หลักสูตร การฝึกอบรมการหมักและรมควันผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

ลำดับ ที่	ชื่อ	บ้านเลขที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
1	นายประยูร แก้วยอดหล้า	110	5	สันนาเม็ง	สันทราย	เชียงใหม่
2	นางจันทร์แสง แก้วยอดหล้า	110	5	สันนาเม็ง	สันทราย	เชียงใหม่
3	นางพนิตตา วีระกุล	158/14	6	เชิงดอย	ดอย สะเก็ด	เชียงใหม่
4	คุณสมศรี ชัยตำมูล	115	3	หนองแก้ว	หางดง	เชียงใหม่
5	นางแสงจันทร์ ยารังษี	159	3	หนองแก้ว	หางดง	เชียงใหม่
6	นางเที่ยงคำ คำมาลา	63/3	3	หนองแก้ว	หางดง	เชียงใหม่
7	คุณแสงจันทร์ คำมาลา	63/2	3	หนองแก้ว	หางดง	เชียงใหม่
8	นางปรมาภรณ์ คำกันศิลป์	196	6	หนองจ้อม	สันทราย	เชียงใหม่
9	คุณจุฑามาศ ปันทัน	33	2	มะกอก	ป่าซาง	ลำพูน

ลำดับ ที่	ชื่อ	บ้านเลขที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
10	นางจำรอง เตต๊ะวา	186	9	สันทราย	ฝาง	เชียงใหม่
11	นายไกรสร เตต๊ะวา	186	9	สันทราย	ฝาง	เชียงใหม่
12	คุณอรอนงค์ ศรีวิชัย	64/3	2	เหมืองจี้	เมือง ลำพูน	ลำพูน
13	คุณสังวาลย์ คำลือ	30/2	2	เหมืองจี้	เมือง ลำพูน	ลำพูน
14	นางกัญญา กุณะแสงคำ	017/3	2	เหมืองจี้	เมือง ลำพูน	ลำพูน
15	นางกัลยา เรืองนาวา	60	2	เหมืองจี้	เมือง ลำพูน	ลำพูน
16	นางตุ้มมา สุธะวงศ์	48/1	2	เหมืองจี้	เมือง ลำพูน	ลำพูน
17	นางศรีไพ พรหมเวียงชัย	58	11	สันป่าเลียด	ดอย สะเก็ด	เชียงใหม่
18	นางศิริวรรณ อินตา	42	14	แม่สาว	แม่ฮ่าย	เชียงใหม่
19	นางศรีประทีน สมบูรณ์	79	13	แม่สาว	แม่ฮ่าย	เชียงใหม่
20	นางไอรินทร์ ศรีพวก	459/2	1	ช่อแล	แม่แตง	เชียงใหม่
21	นางอนงค์ อินทอง	88	4	ป่าแป๋	แม่แตง	เชียงใหม่
22	นางอินแก้ว เมธา	91/1	4	เมืองแหง	เวียงแหง	เชียงใหม่
23	นางทองศรี เมธา	52/1	4	เมืองแหง	เวียงแหง	เชียงใหม่
24	คุณยุภาพร ลิ้มศิริชัย	245/14	4	หนองหาร	สันทราย	เชียงใหม่
25	นางศรีนวล ทองเหลือง	102/3	1	ช่อแล	แม่แตง	เชียงใหม่
26	นางแพรวพรรณ ไนรี	72	1	ช่อแล	แม่แตง	เชียงใหม่
27	นางหลาว มะลิชอ	1	5	แม่ฮ่าย	แม่ฮ่าย	เชียงใหม่
28	นางสุคำ มะลิคำตัน	52	5	แม่ฮ่าย	แม่ฮ่าย	เชียงใหม่
29	นายจำรัส ตาลศรี	40/2	6	ฮอนกลาง	แม่ฮอน	เชียงใหม่
30	นางเปรมจิต ชนะวัฒน์	188/3	6	หนองจ้อม	สันทราย	เชียงใหม่

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ นางอุมามพร ศิริพินท์

ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ตำแหน่งบริหาร -

หน่วยงาน ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2. สถานที่ติดต่อ

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โทรศัพท์ 053-878115-6 โทรสาร 053-878125

มือถือ 083- 2032313 E-mail : umaporn@mju.ac.th

3. วุฒิกการศึกษาสูงสุด

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

ปริญญาโท Master of Science (M.S.) สาขา Food Science and Technology

4. ประวัติและผลงาน

4.1 บทความที่พิมพ์เผยแพร่

- "การประกันคุณภาพอาหาร" วารสารแม่โจ้ปริทัศน์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม- มิถุนายน 2544 หน้า 35-39

- "การแปรรูปมันฝรั่งโดยสหกรณ์นิคมสันทราย จำกัด : จากภูมิปัญญาชาวบ้านสู่การผลิตเชิงอุตสาหกรรม" วารสารแม่โจ้ปริทัศน์ ปีที่ 3 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม- มิถุนายน 2545 หน้า 46-48

- "เทคโนโลยีสะอาด" วารสารแม่โจ้ปริทัศน์ ปีที่ 3 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม- สิงหาคม 2545 หน้า 39-43

- "เรื่องของกาแฟ" วารสารแม่โจ้ปริทัศน์ ปีที่ 4 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม- มิถุนายน 2546 หน้า 41-44

4.2 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

(1) "การประเมินความต้องการ ทูนอุดหนุนการศึกษาในระบบทางไกลสำหรับสตรีชนบท" โดยการสนับสนุนการวิจัยจากองค์การแคทอลิก รีลิว เซอร์วิส แห่งประเทศไทย

(Catholic Relief Service) ปี พ.ศ.2531 เป็นผู้ร่วมวิจัย

(2) "การศึกษาการผลิต การกระจายอาหารและพฤติกรรมการบริโภคของประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" ปี พ.ศ.2533 เป็นผู้ร่วมวิจัย

(3) "ภาวะโภชนาการของบุคคลากรในสังกัด มสธ." ปี พ.ศ.2536 เป็นผู้ร่วมวิจัย

- (4) การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร โครงการพัฒนาบ้านโป่งอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ปี พ.ศ. 2543-2547 เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย
- (5) การผลิตกุนเชียงไขมันดำจากเจลบุก ปี พ.ศ. 2543 เป็นผู้ร่วมวิจัย
- (6) โครงการวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการส่งเสริมการปลูกจากสถานีทดลองเกษตรที่สูงวาวี บ้านดอยช้าง ปี พ.ศ. 2545-2546 เป็นผู้ร่วมวิจัย
- (7) การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูสันหมักรมควันโดยวิธีการนวดสุญญากาศ ปี พ.ศ. 2546 เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย

5. ประสบการณ์ทำงานที่เกี่ยวข้องกับโรงงาน

- 5.1 ที่ปรึกษาโรงงานกალะแมทิพย์เสวย ตามโครงการจัดทำระบบประกันคุณภาพ GMP สำหรับผู้ประกอบการ SMEs ภาคเหนือ ภายใต้การดำเนินงานของคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2549
- 5.2 ที่ปรึกษาโรงงานเชียงใหม่ชีวเตียงอึ้ง ด้าน GMP ปี 2548-49
- 5.3 ที่ปรึกษาโรงงานสวนเชิงดอย ด้าน GMP ปี 2548-49
- 5.4 ที่ปรึกษาบริษัทพริมา ไฮ ควอลิตี้ จำกัด ด้านการจัดระบบ HACCP ตามโครงการพัฒนาวิสาหกิจอุตสาหกรรมเกษตรแปรรูปอาหารและสมุนไพรไทยขนาดกลางและขนาดย่อมพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และใกล้เคียงสู่มาตรฐาน GMP และ HACCP สนับสนุนโดยกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ปี 2548
- 5.5 ที่ปรึกษาห้างหุ้นส่วนจำกัดไอซ์ แอนด์ เพียว วอเตอร์ อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย ด้าน HACCP ภายใต้โครงการ "การจัดทำระบบคุณภาพ GAP/GMP/HACCP ในสถานประกอบการ SMEs ภาคเหนือ" คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2548
- 5.6 ที่ปรึกษากลุ่มแม่บ้านเกษตรกรกรศาลาบัวบก อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง ด้าน GMP ภายใต้โครงการ "การจัดทำระบบคุณภาพ GAP/GMP/HACCP ในสถานประกอบการ SMEs ภาคเหนือ" คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2548
- 5.7 ที่ปรึกษากลุ่มข้าวแต๋นทวีพรรณ อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง ด้าน GMP ภายใต้โครงการ "การจัดทำระบบคุณภาพ GAP/GMP/HACCP ในสถานประกอบการ SMEs ภาคเหนือ" คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2548