



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

อิทธิพลของไขมันแทรกต่อคุณสมบัติด้านความนุ่มของเนื้อสุกร
Influences of Marbling on Pork Tenderness Parameters

ดร.รุจริน ลิ่มศุภวานิช
ศววรรณกมล น้อยดัด

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย

จากเงินรายได้ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

อิทธิพลของไขมันแทรกต่อคุณสมบัติด้านความนุ่มของเนื้อสุกร
Influences of Marbling on Pork Tenderness Parameters



ดร.รุจริน ลิ้มศุภวานิช
ศวรรณกมล น้อยดัด

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย
จากเงินรายได้ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
ธ653อ
9.559

b. 12862063
i.

ฉบับที่.....
เลขทะเบียน 147850
รับเดือนปี 15 0.ย. 2560

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ออกทั้งหมดมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) อิทธิพลของไขมันแทรกต่อคุณสมบัติด้านความนุ่มของเนื้อสุกร.....
 แหล่งเงิน เงินรายได้ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....
 ประจำปีงบประมาณ 2559..... จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 100,000 บาท (หนึ่งแสนบาทถ้วนบาท)
 ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 กันยายน 2558 ถึง 31 สิงหาคม 2559.....
 ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด
 1) หัวหน้าโครงการวิจัย : ดร.รุจริน ลิ้มศุภวานิช ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง.....
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 2) ผู้ร่วมโครงการวิจัย : นางสาวศวรรณกมล น้อยดีด ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง.....
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อคุณภาพด้านความนุ่มของเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*; LD) ของสุกรสายพันธุ์ดูโรค (Duroc) น้ำหนักตัวก่อนเข้าฆ่า 110 ± 10 กิโลกรัม นำสุกรเข้าฆ่าทั้งหมด 5 รอบ ในแต่ละรอบ ที่ 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย ทำการประเมินระดับไขมันแทรกบนพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันระหว่างซี่โครงที่ 10 และ 11 และแบ่งสันนอกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) ไขมันแทรกระดับต่ำ (คะแนน 1-2, n=3) 2) ระดับปานกลาง (คะแนน 3-4, n=3) และ 3) ระดับสูง (คะแนน 5-6, n=3) และควบคุมสีของเนื้อให้อยู่ในช่วงคะแนน 3-4 ตามระบบ National Pork Board (USA) จากนั้นศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของเนื้อที่ 48 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design โดยให้รอบการเข้าฆ่าเป็น block วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดย Analysis of Variance และหาความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan Multiple Range Test ผลการศึกษาพบว่าระดับของไขมันแทรกมีอิทธิพล ($p < 0.05$) ต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น ไขมัน และเถ้า โดยเนื้อสันนอกสุกรที่มีไขมันแทรกระดับต่ำมีความชื้น (73.66 เปอร์เซ็นต์) มากกว่า ($p < 0.05$) เนื้อที่มีไขมันแทรกระดับปานกลาง (72.79 เปอร์เซ็นต์) และสูง (71.02 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ขณะที่เปอร์เซ็นต์ไขมันของเนื้อที่มีไขมันแทรกระดับสูง (6.11 เปอร์เซ็นต์) มีค่ามากกว่า ($p < 0.05$) เนื้อที่มีไขมันแทรกระดับปานกลางและต่ำ (4.03 และ 2.55 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์เถ้าของเนื้อที่มีไขมันแทรกระดับปานกลางมีค่าสูงกว่า ($p < 0.05$) เนื้อที่มีไขมันแทรกระดับสูง แต่ไม่พบอิทธิพล ($p > 0.05$) ของระดับไขมันแทรกต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีน ด้านคุณภาพเนื้อพบว่าระดับไขมันแทรกมีอิทธิพล ($p < 0.05$) ต่อค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก โดยเนื้อที่มีไขมันแทรกต่ำมีค่า pH (5.60) น้อยกว่า ($p < 0.05$) เนื้อที่มีไขมันแทรกสูง (5.69) ขณะที่เนื้อที่มีไขมันแทรกต่ำมีการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา 3.45 เปอร์เซ็นต์ และการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก 22.62 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่า ($p < 0.05$) เนื้อที่มีไขมันแทรกสูง (1.93 และ 19.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) นอกจากนี้ไม่พบอิทธิพล ($p > 0.05$) ของระดับไขมันแทรกต่อความยาวซาร์โคเมอร์ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งในเนื้อสดและที่ผ่านการทำให้สุก รวมถึงค่าแรงตัดผ่าน (Warner Bratzler Shear Force, WBSF) ซึ่งเป็นคุณภาพทางกายภาพด้านความนุ่มของเนื้อ อย่างไรก็ตามเนื้อที่มีไขมันแทรกมาก ปานกลาง และต่ำ มีค่า WBSF เท่ากับ 4.07 4.52 และ 4.44 กิโลกรัม ตามลำดับ แม้จะไม่พบอิทธิพลทางสถิติต่อคุณภาพด้านความนุ่ม ไขมันแทรกที่มากขึ้นช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อในระหว่างเก็บรักษาและทำให้สุก และอาจส่งผลดีต่อความชุ่มฉ่ำของเนื้อเมื่อรับประทาน

คำสำคัญ : ไขมันแทรก สันนอกสุกร ความนุ่ม

Research Title: Influences of Marbling on Pork Tenderness Parameters

Researcher:.....Dr. Butcharin Limsupavanich and Miss Sawankamol Noidad.....

Faculty:The Faculty of Agricultural Technology.....

Department:.....Department of Animal Production Technology and Fisheries.....

.....King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.....

ABSTRACT

The objective of current study was to evaluate the effect of marbling level on tenderness of Duroc pork *Longissimus dorsi* (LD) muscles. For each of five replications, at 24-h postmortem, nine pork LD muscles obtained from 110±10-kg. slaughter weight pigs, were visually evaluated between the 10th and 11th ribs and categorized into three marbling levels as 1) low (score=1-2, n=3), 2) medium (score=3-4, n=3), and 3) high (score=5-6, n=3), based on National Pork Board (USA) color and marbling standards. At 48-h postmortem, physicochemical qualities were evaluated. The experiment was in Randomized Complete Block Design, where each slaughter date was assigned as a block. Data were analyzed using Analysis of Variance. Significant differences among treatment means were differentiated by Duncan Multiple Range Test. Results showed that marbling level affected ($p<0.05$) moisture, crude fat, and ash percentages. Low marbling LD had higher ($p<0.05$) moisture percentage (73.66) than medium (72.79) and high (71.02), respectively. As expected, high marbling level LD had ($p<0.05$) more crude fat (6.11%) than medium (4.03%) and low (2.55%). For ashes, the medium marbling level LD contained more ($p<0.05$) ashes than the high marbling LD. But marbling level had no ($p>0.05$) influence on protein content. For meat quality, marbling level affected ($p<0.05$) pH, drip loss, and cooking loss. The low marbling LD had lower ($p<0.05$) pH value (5.60) compared to the high marbling (5.69). Drip loss was 3.45% and cooking loss was 22.62% in low marbling LD which was more than those in the high marbling treatment (1.93% and 19.22%, respectively). No influence ($p>0.05$) of marbling level was found on tenderness related physical qualities, including sarcomere length and muscle fiber diameter in both raw and cooked meat, as well as Warner Bratzler Shear Force (WBSF) values. However, LD with high, medium, and low marbling levels had WBSF values of 4.07, 4.52, and 4.44, respectively. Although no statistical influences of marbling level on tenderness related quality parameters were found. The high marbling level LD clearly showed reduced drip and cooking losses. It may also help retaining meat juiciness during eating.

Keywords : Marbling, Pork loin, Tenderness

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนทุนวิจัยเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 จำนวน 100,000 บาท (หนึ่งแสนบาทถ้วน) และขอขอบคุณบริษัทเบทาโกรเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ที่สนับสนุนทุนวิจัยในโครงการหลัก ขอขอบคุณ บริษัท เบทาโกร เซฟตี้ มีท แพคกิ้ง จำกัด ที่เอื้อเฟื้อตัวอย่างเนื้อในการวิจัย สถานที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณคุณน้ำฝน โปธิสิงห์ และคุณชนัญญา กงทะเลสร นักวิจัยอาวุโส ศูนย์วิทยาศาสตร์เบทาโกร รวมถึงเจ้าหน้าที่พนักงานของ บริษัท เบทาโกร เซฟตี้ มีท แพคกิ้ง จำกัด ที่อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลืออย่างดีในการเข้าเก็บตัวอย่างเนื้อเพื่อดำเนินการวิจัยทุกครั้ง

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.จันทร์พร เจ้าทรัพย์ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่กรุณาให้คำปรึกษาและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิเคราะห์ความยาวซาร์โคเมียร์ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ

ขอขอบคุณศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทำการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้จะไม่สามารถสำเร็จลงได้โดยปราศจากการสนับสนุนและความช่วยเหลือดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อองค์กร หน่วยงาน ผู้ประกอบการ เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกร ตลอดจนนักวิชาการที่สนใจในการนำผลจากการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ดร.รุจริน ลิ่มสุวรรณิช
ศวรรณกมล น้อยตัด
กรกฎาคม 2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญภาพ.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 หลักการและเหตุผลของโครงการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ไชมันแทรก (marbling).....	3
2.2 การทำให้สุก (cooking).....	5
2.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber diameter).....	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	9
3.1 ตัวอย่างเนื้อและการเก็บตัวอย่าง.....	9
3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	10
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	12
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	13
4.1 อิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอกสุกร.....	13
4.2 อิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อคุณภาพเนื้อสันนอกสุกร.....	13
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	16
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย.....	17
เอกสารอ้างอิง.....	18
ภาคผนวก.....	21
ภาคผนวก ก...รายละเอียดผลผลิตงานวิจัยที่ผลิตได้.....	
ภาคผนวก ข...สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย.....	

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย.....

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 อิทธิพลของไขมันแทรกต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอกสุกรสดและสุก	4
2.2 อิทธิพลของไขมันแทรกต่อคุณภาพของเนื้อสันนอกสุกร	5
2.2 อิทธิพลของไขมันแทรกต่อคุณภาพของเนื้อสันนอกสุกร	5
4.1 อิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอกสุกร	13
4.2 อิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อค่า pH และคุณภาพทางกายภาพของเนื้อสันนอกสุกร.....	15



สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1 การเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกสุกร (*Longissimus thoracis*) ภายหลังสัตว์ตาย..... 10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผลของโครงการวิจัย

ความนุ่มเป็นคุณสมบัติหลักประการหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากต่อคุณภาพด้านการบริโภคของเนื้อ ทั้งนี้มีปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพลต่อความนุ่มของเนื้อ ซึ่งปริมาณไขมันแทรก (marbling หรือ intramuscular fat) ถือได้ว่าเป็นปัจจัยภายในของเนื้อ (intrinsic factors) ที่มีความสำคัญต่อความนุ่มและความน่ารับประทานของเนื้อสัตว์ ดังนั้นปริมาณไขมันแทรกจึงใช้เป็นตัวชี้วัดในการแบ่งเกรดคุณภาพซาก (USDA, 1997) และนอกจากนี้ปริมาณไขมันแทรกมีความสำคัญอย่างมากต่อการประเมินคุณภาพด้านการบริโภคของเนื้อสุกร (Cannata *et al.* 2010) โดยทั่วไปพบว่าปริมาณไขมันแทรกมีอิทธิพลในทางบวกกับความนุ่ม (Jeremiah, 1998) และการประเมินทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกร (Brewer *et al.* 2001) สำหรับเกณฑ์การประเมินปริมาณไขมันแทรกของเนื้อสุกรตามระบบ National Pork Board (2011) แบ่งระดับคะแนนเป็น 10 ระดับ คือ คะแนน 1 (ไม่มีไขมันแทรก) คะแนน 6 (ไขมันแทรกมาก) และคะแนน 10 (ไขมันแทรกมากที่สุด) ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อสุกรในต่างประเทศนิยมใช้การประเมินระดับปริมาณไขมันแทรกเพื่อช่วยในการจัดเกรดคุณภาพเนื้อ (Liu *et al.* 2012) ซึ่งระดับไขมันแทรกที่แตกต่างกันนี้มีผลต่อลักษณะทางเคมีและกายภาพของชิ้นเนื้อ จากการศึกษาในเนื้อโคของ Li *et al.* (2006) พบว่าปริมาณไขมันแทรกมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางเคมี คือเมื่อระดับไขมันแทรกเพิ่มขึ้น ปริมาณไขมันในเนื้อ (crude fat) จะเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณความชื้น (moisture) จะลดลง เนื้อที่มีไขมันแทรกในระดับสูงจะมีความนุ่มกว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกระดับต่ำ ทั้งนี้เนื้อที่มีการสะสมไขมันแทรกมาก พบว่าไขมันจะมีผลต่อการจัดเรียงโครงสร้างของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ห่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อหรือกลุ่มของเซลล์กล้ามเนื้อไว้ ปริมาณไขมันแทรกที่ต่างกันจึงอาจมีผลต่อโครงสร้างของเซลล์กล้ามเนื้อในลักษณะต่างกัน โดยเฉพาะเมื่อเนื้อผ่านการทำให้สุก ประกอบกับความยาวของซาร์โคเมียร์ (sarcomere length) ของเนื้อโคที่มีระดับไขมันแทรกสูงมีความยาวมากกว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกต่ำ เนื้อจึงมีความนุ่มมากกว่า ทั้งนี้เป็นที่ทราบกันว่าความยาวของซาร์โคเมียร์และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับความนุ่มของเนื้อ (Ryu and Kim, 2005; Li *et al.* 2006) อย่างไรก็ตามยังไม่พบรายงานถึงผลของปริมาณไขมันแทรกต่อการเปลี่ยนแปลงของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อและความยาวของซาร์โคเมียร์ในเนื้อสุกรเมื่อผ่านการทำให้สุกแล้ว รวมถึงผลของการเปลี่ยนแปลงนั้นต่อความนุ่มของเนื้อสุกร

งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของปริมาณไขมันแทรกที่แตกต่างกันต่อองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพด้านความนุ่มของเนื้อสุกร ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ ความยาวของซาร์โคเมียร์ในเนื้อสุกรสดและเมื่อผ่านการทำให้สุก ค่าแรงตัดผ่าน (Warner Bratzler Shear Force, WBSF) รวมถึงคุณภาพด้านการอุ่มน้ำของเนื้อ ซึ่งอาจใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ทำให้เข้าใจถึงบทบาทของไขมันแทรกต่อความนุ่มของเนื้อสุกรและเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาพัฒนาสายพันธุ์หรือการเลือกใช้เนื้อสุกรที่มีไขมันแทรกต่างกันที่เหมาะสมขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 ศึกษาอิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสุกรสด

1.2.2 ศึกษาอิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อคุณภาพทางกายภาพด้านความนุ่ม ได้แก่ ความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ และความยาวของซาร์โคเมอร์ในเนื้อสุกรสดและที่ผ่านการทำให้สุก ค่าแรงตัดผ่าน

1.2.3 ศึกษาอิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อคุณภาพทางกายภาพด้านความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างเก็บรักษา ทำละลาย และการทำให้สุก

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

เก็บตัวอย่างเนื้อสันนอกสุกร ณ โรงฆ่าและตัดแต่ง จัดแบ่งตามปริมาณไขมันแทรกเป็น 3 กลุ่มทดลอง คือ

1) ไขมันแทรกระดับสูง (คะแนน 5-6) 2) ระดับปานกลาง (คะแนน 3-4) และ 3) ระดับต่ำ (คะแนน 1-2) โดยใช้เนื้อสันนอกที่มีสีอยู่ในช่วงคะแนน 3-4 ซึ่งประเมินระดับไขมันแทรกและสีตามระบบ National Pork Board (2011) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ ตรวจวัดค่า pH และคุณภาพทางกายภาพด้านความนุ่มและความสามารถในการอุ้มน้ำ ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ และความยาวซาร์โคเมอร์ของเนื้อสันนอกสุกรสดและที่ผ่านการทำให้สุก ตรวจวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ คำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างเก็บรักษา ภายหลังการทำละลายและระหว่างการทำให้สุก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงอิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสุกร และคุณภาพทางกายภาพด้านความนุ่มและความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ เพื่อบอกถึงคุณภาพในการบริโภคของเนื้อที่มีไขมันแทรกในปริมาณที่แตกต่างกัน

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไขมันแทรก (marbling)

ไขมันแทรกเป็นไขมันที่สะสมอยู่ระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อบริเวณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ห่อหุ้มเส้นใยกล้ามเนื้อหรือเอนโดไมเซียม (endomysium) และที่ห่อหุ้มมัดของเส้นใยกล้ามเนื้อชั้นในหรือเพอร์ริไมเซียม (perimysium) สามารถมองเห็นเป็นจุดหรือเส้นสีขาวภายในกล้ามเนื้อ Jeremiah (1998) กล่าวว่าไขมันแทรก คือ ไขมันที่อยู่ในกล้ามเนื้อของสัตว์ที่สามารถพิจารณาได้จากสายตา (visible intramuscular fat) การสะสมของไขมันแทรกในส่วนต่างๆ ของร่างกายสัตว์จะเกิดขึ้นไม่เท่ากัน โดยจะมีปริมาณการสะสมจากส่วนหัวไปยังส่วนท้ายของลำตัว และไขมันจะถูกสะสมในร่างกายเป็นลำดับสุดท้าย แต่จะถูกนำไปใช้เป็นอันดับแรกเมื่อร่างกายขาดแคลนพลังงาน (Chambaz *et al.* 2003) โดยการสะสมไขมันของสัตว์ได้รับอิทธิพลมาจากพันธุกรรมเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสะสมไขมันแทรก (King *et al.* 2005) ซึ่งปริมาณไขมันแทรกมีค่าอัตราพันธุกรรม (heritability; h^2) ประมาณ 0.4-0.6 (Cameron. 1990) หมายถึง การถ่ายทอดลักษณะการสะสมไขมันแทรกในสัตว์สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกได้ 40-60 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณไขมันแทรกมีความสำคัญอย่างมากต่อคุณภาพด้านการบริโภคของเนื้อสุกร (Cannata *et al.* 2010) ทั้งนี้ปริมาณไขมันแทรกมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับคุณภาพด้านการบริโภค (Verbeke *et al.* 1999) และการประเมินทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกร (Brewer *et al.* 2001) โดย Savell and Cross (1988) พบว่าผู้บริโภคมองมีความพึงพอใจในการบริโภคเนื้อสุกรที่มีปริมาณไขมันแทรก (crude fat) ประมาณ 3.0 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเนื้อจะมีความนุ่มรับประทานมากกว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกน้อย โดยงานวิจัยก่อนหน้านี้พบความสัมพันธ์ระดับปานกลางระหว่างคะแนนไขมันแทรก (marbling score) หรือปริมาณไขมันที่ปรากฏ (visual fat) กับความนุ่มรับประทานของเนื้อสัตว์ (Kim and Lee. 2003; Rincker *et al.* 2008) ขณะที่บางรายงานแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ในทางลบระหว่างความนุ่มของเนื้อสุกรกับปริมาณไขมันแทรก (Cannata *et al.* 2010) แต่จากการศึกษาของ Moeller *et al.* (2010) และ Brewer *et al.* (2001) พบว่าในเนื้อสันนอกสุกรที่มีปริมาณไขมันแทรกสูง ความพึงพอใจโดยรวมต่อชิ้นเนื้อและการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภคจะน้อยกว่าเนื้อสันนอกสุกรที่มีปริมาณไขมันแทรกต่ำ คือ ผู้บริโภคมองมีความพึงพอใจในการบริโภคเนื้อสุกรที่มีไขมันแทรกในระดับต่ำมากกว่าไขมันแทรกในระดับสูง ในทางตรงกันข้าม O'Mahoney *et al.* (1992) รายงานว่าผู้บริโภคมองมีความพึงพอใจในการบริโภคเนื้อสันนอกสุกรที่มีไขมันแทรกในระดับสูงมากกว่าเนื้อสุกรที่มีไขมันแทรกในระดับต่ำ สอดคล้องกับ Kim and Lee. (2003) ซึ่งทำการศึกษาในเนื้อโค พบว่าผู้บริโภคชอบเนื้อโคที่มีไขมันแทรกในระดับสูง ซึ่งจะเห็นได้จากคะแนนการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส (sensory attributes) เช่น ความนุ่ม (tenderness) ความชุ่มฉ่ำ (juiciness) และกลิ่นรส (flavor) ของเนื้อ อย่างไรก็ตามปริมาณไขมันแทรกมีอิทธิพลอย่างมากต่อค่าแรงตัดผ่านของเนื้อโค โดยค่าแรงตัดผ่านมีค่าลดลงเมื่อปริมาณไขมันแทรกเพิ่มขึ้น (เนื้อนุ่มขึ้น) Smith and Carpenter (1974) อ้างโดย Savell and Cross (1988) กล่าวว่าไขมันแทรกมีความสัมพันธ์กับความนุ่มและความนุ่มรับประทานของเนื้อโดยสามารถอธิบายได้จากทฤษฎีของไขมันแทรก ดังนี้

1. bite theory โดยทั่วไปพบว่าไขมันแทรกมีความหนาแน่นต่ำกว่าโปรตีนในเนื้อ แต่หากมีปริมาณไขมันแทรกในเนื้อเพิ่มขึ้น ไขมันจะไปแทนที่โปรตีนภายในกล้ามเนื้อ และไขมันแทรกจะไปลดความหนาแน่นโดยรวมของเนื้อ จึงทำให้เมื่อกัดเนื้อจะรู้สึกวุ้นกว่าเนื้อที่มีความนุ่มเพิ่มขึ้น

2. strain theory ทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องกับการลดลงของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นในที่ห่อหุ้มมัดกล้ามเนื้อ เนื่องจากไขมันแทรกจะถูกสะสมที่เนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นใน (เพอร์ริไมเซียม) และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ห่อหุ้มมัดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (เอนโดไมเซียม) ดังนั้นในเนื้อที่มีการสะสมไขมันแทรกสูง ไขมันแทรกจะไปเบียดบังพื้นที่ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ทำให้ความหนาแน่นและความแข็งแรงของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันลดลง เนื้อจึงมีความนุ่มมากขึ้น

3. lubrication theory โดยไขมันแทรกที่อยู่บริเวณภายในและโดยรอบกล้ามเนื้อ เมื่อเนื้อได้รับการปรุงสุก ไขมันแทรกในเนื้อจะหลอมละลาย และจะไปเคลือบทั่วเส้นใยกล้ามเนื้อ ส่งผลให้เนื้อมีความนุ่มและความชุ่มฉ่ำมากขึ้น ดังนั้นเนื้อที่นุ่มก็อาจมีความชุ่มฉ่ำด้วยเช่นกัน

4. insurance theory การที่เนื้อที่มีไขมันแทรกในระดับสูงสามารถรับประทานได้ว่า แม้เนื้อจะผ่านการให้ความร้อนเป็นเวลานานหรือใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ก็จะไม่ส่งผลเสียต่อความน่ารับประทานของเนื้อ

จากการศึกษาของ Cannata *et al.* (2010) ซึ่งทำการศึกษาในกล้ามเนื้อสันนอกสุกรจำนวน 53 เส้นที่มีระดับไขมันแทรกแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ กลุ่มที่ 1 ค่ะแนนไขมันแทรกน้อยกว่า 1.5 (MB1) กลุ่มที่ 2 ค่ะแนนไขมันแทรก 1.5-4.0 (MB2) และกลุ่มที่ 3 ค่ะแนนไขมันแทรกมากกว่า 4.0 (MB3) ตามระบบ National Pork Producers Council, USA. (NPPC, 1999) พบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อสดและสุกมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับไขมันแทรกที่ปรากฏ ขณะที่ปริมาณโปรตีนในเนื้อมีค่าลดลง ($p < 0.05$) โดย MB3 (22.60 เปอร์เซ็นต์) มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่า MB2 (23.58 เปอร์เซ็นต์) และ MB1 (23.52 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากปริมาณวัตถุแห้งและเถ้าไม่แตกต่างกัน ขณะที่ไขมันเพิ่มขึ้น ส่งผลให้โปรตีนลดลง และพบว่าการทำให้สุกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อ โดยปริมาณวัตถุแห้ง ไขมัน และโปรตีนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเนื้อผ่านการปรุงสุก โดยเนื้อที่ผ่านการปรุงสุกจะมีการสูญเสียน้ำทำให้อัตราส่วนของส่วนประกอบทางเคมีมีค่าเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 อิทธิพลของไขมันแทรกต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอกสุกรสดและสุก (mean±SEM)

ลักษณะที่ศึกษา	ไขมันแทรกน้อย MB1 (n=26)	ไขมันแทรกปานกลาง MB2 (n=11)	ไขมันแทรกมาก MB3 (n=15)	p-value
เนื้อสด				
วัตถุแห้ง (%)	28.00±0.25	28.37±0.31	28.31±0.31	0.626
โปรตีน (%)	23.52±0.18 ^b	23.58±0.23 ^b	22.60±0.23 ^a	0.012
ไขมัน (%)	1.96±0.19 ^b	2.50±0.25 ^b	3.56±0.24 ^a	0.001
เถ้า (%)	1.15±0.04	1.20±0.05	1.16±0.05	0.707
เนื้อสุก				
วัตถุแห้ง (%)	36.12±0.60	35.92±0.75	35.33±0.75	0.771
โปรตีน (%)	30.65±0.36 ^a	30.92±0.44 ^a	29.28±0.44 ^b	0.037
ไขมัน (%)	2.80±0.25 ^b	3.46±0.31 ^b	4.84±0.31 ^a	0.001
เถ้า (%)	1.44±0.04	1.36±0.05	1.31±0.05	0.272

^{a,b} อักษรกำกับที่แตกต่างกันในแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Cannata *et al.* (2010)

จากตารางที่ 2.2 เมื่อพิจารณาถึงผลของปริมาณไขมันแทรกที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเนื้อสุกรพบว่า MB3 (5.62) และ MB2 (5.57) มีค่า pH สูงกว่า MB1 (5.45) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษาที่ MB3 (2.47 เปอร์เซ็นต์) และ MB2 (2.69 เปอร์เซ็นต์) มีค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษาต่ำกว่า MB1 (4.53 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อค่า pH ลดลงโปรตีนภายในกล้ามเนื้อจะมีความสามารถในการจับน้ำได้ลดลง น้ำภายในเนื้อจึงสูญเสียออกมามากกว่าเนื้อที่มีค่า pH สูง นอกจากนี้ยังพบว่าค่าแรงตัดผ่าน การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการปรุงสุก ปริมาณคอเลสเตอรอล (cholesterol) การเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อ (2-Thiobarbituric acid reactive substances (TBARs) activity) ค่าสีของเนื้อ คือ ค่าความสว่าง (L^* ; lightness) ค่าสีแดงหรือสีเขียว (a^* ; redness/greenness) และค่าสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b^* ; yellowness/blueness) ทั้งในเนื้อสดหรือเนื้อสุกไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ในทุกกลุ่มทดลอง (Cannata *et al.* 2010)

ตารางที่ 2.2 อิทธิพลของไขมันแทรกต่อคุณภาพเนื้อสันนอกสุกร (mean±SEM)

ลักษณะที่ศึกษา	ไขมันแทรกน้อย MB1 (n=26)	ไขมันแทรกปานกลาง MB2 (n=11)	ไขมันแทรกมาก MB3 (n=15)	p-value
pH	5.45±0.02 ^b	5.57±0.02 ^a	5.62±0.02 ^a	0.001
สีที่ปรากฏ ¹	2.83±0.15	3.01±0.19	3.03±0.29	0.715
ค่าสีของเนื้อ				
L^* (lightness)	53.31±0.55	53.65±0.70	54.10±0.70	0.754
a^* (redness-greenness)	17.75±0.22	17.11±0.28	17.08±0.30	0.167
b^* (yellowness-blueness)	5.51±0.18	5.47±0.22	5.86±0.22	0.456
ค่าแรงตัดผ่าน (นิวตัน)	18.09±1.00	17.00±1.26	14.41±1.26	0.156
การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการปรุงสุก (%)	15.87±0.69	14.42±0.92	12.87±1.00	0.109
การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (%)	4.53±0.47 ^a	2.69±0.63 ^b	2.47±0.69 ^b	0.049
การออกซิเดชันของไขมันในเนื้อสด ² (MDA มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	0.21±0.01	0.20±0.02	0.20±0.02	0.947
การออกซิเดชันของไขมันในเนื้อสุก ² (MDA มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	1.80±0.43	2.61±0.55	3.18±0.55	0.235
คอเลสเตอรอลในเนื้อสด (มิลลิกรัมต่อกรัม)	1.09±0.06	1.06±0.08	1.02±0.08	0.801
คอเลสเตอรอลในเนื้อสุก (มิลลิกรัมต่อกรัม)	1.13±0.06	0.99±0.10	1.15±0.08	0.384

^{a b} อักษรกำกับที่แตกต่างกันในแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

¹ การประเมินค่าสีที่ปรากฏโดยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนตามระบบ National Pork Producer Council, USA. (NPPC. 1999)

² การวัดค่าการออกซิเดชันของไขมันในเนื้อจากปริมาณ MDA (malondialdehyde) ในเนื้อ

ที่มา: ดัดแปลงจาก Cannata *et al.* (2010)

2.2 การทำให้สุก (cooking)

กรรมวิธีการปรุงอาหารเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ โดยการปรุงสุกของชิ้นส่วนเนื้อแต่ละส่วนที่ต่างกันด้วยความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างกันจะทำให้เนื้อมีความนุ่มแตกต่างกันไปด้วย การทำให้

สุกจึงถือเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มและความน่ารับประทานของเนื้อ ซึ่งการทำให้เนื้อสุกนั้นสามารถทำได้หลายวิธีแตกต่างกันในด้านของอุณหภูมิ ระยะเวลา การนำความร้อน เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ สิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการทำให้สุก คือ ความชื้นภายในเนื้อ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการนำความร้อนเข้าไปในใจกลางชิ้นเนื้อ เมื่อโปรตีนของเนื้อสัตว์ถูกความร้อนจะเกิดการเสียสภาพไปจากเดิม (protein denaturation) โดยโปรตีนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและเกิดการหดตัวของโมเลกุลโปรตีน (coagulation) ซึ่งจะทำให้โปรตีนสูญเสียความสามารถในการละลายน้ำ การเกิด coagulation นี้จะทำให้โปรตีนแข็งตัวมากขึ้น โดยอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการแข็งตัวของโปรตีนอยู่ที่ประมาณ 64 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นเนื้อจะเหนียวมากขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการจับน้ำของโปรตีนในเนื้อลดลง นอกจากการทำให้สุกจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนแล้ว ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเช่นกัน โดยเมื่อได้รับความร้อนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะเกิดการหดตัวเหลือ 1 ใน 3 ของความยาวเดิม ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิใจกลางเนื้ออยู่ที่ 56 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิของเนื้อเพิ่มขึ้นถึง 61-62 องศาเซลเซียส การหดตัวนี้จะเกิดขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันทั้งหมด โดยการเปลี่ยนแปลงนี้จะเกิดพร้อมกับการเพิ่มของปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ (collagen solubility) จากนั้นเมื่อเนื้อได้รับความร้อนเป็นระยะเวลานานจะส่งผลให้คอลลาเจนถูก hydrolyzed ด้วยไอน้ำที่ถูกขับออกมาจากเนื้อ จึงกลายเป็นวุ้นหรือเจลาติน (gelatin) ต่อไป (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529) สอดคล้องกับ สัญชัย จัตุรสิทธา (2543) รายงานว่าการปรุงอาหารให้สุกด้วยความร้อนนั้น อุณหภูมิเริ่มแรกที่ประมาณ 55 องศาเซลเซียสจะทำให้เส้นใยโปรตีนเสียสภาพและหดตัว เกิดโครงสร้างของเส้นใยโปรตีนที่แน่นขึ้น และความยาวของซาร์โคเมอร์สั้นลง เมื่อให้ความร้อนสูงขึ้น (>60 องศาเซลเซียส) เป็นผลให้เส้นใยคอลลาเจนหดตัวลงไปถึง 1 ใน 3 ของความยาวเดิม ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงนี้ ทำให้น้ำสูญเสียออกไปจากเนื้อ และเมื่อปรุงอาหารนานขึ้นเนื้อจะมีความนุ่มลดลง อย่างไรก็ตามการทำให้สุกด้วยความร้อนขึ้นที่อุณหภูมิมากกว่า 65 องศาเซลเซียส เป็นผลทำให้เนื้อเยื่อเกี่ยวพันอ่อนตัว เนื่องจากคอลลาเจนเปลี่ยนสภาพเป็นเจลาติน ดังนั้นเนื้อที่มีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูงจะนุ่มขึ้นภายใต้สภาวะการปรุงอาหารแบบร้อนขึ้น

Crawford *et al.* (2010) ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิภายในชิ้นเนื้อ (internal temperature) ต่อคุณภาพด้านการบริโภคของเนื้อสันนอกสุกร โดยใช้อุณหภูมิภายในชิ้นเนื้อที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 62 71 และ 79 องศาเซลเซียส ผลจากการศึกษาพบว่าเมื่ออุณหภูมิภายในชิ้นเนื้อเพิ่มขึ้น ค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าสูงขึ้น (เนื้อเหนียวขึ้น) โดยอุณหภูมิภายในชิ้นเนื้อที่ 62 องศาเซลเซียส ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (2.49 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก (14.84 เปอร์เซ็นต์) มีค่าต่ำที่สุด ขณะที่อุณหภูมิ 79 องศาเซลเซียส ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (3.17 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก (30.18 เปอร์เซ็นต์) มีค่าสูงที่สุด ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการทำให้สุกเพิ่มขึ้น โปรตีนภายในกล้ามเนื้อจะเกิดการเสียโครงสร้างไปเนื่องจากความร้อน ทำให้น้ำภายในกล้ามเนื้อถูกปลดปล่อยออกมา กล่าวคืออุณหภูมิในการทำให้สุกมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก สอดคล้องกับ Bertram *et al.* (2005) กล่าวว่าปริมาณน้ำที่ถูกปลดปล่อยออกมามีความสัมพันธ์ในทางลบกับความชุ่มฉ่ำและความนุ่ม ขณะที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับระยะเวลาในการเคี้ยว (chewing time) คือ เนื้อที่ชุ่มฉ่ำน้อยจะมีความนุ่มน้อยและน้ำที่ถูกปลดปล่อยออกมามีมากขึ้น ซึ่ง Wheeler *et al.* (1999) ศึกษาการย่างเนื้อสีกด้วยอุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิที่

สูงขึ้นจะทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) สอดคล้องกับ Møller *et al.* (1981) รายงานว่าการเพิ่มอุณหภูมิของการปรุงสุกจาก 60 องศาเซลเซียส ไปเป็น 80 องศาเซลเซียส ทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาของ Moeller *et al.* (2010) ซึ่งทำการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อที่ทำให้สุกที่แตกต่างกัน (62.8 68.3 73.9 และ 79.4 องศาเซลเซียส) ต่อการยอมรับได้ของผู้บริโภคทางคุณภาพด้านการบริโภคของเนื้อสุก พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการทำให้สุกเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความนุ่มและความชุ่มฉ่ำที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัสลดลง ($p < 0.05$) แต่อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นนี้ไม่มีผลต่อกลิ่นรสของเนื้อ ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาถึงค่าแรงตัดผ่านเนื้อพบว่าอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อเพิ่มขึ้น ส่งผลให้คะแนนความนุ่มและความชุ่มฉ่ำที่ได้จากการประเมินลดลง (3.70 และ 1.80 เฟอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนความนุ่มและความชุ่มฉ่ำที่ได้จากการประเมินมีความสัมพันธ์อย่างมากกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ค่า pH อุณหภูมิที่ให้อุณหภูมิในการปรุงสุก ค่าความสว่าง และปริมาณไขมันแทรก สอดคล้องกับ Rincker *et al.* (2008) ทำการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 62 71 และ 80 องศาเซลเซียสต่อการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าเมื่ออุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้คะแนนความนุ่ม และความชุ่มฉ่ำ ของเนื้อที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนมีคะแนนลดลง ($p < 0.05$) ขณะที่คะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสของเนื้อไม่ต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่ออุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อสูงขึ้นเนื้อมีความนุ่มและความชุ่มฉ่ำลดลง ขณะที่กลิ่นรสคงเดิม ขณะที่ Cannata *et al.* (2010) รายงานว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการทำให้สุกที่แตกต่างกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบทางเคมี และองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อ

นอกจากนี้ยังพบว่าขณะที่เนื้อได้รับความร้อนจะมีสารที่สามารถระเหยได้ (volatile) ถูกปลดปล่อยออกมา ส่งผลให้เนื้อมีกลิ่นหอมมารับประทาน โดยสารระเหยเหล่านี้ ได้แก่ สารประกอบกลุ่มแอลดีไฮด์ (aldehyde) คีโตน (ketone) แอลกอฮอล์ (alcohol) และกรด (acid) เป็นต้น สำหรับอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสที่บริเวณผิวของเนื้อในระหว่างการย่าง ทอด หรืออบ พบว่าสารประกอบเอมีน (amine) จะทำปฏิกิริยากับกลูโคส (reducing sugar) ซึ่งจะเกิดกลิ่นรสของเนื้อสุก (cooked meat) และทำให้เนื้อมีรสชาติอร่อยมากขึ้น (ชัยณรงค์ คันทรพิต. 2529)

2.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber diameter)

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคสังเกตเห็นได้ และยังใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงความแตกต่างระหว่างชนิดของเนื้อสัตว์ได้ รวมถึงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้ออีกประการหนึ่ง โดยพบว่าเนื้อที่มีความนุ่ม เป็นเนื้อที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อขนาดเล็ก ค่อนข้างละเอียด เส้นใยไม่หยาบ โดยขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับ อายุ ชนิดสัตว์ ชนิดกล้ามเนื้อ และลักษณะการใช้งานของกล้ามเนื้อ ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้น นอกจากนี้สัตว์เพศผู้จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่กว่าสัตว์เพศเมีย ซึ่งเนื้อที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อขนาดใหญ่กว่าจะมีความเหนียวมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดเล็ก (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539) ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เมื่อพิจารณาด้วยสายตาอาจแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ เส้นใยกล้ามเนื้อละเอียด (fine texture) และเส้นใยกล้ามเนื้อหยาบ (coarse texture) โดยเนื้อในกลุ่มเส้นใยกล้ามเนื้อละเอียดจะมีความนุ่มมากกว่ากลุ่มเส้นใยกล้ามเนื้อหยาบ ทั้งนี้ Bulotiené and Jukna (2008) กล่าวว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะส่งผลให้มีค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสูง (เนื้อเหนียว)

และเนื้อมีการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษา (drip loss) และการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการปรุงสุก (cooking loss) สูง

จากการศึกษาของ Li *et al.* (2006) ซึ่งทำการศึกษานเนื้อสันนอกโคสดและที่ผ่านการทำให้สุกที่มีระดับไขมันแทรกแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ไขมันแทรกน้อย (slight-to-small) ไขมันแทรกปานกลาง (modest-to-moderate) และไขมันแทรกมาก (adundant) พบว่าในเนื้อโคสดเมื่อคะแนนไขมันแทรกมากขึ้น ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไขมันภายในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ขณะที่ความชื้นมีค่าลดลง ($p < 0.05$) นอกจากนี้พบว่าเนื้อโคสุกที่มีปริมาณไขมันแทรกระดับปานกลางและระดับสูงมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อน้อยกว่า (เนื้อมีความนุ่มมากกว่า) เนื้อโคที่มีปริมาณไขมันแทรกระดับต่ำ โดยมีค่าแรงตัดผ่านเท่ากับ 4.53 4.73 และ 7.21 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ($p < 0.05$) ตามลำดับ สอดคล้องกับความยาวซาร์โคเมอร์ของเนื้อโคสุกที่มีระดับไขมันแทรกปานกลาง (2.05 ไมโครเมตร) และไขมันแทรกสูง (1.96 ไมโครเมตร) มีความยาวมากกว่าเนื้อโคที่มีระดับไขมันแทรกต่ำ (1.81 ไมโครเมตร) ส่งผลให้เนื้อโคที่มีระดับไขมันแทรกปานกลางและระดับสูงมีความนุ่มมากกว่า ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามงานวิจัยเดียวกันนี้ยังพบว่าเนื้อสันนอกโคสดที่มีไขมันแทรกระดับต่ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อเล็กกว่า ($p < 0.05$) เนื้อที่มีปริมาณไขมันแทรกในระดับสูงและปานกลาง ทั้งนี้ Li *et al.* (2006) อธิบายว่าการที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อเล็กอาจเป็นเพราะเนื้อที่มีไขมันแทรกในระดับต่ำอาจมีไขมันหุ้มซากบาง ส่งผลให้เกิดการหดตัวเนื่องมาจากความเย็น (cold shortening) ในช่วงก่อนการเกิดการหดและเกร็งตัวอย่างถาวร (pre-rigor mortis)

นอกจากชนิดของกล้ามเนื้อแล้วตำแหน่งของกล้ามเนื้อชนิดเดียวกันในบริเวณที่แตกต่างกันก็มีผลต่อความนุ่มและปริมาณไขมันแทรกเช่นกัน โดยจากการศึกษาของ Faucitano *et al.* (2003) ซึ่งทำการศึกษ ปริมาณไขมันแทรกภายในกล้ามเนื้อสันนอกสุกรลูกผสมสามสายดูรอคx(แลนด์เรซxยอร์กเซอร์) โดยใช้สุกรสาวและสุกรเพศผู้ตอน น้ำหนักเข้าฆ่าที่ 107 ± 5 กิโลกรัม โดยใช้กล้ามเนื้อสันนอกตั้งแต่บริเวณซี่โครงซี่ที่ 5 นับจากด้านหัว (*Longissimus thoracis*) จนถึงบริเวณซี่โครงซี่ที่ 3 นับจากด้านท้ายของลำตัว (*Longissimus lumborum*) พบว่าปริมาณไขมันแทรกของกล้ามเนื้อสันนอกที่ศึกษามีคะแนนเฉลี่ย 2.59 โดยสุกรเพศผู้ตอนมีคะแนนเฉลี่ย 2.77 สูงกว่าสุกรสาวที่มีคะแนนเฉลี่ย 2.35 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าตำแหน่งของกล้ามเนื้อสันนอกที่แตกต่างกันมีผลทำให้ปริมาณไขมันแทรกมีความแตกต่างกัน ซึ่งการประเมินและการวัดปริมาณไขมันแทรกนั้นควรทำการวัดที่บริเวณซี่โครงซี่ที่ 10-12 (*Longissimus thoracis*) และบริเวณซี่โครงซี่ที่ 3-5 จากด้านท้ายของลำตัว (*Longissimus lumborum*) เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ดีของการวัดและการประเมินเกรดคุณภาพเนื้อเพราะมีความแปรปรวนต่ำกว่าตำแหน่งอื่น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ตัวอย่างเนื้อและการเก็บตัวอย่าง

ใช้กล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*; LD) จากสุกรสายพันธุ์ดуроคอายุเข้าฆ่า 24-31 สัปดาห์ น้ำหนักตัวสุดท้ายก่อนเข้าฆ่าเฉลี่ย 110 ± 10 กิโลกรัม ภายใต้ระบบการผลิตของบริษัท เบทาโกร เซฟตี้ มีท แพคกิ้ง จำกัด เดินทางไปเก็บตัวอย่างเนื้อสันนอกที่โรงฆ่าและตัดแต่งทั้งหมด 5 รอบ ในแต่ละรอบ ภายหลังจากที่สุกรถูกนำเข้าฆ่าและผ่านการลดอุณหภูมิซากในห้องแช่ซาก (2 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เจ้าหน้าที่ของโรงงานทำการเลาะกล้ามเนื้อสันนอกจากซากสุกร ผู้เชี่ยวชาญของบริษัทฯ ประเมินปริมาณไขมันแทรกบริเวณพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 และ 11 จากนั้นจัดกลุ่มเนื้อสันนอกที่มีระดับไขมันแทรกต่างกันออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ไขมันแทรกระดับต่ำ (คะแนน 1-2, $n=3$) กลุ่มที่ 2 ไขมันแทรกระดับปานกลาง (คะแนน 3-4, $n=3$) และกลุ่มที่ 3 ไขมันแทรกระดับสูง (คะแนน 5-6, $n=3$) และควบคุมให้ได้สีของเนื้อไม่แตกต่างกันเกิน 2 ช่วงคะแนนสี (คะแนน 3 หรือ 4) ซึ่งประเมินปริมาณไขมันแทรกและระดับของสีด้วยสายตาเทียบกับการพิจารณาจากภาพมาตรฐานไขมันแทรกและมาตรฐานสี ตามระบบ National Pork Board (2011) จากนั้นนำกล้ามเนื้อสันนอกที่จัดกลุ่มตามระดับไขมันแทรกแล้วมาตัดแต่งส่วนของหนังออกและตัดแต่งไขมันให้มีความหนา 2 เซนติเมตร แล้วบรรจุสันนอกในถุงบรรจุสุญญากาศ (Polyvinylidene chloride; PVDC, ความหนา 120 ไมโครเมตร) ด้วยเครื่องบรรจุสุญญากาศ (Ultravac 2100, UltraSource, USA) และจุ่มในน้ำร้อนที่ 85 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที (Ultra shrink 2818, UltraSource, USA) จากนั้นบรรจุใส่กล่องโฟมพร้อมกับใส่น้ำแข็งให้ทั่วกล่องเพื่อควบคุมอุณหภูมิ (0.9 ± 0.6 องศาเซลเซียส, EBI 20, Ebro, Germany) แล้วนำส่งมายังห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เก็บไว้ในห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ (2.0 ± 1.0 องศาเซลเซียส, EBI 20, Ebro, Germany)

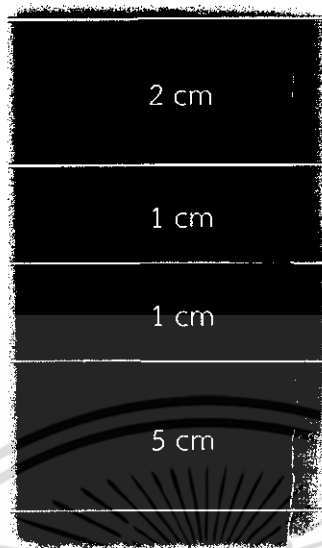
เมื่อครบ 48 ชั่วโมงภายหลังจากสัตว์ตายนำกล้ามเนื้อสันนอกส่วนหน้า (*Longissimus thoracis*; LT) จากซากซีกซ้ายมาวัดค่า pH และอุณหภูมิของกล้ามเนื้อสันนอกที่บริเวณซี่โครงซี่ที่ 10-11 จากนั้นตัดแบ่งออกเป็น 4 ชั้น ดังนี้ (ภาพที่ 1)

ชั้นที่ 1 หนา 2.5 ซม. บรรจุสุญญากาศและแช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี (chemical composition analysis) และเพื่อทราบปริมาณไขมันในเนื้อที่วิเคราะห์โดยทางเคมีของเนื้อแต่ละระดับไขมันแทรก

ชั้นที่ 2 หนา 1 ซม. บรรจุสุญญากาศ และแช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส สำหรับวัดความยาวซาร์โคเมอร์ (sarcomere length)

ชั้นที่ 3 หนา 1 ซม. บรรจุสุญญากาศ และแช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส สำหรับตรวจวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber diameter)

ชั้นที่ 4 หนา 5 ซม. บรรจุสุญญากาศและแช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส สำหรับตรวจวัดค่าแรงตัดผ่าน การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการปรุงสุก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ และความยาวซาร์โคเมอร์ของเนื้อสุก



ชั้นที่ 1. chemical composition analysis

ชั้นที่ 2. sarcomere length

ชั้นที่ 3. muscle fiber diameter

ชั้นที่ 4. shear force / cooking loss
เนื้อสุก : sarcomere length
muscle fiber diameter

ภาพที่ 1 การเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกสุกร (*Longissimus thoracis*) ภายหลังสัตว์ตาย

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสุกร

ภายหลังจากการเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus thoracis*) จากซากซีกขวาของเนื้อสุกรที่ระดับไขมันแทรกแตกต่างกันเก็บไว้ในห้องเย็น (2.0 ± 1.0 องศาเซลเซียส, EBI 20, Ebro, Germany) เป็นเวลา 48 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย ทำการสับตัดชิ้นส่วนเนื้อสันนอกตัวอย่างเนื้อชั้นที่ 1 (ภาพที่ 1) ให้ได้น้ำหนักประมาณ 100 กรัม (หนาประมาณ 2.0 เซนติเมตร) เพื่อใช้ตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีการของ AOAC International (2000)

3.2.2 วิธีการประเมินคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเนื้อสุกร

1) นำกล้ามเนื้อสันนอกซึ่งเสาะจากซากสุกรที่ผ่านการลดอุณหภูมิในห้องเย็น (2.0 ± 1.0 องศาเซลเซียส, EBI 20, Ebro, Germany) เป็นเวลา 48 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย ซึ่งจัดกลุ่มเนื้อสันนอกที่มีระดับไขมันแทรกต่างกัน 3 ระดับ คือ กลุ่มที่ 1 ไขมันแทรกระดับต่ำ (คะแนน 1-2) กลุ่มที่ 2 ไขมันแทรกระดับปานกลาง (คะแนน 3-4) และกลุ่มที่ 3 ไขมันแทรกระดับสูง (คะแนน 5-6) ตามระบบ National Pork Board (2011)

2) วัดค่า pH และอุณหภูมิของกล้ามเนื้อสันนอกที่ 48 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตายที่บริเวณใกล้กับซี่โครงซี่ที่ 10-11 ของซากซีกซ้าย โดยใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่างในเนื้อ (pH meter; SevenGoTM SG2, Mettler Toledo, Germany)

3) สับตัดชิ้นส่วนเนื้อสันนอกตัวอย่างเนื้อชั้นที่ 2 (ภาพที่ 1) เพื่อนำไปวัดความยาวซาร์โคเมียร์ (sarcomere length) ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ De Smet. (2004) โดยเตรียม solution A (0.1M KCl 0.039M boric acid และ 5mM EDTA ใน 2-5% glutaraldehyde) โดยเติม KCl 7.46 กรัม boric acid 2.49 กรัม EDTA 1.85 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร เติม glutaraldehyde 25% 100 มิลลิลิตร ทำการปรับค่า pH ให้เท่ากับ 7.1 หลังจากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร และ solution B (0.25M

KCl 0.29M boric acid และ 5mM EDTA ใน 2-5% glutaraldehyde) โดยเติม KCl 18.64 กรัม boric acid 17.93 กรัม EDTA 1.86 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร เติม glutaraldehyde 25 % 100 มิลลิลิตร ทำการปรับค่า pH ให้เท่ากับ 7.1 หลังจากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร จากนั้นตัดชิ้นเนื้อให้มีขนาดชิ้นละประมาณ 1x1 เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น แช่ใน solution A 25 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนด ย้ายชิ้นเนื้อจาก solution A มาแช่ใน solution B เป็นเวลา 17-19 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างเนื้อมาวางบนแผ่นสไลด์ ใช้แท่งแก้วขยี้ชิ้นเนื้อให้แตก นำแผ่นสไลด์ที่เตรียมเสร็จแล้วไปทำการวัดความยาวซาร์โคเมอร์ด้วยเครื่อง Helium-Neon Laser (SC-31004, IHS Engineering 360, USA) โดยใช้ไม้บรรทัดวัดความกว้างของแสงเลเซอร์ที่ทะลุผ่านบนแผ่นสไลด์มายังพื้นรองรับภาพในหน่วยวัดเซนติเมตร ทำการวัดตัวอย่างละ 30 ซ้ำ แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณจากสมการในการหาหน่วยค่าความยาวซาร์โคเมอร์ในหน่วยวัดไมโครเมตร ดังสมการ

$$\mu = 0.6328 \sqrt{\left(\frac{D}{T}\right)^2 + 1}$$

เมื่อกำหนดให้ D = ระยะห่างระหว่างแผ่นสไลด์กับจอร์รับภาพ
T = (ค่าความยาวของซาร์โคเมอร์ที่วัดได้) / 2

4) จากนั้นเก็บตัวอย่างเนื้อชิ้นที่ 3 (ภาพที่ 1) ที่ 48 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย เพื่อนำไปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber diameter) ซึ่งดัดแปลงวิธีการของ Tuma *et al.* (1962) โดยตัดชิ้นเนื้อให้มีขนาด 1x1 เซนติเมตร แช่ชิ้นเนื้อใน neutral formalin 4% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดนำเนื้อออกจาก neutral formalin แล้วหั่นด้วยมีดให้หนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วใส่เนื้อในเครื่องปั่น (mulinex) จากนั้นเติมสารละลาย NaCl 0.9% 50 มิลลิลิตร ลงในเครื่องปั่นแล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 30 วินาที จนเนื้อแตกละเอียด จากนั้นนำสารละลายที่ปั่นได้หยดลงบนแผ่นสไลด์ นำไปวัดขนาดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (compound microscope) กำลังขยาย 4 เท่า วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยใช้ กล้อง microscope eye-piece camera (Dino-eye AM7023B, AnMo electronics corporation, Taiwan) และโปรแกรมประมวลผลภาพ DinoCapture 2.0 (version 1.5.16C, AnMo electronics corporation, Taiwan) โดยทำการวัดจำนวน 200 เส้นต่อหนึ่งตัวอย่างแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

5) นำตัวอย่างจากเนื้อชิ้นที่ 4 (ภาพที่ 1) มาตัดแต่งเอาไขมันออกให้มีขนาดหนาประมาณ 4 เซนติเมตร ชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักเริ่มต้นแล้วนำเนื้อใส่ถุงร้อนซุ่น จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือจนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางเนื้อเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส เมื่อครบตามที่กำหนดทำให้เย็นลงโดยแช่ในน้ำไหลผ่านประมาณ 30 นาที หรือจนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางเนื้อเท่ากับ 32 องศาเซลเซียส นำเนื้อออกจากถุงแล้วชั่งน้ำหนักเป็นน้ำหนักสุดท้าย นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการปรุงสุก (Wheeler *et al.* 1997; Devine *et al.* 1999; Stolowski *et al.* 2006)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการปรุงสุก} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

6) การวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ทำโดยนำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านขั้นตอนการหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการปรุงสุก (ข้อ 5) มาตัดเนื้อตามแนวความยาวและขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ลูกบาศก์ขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 1×3×1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตัวอย่างละประมาณ 10 ชิ้น จากนั้นนำชิ้นเนื้อไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่องวัดค่าแรงตัดผ่าน (Instron Universal Testing Machine, 2519-104, Instron Corporation, USA) ความเร็ว 200 มิลลิเมตรต่อนาที ที่น้ำหนัก load cell 50 กิโลกรัม โดยวางให้อยู่ในแนวขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อ และกำหนดหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยดัดแปลงจากวิธีของ Boccard *et al.* (1981)

สำหรับการเตรียมตัวอย่างเนื้อสุกรสุกเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี ทำโดยนำเนื้อสันนอกที่จะใช้ในการวิเคราะห์ที่เก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส มาละลายที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นใช้กระดาษซับน้ำที่เนื้อให้แห้ง นำเนื้อใส่ถุงร้อนซุ่นแล้วปิดผนึกถุงด้วยเครื่องปิดผนึกถุงพลาสติกแบบมีอกกด จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือจนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางเนื้อเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส เมื่อครบตามที่กำหนดทำให้เย็นลงโดยแช่ในน้ำไหลผ่านประมาณ 30 นาที หรือจนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางเนื้อเท่ากับ 32 องศาเซลเซียส (Wheeler *et al.* 1997; Devine *et al.* 1999; Stolowski *et al.* 2006) จากนั้นนำเนื้อที่ผ่านการทำให้สุกแล้วไปใช้ในการวิเคราะห์หาความยาวซาร์โคเมียร์โดยดัดแปลงวิธีการของ De Smet. (2004) และความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อโดยดัดแปลงวิธีการของ Tuma *et al.* (1962)

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลคุณภาพเนื้อของเนื้อสุกรที่มีไขมันแทรกแตกต่างกันด้วย Analysis of Variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยให้รอบของการเข้าฆ่าเป็น block ทำการฆ่าทั้งหมด 5 รอบ แต่ละรอบประกอบด้วย 3 กลุ่มทดลองๆ ละ 3 ตัว และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 อิทธิพลของไขมันแทรกต่อส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอกสุกร

ผลการศึกษาร่วมประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอกสุกรดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่าเนื้อสันนอกสุกรที่มีไขมันแทรกระดับสูง (71.02 เปอร์เซ็นต์) มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำกว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกระดับปานกลาง (72.79 เปอร์เซ็นต์) และต่ำ (73.66 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าไขมันในเนื้อมีความสัมพันธ์ผกผันกับปริมาณน้ำที่เป็นองค์ประกอบในเนื้อ (Li *et al.* 2006; Okumura *et al.* 2007) ขณะที่เปอร์เซ็นต์ไขมันของเนื้อสันนอกสุกรที่มีไขมันแทรกระดับสูง (6.11 เปอร์เซ็นต์) มีค่ามากกว่า ($p < 0.05$) เนื้อที่มีไขมันแทรกระดับปานกลาง (4.03 เปอร์เซ็นต์) และต่ำ (2.55 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของกลุ่มทดลองในการวิจัยครั้งนี้ และเป็นสิ่งที่สังเกตได้ว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อมีความสัมพันธ์ผกผันกับปริมาณไขมันแทรกที่ประเมินได้ด้วยสายตา นอกจากนี้พบว่าเนื้อสันนอกสุกรที่มีไขมันแทรกแตกต่างกันมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามเนื้อที่มีไขมันแทรกระดับสูงมีแนวโน้ม ($p = 0.072$) ที่จะมีการโปรตีนต่ำกว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกระดับปานกลางและต่ำโดยมีค่าเท่ากับ 21.98 22.65 และ 22.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับเปอร์เซ็นต์เถ้า พบว่าเนื้อสันนอกที่มีไขมันแทรกระดับปานกลางมีค่าสูงกว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกระดับสูง ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.1 อิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอกสุกร

ลักษณะที่ศึกษา	ระดับไขมันแทรก ¹			SEM ²	p-value
	ต่ำ (n=15)	ปานกลาง (n=15)	สูง (n=15)		
ความชื้น (%)	73.66 ^a	72.79 ^b	71.02 ^c	0.166	<0.0001
ไขมัน (%)	2.55 ^c	4.03 ^b	6.11 ^a	0.137	<0.0001
โปรตีน (%)	22.65	22.59	21.98	0.127	0.072
เถ้า (%)	1.19 ^{ab}	1.25 ^a	1.17 ^b	0.013	0.043

^{a b c} อักษรกำกับที่แตกต่างกันในแถวแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$).

¹ ไขมันแทรกระดับต่ำ (คะแนน 1-2) ปานกลาง (คะแนน 3-4) และสูง (คะแนน 5-6) ประเมินตามระบบของ National Pork Board (2011)

² SEM คือ ความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย (standard error of mean)

4.2 อิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อคุณภาพเนื้อสันนอกสุกร

4.2.1 อิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อค่า pH และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity)

ระดับของไขมันแทรกที่ต่างกันมีอิทธิพลต่อค่า pH ของเนื้อ (ตารางที่ 4.2) โดยพบว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกสูงมีค่า pH (5.69) สูงกว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกต่ำ (5.60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ขณะที่ค่า pH (5.65) ของเนื้อที่มีไขมันแทรกระดับปานกลางไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) จากค่า pH ของเนื้อที่มี

ไขมันแทรกระดับต่ำและสูง สอดคล้องกับการศึกษาของ Cannata *et al.* (2010) ที่พบว่าค่า pH ของเนื้อที่มีปริมาณไขมันแทรกสูง (5.62) และเนื้อที่มีไขมันแทรกปานกลาง (5.57) มีค่าสูงกว่า ($p < 0.05$) เนื้อที่มีไขมันแทรกต่ำ (5.45)

เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.2) พบว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกสูง (1.93 เปอร์เซ็นต์) มีค่าต่ำกว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกน้อย (3.45 เปอร์เซ็นต์) และเนื้อที่มีไขมันแทรกปานกลาง (2.88 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ขณะที่ระดับของไขมันแทรกที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักภายหลังการละลายของกล้ามเนื้อสันนอกสุกร ($p > 0.05$) นอกจากนี้พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุกของเนื้อที่มีไขมันแทรกสูง (19.22 เปอร์เซ็นต์) และไขมันแทรกปานกลาง (20.31 เปอร์เซ็นต์) มีค่าต่ำกว่า ($p < 0.05$) เนื้อที่มีไขมันแทรกน้อย (22.62 เปอร์เซ็นต์) โดยรวมพบว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกมากจะมีการสูญเสียน้ำน้อยกว่าซึ่งอาจแสดงถึงความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดีกว่า ทั้งนี้ส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากค่า pH ที่มีค่ามากกว่า มีผลให้โปรตีนภายในกล้ามเนื้อจะมีความสามารถในการจับน้ำได้ดีขึ้น สอดคล้องกับที่ Cannata *et al.* (2010) รายงานว่าค่า pH มีความสัมพันธ์ในทางลบกับค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา ($r = -0.459$) และค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการปรุงสุก ($r = -0.412$) และยิ่งอาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำที่มีอยู่น้อยกว่าในเนื้อที่มีไขมันแทรกมาก นอกจากนี้ไขมันยังอาจช่วยปกป้องการระเหยของน้ำในระหว่างผ่านความร้อนเพื่อทำให้สุก

4.2.2 อิทธิพลของไขมันแทรกต่อความนุ่มของเนื้อ

ระดับของไขมันแทรกที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (WBSF) ความยาวซาร์โคเมอร์ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้อสันนอกสุกรสดและที่ผ่านการทำให้สุก ($p > 0.05$) สอดคล้องกับ Ngapo *et al.* (2012) ที่พบว่าระดับไขมันแทรกที่แตกต่างกันไม่มีผล ($p > 0.05$) ต่อความยาวซาร์โคเมอร์ของเนื้อสันนอกสุกร ทั้งนี้ Bulotiené and Jukna (2008) กล่าวว่าการศึกษาที่เส้นใยกล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่อาจส่งผลให้มีค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสูง (เนื้อเหนียว) และเนื้อมีค่าการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษาและการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการปรุงสุกสูง

สำหรับค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ซึ่งเป็นค่าที่บอกลถึงความนุ่มเหนียวของเนื้อ พบว่าระดับของไขมันแทรกที่แตกต่างกันไม่มีผลทางสถิติ ($p > 0.05$) ต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ สอดคล้องกับ Cannata *et al.* (2010) และ Ngapo *et al.* (2012) ซึ่งรายงานว่าไขมันแทรกไม่มีอิทธิพล ($p > 0.05$) ต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่วัดด้วยเครื่องมือ (instrumental tenderness measurements) อย่างไรก็ตามในการศึกษารั้งนี้พบว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกระดับสูงมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ 4.07 กิโลกรัม น้อยกว่า ($p > 0.05$) เนื้อที่มีไขมันแทรกต่ำ (4.44 กิโลกรัม) และกลุ่มไขมันแทรกปานกลาง (4.57 กิโลกรัม) ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงการใช้แรงในการตัดผ่านชิ้นเนื้อที่น้อยกว่าอีกสองกลุ่มทดลองหรืออาจจะมีความนุ่มมากกว่าเล็กน้อย

ตารางที่ 4.2 อิทธิพลของระดับไขมันแทรกต่อค่า pH และคุณภาพทางกายภาพของเนื้อสันนอกสุกร

ลักษณะที่ศึกษา	ระดับไขมันแทรก ¹			SEM ²	p-value
	ต่ำ (n=15)	ปานกลาง (n=15)	สูง (n=15)		
ค่า pH	5.60 ^b	5.65 ^{ab}	5.69 ^a	0.013	0.021
การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษา (%)	3.45 ^a	2.88 ^a	1.93 ^b	0.181	0.005
การสูญเสียน้ำหนักในภายหลังการละลาย (%)	3.67	2.89	2.83	0.167	0.088
การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการปรุงสุก (%)	22.62 ^a	20.31 ^b	19.22 ^b	0.391	0.004
ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (kg./cm ²)	4.44	4.52	4.07	0.113	0.233
เนื้อสด					
ความยาวซาร์โคเมอร์ (ไมโครเมตร)	1.79	1.80	1.73	0.019	0.246
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ (ไมโครเมตร)	70.97	64.66	67.10	1.162	0.095
เนื้อสุก					
ความยาวซาร์โคเมอร์ (ไมโครเมตร)	1.69	1.69	1.70	0.011	0.988
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ (ไมโครเมตร)	58.51	60.01	62.03	1.453	0.614

^{a b} อักษรกำกับที่แตกต่างกันในแถวแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05).

¹ ไขมันแทรกระดับต่ำ (คะแนน 1-2) ปานกลาง (คะแนน 3-4) และสูง (คะแนน 5-6) ประเมินตามระบบของ National Pork Board (2011)

² SEM คือ ความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย (standard error of mean)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

เนื้อสันนอกสุกรที่มีระดับของไขมันแทรกมากจะมีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบที่น้อยลง แต่มีค่า pH สูงกว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกน้อย อาจเป็นผลทำให้การสูญเสียน้ำของเนื้อที่มีไขมันแทรกมากจะมีค่าต่ำกว่า ซึ่งส่งผลดีต่อการเก็บรักษาและการทำให้สุกในแง่ลดการสูญเสียน้ำหนัก รวมถึงยังอาจช่วยรักษาความชุ่มฉ่ำในเนื้อเมื่อนำมาบริโภค ทั้งนี้ไม่พบอิทธิพลของปริมาณไขมันแทรกต่อคุณภาพทางกายภาพที่เกี่ยวกับความนุ่ม ได้แก่ ความยาวซาร์โคเมอร์ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้อสันนอกสุกรสดและที่ผ่านการทำให้สุกรวมถึงค่าแรงตัดผ่านเนื้อ แม้จะไม่พบอิทธิพลทางสถิติในการวิจัยครั้งนี้ แต่พบว่าเนื้อสันนอกที่มีไขมันแทรกมากมีผลของค่าแรงตัดผ่านที่น้อยกว่าอีกสองกลุ่ม ซึ่งการศึกษากการรับรู้ความนุ่มในการรับประทานโดยผู้บริโภคหรือทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนอาจแสดงถึงอิทธิพลของไขมันแทรกต่างไปจากการประเมินด้วยเครื่องมือ



บทที่ 6

สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

ผลผลิตที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ (ภาคผนวก ก) คือ บทความวิจัยขนาดสั้น (short paper) จำนวน 1 บทความ เรื่อง Influences of marbling levels on water holding capacity, juiciness, and tenderness of pork loin and Thai consumer responses ซึ่งจัดพิมพ์ในรายงานการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ The 62nd International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST 62nd, 2016) ระหว่างวันที่ 14-19 สิงหาคม 2559 ณ โรงแรมสวิสโซเทล เลอ คองคอร์ด (Swissôtel Le Concorde Bangkok) กรุงเทพฯ



เอกสารอ้างอิง

- จุฬารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ชั้นสูง. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพฯ.
- สัญญาชัย จตุรสิทธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- AOAC International. 2000. *Official methods of analysis*. 17th ed., AOAC Inc., Washington, USA.
- Bertram, H.C., Aaslyng, M.D. and Andersen, H.J. 2005. "Elucidation of the relationship between cooking temperature, water distribution and sensory attributes of pork a combined NMR and sensory study." *J. Meat Sci.* 70 : 75–81.
- Brewer, M.S., Zhu, L.G. and McKeith, F.K. 2001. "Marbling effects on quality characteristics of pork loin chops: Consumer purchase intent, visual and sensory characteristics." *J. Meat Sci.* 59 :153-163.
- Bulotiené, G. and Jukna, V. 2008. "The influence of muscle fibre area on pork quality." *Veterinarija IR. Zootechika.* 42 : 34-37.
- Boccard, R., Buchter, L., Casteels, E., Cosentino, E., Dransfield, E., Hood, D.E., Joseph, R.L., MacDougall, D.B., Rhodes, D.N., SchÖn, I., Tinbergen, B.J. and Touraille, C. 1981. "Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments." *Livest. Prod. Sci.* 8 : 385-397.
- Cameron, N.D. 1990. "Genetic and phenotypic parameters for carcass traits, meat and eating quality traits in pigs." *Livest. Prod. Sci.* 26 : 119–135.
- Cannata, S., Engle, T.E., Moeller, S.J., Zerby, H.N., Radunz, A.E., Green, M.D., Bass, P.D. and Belk, K.E. 2010. "Effect of visual marbling on sensory properties and quality traits of pork loin." *J. Meat Sci.* 85 : 428-434.
- Chambaz, A., Scheeder, M.R.L., Kreuzer, M. and Dufey, P.A. 2003. "Meat quality of Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content." *J. Meat Sci.* 63 : 491-500.
- Crawford, S.M., Moeller, S.J., Zerby, H.N., Irvin, K.M., Kuber, P.S., Velleman, S.G. and Leeds, T.D. 2010. "Effects of cooked temperature on pork tenderness and relationships among muscle physiology and pork quality traits in loins from Landrace and Berkshire swine." *J. Meat Sci.* 84 : 607-612.

- De Smet, S.M. 2004. Sarcomere length determination. *In workshop on quality and functional of Meat.* 2-9 April 2004. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok.
- Devine, C.E., Wahlgren, N.M. and Tornberg, E. 1999. "Effect of rigor temperature on muscle shortening and tenderisation of restrained and unrestrained beef m. *Longissimus thoracicus et lumborum.*" *J. Meat Sci.* 51 : 61-72.
- Faucitano, L., Rivest, J., Daigle, J.P., Levesque, J. and Gariépy, C. 2003. "Distribution of intramuscular fat content and marbling within the longissimus muscle of pigs." *Canadian Meat Science Association.* 16-17.
- Jeremiah, L.E. 1998. *Marbling and pork tenderness.* National Pork Board/ American Meat Science Association Fact Sheet. Des Moines, IA, USA.
- Kim, C. J. and Lee, E. S. 2003. "Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteristics of Hanwoo (Korean native cattle) beef." *J. Meat Sci.* 63 : 397-405.
- King, D.A., Morgan, W.W., Miller, R.K., Sanders, J.O., Lunt, D.K., Taloy, J.F., Gill, C.A. and Savell, J.W. 2005. "Carcass merit between and among family groups of *Bos indicus* crossbred steers and heifers." *J. Meat Sci.* 72 : 496-502.
- Li, C., Zhou, G., Xu, X., Zhang, J., Xu, S. and Ji, Y. 2006. "Effects of marbling on meat quality characteristics and intramuscular connective tissue of beef *Longissimus* muscle." *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19 : 1799-1808.
- Liu, L., Ngadi, M.O., Prasher, S.O. and Gariépy, C. 2012. "Objective determination of pork marbling scores using the wide line detector." *J. Food Engineering.* 110 : 497-504.
- Moeller, S.J., Miller, R.K., Edwards, K.K., Zerby, H.N., Logan, K.E. and Aldredge, T.L. 2010. "Consumer perceptions of pork eating quality as affected by pork quality attributes and end-point cooked temperature." *J. Meat Sci.* 84 : 14-22.
- Møller, A.J., Sorensen, S.E. and Larsen, M. 1981. "Differentiation of myofibrillar and connective tissue strength in beef muscles by warner-bratzler shear parameters." *J. Texture studies.* 12 : 71-83.
- National Pork Board. 2011. *Official color & marbling quality standards.* National Pork Board, Des Moines, USA.
- NPPC. 1999. *Pork composition and quality assessment procedures.* National Pork Producers Council. Des Moines, USA.
- Okumura, T., Saito, K., Nade, T., Misumi, S., Masuda, Y., Sakuma, H., Nakayama, S., Fujita, K., and Kawamura, T. 2007. Effects of intramuscular fat on the sensory characteristics of *M. Longissimus dorsi* in Japanese black steers as judged by a trained analytical panel. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 4 : 577-581.

- O'Mahoney, R., Cowan, C. and Keane, M. 1992. "Consumer preferences for pork chops with different levels of intramuscular fat." *Food Quality and Preference*. 3 : 229-234.
- Rincker, P.J., Killerfer, J., Ellis, M., Brewer, M.S. and McKeith, F.K. 2008. "Intramuscular fat content has little influence on the eating quality of fresh pork loin chops." *J. Anim. Sci.* 86 : 730-737.
- Ryu, Y.C. and Kim, B.C. 2005. "The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig *longissimus dorsi* muscle." *J. Meat Sci.* 71 : 351-357.
- Savell, J.W. and Cross, H.R. 1988. "The role of fat in the palatability of beef, pork and lump" *In Designing food: Animal product option in the marketplace.* Washington, DC. National Academy Press.
- Smith, G.C. and Carpenter, Z.L. 1974. "Eating quality of animal products and their fat content." *In Proceedings of the Symposium on Changing the Fat Content and Composition of Animal Products.* Washington, D.C. National Academy of Sciences. Cited by Savell, J.W. and Cross, H.R. 1988. "The role of fat in the palatability of beef, pork and lump" *In Designing food: Animal product option in the marketplace.* Washington, DC. National Academy Press.
- Stolowski, G.D., Baird, B.E., Miller, R.K., Savell, J.W., Sams, A.R., Taylor, J.F., Sanders, J.O. and Smith, S.B. 2006. "Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses." *J. Meat Sci.* 73 : 475-483.
- Tuma, H.J., Venable, J.H., Wuthier, P.R. and Henrickson, R.L. 1962. "Relationship of fiber diameter to tenderness and meatiness as influenced by *Bovine* age." *J. Anim. Sci.* 21 : 33-36.
- USDA. 1997. "United States standards for grades of carcass beef." Livestock and Seed Division, Agricultural Marketing Service, United States Department of Agriculture, USA.
- Verbeke, W., Oeckel van, M.J., Warnants, N., Viaene, J. and Boucque, Ch.V. 1999. "Consumer perception, facts and possibilities to improve acceptability of health and sensory characteristics of pork." *J. Meat Sci.* 53 : 77-99.
- Wheeler, T.L., Shackelford, S.D., Johnson, L.P., Miller, M.F., Miller, R.K. and Koohmaraie, M. 1997. "A Comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions." *J. Anim. Sci.* 75 : 2423-2432.
- Wheeler, T. L., Shackleford, S.D., and Koohmaraie, M. 1999. "Tenderness classification of beef: III. Effect of the interaction between end point temperature and tenderness on Warner-Bratzler shear force of beef *longissimus*." *J. Anim. Sci.* 77 : 400-407.

ภาคผนวก



Influences of marbling levels on water holding capacity, juiciness, and tenderness of pork loin and Thai consumer responses

S. Noidad^{1,*}, R. Limsupavanich¹ and S. Suwonsichon²

¹ Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520, Thailand.

² Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand

*Corresponding author email: sawankamol.n@gmail.com

Abstract – Water holding capacity and Thai consumer responses (n=389) on juiciness and tenderness of pork *Longissimus dorsi* (LD) muscles with different marbling levels were investigated. At 24-h postmortem, fifteen pork LD muscles were visually evaluated and categorized into three marbling levels as low (score=1-2), medium (score=3-4), and high (score=5-6) according to US National Pork Board (2011) marbling standard. At 48-h postmortem, pH, drip, thawing, and cooking losses and Warner Bratzler Shear Force (WBSF) were evaluated. For consumer evaluation, each LD was cut into ten 3.5-cm thick steaks, cooked (180.0±5.0°C) in EO-42K broiler ovens (Sharp Corporation, Japan) to 71.0±1.0°C internal temperature (Testo 176T4, Testo Inc., Germany), cut into 1.3-cm³ cubes, and kept warm at 54.0±1.0°C. Tenderness and juiciness were rated using a nine-point hedonic scale (9=extremely like and 1=extremely dislike). The experiment was in Completely Randomized Design. Influences of marbling levels were analyzed using General Linear Model. Treatment means differences were separated using PDIFF. Marbling levels affected (p<0.05) drip and cooking losses, but did not affect pH, thawing loss, and WBSF (p>0.05). Low marbling LD had more drip (3.5%) and cooking losses (22.6%) than high marbling (1.9% and 19.2%, respectively). For tenderness, consumers preferred high marbling LD more than (p<0.05) low, but rated their juiciness similarly (p>0.05).

Key Words – marbling, pork quality, consumer perception

I. INTRODUCTION

It is generally accepted that an increase in the amount of marbling has a positive influence on meat quality and eating quality of pork [4]. Marbling has also been shown to influence tenderness. But the extent to which marbling positively contributes to tenderness varies [4, 5]. It was reported that marbling within the range of 2.0 to 4.0% was optimal for pork palatability [14]. However, it is still controversial whether marbling has some influences on the water holding capacity and WBSF of meat. Some studies showed a significant decrease in WBSF for beef [8] and drip loss [7] for pork LD muscles with advancing marbling score, whereas others noted no differences in WBSF among marbling groups [5, 11]. The influences of marbling levels on eating quality of pork and consumer perception had not been investigated in Thailand. It is, therefore, our interest in investigating water holding capacity and tenderness of pork LD muscles with different marbling levels and the responses of Thai consumers on their juiciness and tenderness.

II. MATERIALS AND METHODS

Fifteen LD muscles were fabricated from left side of Duroc castrated male carcasses (approximately 110.0±10 kg slaughtered weight) at a commercial packing plant (Lopburi, Thailand). At 24-h postmortem, each LD was separated between approximately the 10th and 11th rib, visually evaluated, and categorized into three marbling levels as low (score=1 or 2), medium (score=3 or 4), and high (score=5 or 6) by industry trained personnel, with visual color ranged between 3 and 4, based on the US National Pork Board [10] marbling and color standard. After marbling and

color evaluation, each LD was individually vacuum-packaged (Ultravac 2100, UltraSource, USA) in a polyvinylidene chloride vacuum bag and dipped into hot water ($85.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$) for 2 sec (Ultra shrink 2818, UltraSource, USA). Subsequently, all samples were packed in stylofoam containers with ice ($0.9 \pm 0.6^\circ\text{C}$, EBI 20, Ebro data logger, Germany) and transported to Meat Technology Research Network Center (Bangkok, Thailand). Upon arrival, vacuum packaged LD muscles were stored in a walk-in chiller ($1.6 \pm 0.4^\circ\text{C}$, EBI 20, Ebro data logger, Germany). At 48-h postmortem, ultimate pH (SevenGo™ pH meter SG2, Mettler Toledo, Germany), drip, thawing, and cooking losses and WBSF were evaluated. A 2.0-cm thick steak was cut from each LD muscle, immediately weighed, and placed on a hook attached on the lid of a sealed plastic container with no contact to the container. After 48 h of chill storage ($1.6 \pm 0.4^\circ\text{C}$, EBI 20, Ebro data logger, Germany), samples were removed from the containers and reweighed. Drip loss was expressed as a percentage of the initial weight [2]. For thawing loss, cooking loss, and WBSF, each LD was cut into a 5.0-cm thick steak, individually vacuum packaged (K-Nylon/LLDPE, Packmart, Thailand), and frozen (-20.0°C) until evaluation. On the evaluation day, samples were thawed overnight at $1.6 \pm 0.4^\circ\text{C}$ (EBI 20, Ebro data logger, Germany), removed from vacuum bags, and reweighed for expression of thawing loss. Each sample was placed in a sealed high density polyethylene bag and cooked at 80.0°C (Labec water bath, Laboratory Equipment PTY. LTD, Australia) until internal temperature reached $71.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ (Testo 176T4, Testo Inc., Germany). After cooling to $30.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ in a running tap water, sample was then removed from the bag and weighed. Cooking loss was calculated by difference and expressed as a percentage of the initial weight [6, 13, 15]. Each sample was then cut across and along the muscle fibers into eight pieces of $1 \times 3 \times 1\text{-cm}^3$ muscle cubes and assessed for WBSF using an Instron Universal Testing Machine Model 2519-104 (Instron Corporation, USA), equipped with a 50.0 kg load cell and 200 mm/min shearing rate [3]. For consumer evaluation, each frozen 3.5-cm thick LD steak, was thawed overnight at $2.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$, and cooked

in electronic broiler ovens (EO-42K, Sharp Corporation, Japan) at $180.0 \pm 5.0^\circ\text{C}$ until an internal temperature reached $71.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ (Testo 176T4, Testo Inc., Germany). Each cooked LD steak was cut into 1.3-cm^3 cubes and kept warm at $54.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ (Labec water bath, Laboratory Equipment PTY. LTD, Australia) until serving. Consumer acceptability on tenderness and juiciness of LD muscles were evaluated using a nine-point hedonic scale, where 9 is extremely like, 5 is neither like nor dislike, and 1 is extremely dislike. The experimental design was a Completely Randomized Design. Influences of marbling levels on water holding capacity parameters, WBSF, and consumer perception were analyzed using General Linear Model (GLM). Treatment means differences were separated using PDIFF.

III. RESULTS AND DISCUSSION

Effect of marbling levels on pork water holding capacity parameters and WBSF.

From Table 1, No differences in pH values were observed among pork LD with different marbling levels ($p > 0.05$). However, both medium (pH=5.65) and high (pH=5.68) marbling LD tended ($p = 0.09$) to have higher pH values than low marbling (pH=5.60). Similar results on pH values were reported [11], where three marbling levels were categorized by modification from the US National Pork Producer Council [10] and intramuscular fat analysis.

For water holding capacity parameters, our results showed that marbling levels did not ($p > 0.05$) affect thawing loss, but it influenced ($p < 0.05$) drip loss and cooking loss of pork LD. Low marbling LD muscles had more ($p < 0.05$) drip loss (3.5%) and cooking loss (22.6%) than high marbling (1.9% and 19.2%, respectively). However, no differences ($p > 0.05$) were observed between medium and high marbling with respect to drip loss and cooking loss. These observations might partially be explained by the tendency ($p = 0.09$) for low pH values in the low marbling category LD observed in our results. A negative

correlation between marbling levels and drip loss ($r = -0.46$) as well as cooking loss ($r = -0.41$) has been reported [5].

For tenderness, the influence of marbling levels was not ($p > 0.05$) observed instrumentally when measured by WBSF. Although not statistically significant, we did find that WBSF for high marbling LD (4.07 kg) was lower ($p > 0.05$) than those from low (4.44 kg) and medium (4.52 kg) marbling LD. Similarly, previous studies [5, 11] reported no influences of marbling levels on instrumental tenderness measurements.

Table 1 Influences of marbling levels on water holding capacity parameters, WBSF, and consumer ($n=389$) responses on tenderness and juiciness of pork *Longissimus dorsi* muscles

parameter	marbling category			SEM	p-value
	low (n=15)	medium (n=15)	high (n=15)		
pH value	5.60	5.65	5.68	0.11	0.09
drip loss (%)	3.45 ^a	2.88 ^{ab}	1.93 ^b	1.29	0.01
thawing loss (%)	3.67	2.89	2.83	1.43	0.22
cooking loss (%)	22.62 ^a	20.31 ^b	19.22 ^b	2.72	0.01
WBSF ¹ (kg./cm ²)	4.44	4.52	4.07	0.79	0.26
tenderness ²	6.6 ^b	6.5 ^b	6.9 ^a	1.82	0.03
juiciness ²	6.3	6.2	6.5	1.82	0.17

^{a, b} Lsmeans in a row and marbling category with different superscripts differ ($p < 0.05$).

¹ WBSF = Warner Bratzler Shear Force

² Consumer tenderness and juiciness responses rated on a 9-point hedonic scale (9 = like extremely, 5 = neither like nor dislike, 1 = dislike extremely)

Effect of marbling levels on consumer evaluation for juiciness and tenderness.

Instrumental measurements on juiciness and tenderness should be more meaningful, if consumer responses were investigated. From our study, the responses of 389 Thai consumers who liked to eat pork with ages ranging from 18 to more than 65 years old were recruited from different locations in Bangkok and Bangkok suburbs. Surprisingly, consumer evaluation indicated no difference ($p > 0.05$, Table 1) in average juiciness liking scores of LD muscles among the three marbling categories. In contrast to our results, a study by [4] reported that marbling affected consumer evaluation ($n=150$)

for pork juiciness. But an evaluation by trained panelists, no influence of marbling levels on pork juiciness was observed [11]. For tenderness evaluation, Thai consumers preferred high marbling LD (average liking score = 6.9) more than ($p < 0.05$) the low (6.6) and medium (6.5) level marbling LD. This might indicate that consumers could detect the slight difference in WBSF we found in this study, although not statistically significant. Consumer tenderness evaluation was previously reported to be positively associated with marbling levels [4]. However, another study [9] found no influences of intramuscular fat contents on consumer evaluation for both juiciness and tenderness. By trained panelist evaluation, influence of marbling levels on hardness of pork was reported [11], but Cannata *et al.* (2010) [5] did not find an influence of marbling levels on tenderness. According to Smith and Carpenter (1974) cited by Savell and Cross (1988) [12], “based on strain theory, as marbling is deposited in the perivascular cells inside the walls of the perimysium or endomysium, the connective tissue walls on either side of the deposit are thinned, thereby decreasing their effective width, thickness, and strength”. However, Aberle *et al.* (2012) [1] stated that “intramuscular lipids have been credited to make meat more tender, but little research showed a strong positive influence on tenderness”. They added that “it was more likely that some lipids acted as lubricant in mastication, thus improving perceived tenderness”.

IV. CONCLUSION

Pork LD muscles with high marbling levels resulted in lower drip loss and cooking loss. But this effect was not observed on consumer perceived juiciness. Although no influence of marbling was found on WBSF statistically. Consumers, however, preferred high marbling pork than low and medium. The effects of marbling levels on Thai consumer responses on juiciness and tenderness of pork LD were similar to some previous findings.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank research funding by Faculty of Agricultural Technology, KMITL, Thailand. We also thank the Betagro Safety Meat Packing Co. Ltd. for data collection permission and the Meat Technology Research Network Center, Department of Animal Production Technology and Fisheries, Faculty of Agricultural Technology, KMITL, Thailand for research facility support.

REFERENCES

1. Aberle, E.D., Forrest, J.C., Gerrard, D.E. & Mills, E.W. (2012). Principles of meat science, Kendall Hunt Publishing, USA.
2. Alonso, V., María del, M.C., Laura, P., Pedro, R., & José, A.B. (2010) Effect of protein level in commercial diets on pork meat quality. *Meat Science*. 85:7-14.
3. Boccard, R., Buchter, L., Casteels, E., Cosentino, E., Dransfield, E., Hood, D.E., Joseph, R.L., MacDougall, D.B., Rhodes, D.N., Schön, I., Tinbergen, B.J. & Touraille, C. (1981). Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. *Livestock Production Science*. 8: 385-397.
4. Brewer, M.S., Zhu, L.G. & McKeith, F.K. (2001). Marbling effects on quality characteristics of pork loin chops: Consumer purchase intent, visual and sensory characteristics. *Meat Science*. 59:153-163.
5. Cannata, S., Engle, T.E., Moeller, S.J., Zerby, H.N., Radunz, A.E., Green, M.D., Bass, P.D. & Belk, K.E. (2010). Effect of visual marbling on sensory properties and quality traits of pork loin. *Meat Science*. 85: 428-434.
6. Devine, C.E., Wahlgren, N.M. & Tornberg, E. (1999). Effect of rigor temperature on muscle shortening and tenderisation of restrained and unrestrained beef *m. Longissimus thoracicus et lumborum*. *Meat Science*. 51: 61-72.
7. Lee, S.H., Choe, J.H., Choi, Y.M., Jung, K.C. Rhee, M.S., Hong, K.C., Lee, S.K., Ryu, Y.C. & Kim, B.C. (2012). The influence of pork quality traits and muscle fiber characteristics on the eating quality of pork from various breeds. *Meat Science*. 90: 284-291.
8. Li, C., Zhou, G., Xu, X., Zhang, J., Xu, S. & Ji, Y. (2006). Effects of marbling on meat quality characteristics and intramuscular connective tissue of beef *Longissimus muscle*. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*. 19: 1799-1808.
9. Moeller, S.J., Miller, R.K., Edwards, K.K., Zerby, H.N., Logan, K.E. & Aldredge, T.L. (2010). Consumer perceptions of pork eating quality as affected by pork quality attributes and end-point cooked temperature. *Meat Science*. 84: 14-22.
10. National Pork Board. (2011). Official color & marbling quality standards. National Pork Board. Des Moines: USA.
11. Ngapo, T.M., Louise, R., Claude, L. & Jacinthe, F. (2012). Marbling and ageing - Part 1. Sensory quality of pork. *Food Research International*. 49: 396-405.
12. Smith, G.C. & Carpenter, Z.L. (1974). Eating quality of animal products and their fat content. Proceedings of the Symposium on Changing the Fat Content and Composition of Animal Products. Washington, D.C.: National Academy of Sciences Cited by Savell, J.W. & Cross, H.R. (1988). The role of fat in the palatability of beef, pork and lump *In* Designing food: Animal product option in the marketplace. Washington. National academy press.
13. Stolowski, G.D., Baird, B.E., Miller, R.K., Savell, J.W., Sams, A.R., Taylor, J.F., Sanders, J.O. & Smith, S.B. (2006). Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. *Meat Science*. 73: 475-483.
14. Verbeke, W., Oeckel van, M.J., Wamants, N., Viaene, J. & Boucque, Ch.V. (1999). Consumer perception, facts and possibilities to improve acceptability of health and sensory characteristics of pork. *Meat Science*. 53: 77-99.
15. Wheeler, T.L., Shakleford, S.D. & Koohmaraie, M. (1999). Tenderness classification of beef: III. Effect of the interaction between end point temperature and tenderness on Warner-Bratzler shear force of beef *longissimus*. *Animal Science*. 77: 400-407.

ภาคผนวก ข

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย

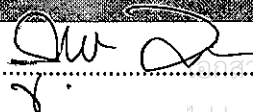


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งทุน: เงินรายได้
 ชื่อโครงการ : อิทธิพลของไขมันทรานส์ต่อคุณสมบัติด้านความนุ่มของเนื้อสุกร
 ชื่อหัวหน้าโครงการ: ดร. รุจรีน ลัมศุภาวิษ

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ ดอกเบี้ยรับ	รายจ่าย					รวม รายจ่าย			
			รับ	จ่าย	คงเหลือ		งบบุคลากร	งบดำเนินงาน			งบลงทุน				
							ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์			
	งบประมาณที่ได้รับการอนุมัติ (ตามแผน)														
22 ม.ค. 59	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 1 = 85%)		85,000.00		85,000.00	149.4									
2 ก.ย. 59	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 2 = 15%)		15,000.00		15,000.00	31.19									
	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 3)														
มี.ค.-ก.ค. 59	หัก ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 1)			50,000.00	46,000.00		50,000.00	-	-	-	-	-	-	-	50,000.00
20 ก.ค. 59	ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 2)			385.20	45,614.80					385.20					385.20
31 ก.ค. 59	ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 2)	59-06031		22,499.96	23,114.84					22,499.96					22,499.96
1 ส.ค. 59	ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 3)			5,000.00	18,114.84		5,000.00								5,000.00
2 ส.ค. 59	ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 4)	S108/105392		1,297.38	16,817.46						1,297.38				1,297.38
16 ส.ค. 59		S108/107089		2,127.70	14,689.76		5,000.00				2,127.70				7,127.70
28 ส.ค. 59		IV313/23642		13,824.83	864.93						13,824.83				13,824.83
	งบประมาณคงเหลือ		100,000.00	95,135.07	4,864.93	180.59	60,000.00			40,135.07					100,135.07
	รายละเอียดค่าใช้จ่าย														
	ครั้งที่ 1														
มีนาคม 59	ค่าจ้างชั่วคราว นักศึกษาผู้ช่วยวิจัย 2 คน	(เลขที่ใบเสร็จรับเงิน)					10,000.00								10,000.00
เมษายน 59	ค่าจ้างชั่วคราว นักศึกษาผู้ช่วยวิจัย 2 คน						10,000.00								10,000.00
พฤษภาคม 59	ค่าจ้างชั่วคราว นักศึกษาผู้ช่วยวิจัย 2 คน						10,000.00								10,000.00
1 มิ.ย. 59	ค่าจ้างชั่วคราว นักศึกษาผู้ช่วยวิจัย 2 คน						10,000.00								10,000.00
1 ก.ค. 59	ค่าจ้างชั่วคราว นักศึกษาผู้ช่วยวิจัย 2 คน						10,000.00								10,000.00
	รวมครั้งที่ 1						50,000.00								50,000.00
	ครั้งที่ 2														
20 ก.ค. 59	ก๊าซไนโตรเจน	IV59070130								385.20					385.20
31 ก.ค. 59	sulfuric acid: Merck	59-06031								1,964.00					1,964.00
	potassium permanganate 0.1N : Merck									2,880.00					2,880.00
	UREA, 500g : Ajax									2,040.00					2,040.00
	Potassium sulfate: Merck									3,240.00					3,240.00
	Petroleum ether 40-60 c 4L : Qrec									3,880.00					3,880.00
	Crucible 50 ml (70x40)									2,800.00					2,800.00
	Beaker 1L :Pyrex									2,700.00					2,700.00
	Beaker 600 ml :Pyrex									1,524.00					1,524.00
	vat 7%									1,471.96					1,471.96
	รวมครั้งที่ 2									22,885.16					22,885.16
	ครั้งที่ 3														
1 ส.ค. 59	ค่าจ้างชั่วคราว นักศึกษาผู้ช่วยวิจัย 1 คน						5,000.00								5,000.00
	รวมครั้งที่ 3						5,000.00								5,000.00
	ครั้งที่ 4														
2 ส.ค. 59	Trichloroacetic acid 250 g	S108/105392								1,297.38					1,297.38
16 ส.ค. 59	Trichloroacetic acid 250 g	S108/107089								2,127.70					2,127.70
28 ส.ค. 59	หลอดทดลองฝาเกลียว 25x150 มม. 55มล. , ลิควิดพาราฟิน 2.5 ล. 6	IV313/23642								13,824.83					13,824.83
1 ก.ย. 59	ค่าจ้างชั่วคราว นักศึกษาผู้ช่วยวิจัย 1 คน						5,000.00								5,000.00
	รวมครั้งที่ 4						5,000.00			17,249.91					22,249.91

ลงชื่อหัวหน้าโครงการ



ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว : หัวหน้าโครงการ

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว รุจรีน ลิ้มศุภวานิช.....
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Rutcharin Limsupavanich.
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3100100251548.....
- หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ถนนฉลวงกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520.....
- โทรศัพท์ 0-2329-8000 ต่อ 3657..... โทรสาร 0-2329-8519.....
โทรศัพท์มือถือ 084-384-9991..... E-mail: rlimsupa@gmail.com, rutcharin.li@kmitl.ac.th
- ประวัติการศึกษา (ปริญญาตรี-เอก ; สาขา และสถาบัน)
ปริญญาตรี วท.บ. (เกษตรศาสตร์) สาขาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.....
ปริญญาโท M.S. (Nutrition Sciences), Food Science Major, Oklahoma State University, USA.
ปริญญาเอก Ph.D. (Food Science), Meat Science Major, Kansas State University, USA.
- สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ
.....Meat color, meat display- or shelf-life evaluation, meat product development
- โครงการวิจัยที่กำลังดำเนินการ
 - คุณภาพของเนื้อสุกรที่ผู้บริโภคต้องการเมื่อเลือกซื้อและบริโภคเนื้อสุกรคุณภาพสูง บริษัท เครือเบทาโกร จำกัด (หัวหน้าโครงการ)
 - คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และคุณภาพการบริโภคสุกรพื้นเมืองไทย
- งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว
 - ผลงานวิจัยตีพิมพ์ (ระดับชาติ และระดับนานาชาติ) (ชื่อผลงาน ชื่อวารสาร แหล่งทุน ปีที่พิมพ์)
ผลงานวิจัยตีพิมพ์ระดับชาติ
 - กมล ฉวีวรรณ วโรชา จำปารัตน์ วิไลวรรณ แทนธานี รณชัย สิทธิไกรพงษ์ รุจรีน ลิ้มศุภวานิช และจันทร์พร เจ้าทรัพย์. 2558. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ “คุณภาพเนื้อและคุณภาพการบริโภคของสุกรขุนที่เกิดจากพ่อสุกรพันธุ์ปากช่อง 5” รหัสโครงการ RDG5620024 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย กรุงเทพฯ (มีนาคม 2558).
 - ปรมาภรณ์ เจ็ดวรรณะ คมแข พิลาสมบัติ รุจรีน ลิ้มศุภวานิช อติศร เสวตวิวัฒน์ และ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2554. การศึกษาคุณภาพและจุลินทรีย์ของแฮมเนื้อโคโดยใช้เชื้อ *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* P2 และ Sb2 เป็นก้ำเชื้อในการหมักแฮม. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 29 (3-2): 46-54.
 - อรุณวรรณ อินทร์ช่วย คมแข พิลาสมบัติ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล รุจรีน ลิ้มศุภวานิช และ อติศร เสวตวิวัฒน์. 2554. การใช้ก้ำเชื้อโปรไบโอติก *Pediococcus pentasaceus* TISTR536 และ *Lactobacillus salivarius* D4 ในแฮมเนื้อโค. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 29(3-2): 37-45.
 - มยุรินทร์ รักทอง ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ รุจรีน ลิ้มศุภวานิช และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล 2553. ผลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 28 (2 ฉบับพิเศษ): 26-34.
 - ศวรรณกมล น้อยตัด รุจรีน ลิ้มศุภวานิช และ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล 2553. ผลของการบ่มต่อคุณภาพเนื้อแม่โคนมขุนที่เลี้ยงด้วยผลพลอยได้จากเปลือกสับประรดหรือข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 28 (2 ฉบับพิเศษ): 25-60.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ปริมาณการเจี๊ววรรณะ คมแซ พิลาสมบัติ รุจริน ลิมสุวานิช อติศร เสวตวิวัฒน์ และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2553. ผลของการใช้เชื้อ *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* P2 และ Sb2 ที่มีต่อคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ของแฮมเนื้อโค. ในรายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมื่อสัตว์ ครั้งที่ 2 โรงแรมรามารการ์เด็นส์ ดอนเมือง กรุงเทพฯ 17-18 ธันวาคม 2553, 71-77.

7) อรุณวรรณ อินทร์ช่วย คมแซ พิลาสมบัติ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล รุจริน ลิมสุวานิช และ อติศร เสวตวิวัฒน์ 2553. คุณสมบัติทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แฮมเนื้อโคเมื่อใช้เชื้อ *Pediococcus pentasaceus* TISTR536 และ *Lactobacillus salivarius* D4 เป็นก้ำเชื้อ ใน รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมื่อสัตว์ ครั้งที่ 2 โรงแรมรามารการ์เด็นส์ ดอนเมือง กรุงเทพฯ 17-18 ธันวาคม 2553, หน้า 65-70.

8) รุจริน ลิมสุวานิช จุฑาทิพย์ มานะวัฒนวงศ์ และ เพ็ญภา จิตวัฒนถาวร 2553. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุนเชียงหมูแผ่นพร้อมรับประทาน. ใน หนังสือรวบรวมผลงานโครงการที่ได้รับทุนโครงการ IRPUS ประจำปี 2552. จัดทำโดยสำนักงานโครงการ IRPUS สนับสนุนทุนวิจัยโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย กรุงเทพฯ มิถุนายน 2553, 425.

9) มยุรินทร์ รักทอง ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ รุจริน ลิมสุวานิช และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล 2552. ผลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองขุนที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน. ใน รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมื่อสัตว์ ครั้งที่ 1 โรงแรมรามารการ์เด็นส์ ดอนเมือง กรุงเทพฯ 17-18 ธันวาคม 2552.

10) ศววรรณกมล น้อยตัด รุจริน ลิมสุวานิช และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2552. ผลของการบ่มต่อคุณภาพเนื้อแม่โคนมขุนที่เลี้ยงด้วยผลพลอยได้จากเปลือกสับปรดหรือข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ ใน รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมื่อสัตว์ ครั้งที่ 1 โรงแรมรามารการ์เด็นส์ ดอนเมือง กรุงเทพฯ 17-18 ธันวาคม 2552.

11) จุฑารัตน์ เศรษฐกุล อติศร เสวตวิวัฒน์ และรุจริน ลิมสุวานิช. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ "การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อที่พร้อมขยายโอกาสทางการตลาด" รหัสโครงการ RDG4920032 ในชุดโครงการ "การขยายโอกาสธุรกิจเนื้อโคของไทย" สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย กรุงเทพฯ (กันยายน 2549 - สิงหาคม 2552).

12) ภัทรภรณ์ เชื้อนันตา จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ รุจริน ลิมสุวานิช. 2542. อิทธิพลของการลดอุณหภูมิแบบรวดเร็วในเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อสุกร. ใน รายงานการประชุมวิชาการ 30 ปี เกษตรเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 24 - 25 มิถุนายน 2542. กรุงเทพฯ.

13) ภัทรภรณ์ เชื้อนันตา จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ รุจริน ลิมสุวานิช. 2540. การฆ่าแช่และซากอุ่นต่อคุณภาพเนื้อสุกร. ใน รายงานการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 35 สาขาสัตว์, 3 - 5 กุมภาพันธ์ 2540. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

14) อาวุธ ต้นไซ นภาพันธุ์ ปิยะเสถียร และ รุจริน ลิมสุวานิช. 2540. ผลของการเสริมกรดไขมันต่อการเจริญเติบโตของสุกรในระยะรุ่นและระยะขุนใน รายงานการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 35 สาขาสัตว์, 3 - 5 กุมภาพันธ์ 2540. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ หน้า 64-70.

15) จุฑารัตน์ เศรษฐกุล กันยา ดันติวิสุทธิกุล รุจริน ลิมสุวานิช และ ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2539. การศึกษาข้อมูลค่าความเป็นกรดต่าง (pH1) ในกล้ามเนื้อ *M. longissimus dorsi* ของสุกรขุนจากโรงฆ่ามาตรฐานและโรงฆ่าแบบเก่า. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 34, 30 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2539. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ผลงานวิจัยตีพิมพ์ระดับนานาชาติ

1) Lertpatarakomol, R., R. Limsupavanich, R. Sitthigripong, C. Chaosap, and K. Chaweewan. 2016. Water holding capacity and tenderness of pork during storage times. In *Proceedings of the 17th AAAP Animal Science Congress*, Fukuoka, Japan, August 22-25, p. 1090-1092.

2) Noidad, S., R. Limsupavanich, S. Suwansichon, R. Sitthigripong, C. Chaosap. 2016. How do Thai consumers respond to quality of pork with different marbling levels?: a preliminary study in different age ranges. In *Proceedings of the 17th AAAP Animal Science Congress*, Fukuoka, Japan, August 22-25, p. 57-59.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) Sitthigripong, R., R. Limsupavanich, S. Noidad, R. Lertpatarakomol, K. Chaweewan, C. Chaosap. 2016. A Comparison of consumer acceptability of loin steaks from crossbred fattening pigs derived from Pakchong 5 boar and commercial boars. In *Proceedings of the 17th AAAP Animal Science Congress*, Fukuoka, Japan, August 22-25, p. 1512-1514.
- 4) Chaweewan, K., W. Thaenthanee, C. Chaosap, R. Limsupavanich and R. Sitthigripong. 2016. Carcass quality and meat quality of fattening pigs derived from different terminal boars. In *Proceedings of the 62nd International Congress of Meat Science and Technology*, Bangkok, Thailand, August 14-19, 2016.
- 5) Lertpatarakomol, R., R. Sitthigripong, R. Limsupavanich, C. Chaosap, W. Champarat, W. Thaenthanee and K. Chaweewan. 2016. A study on meat quality characteristics of crossbred fattening pigs derived from pakchong 5 boars. In *Proceedings of the 62nd International Congress of Meat Science and Technology*, Bangkok, Thailand, August 14-19, 2016.
- 6) Noidad, S., R. Limsupavanich, and S. Suwonsichon. 2016. Influences of marbling levels on water holding capacity, juiciness and tenderness of pork loin and Thai consumer responses. In *Proceedings of the 62nd International Congress of Meat Science and Technology*, Bangkok, Thailand, August 14-19, 2016.
- 7) Chaweewan, K., W. Thaenthanee, C. Chaosap, R. Limsupavanich, and R. Sitthigripong. 2015. Carcass and meat quality traits of pigs derived from pietrain breed. In *Proceedings of the 61st International Congress of Meat Science and Technology*, Clermont-Ferrand, France. August 23-28, 2015.
- 8) Lertpatarakomol, R., C. Chaosap, R. Sitthigripong, R. Limsupavanich, W. Champarat, W. Thaenthanee, and K. Chaweewan. 2015. Meat Quality of Crossbred Fattening Pigs sired by Pakchong 5 Boars and Commercial Boars. In *the 5th International Conference on Sustainable Animal Agricultural for Developing Countries*, Pattaya, Thailand, October 26-30, 2015.
- 9) Limsupavanich, R., J. Manawattanawong, and P. Jitwattanathaworn. 2015. Effects of drying temperatures and fat levels on yield and quality of reformed ready-to-eat Chinese sausage style meat snack. In *Proceedings of the 61st International Congress of Meat Science and Technology*, Clermont-Ferrand, France. August 23-28, 2015.
- 10) Tajasri, N., C. Chaosap, R. Sitthigripong, and R. Limsupavanich. 2015. Comparison of Carcass Traits in Duroc and Two Commercial Crossbred Pigs. In *the 2nd Symposium on Agricultural Technology*, Pattaya, Thailand, 1-3 July, 2015.
- 11) Limsupavanich, R., A. Swetwivathana, K. Pilsombat, J. Sethakul, and A. Jindaprasert. 2013. Effects of Starter Cultures on Microbial Changes during Production of Novel Thai Fermented Beef Snack Sticks. . In *Proceedings of the 59th International Congress of Meat Science and Technology*, Izmir, Turkey, August 18-23, 2013.
- 12) Rakthong, M., R. Limsupavanich, Y. Opatpatanakit, and J. Sethakul. 2010. 24-h Displayed Quality of *Longissimus M.* from Fattening Native Thai Cattle Offered Different Roughage Sources as Affected by Ageing Periods. In *Proceedings of the 14th AAAP Animal Science Congress*, Pingtung, Taiwan, ROC, August 23-27.
- 13) Noidad, S., R. Limsupavanich, Y. Opatpatanakit and J. Sethakul. 2010. Quality of *Longissimus M.* from Finished Dairy Cow as Affected by Roughage Sources and Ageing Periods. In *Proceedings of the 14th AAAP Animal Science Congress*, Pingtung, Taiwan, ROC, August 23-27. (poster and short paper).

- 14) Tuntivisoottikul, K., K. Pilasombut, R. Limsupavanich and J. Sethakul. 2010. The Effect of Ageing Technique Associated with Lactic Acid Spray and Ageing Times on Beef Quality. In *Proceedings of the 14th AAAP Animal Science Congress*, Pingtung, Taiwan, ROC, August 23-27, p.1425-1429. (poster and short paper).
- 15) Sethakul, J., Y. Opatpatanakit, R. Limsupavanich, L. Srisuwan, and K. Jirajaroenrat. 2008. Relationship of postmortem troponin-T degradation and meat tenderness of beef *Longissimus dorsi* from different production systems in Thailand. In *Proceedings of the 54th International Congress of Meat Science and Technology*, Cape Town, South Africa. August 10-15, 2008. (Selected oral and poster presentation and short paper).
- 16) Limsupavanich, R., D. H. Kropf, M. C. Hunt, E. A. E. Boyle, D. L. Boyle, and T. M. Loughin. 2008. Myoglobin layer, surface myoglobin, and visual colour-life of beef *Longissimus* and *Psoas major* steaks from various postmortem times. In *Proceedings of the 54th International Congress of Meat Science and Technology*, Cape Town, South Africa. August 10-15, 2008. (poster and short paper).
- 17) Limsupavanich, R., A. Thumdee, K. Pilasombat, and J. Sethakul. 2008. Display Quality of *Longissimus* Steaks from Natural Grass Grazed Native Thai and Pineapple Byproducts-fed Brahman Cross-bred Cattle. In *Proceedings of the 13th AAAP Animal Science Congress*, Hanoi, Vietnam. September 22-28. (poster and short paper).
- 18) Limsupavanich, R., Y. Opatpatanakit, J. Srisuwan, and J. Sethakul. 2008. Postmortem Ageing Effects on Quality of Beef *Longissimus M.* from Different Production Systems in Thailand. In *Proceedings of the 13th AAAP Animal Science Congress*, Hanoi, Vietnam. September 22-28. (poster and short paper).
- 19) Limsupavanich, R., D. H. Kropf, M. C. Hunt, E. A. E. Boyle, D. L. Boyle, and T. M. Loughin. 2004. Dynamics of myoglobin layer change during display of color-stable and color-labile beef muscles. In *Proceedings of the 50th International Congress of Meat Science and Technology*, Helsinki, Finland. (Invited graduate student oral presentation, poster and short paper).
- 20) Limsupavanich, R., D. H. Kropf, M. C. Hunt, E. A. E. Boyle, D. L. Boyle, and T. M. Loughin. 2003. Factors affecting thickness of myoglobin layers and color of beef *Longissimus lumborum* and *Psoas major* muscles after 24 h bloom time. In *Proceedings of the 56th Reciprocal Meat Conference*, University of Missouri, USA. (poster and abstract).
- 21) Limsupavanich, R., D. H. Kropf, M. C. Hunt, E. A. E. Boyle, D. L. Boyle, and T. M. Loughin. 2002. Effects of postmortem time and storage and display temperatures on depth of oxygenation and color attributes of beef *Longissimus lumborum* and *Psoas major* muscles at 3 h bloom time. In *Proceedings of the 55th Reciprocal Meat Conference*, Michigan State University, USA. (poster and abstract).
- 22) Limsupavanich, R., Boyle, E.A.E., Kropf, D.H., Hachmeister, K.A., Loughin, T.M., Boland, M.A. 2000. Quality and display life of chilled or frozen all-natural beef and beef-buffalo frankfurters. In *2000 Cattleman's Day Report*. Agricultural Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA. (poster and full paper).
- 23) Limsupavanich, R., E. A. E. Boyle, D. H. Kropf, T. M. Loughin, and M. A. Boland. 1999. Quality and display life of chilled or frozen all-natural beef and beef-buffalo frankfurters. *Institutes of Food Technology (IFT) Annual Meetings*, Dallas, Texas, USA. (poster and abstract)

ข. ผลงานอื่น ๆ เช่น บทความ หนังสือ สิทธิบัตร ฯลฯ

1) รุจริน ลิ้มศุภวานิช. 2555. การใช้กลิ่นเชื้อโปรไบโอติกในการผลิตหม่าแห้ง. ใน *รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสัตว์ ครั้งที่ 3* อิมแพ็คเมืองทองธานี กรุงเทพฯ 21-22 มิถุนายน 2555, 185-194.

2) รุจริน ลิ้มศุภวานิช. 2554. ประเภทของผลิตภัณฑ์เนื้อหมักที่เกี่ยวข้องกับแบคทีเรียกรดแลคติก. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การนำแบคทีเรียโปรไบโอติกมาใช้ในการเป็นกลิ่นเชื้อสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อเพื่อความปลอดภัยในอาหารและสุขภาพ 30-31 มีนาคม 2554. หน้า 1-8. จัดโดย ศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

3) รุจริน ลิ้มศุภวานิช และ จุฬารัตน์ เศรษฐกุล. 2552. ผลิตภัณฑ์เนื้อประเภทต่างๆ. ใน *คุณค่าเนื้อโคไทย*. จุฬารัตน์ เศรษฐกุล และ พรรณีภา ศิวะพิรุณหเทพ (บรรณาธิการ). น. 66-86. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) 98 น.

4) รุจริน ลิ้มศุภวานิช. 2551. ไส้กรอก แฮม ซาลามี เจอร์กี้. จัดหมายข่าวประชาคมวิจัย. ปีที่ 13 ฉบับที่ 78. มีนาคม-เมษายน 2551. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) น. 21-23.

5) รุจริน ลิ้มศุภวานิช. 2549. สี การหีน การบรรจุและเก็บรักษา และความนุ่มของเนื้อ. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการตัดแต่งและการใช้ประโยชน์จากเนื้อสัตว์สำหรับพนักงานฝ่ายขายเนื้อสัตว์ของบริษัท สยามแม็คโคร จำกัด (มหาชน) 20-24 พฤศจิกายน 2549 โดย จุฬารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ประวัติส่วนตัว : ผู้ร่วมโครงการ

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย-นาง-นางสาว-ยศ.....สุวรรณกมล น้อยตัด.....
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.,Mrs.,Miss,Rank....Sawankamol Noidad.....
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน.....1102000306664.....
- หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตภัณฑ์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ถนนฉลอมกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520.....
- โทรศัพท์.....โทรสาร.....
โทรศัพท์มือถือ.....085-241-6416.....E-mail: sawankamol.n@gmail.com.....
- ประวัติการศึกษา (ปริญญาตรี-เอก ; สาขา และสถาบัน)
ปริญญาตรี.....วท.บ. (สัตวศาสตร์).....มหาวิทยาลัยศิลปากร.....
ปริญญาโท.....วท.ม. (สัตวศาสตร์).....สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

ผลงานวิชาการ

1) พิรุวิทย์ เชื้อวงษ์บุญ พลับพลึง พึ่งไทย และสุวรรณกมล น้อยตัด. 2551. การศึกษาระดับของฮอริโมน PMSG และ FSH ในการกระตุ้นเพิ่มการตกไข่ในหนูแรท. การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 4. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. หน้า 309-312.

2) สุวรรณกมล น้อยตัด รุจริน ลิ้มศุภวานิช และจุฬารัตน์ เศรษฐกุล. 2552. ผลของการบ่มต่อคุณภาพเนื้อแม่โคนมขุนที่เลี้ยงด้วยผลพลอยได้จากเปลือกสับประรดหรือข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสัตว์ ครั้งที่ 1. 17-18 ธันวาคม 2552. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ฉลองชัย ชุ่มชื่น สุพรชัย ฟารี โฆสิต เหลืองจรัสสุริยา สุมน โพธิ์จันทร์ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ศวรรณกมล น้อยตัด และอัญชลี ณ เชียงใหม่. 2553. คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของกระป๋องพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยฝักจามจรี. ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 2. 17-18 ธันวาคม 2553. กรุงเทพฯ. หน้า 11-17.

4) ศวรรณกมล น้อยตัด รุจริน ลิ้มศุภวานิช และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2553. ผลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อแม่โคนมขุนที่เลี้ยงด้วยผลพลอยได้จากเปลือกสับปรดหรือข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า (ฉบับพิเศษ) 28 (2): 52-60.

5) จุฑารัตน์ เศรษฐกุล อัทธ์ ภูแจ้ง ศวรรณกมล น้อยตัด มยุรินทร์ รักษทอง และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2555. คุณภาพเนื้อของแม่โคนมคัดทั้งขุนต่างอายุและต่างระยะเวลาการบ่มเนื้อ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 29 (3): 73-83.

6) ศวรรณกมล น้อยตัด จันทรพร เจ้าทรัพย์ รณชัย สิทธิไกรพงษ์ และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2556. อิทธิพลของชนิดกล้ามเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโคนมเพศผู้. ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 4. 19 กรกฎาคม 2556, กรุงเทพฯ.

7) จันทรพร เจ้าทรัพย์ ศวรรณกมล น้อยตัด และรณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2556. คุณภาพเนื้อของกล้ามเนื้อสะโพก 4 ชนิดของแพะลูกผสมพันธุ์. ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 4. 19 กรกฎาคม 2556, กรุงเทพฯ.

8) ศวรรณกมล น้อยตัด รุจริน ลิ้มศุภวานิช และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2557. ผลของชนิดอาหารหยาบและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อของแม่โคนมคัดทั้งขุนที่ 24 ชั่วโมงของการจำลองการวางจำหน่าย. ใน การประชุมวิชาการเกษตรพระจอมเกล้า ครั้งที่ 2. 4-5 มีนาคม 2557. กรุงเทพฯ. หน้า 9-10.

9) ศวรรณกมล น้อยตัด รัชกฤษ เลิศภัทรโกมล และ มยุรินทร์ รักษทอง. 2557. การศึกษาเบื้องต้นของคุณภาพซากแม่โคนมคัดทั้ง. ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 5. 25-26 กรกฎาคม 2557, กรุงเทพฯ.

10) ศวรรณกมล น้อยตัด รัชกฤษ เลิศภัทรโกมล และ มยุรินทร์ รักษทอง. 2557. การศึกษาเบื้องต้นของคุณภาพซากโคนมขุนเพศผู้ตอน. ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 5. 25-26 กรกฎาคม 2557, กรุงเทพฯ.

11) Noidad, S., R. Limsupavanich, Y. Opatpatanakit and J. Sethakul. 2010. "Quality of *Longissimus* Muscle from Finished Dairy Cows as Affected by Roughage Sources and Ageing Periods." The 14th AAAP Animal Science Congress, August 23-27, 2010 Pingtung, Taiwan.

12) Noidad, S., R. Limsupavanich and S. Suwonsichon. 2016. "Influences of marbling levels on water holding capacity, juiciness, and tenderness of pork loin and Thai consumer responses". The 62nd ICoMST, International Congress of Meat Science and Technology, August 14-19, 2016 Bangkok, Thailand.

13) Noidad, S, R. Limsupavanich, S. Suwonsichon, R. Sitthigripong and C. Chaosap. 2016. "How do Thai consumers respond to quality of pork with different marbling levels?: a preliminary study in different age ranges." The 17th AAAP Animal Science Congress, August 23-25, 2016 Fukuoka, Japan.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้