



## รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นบรรจุในถุงทนร้อน  
เพื่อขยายตลาดอาหารจากเนื้อโคไทย  
(Development of braised beef products in retort pouch  
for value added Thai beef)

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์ และคณะวิจัย

กันยายน พ.ศ. 2562

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นบรรจุในถุงทนร้อน  
เพื่อขยายตลาดอาหารจากเนื้อโคไทย  
(Development of braised beef products in retort pouch  
for value added Thai beef)

### คณะผู้วิจัย

1. ผศ. ดร.เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์
2. ผศ. ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์
3. ผศ. เถลิงศักดิ์ อังกุลเศรษฐี

### สังกัด

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

### สนับสนุนโดย

สำนักกองทุนงานสนับสนุนการวิจัย (สกว.)  
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกสว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)  
พ.ศ. 2562

## บทสรุปผู้บริหาร

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อต้นพร้อมบริโภคนอกจากเนื้อ เกิดขึ้นจากความต้องการร่วมกันระหว่างกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคและผู้ประกอบการก๊วยเตี๋ยวนี้ออร์สเต็ดในเขตกรุงเทพมหานคร และสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จำกัด และบริษัทสมายด์บีฟ จำกัด เพื่อให้เกิดการบริหารจัดการเนื้อวัตถุดิบขึ้นส่วนรองได้อย่างเหมาะสมและสามารถควบคุมคุณภาพของเนื้อให้มีความสม่ำเสมอและมีปริมาณเพียงพอในการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อต้นที่สามารถขยายตลาดผลิตภัณฑ์เนื้อทั้งภายในประเทศและเพื่อการส่งออกผลิตภัณฑ์ในกลุ่มประเทศ AEC ได้ การวิจัยนี้เดิมมุ่งเน้นที่จะทำการศึกษารูปแบบการเลี้ยงและการจัดการตัวโคพื้นเมืองภาคใต้ที่นำไปฆ่าที่จังหวัดพัทลุง โดยจะศึกษารูปแบบการขึ้นส่วนรองเพื่อให้ได้ข้อมูลวัตถุดิบที่ต้องการในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อต้น แต่เนื่องจากในขณะทำการศึกษาโรงฆ่าในพื้นที่จังหวัดพัทลุงยังไม่ได้มีการรับรองมาตรฐาน รวมทั้งจำนวนโคพื้นเมืองภาคใต้ยังมีไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงขออนุญาตผู้ประสานงานชุดโครงการขยายโอกาสธุรกิจเนื้อโคไทย และปรับเปลี่ยนตัวอย่างเนื้อที่นำมาศึกษาเป็นการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของเนื้อจากตำแหน่งขึ้นเนื้อต่างกันจากโคนมเพศผู้ขุน โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ และเปรียบเทียบกับเศษเนื้อแดงจากโคลูกผสมบราห์มัน เพื่อให้ทราบข้อมูลในด้านเคมี กายภาพ และโภชนาการ เพื่อการเลือกตำแหน่งขึ้นเนื้อที่เหมาะสมสำหรับการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์

จากการศึกษารูปแบบการเลี้ยงและการจัดการวัตถุดิบเนื้อภายหลังฆ่าโดยวิธีการเยิ้ม ตรวจสอบเอกสาร และการสัมภาษณ์ พบว่า (1) ผู้ผลิตเนื้อโคขุนทุกรายมีปัญหาเรื่องการจัดการวัตถุดิบเนื้อโค โดยเฉพาะขึ้นส่วนรอง เพราะจำเป็นต้องต่อสู้กับเนื้อโคที่มีคุณภาพต่ำที่นำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาถูกกว่า ทำให้ต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการจำหน่ายเนื้อโค โดยเน้นที่เนื้อโคขุนคุณภาพดีซึ่งเนื้อนำเข้าเกรดเดียวกันจะมีราคาสูงกว่า อย่างไรก็ตาม ขึ้นส่วนรองที่ได้จากการผลิตเนื้อโคคุณภาพดีก็ถูกจำกัดด้วยราคาของตลาด จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการจำหน่ายขึ้นส่วนนี้ รวมทั้งหาแนวทางในการแปรรูป (2) รูปแบบในการขุนโคลูกผสมในกลุ่มสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จำกัด และวนัสฟาร์ม จังหวัดนครปฐม มีความคล้ายคลึงกันตรงที่เน้นการขุนโคเพื่อให้มีระดับคะแนนไขมันแทรกประมาณ 2 ถึง 3 (เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด) แต่เนื้อโคบราห์มันของบริษัทสมายด์บีฟ จำกัด ไม่เน้นระดับไขมันแทรกมากนัก แต่เน้นว่าเนื้อจะต้องนุ่ม (3) รูปแบบในการขุนโคลูกผสมชาร์โรเลส์ และการขุนโคนมเพศผู้เพื่อส่งฆ่าที่โรงฆ่าของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด มีความใกล้เคียงกัน คือ ใช้อาหารชั้นสูตรของสุระสิงห์ฟาร์ม จังหวัดระยอง ร่วมกับการใช้อาหารหยาบคุณภาพดี หรือให้อาหารในรูป TMR โดยโคลูกผสมชาร์โรเลส์จะใช้เวลาขุนนาน 24-30 เดือนหรือมีน้ำหนักตัวประมาณ 550-650 กิโลกรัม แต่การขุนโคนมเพศผู้จะใช้เวลานานประมาณ 24-36 เดือนหรือมีน้ำหนักตัวประมาณ 450-550 กิโลกรัม ส่วนสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จำกัด เน้นการขุนด้วยอาหารหยาบคุณภาพดี และอาหารชั้นที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนร้อยละ 14 หรืออาหาร TMR หมัก จนมีน้ำหนักตัวประมาณ 550-650 กิโลกรัม สำหรับกลุ่มสมายด์บีฟ เน้นการขุนด้วยหญ้าสดคุณภาพดีและเสริมอาหารชั้น หรืออาจจะใช้อาหาร TMR ก็ได้ โดยนำโคที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 250-300 กิโลกรัม ขุนนานประมาณ 5-8 เดือน หรือมีน้ำหนักตัวประมาณ 450-500 กิโลกรัม (4) ในการจัดการ

ชิ้นส่วนหลัก ผู้ผลิตทั้ง 3 กลุ่ม มีกลยุทธ์ในการจัดจำหน่ายชิ้นส่วนเนื้อของตนเองเป็นอย่างดี จึงไม่มีปัญหาเรื่องการตลาดชิ้นส่วนหลัก แต่มีปัญหาเรื่องการจัดจำหน่ายชิ้นส่วนรองในกลุ่มสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด และสหกรณ์เครือข่ายผู้เลี้ยงโคเนื้อ จำกัด ทั้งนี้เพราะราคาชิ้นส่วนเหล่านี้สูงกว่าราคาของชิ้นส่วนเดียวกันของเนื้อโคที่นำเข้าจากต่างประเทศ (5) ผู้ผลิตเนื้อโคขุนทั้ง 3 กลุ่ม ให้ความสนใจการนำเนื้อชิ้นส่วนรองมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ตัวใหม่ โดยเฉพาะกลุ่มสมาคมปีฟ ได้ส่งเนื้อชิ้นส่วนรองไปทดแทนทำผลิตภัณฑ์ตัวใหม่กับนักวิจัยของมหาวิทยาลัยนเรศวร ส่วนผู้ผลิตในกลุ่มสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ได้พยายามหาช่องทางในการจำหน่ายเนื้อโคขุนโดยสร้างเพิ่มผลิตภัณฑ์เนื้อโคสดและเนื้อโคแปรรูปตัวใหม่เพื่อวางจำหน่ายในร้านอาหารของแม่คปีฟ และยังให้ความสนใจที่จะลงทุนหากสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคแปรรูปตัวใหม่เพื่อวางจำหน่าย ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอของ คุณสิทธิพันธ์ วุฒิพรกุล เจ้าของธุรกิจก๊วยเตี๋ยเนื้อรสเด็ด ซึ่งได้แสดงความสนใจที่จะนำชิ้นส่วนเนื้อโคไทยและเนื้อโคขุนไปใช้เป็นส่วนประกอบของก๊วยเตี๋ยเพื่อจำหน่าย ผ่านเวทีต่างๆ ที่ สกว. โดยหัวหน้าชุดโครงการขยายโอกาสธุรกิจเนื้อโคไทยได้จัดขึ้น

สำหรับผลการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ และวิทยาศาสตร์การอาหาร ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างกันในเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งชิ้นเนื้อเพื่อกำหนดกระบวนการต้มเนื้อที่ระดับความสุกที่เหมาะสมให้เนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส เป็นที่ยอมรับ โดยมีข้อมูลทางวิชาการสนับสนุนทั้งทางเคมี กายภาพ โภชนาการ และการยอมรับทางประสาทสัมผัส จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ใช้สำหรับเตรียมวัตถุดิบเนื้อต้มสุกในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อตุ๋นแช่แข็งและบรรจุถุงสุญญากาศแบบพร้อมบริโภค โดยศึกษาผลของการแช่แข็งและทำละลายต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อกำหนดสภาวะในการผลิตและควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อตุ๋นแช่แข็ง การศึกษากระบวนการให้ความร้อนสูงผลิตภัณฑ์เนื้อตุ๋นบรรจุในถุงสุญญากาศแบบพร้อมบริโภค โดยศึกษากระบวนการส่งผ่านความร้อนและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อในตัวอย่างประเภทน้ำเกลือ น้ำซุปรืดหอม และน้ำซอส-มันส์ อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาชิ้นส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อตุ๋นมากที่สุด คือ เนื้อคอแดง ทั้งนี้เพราะในภาพรวมของการตัดแต่งชิ้นส่วนนี้จะมีปริมาณมากที่สุด

กล่าวได้ว่า การวิจัยครั้งนี้สามารถรวบรวมข้อมูลการบริหารจัดการวัตถุดิบเนื้อโค การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อตุ๋นแช่แข็งและบรรจุถุงสุญญากาศแบบพร้อมบริโภคไม่น้อยกว่า 3 ผลิตภัณฑ์ ข้อมูลองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ของเนื้อโคเพศผู้ขุน โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ และ โคขุนลูกผสมบราห์มัน ซึ่งสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงโค ผู้ประกอบการแปรรูปเนื้อโคเพื่อการผลิตในเชิงพาณิชย์ และองค์ความรู้ทางวิชาการสามารถเผยแพร่โดยการตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารวิชาการทั้งระดับชาติและนานาชาติต่อไป



## บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ทำการสำรวจและสัมภาษณ์เกษตรกรฟาร์มเลี้ยงโค ปศุสัตว์จังหวัด และสหกรณ์โคเนื้อในพื้นที่ภาคกลางเพื่อรวบรวมรูปแบบการเลี้ยง สายพันธุ์โค ปริมาณผลผลิตและการตัดแต่งซาก รูปแบบการตัดแต่งเนื้อ ปริมาณชิ้นส่วนเนื้อที่เป็นชิ้นส่วนหลักและรอง เพื่อหารูปแบบบริหารจัดการเนื้อวัตถุดิบให้เหมาะสมกับความต้องการและการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ จากผลการสำรวจได้ข้อมูลความต้องการใช้ประโยชน์เนื้อพื้นที่อง เนื้อน่อง และเนื้อแดงตัดแต่งจากทุกส่วนซาก ของเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์และเนื้อโคเนมเพคผู้ขุน นอกจากนี้ยังมีเนื้อเศษเหลือจากการตัดแต่งจากโคขุนลูกผสมบราห์มันที่ต้องการเพิ่มมูลค่าพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อต้นพร้อมบริโภค เพื่อให้ทราบข้อมูลคุณภาพของเนื้อวัตถุดิบและหาแนวทางใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม จึงทำการศึกษาลักษณะคุณภาพทางเคมีและกายภาพของวัตถุดิบจากเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ โคเนมเพคผู้ขุน และโคขุนลูกผสมบราห์มัน โดยใช้เนื้อพื้นที่อง เนื้อน่อง เนื้อแดง เศษเนื้อแดง และ เศษเอ็น โดยเปรียบเทียบองค์ประกอบเคมีและคุณค่าทางโภชนาการ (โปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น คอลลาเจน ไนโอโกลบิน องค์ประกอบของกรดไขมันและกรดอะมิโน) ลักษณะทางกายภาพ (ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ความสามารถในการอุ้มน้ำ) ลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาคของกล้ามเนื้อโดย SEM Micrograph การเสียดสภาพธรรมชาติเนื่องจากความร้อนโดย DSC thermogram ซึ่งเนื้อตัวอย่างแต่ละตำแหน่งมีความแตกต่างในด้านองค์ประกอบเคมีและกายภาพ ผลวิจัยพบความแตกต่างของลักษณะคุณภาพของเนื้อระหว่างตำแหน่งชิ้นเนื้อและสายพันธุ์จึงมีการวิเคราะห์ผลของการให้ความร้อนในการตุ๋นและการให้ความร้อนในระดับสเตอริไรส์ในเครื่องฆ่าเชื้อความดันสูงต่อลักษณะคุณภาพของเนื้อวัตถุดิบส่วนพื้นที่อง น่อง เนื้อแดง เศษเนื้อแดง และ เศษเอ็น จากโคเนมเพคผู้ขุน โคลูกผสมชาร์โรเลส์ และโคบราห์มัน โดยศึกษาระยะเวลาในการให้ความร้อนในการตุ๋นที่อุณหภูมิ 98-99°C เป็นเวลา 30 60 และ 90 นาที แล้วจึงนำไปให้ความร้อนต่อในเครื่องฆ่าเชื้อความดันสูงที่อุณหภูมิ 116°C เวลา 55 นาที โดยพบว่า เวลาที่เหมาะสมในการตุ๋นให้ความร้อนในเนื้อแต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis, TPA) ค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำสุก ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดและที่ละลายได้ ปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้ และปริมาณกรดอะมิโน นอกจากนี้ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าการส่งผ่านความร้อนของเนื้อต้นที่เตรียมจากเนื้อต่างชนิด พบว่าเนื้อของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์มีการส่งผ่านความร้อนช้าที่สุด จึงเลือกเป็นตัวแทนตัวอย่างเนื้อในการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ เมื่อนำระยะเวลาในการให้ความร้อนในการตุ๋นที่เหมาะสมมาเตรียมผลิตภัณฑ์เนื้อต้นจากเนื้อพื้นที่อง เนื้อน่อง และเนื้อแดง ของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ โดยศึกษาผลิตภัณฑ์เป็นสองกลุ่ม คือ เนื้อต้นพร้อมปรุงแบบแช่แข็ง และเนื้อต้นพร้อมบริโภค สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อต้นแช่แข็งทำการศึกษาผลของการแช่แข็งและทำละลายจำนวน 3 รอบ พบว่าไม่มีผลต่อลักษณะสีและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อแต่ละตำแหน่ง แต่มีผลเร่งการเปลี่ยนแปลงค่า TBARS p-Anisidine และปริมาณ non-heme iron อย่างไรก็ตามค่าที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นพร้อมบริโภคในภาชนะปิดสนิทชนิดถุงทนร้อน ได้พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นในน้ำเกลือ ในน้ำซุสเห็ดหอม และในน้ำซอสสมัสน้ำ โดยได้ศึกษา Heating profile เพื่อกำหนดกระบวนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์โดยมีความปลอดภัยสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

อุณหภูมิต้องได้ รวมทั้งวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านเคมี กายภาพ และโภชนาการ และนำข้อมูลทางโภชนาการมาออกแบบเป็นฉลากของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้งหมดสามารถใช้วัตถุดิบ เนื้อชิ้นส่วนรองและเศษเหลือจากการตัดแต่งของเนื้อโคให้เกิดประโยชน์และเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์พร้อม บริโภคเชิงพาณิชย์

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่ายเกษตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตร และสถาบันวิจัยและนวัตกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ผู้ประสานงานชุดโครงการการขยายโอกาสธุรกิจเนื้อโคไทย สกว. สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด (Max beef) สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลางโพนยางคำ จำกัด บริษัทสมายด์บีฟ จำกัด คุณสิทธิพร บุรณันท์ อาจารย์วิบูลย์ ไวยสุระสิงห์ คุณสมร ภูผาศรี คุณसानน กันรัมย์ คุณสิทธิฉันท วุฒิพรกุล และคุณเฉลิมชัย ทิพย์ค ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลและเนื้อโคสำหรับการวิจัยนี้

เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์  
ไชยวรรณ วัฒนจันทร์  
เถลิงศักดิ์ อังกรเศรษฐี

## สารบัญ

| เรื่อง                                                                                  | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| บทสรุปผู้บริหาร                                                                         | ก    |
| บทคัดย่อ                                                                                | ค    |
| สารบัญ                                                                                  |      |
| บทที่ 1 บทนำ                                                                            |      |
| บทนำ                                                                                    | 1    |
| ความสำคัญและที่มาของปัญหา                                                               | 1    |
| วัตถุประสงค์ของงานวิจัย                                                                 | 2    |
| ขอบเขตของการวิจัย                                                                       | 3    |
| ทฤษฎี สมมติฐาน /หรือ กรอบความคิดของการวิจัย                                             | 4    |
| ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย                                                            | 5    |
| บทที่ 2 ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง                                                        | 6    |
| สถานการณ์การผลิตเนื้อโคของต่างประเทศ                                                    | 6    |
| สถิติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโคเนื้อในประเทศไทย                                           | 6    |
| ราคาโคเนื้อและเนื้อโคในประเทศไทย                                                        | 12   |
| ซากและปริมาณเนื้อจากซากโค                                                               | 12   |
| เนื้อโค และคุณค่าสำหรับการบริโภค                                                        | 15   |
| อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท                                                             | 16   |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย                                                              | 20   |
| ตอนที่ 1 การศึกษาคุณภาพซากและสัดส่วนของโคขุนพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองและโค<br>ขุนคุณภาพสูง  | 20   |
| ตอนที่ 2 การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่ง<br>กล้ามเนื้อ          | 21   |
| ตอนที่ 3 การศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อลักษณะคุณภาพของเนื้อต้มสุก                      | 24   |
| ตอนที่ 4 การศึกษาผลของการแช่แข็งและทำละลายต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ<br>ของเนื้อโคต้มสุก   | 28   |
| ตอนที่ 5 การศึกษาผลของการให้ความร้อนสูงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อโค<br>บรรจุในถุงทนร้อน | 31   |

## สารบัญ (ต่อ)

| เรื่อง                                                                                                                               | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์                                                                                                         | 34   |
| ตอนที่ 1 การบริหารจัดการเนื้อจากโคลูกผสมบราห์มัน โคนมเพศผู้ และโค<br>ลูกผสมชาร์โรเลส์ซุน ที่ใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อ | 34   |
| ตอนที่ 2 ลักษณะคุณภาพของวัตถุดิบจากเนื้อโคต่างสายพันธุ์และ<br>ตำแหน่งกล้ามเนื้อ                                                      | 47   |
| ตอนที่ 3 ผลของอุณหภูมิและเวลาต่อลักษณะคุณภาพของเนื้อต้มสุก                                                                           | 62   |
| ตอนที่ 4 ผลของกระบวนการแช่แข็งและทำละลายต่อคุณภาพของเนื้อโคต้น                                                                       | 86   |
| ตอนที่ 5 ผลของการให้ความร้อนสูงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อโคบรรจุใน<br>ถุงทนร้อน                                                      | 92   |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย                                                                                                               | 105  |
| เอกสารอ้างอิง                                                                                                                        | 109  |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |                                                                                                     | หน้าที่ |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2-1      | สถิติจำนวนโคเนื้อในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2553 และระหว่างปี พ.ศ.2557-2561                               | 7       |
| 2-2      | สถิติจำนวนโคเนื้อแยกเป็นรายเขตปศุสัตว์ในปี พ.ศ. 2553 และระหว่างปี พ.ศ.2558-2561                     | 8       |
| 2-3      | จำนวนโคขุนที่เลี้ยงในประเทศไทยเนื้อแยกเป็นรายเขตปศุสัตว์ในปี พ.ศ. 2553 และระหว่างปี พ.ศ.2557-2561   | 9       |
| 2-4      | ราคาจำหน่ายโคเนื้อมีชีวิตและเนื้อโคระหว่างปีพ.ศ.2557-2561                                           | 13      |
| 2-5      | ปริมาณซากและเนื้อแดงของโคสายเลือดต่างๆเมื่อคิดเป็นร้อยละ                                            | 14      |
| 3-1      | สูตรน้ำซุบน้ำเนื้อโคขุนที่มีส่วนผสมแตกต่างกัน 4 สูตร                                                | 24      |
| 3-2      | ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุน                                                 | 26      |
| 4-1      | ปริมาณชิ้นส่วนหลักและรองที่คำนวณจากสทกรณเครือข่ายโคเนื้อ                                            | 42      |
| 4-2      | องค์ประกอบเคมี ลักษณะทางกายภาพ และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ | 49      |
| 4-3      | องค์ประกอบกรดไขมันของเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ                                       | 53      |
| 4-4      | สัดส่วนขององค์ประกอบกรดไขมันของเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ                             | 54      |
| 4-5      | องค์ประกอบกรดอะมิโนของเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ                                      | 56      |
| 4-6      | การเสียสภาพด้วยความร้อนของกล้ามเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ                             | 57      |
| 4-7      | ค่าพลังงาน (enthalpy; $\Delta H$ ) ของกล้ามเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ                 | 58      |
| 4-8      | ผลของสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อต่อขนาดและระยะซาร์โคเมอร์ของเส้นใยกล้ามเนื้อ                      | 61      |
| 4-9      | คะแนนความชอบทางด้านประสาทน้ำซุบน้ำเนื้อโค                                                           | 63      |
| 4-10     | องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนจากโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์                                     | 63      |
| 4-11     | องค์ประกอบกรดอะมิโนของตำแหน่งกล้ามเนื้อโคที่ใช้เวลาในการตุ๋นแตกต่างกัน                              | 65      |
| 4-12     | ค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนของโคนมตัวผู้ขุนและโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์                                 | 66      |
| 4-13     | ค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อแดงและเนื้อเอ็นตุ๋นของโคขุนลูกผสมบราห์มัน                                     | 67      |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ |                                                                                                                                  | หน้าที่ |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 4-14     | เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุน (TPA) ของโคนมตัวผู้ขุน                                                                         | 69      |
| 4-15     | เนื้อสัมผัส (TPA) ผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์                                                                            | 70      |
| 4-16     | เนื้อสัมผัส (TPA) ของผลิตภัณฑ์เนื้อแดงและเนื้อเอ็นต้นของโคขุน<br>ลูกผสมชาร์โรเลส์                                                | 72      |
| 4-17     | การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำสุก (Cooking loss) ของผลิตภัณฑ์<br>เนื้อโคขุนของโคนมตัวผู้ขุนและโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์               | 73      |
| 4-18     | ขนาดชิ้นเนื้อของผลิตภัณฑ์เนื้อแดงและเนื้อเอ็นต้นของโคขุน<br>ลูกผสมบราห์มัน                                                       | 75      |
| 4-19     | ขนาดชิ้นเนื้อของผลิตภัณฑ์เนื้อแดงและเนื้อเอ็นต้นของโคขุน<br>ลูกผสมบราห์มัน                                                       | 76      |
| 4-20     | คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้อโคขุนภายหลังการให้<br>ความร้อนแบบสเตอริไลส์                                               | 81      |
| 4-21     | คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้อแดงและเนื้อเอ็น<br>ต้นภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์                                  | 82      |
| 4-22     | คะแนนความพอดี (Just about right) ทางด้านเนื้อสัมผัสของ<br>ผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์                  | 83      |
| 4-23     | คะแนนความพอดี (Just about right) ทางด้านเนื้อสัมผัสของ<br>ผลิตภัณฑ์เนื้อแดงและเนื้อเอ็นต้นภายหลังการให้ความร้อน<br>แบบสเตอริไลส์ | 84      |
| 4-24     | การแพร่กระจายความร้อนของเนื้อโคขุนตัวผู้ขุนและโคขุนลูกผสม<br>ชาร์โรเลส์ในแต่ละตำแหน่งกล้ามเนื้อ                                  | 85      |
| 4-25     | การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ของเนื้อโคขุนภายหลังการแช่แข็งและทำ<br>ละลาย                                                          | 86      |
| 4-26     | การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเนื้อโคขุนภายหลังการแช่แข็งและทำ<br>ละลาย                                                              | 88      |
| 4-27     | การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนื้อโคขุนภายหลังการแช่แข็งและทำ<br>ละลาย                                                                | 89      |
| 4-28     | การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้อโคขุนภายหลังการแช่แข็ง<br>และทำละลาย                                                         | 91      |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ |                                                                               | หน้าที่ |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 4-29     | ผลของการให้ความร้อนสูงต่อค่า $F_0$ ของผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นบรรจุในถุงทนร้อน    | 93      |
| 4-30     | ปริมาณคอลลาเจนและเปปไทด์ของเนื้อโคตุ๋นในน้ำเกลือ น้ำซूप และน้ำมัน             | 93      |
| 4-31     | ค่าทางกายภาพของเนื้อตุ๋นในน้ำเกลือ เนื้อตุ๋นในน้ำซूपก่วยเตี๋ยว และน้ำมันเนื้อ | 94      |
| 4-32     | การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นบรรจุถุงทนร้อน             | 96      |
| 4-33     | ข้อมูลโภชนาการของผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นในน้ำซूपเห็ดหอม                          | 97      |
| 4-34     | ข้อมูลโภชนาการของผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋น                                         | 98      |
| 4-35     | ข้อมูลโภชนาการของผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นในซอสสมัสมั่น                            | 99      |



## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                                               | หน้าที่ |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2-1    | สถิติจำนวนโคเนื้อในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2553 และระหว่างปี พ.ศ.2557-2561                                                         | 7       |
| 2-2    | จำนวนประชากรโคขุนที่เลี้ยงในประเทศไทยในปีพ.ศ. 2553 และระหว่างปี พ.ศ.2557-2561                                                 | 9       |
| 2-3    | ปริมาณการบริโภคเนื้อโคและลูกโคในระหว่างปี พ.ศ. 2011 ถึง 2020 โดยเปรียบเทียบของประเทศไทยกับบางประเทศในกลุ่มอาเซียนและประเทศจีน | 11      |
| 2-4    | คาดการณ์การบริโภคเนื้อโคและลูกโคในปี พ.ศ. 2019                                                                                | 11      |
| 2-5    | การตัดชิ้นส่วนหลักและชิ้นส่วนรองที่ได้จากซากโคขุน                                                                             | 15      |
| 3-1    | การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของวัตถุดิบเนื้อโคสายพันธุ์ต่างๆและตำแหน่งกล้ามเนื้อ                                                 | 23      |
| 3-2    | ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างการพัฒนาลิขสิทธิ์เนื้อโคต้น                                                                           | 26      |
| 3-3    | การเตรียมตัวอย่างเนื้อโคต้น Freeze-Thaw                                                                                       | 30      |
| 4-1    | การลงพื้นที่สัมภาษณ์รูปแบบการเลี้ยงโคขุนแบบต่างๆของนักวิจัย                                                                   | 34      |
| 4-2    | สรุปรูปแบบการเลี้ยงโคเนื้อขุนเพื่อส่งตลาด                                                                                     | 35      |
| 4-3    | ลักษณะเนื้อลูกผสมชาร์โรเลส์ที่ขุนในโรงเรือนแบบเปิดที่สุระสิงห์ฟาร์ม จ.ระยอง                                                   | 36      |
| 4-4    | ลักษณะหน้าตัดเนื้อสันที่มีคะแนนไขมันแทรกตามเกณฑ์ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อเลี้ยง จำกัด เท่ากับ 1                               | 37      |
| 4-5    | ลักษณะหน้าตัดเนื้อสันที่มีคะแนนไขมันแทรกตามเกณฑ์ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อเลี้ยง จำกัด เท่ากับ 2                               | 37      |
| 4-6    | ลักษณะหน้าตัดเนื้อสันที่มีคะแนนไขมันแทรกตามเกณฑ์ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อเลี้ยง จำกัด เท่ากับ 3                               | 38      |
| 4-7    | ลักษณะหน้าตัดเนื้อสันที่มีคะแนนไขมันแทรกตามเกณฑ์ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อเลี้ยง จำกัด เท่ากับ 4                               | 38      |
| 4-8    | ลักษณะหน้าตัดเนื้อสันที่มีคะแนนไขมันแทรกตามเกณฑ์ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อเลี้ยง จำกัด เท่ากับ 5                               | 39      |
| 4-9    | เปลือกสับปะรดที่นำมาหมัก (ภาพซ้าย) และแป้งจากเหง้าสับปะรด (ภาพขวา) ที่เป็นแหล่งอาหารหลักในการประกอบสูตรอาหาร TMR              | 39      |
| 4-10   | ลักษณะโคนมเพศผู้ขุนที่วันสฟาร์ม จังหวัดนครปฐม                                                                                 | 40      |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |                                                                                                                                                                                                                | หน้าที่ |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 4-11   | ลักษณะการเลี้ยงโคขุนของดาบตำรวจบุญส่ง แสงสว่าง ซึ่งขุนโคบราห์มันเลือดสูงด้วยอาหาร TMR ของสุระสิงห์ฟาร์ม ร่วมกับฟางข้าวและต้นข้าวโพดฝักอ่อนสับ นอกจากนี้ผู้ประกอบการยังสะสมฟางข้าวไว้สำหรับใช้เสริมให้แก่โคด้วย | 41      |
| 4-12   | สรุปตำแหน่งชิ้นเนื้อและการใช้ประโยชน์ชิ้นส่วนของเนื้อโคตามมาตรฐานสากล                                                                                                                                          | 44      |
| 4-13   | ลักษณะของเนื้อแดงและเนื้อน่องจากซากโคบราห์มันเลือดสูงขุนของบริษัทสไมล์ปีฟ จำกัด ที่ผ่านการตัดเป็นชิ้นย่อยและบรรจุถุงเพื่อจำหน่าย                                                                               | 45      |
| 4-14   | ลักษณะของเศษเนื้อ เอ็น ผังผืด ที่ได้จากการตัดแต่งซากและตัดแต่งชิ้นเนื้อโคบราห์มันเลือดสูงของบริษัทสไมล์ปีฟ จำกัด ที่ได้จากการตัดแต่ง (เห็นได้ชัดว่ามีปริมาณ เอ็น ผังผืด ผสมกับเนื้อแดง และไขมัน)               | 45      |
| 4-15   | วัตถุดิบเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา                                                                                                                                                   | 48      |
| 4-16   | ภาพ SEM ตัดขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งเนื้อ                                                                                                                                               | 59      |
| 4-17   | ภาพ SEM ตัดตามยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งเนื้อ                                                                                                                                             | 60      |
| 4-18   | ผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนจากโคนมตัวผู้ขุน                                                                                                                                                                            | 77      |
| 4-19   | ผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนจากโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์                                                                                                                                                                    | 78      |
| 4-20   | ผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนจากโคขุนบราห์มัน                                                                                                                                                                            | 79      |
| 4-21   | ลักษณะการส่งผ่านความร้อน (Heating profile) ของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนในตุ๋กกลางน้ำเกลือ น้ำซุบ และน้ำซอสมะขาม                                                                                                      | 92      |
| 4-22   | ผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนที่นักวิจัยได้พัฒนาขึ้น                                                                                                                                                                     | 96      |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

เนื่องจากความต้องการบริโภคเนื้อโคในปัจจุบันเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นรัฐบาลจึงได้มีการสนับสนุนให้การสร้างเครือข่ายผู้เลี้ยงโคเนื้อ และมีการพัฒนาให้เกิดการสร้างเครือข่ายสหกรณ์ต่อไป สำหรับพัฒนารูปแบบการเลี้ยงและการบริหารจัดการเพื่อเพิ่มปริมาณโคให้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภคทั้งตลาดภายในและตลาดส่งออก และเพื่อความยั่งยืนให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน AEC สหกรณ์โคพื้นเมืองพัทลุงเริ่มมีการจัดการกลุ่มผู้เลี้ยงโคเพื่อให้ได้ปริมาณเนื้อโคพื้นเมืองและโคพื้นเมืองลูกผสมมากพอสำหรับการจำหน่ายเป็นวัตถุดิบ และต้องการทำการตลาดโคเนื้อพื้นเมืองให้กับธุรกิจร้านอาหารเนื้อสัตว์ดีดีซึ่งมีหลายสาขาในพื้นที่กรุงเทพฯ โดยมีธุรกิจแฟรนไชส์ที่พร้อมขยายสาขาไปหลายพื้นที่และสนใจขยายตลาดไปยังพื้นที่ในประเทศกัมพูชา ลาว จีน และ เวียดนาม ซึ่งสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาโคเนื้อของกรมปศุสัตว์ พ.ศ. 2555-2559 ที่ต้องการพัฒนาระบบการตลาดเนื้อโคคุณภาพในต่างประเทศซึ่งเน้นประเทศในเขต ASEAN (กอง บก., 2557) จากการวิเคราะห์ข้อมูลของมนิสานวลเต็ม (2557) พบว่าไทยยังมีโอกาสทำตลาดโคเนื้อในเขต AEC ได้ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการผลิตและจำหน่ายเนื้อโคพื้นเมืองของกลุ่มผู้เลี้ยงยังอยู่ในรูปเนื้อตัดแต่งบริโภคสดเพื่อจำหน่ายไปยังครัวเรือน ส่งเข้าร้านอาหาร หรือภัตตาคาร โรงแรมต่างๆ ภายในพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อจัดทำเป็นเมนูอาหารสำหรับบริโภคสด หากต้องส่งวัตถุดิบไปยังพื้นที่ภาคกลางจำเป็นจะต้องมีการบริหารจัดการคุณภาพเนื้อในระหว่างขนส่งและการเก็บรักษาโดยส่งแบบอาหารแช่เย็น หรือแช่แข็ง

สำหรับผลิตภัณฑ์พร้อมปรุง หรือผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคจากโคเนื้อเพื่อการส่งออก ยังมีการพัฒนาอย่างจำกัดสำหรับภาคอุตสาหกรรม ทั้งนี้อาจจะเป็นผลเนื่องจากปริมาณวัตถุดิบโคเนื้อยังไม่เพียงพอ จึงนิยมจำหน่ายในรูปเนื้อสดตัดแต่งแช่เย็นแช่แข็ง อย่างไรก็ตามการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าจากโคเนื้อเป็นการใช้ประโยชน์วัตถุดิบที่มีอย่างจำกัด โดยเฉพาะวัตถุดิบจากชิ้นส่วนรองให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้อย่างหลากหลายและสามารถส่งออกผลิตภัณฑ์ไปยังกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการผลิตภัณฑ์อาหารที่อำนวยความสะดวกในการบริโภคให้มีความเหมาะสมกับสภาวะการดำรงชีวิต และพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อพร้อมปรุงหรือพร้อมบริโภคที่สามารถเพิ่มมูลค่า นอกจากนี้เมื่อกลุ่มสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อเริ่มทำตลาดใน AEC พบว่ามีความต้องการผลิตภัณฑ์เนื้อโคพร้อมปรุงหรือพร้อมบริโภคในน้ำเกลือสำหรับกลุ่มผู้บริโภคระดับภัตตาคาร ร้านอาหาร กลุ่มธุรกิจแฟรนไชส์ หรือในเมนูอาหารเพิ่มมูลค่าอื่นๆ เช่น ในน้ำแกงสำเร็จรูป ซึ่งการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคพร้อมบริโภคเป็นการเตรียมพร้อมการสนับสนุนข้อมูลทางวิชาการให้แก่กลุ่มผู้ประกอบการ หรือสหกรณ์ให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์โคเนื้อได้ทันตามความต้องการของตลาด

รวมทั้งยังสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไปยังกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารที่ใช้เทคโนโลยีการแปรรูปด้วยความร้อนและความเย็นได้

การศึกษานี้เลือกรูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโค จากแหล่งวัตถุดิบโคลูกผสมบราห์มัน โคนมเพศผู้ขุน และโคลูกผสมชาร์โรเลส์ขุน โดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อต้มพร้อมปรุงเก็บรักษาแบบแช่แข็งสำหรับส่งจำหน่ายกลุ่มตลาดร้านอาหารและภัตตาคารต่างๆ และในรูปแบบผลิตภัณฑ์เนื้อพร้อมบริโภคบรรจุในถุงทนร้อน (retort pouch) เนื่องจากเป็นรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ทันสมัยสามารถเพิ่มมูลค่าแก่ผลิตภัณฑ์ได้ การใช้ retort pouch ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์แบบอ่อนตัว จะช่วยลดระยะเวลาในการให้ความร้อนผลิตภัณฑ์ได้เมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์แบบดั้งเดิม (rigid container) การลดระยะเวลาในการให้ความร้อนจะช่วยให้การลดการสูญเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์และคุณค่าทางโภชนาการ รวมทั้งมีน้ำหนักเบา ประหยัดค่าขนส่ง การเปลี่ยนแปลงระหว่างการผลิตเก็บรักษาต่ำ ส่งผลให้คงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาได้ดี (Jun et al., 2006)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคในถุงทนร้อนซึ่งเป็นภาชนะแบบปิดสนิทแล้วผ่านกระบวนการให้ความร้อนในระดับสเตอริไรส์ (commercial sterilization) จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บที่นานสามารถส่งออกเพื่อจำหน่ายได้ง่ายและพร้อมบริโภคเหมาะกับผู้บริโภคในยุคปัจจุบันที่ต้องการความสะดวก การให้ความร้อนยับยั้งเชื้อก่อโรคและเชื้อที่ทำให้อาหารเน่าเสียช่วยให้แก้ปัญหาการควบคุมโรคจากสัตว์สู่คนและการปนเปื้อนโรคจากแหล่งปศุสัตว์ข้ามเขตระหว่างประเทศได้ จึงอาจช่วยให้ทำตลาดส่งออกภายในเขตอาเซียนได้ง่ายขึ้นในเรื่องการประกันคุณภาพ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องศึกษาความเหมาะสมทั้งในเรื่องคุณภาพเนื่องจากโคพันธุ์ต่างๆ ตำแหน่งชิ้นเนื้อที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ สูตร และกระบวนการผลิต รวมทั้งการกำหนดรูปแบบการบริหารจัดการวัตถุดิบที่สามารถควบคุมและประกันคุณภาพถึงผลิตภัณฑ์สุดท้าย และสามารถควบคุมผลผลิตให้เกิดความเหมาะสมและเป็นไปได้ในทางธุรกิจ ผลิตภัณฑ์เนื้อพร้อมปรุงหรือพร้อมบริโภคสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น เนื้อโคในเกลือ น้ำซุบ หรือน้ำแกง ซึ่งสามารถเลือกสูตรที่มีคุณภาพทางโภชนาการเพิ่มมูลค่าให้แก่เนื้อโคได้ เนื้อโคมีชิ้นส่วนตำแหน่งกล้ามเนื้อที่หลากหลายที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งมีคุณภาพความนุ่มเหนียว ปริมาณ และมูลค่าแตกต่างกัน การเลือกใช้ชิ้นเนื้อให้เหมาะสมกับรูปแบบผลิตภัณฑ์จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องศึกษาร่วมกับการพัฒนาสูตรการผลิตและการกำหนดกระบวนการให้ความร้อนที่เหมาะสมแต่ละชนิดผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดคุณภาพที่ดีและความปลอดภัยเป็นที่ยอมรับ

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระบบการผลิตโคเนื้อและการจัดการวัตถุดิบเนื้อโคที่ได้จากการตัดแต่งจากโคเนื้อ 3 กลุ่ม

2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นแช่แข็งและเนื้อโคพร้อมบริโภคในน้ำเกลือ น้ำซूपและน้ำแกงบรรจุถุงทนร้อน
3. เพื่อพัฒนาสูตร รูปแบบผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อโคพร้อมบริโภคบรรจุถุงทนร้อนให้เหมาะสมเพื่อรองรับตลาดในประเทศและตลาดส่งออกในอนาคต

### ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการศึกษาผลของรูปแบบการเลี้ยงโค 3 ชนิด ที่มีผลต่อผลผลิตซาก การใช้ประโยชน์ การนำชิ้นส่วนรองที่ได้จากโคทั้ง 3 ชนิด มาทำผลิตภัณฑ์แปรรูป และทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นโครงการวิจัยจึงทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณซาก สัตส่วนชิ้นเนื้อการตัดแต่งทั้งชิ้นส่วนหลัก และชิ้นส่วนรองจากโคลูกผสมพื้นเมือง (หมายถึง โคเนื้อที่มีสายเลือดโคพื้นเมืองมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) และจากโคลูกผสมชาร์โรเลส์ (หมายถึง โคเนื้อที่มีเลือดโคเลือดยุโรปน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) และเนื้อโคนมเพศผู้ขุน มากำหนดลักษณะขึ้นเนื้อสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการและคุณภาพของเนื้อวัตถุดิบจากโคต่างสายเลือด และต่างตำแหน่งชิ้นเนื้อ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้มสุกแช่แข็งในน้ำเกลือและน้ำซूप การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคพร้อมบริโภคในน้ำแกงเขียวหวานและมัสมั่นบรรจุในถุงทนร้อน การศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการเตรียมวัตถุดิบและให้ความร้อน โดยกำหนดรูปแบบผลิตภัณฑ์ให้มีความเหมาะสมตามความต้องการของเครือข่ายกลุ่มผลิตเนื้อโคขุน ความต้องการของตลาดเพื่อการส่งจำหน่ายในกลุ่มร้านอาหารเนื้อเปื่อย และส่งออกผลิตภัณฑ์เนื้อโคไปสู่ตลาดต่างประเทศในอนาคต โดยกำหนดปัจจัยศึกษา คือ ผลของสายพันธุ์ และชนิดของเนื้อโคที่เป็นชิ้นส่วนรอง ตัวกลางของผลิตภัณฑ์ชนิด น้ำเกลือ น้ำซूप และน้ำแกง ซึ่งเป็นตัวกลางพื้นฐานต่อการส่งผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้การทราบข้อมูลการส่งผ่านความร้อนของชิ้นส่วนเนื้อโคแต่ละชนิดชิ้นส่วน ในแต่ละชนิดตัวกลางทำให้มีข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อโคบรรจุในถุงทนร้อน (retort pouch) โดยใช้เครื่องฆ่าเชื้อแบบเพิ่มความดันในการแปรรูปผลิตภัณฑ์

อย่างไรก็ตาม เดิมขอบเขตของการวิจัยได้กำหนดให้ทำการรวบรวมข้อมูลการเลี้ยง การตัดแต่งชิ้นทั้งหมดของเนื้อโคพื้นเมืองภาคใต้ของจังหวัดพัทลุง และจากโคลูกผสมผสมพื้นเมือง (หมายถึง โคเนื้อที่มีสายเลือดโคพื้นเมืองมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) และจากโคลูกผสมชาร์โรเลส์ (หมายถึง โคเนื้อที่มีเลือดโคเลือดยุโรปน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) และนำเนื้อชิ้นส่วนรอง ได้แก่ เศษเนื้อแดงที่ได้จากการตัดแต่ง เนื้อพื้นที่ท้อง และเนื้อน่องมาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้มสุกแช่แข็งในน้ำเกลือและน้ำซूपตามความต้องการของร้านอาหารเนื้อสัตว์เด็ดสามย่าน และพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคพร้อมบริโภคตามความต้องการของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อจำกัด (แม่คปฟ) แต่ในช่วงที่เริ่มดำเนินโครงการวิจัย สหกรณ์โคเนื้อพัทลุงยังไม่มีกรฆ่าโคพื้นเมืองภาคใต้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงหารือกับผู้ประสานงานโครงการวิจัย (รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล) เพื่อขอปรับเปลี่ยนสายพันธุ์ของโค ซึ่งผู้ประสานงานโครงการวิจัยได้เสนอให้ปรับเปลี่ยนสายพันธุ์โคเป็นโคลูกผสมพื้นเมือง (หมายถึง โคเนื้อที่มีสายเลือดโคพื้นเมืองมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) โคลูกผสมชาร์โรเลส์ (หมายถึง โคเนื้อที่มีเลือดโคเลือดยุโรปน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) และเนื้อโคนมเพศผู้ขุน ในเครือข่ายของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อจำกัด

## ทฤษฎี สมมติฐาน และ/หรือ กรอบแนวความคิดของการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นพร้อมบริโภคโดยใช้เทคโนโลยีการแช่แข็งและการบรรจุผลิตภัณฑ์ในภาชนะปิดสนิทผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง เป็นการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยใช้กระบวนการให้ความเย็นระดับต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของผลิตภัณฑ์ หรือการให้ความร้อนในระดับ sterilization ก่อให้เกิดความปลอดภัยเพื่อให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องได้ โดยมีอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ไม่ต่ำกว่า 1 ปี จึงช่วยให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์สู่ตลาดทั้งภายในประเทศและส่งออกได้โดยไม่เสื่อมเสียในระหว่างการจัดส่งและจำหน่าย การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์อ่อนตัวชนิด retort pouch มีข้อดีที่มีน้ำหนักเบา การส่งผ่านความร้อนสู่ผลิตภัณฑ์ทำได้รวดเร็ว จึงใช้เวลาในการให้ความร้อนสั้นกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดกระป๋องทำให้ช่วยรักษาคุณภาพของเนื้อและคุณค่าทางโภชนาการไว้ได้ นอกจากนี้ การเลือกใช้เทคโนโลยีการให้ความร้อนสูงในเครื่องฆ่าเชื้อแบบเพิ่มความดันช่วยแก้ปัญหาในข้อกังวลด้านความปลอดภัยอาหารเกี่ยวกับโรคจากสัตว์สู่คน

วัตถุดิบจากเนื้อโคมีแหล่งที่มาจากโคต่างพันธุ์กรรม จึงอาจมีคุณภาพเนื้อแตกต่างกันทั้งทางกายภาพ เคมี และโภชนาการของเนื้อ การทราบข้อมูลเหล่านี้ก็จะทำให้ทราบข้อมูลในการจัดการวัตถุดิบ และเลือกใช้ประโยชน์เนื้อในผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม อนึ่งวัตถุดิบเนื้อโคที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เนื้อต้นสามารถใช้เนื้อได้จากหลายตำแหน่งกล้ามเนื้อ เช่น เนื้อสะโพก เนื้อต้นขา เนื้อสันท้อง เนื้อน่อง เป็นต้น ซึ่งเนื้อแต่ละชิ้นส่วนมีความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพ จึงอาจมีผลต่อคุณภาพและการส่งผ่านความร้อนที่แตกต่างกันของผลิตภัณฑ์เนื้อโค ระดับความร้อนในการต้มให้เนื้อมีความเปื่อยนุ่มตามต้องการสำหรับเนื้อแต่ละตำแหน่งและจากโคแต่ละสายพันธุ์อาจต้องใช้ความร้อนที่แตกต่างกัน การให้ความร้อนจะส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นรสของเนื้อ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมีทั้งการเสียสภาพและย่อยสลายโปรตีนและการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อ การวัดค่าองค์ประกอบเคมีที่เปลี่ยนแปลง ร่วมกับการประเมินทางกายภาพและประสาทสัมผัส ทำให้สามารถเลือกสภาวะการให้ความร้อนที่เหมาะสมต่อการเตรียมวัตถุดิบเนื้อต้มสุกเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อต้น กระบวนการแปรรูปโดยใช้ความเย็น ระดับแช่เยือกแข็ง และการให้ความร้อนสูง อาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสของวัตถุดิบเนื้อต้มที่เตรียมได้ จึงจำเป็นต้องศึกษาเพื่อให้ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการควบคุมกระบวนการ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อต้นสามารถให้ความร้อนในตัวกลางที่หลากหลาย เช่น น้ำ น้ำเกลือ น้ำมัน น้ำซุปรสเปรี้ยว และน้ำแกง ซึ่งสามารถส่งจำหน่ายไปเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นต้นเพื่อการปรุงอาหารเพิ่มเติมตามความต้องการของผู้บริโภค หรืออาจพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อปรุงรสในน้ำซุปรสแบบผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายก็ได้ ตัวกลางในการให้ความร้อนที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อการส่งผ่านความร้อนที่แตกต่างกันซึ่งจะมีผลต่อการกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ให้มีความปลอดภัยทางการค้า การเกิดออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ขณะให้ความร้อนอาจขึ้นกับชนิดของเนื้อ แหล่งวัตถุดิบ และตัวกลางของผลิตภัณฑ์ซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพขณะเก็บรักษา การศึกษานี้จึงวิเคราะห์ความแตกต่างในองค์ประกอบของไขมันชนิดกรดไขมันของผลิตภัณฑ์เนื้อโคที่ใช้เนื้อต่างตำแหน่ง เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้วัตถุดิบ

## ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

### เชิงวิชาการ

1. ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการเนื้อจากโคลูกผสมบราห์มัน โคนมเพศผู้ และโคลูกผสมชาร์โรเลส์ซุน ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อโค
2. ได้องค์ความรู้ชนิดชิ้นส่วนเนื้อโคที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อต้นพร้อมบริโภครวณร้อน
3. ได้องค์ความรู้กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นในตัวกลางชนิดต่างๆ รวมทั้งเข้าใจสมบัติเชิงหน้าที่ของทั้งสูตรการผลิต และสภาวะการผลิตที่สามารถพัฒนาเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ได้
4. สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้มาพัฒนากระบวนการเรียนสอนและวิจัยให้นักศึกษาทั้งในระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษา
5. สามารถนำองค์ความรู้จากผลการวิจัยในเชิงทฤษฎีหลักการ ผลของพันธุ์โค ตำแหน่งชิ้นเนื้อ อุณหภูมิและเวลาให้ความร้อน และตัวกลางของผลิตภัณฑ์ที่สัมพันธ์กับองค์ประกอบเคมีและกายภาพต่อกระบวนการให้ความร้อนมาตีพิมพ์เผยแพร่ในเชิงวิชาการได้

### เชิงพาณิชย์

สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นที่หลากหลายสูตรรูปแบบ อย่างน้อย 3 ผลิตภัณฑ์ พร้อมกระบวนการผลิต ที่สามารถถ่ายทอดสู่ผู้ประกอบการที่มีความพร้อมในการผลิตได้

### เชิงนโยบาย

เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคพร้อมบริโภค สำหรับรองรับนโยบายการส่งเสริมการเลี้ยงโคของประเทศเพื่อการพัฒนาตลาดผู้บริโภคในประเทศไทยและส่งออกในตลาดต่างประเทศต่อไป และเพื่อให้ได้มาตรฐานในการผลิตผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับและแข่งขันในเชิงพาณิชย์

## บทที่ 2

### ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### สถานการณ์การผลิตเนื้อโคของประเทศไทย

โคเนื้อเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ในอดีตการเลี้ยงโคเนื้อเป็นการเลี้ยงเพื่อเอาไว้ใช้งานภายในครัวเรือนเมื่อปลดระวางแล้วจึงขายเป็นโคเนื้อเพื่อบริโภค แต่ในปัจจุบันการเลี้ยงโคเนื้อได้เปลี่ยนจุดประสงค์ของการเลี้ยงแบบเดิมมาเป็นการเลี้ยงในเชิงอุตสาหกรรมที่มีมาตรฐานการเลี้ยง ที่ชัดเจน และมีตลาดรองรับที่แน่นอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อโคที่ปรับเปลี่ยนจากการบริโภคแบบเดิมซึ่งจำแนกเนื้อออกเป็นเนื้อสัน เนื้อสะโพก เนื้อแดง และเศษเนื้อ เป็นการจำแนกชนิดของเนื้อตามความต้องการของตลาด นอกจากนี้การที่ตลาดในประเทศที่ตั้งอยู่รอบๆ ประเทศไทยมีศักยภาพในการบริโภคเนื้อโคมากขึ้น ส่งผลทำให้อุตสาหกรรมการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทยตื่นตัว ซึ่งสถานการณ์นี้เริ่มต้นในช่วงปี พ.ศ. 2557 เป็นต้นมา โดยเฉพาะการตื่นตัวที่ผู้ประกอบการไทยจะส่งออกโคเนื้อมีชีวิตไปยังประเทศจีนและเวียดนาม ขณะที่กลุ่มธุรกิจการจำหน่ายเนื้อโคคุณภาพ เช่น สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อจำกัด และสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด ก็หันมาให้ความสนใจในการส่งออกเนื้อโคคุณภาพดีไปยังประเทศจีนแทนการส่งมีชีวิตด้วย

#### สถิติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโคเนื้อในประเทศไทย

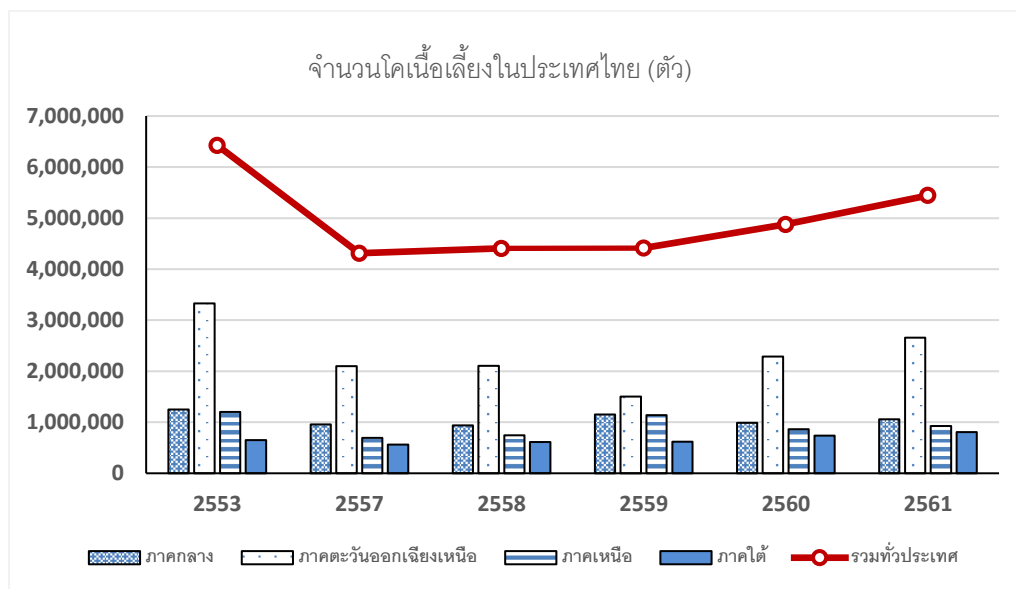
สำหรับจำนวนประชากรโคเนื้อที่เลี้ยงในประเทศไทย จากข้อมูลทางสถิติซึ่งรายงานโดยศูนย์-สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ (2562) (ตารางที่ 2-1; ภาพที่ 2-1) แสดงให้เห็นว่า ในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีจำนวนประชากร โคเนื้อทั้งสิ้น 5,445,351 ตัว โดยภาคที่มีการเลี้ยงโคเนื้อมากที่สุด คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (2,655,382 ตัว) รองลงมา คือ ภาคกลาง (1,055,365 ตัว) ภาคเหนือ (925,951 ตัว) และภาคใต้ (808,653 ตัว) ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนประชากรโคเนื้อที่เลี้ยงในปี พ.ศ. 2554 พบว่ามีจำนวนลดลงถึง 194,510 ตัว หรือคิดเป็นร้อยละ 15.27 แต่หากเปรียบเทียบกับจำนวนประชากรโคเนื้อในช่วง 5 ปี ที่ผ่าน (พ.ศ. 2557) พบว่าโคเนื้อที่เลี้ยงในปี พ.ศ. 2561 มีจำนวนเพิ่มถึงร้อยละ 26 โดยภาคใต้เพิ่มจำนวนประชากรโคเนื้อมากที่สุด คือ ร้อยละ 43 รองลงมา คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง โดยคิดเป็นร้อยละ 34 26 และ 11 ตามลำดับ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโคเนื้อในช่วง 5 ปีนี้ แสดงให้เห็นว่า ความต้องการบริโภคเนื้อโคในประเทศ และเพื่อการส่งออกไปยังประเทศต่างๆ ที่ตั้งอยู่รอบประเทศได้มีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งถือว่ามีความแนวโน้มที่ดีกว่าช่วงปีพ.ศ. 2553 ถึง 2557



ตารางที่ 2-1 สถิติจำนวนโคเนื้อในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2553 และระหว่างปีพ.ศ. 2557 -2561

| ปี พ.ศ.                                          | ภาคกลาง   | ภาคตะวันออก<br>เฉียงเหนือ | ภาคเหนือ  | ภาคใต้  | รวมทั้ง<br>ประเทศ |
|--------------------------------------------------|-----------|---------------------------|-----------|---------|-------------------|
| 2553 <sup>1</sup>                                | 1,249,875 | 3,325,792                 | 1,202,857 | 648,327 | 6,426,853         |
| 2557 <sup>1</sup>                                | 955,003   | 2,099,472                 | 692,505   | 565,428 | 4,312,408         |
| 2558 <sup>1</sup>                                | 941,484   | 2,104,941                 | 745,252   | 615,431 | 4,407,108         |
| 2559 <sup>2</sup>                                | 966,199   | 2,194,812                 | 803,494   | 677,165 | 4,641,668         |
| 2560 <sup>1</sup>                                | 990,913   | 2,284,682                 | 861,735   | 738,898 | 4,876,228         |
| 2561 <sup>1</sup>                                | 1,055,365 | 2,655,382                 | 925,951   | 808,653 | 5,445,351         |
| เปรียบเทียบจำนวนโคในปีพ.ศ. 2561 กับ 2553 (10 ปี) |           |                           |           |         |                   |
| ตัว                                              | -194,510  | -670,410                  | -276,906  | 160,326 | -981,502          |
| %                                                | -15.56    | -20.16                    | -23.02    | 24.73   | -15.27            |
| เปรียบเทียบจำนวนโคในปีพ.ศ. 2561 กับ 2557 (5 ปี)  |           |                           |           |         |                   |
| ตัว                                              | 100,362   | 555,910                   | 233,446   | 243,225 | 1,132,943         |
| %                                                | 11        | 26                        | 34        | 43      | 26                |

ที่มา: <sup>1</sup> ดัดแปลงจากศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ (2562); <sup>2</sup> สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2561)



ภาพที่ 2-1 จำนวนโคเนื้อแยกเป็นรายภาคที่เลี้ยงในปีพ.ศ. 2553 และปีพ.ศ. 2557 ถึง 2561

ที่มา: <sup>1</sup> ดัดแปลงจากศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ (2562); <sup>2</sup> สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2561)

อนึ่ง เมื่อพิจารณาจำนวนประชากรโคเนื้อในแต่ละเขตปศุสัตว์ ในช่วงปีพ.ศ. 2557-2561 โดยเปรียบเทียบกับปีพ.ศ. 2553 พบว่า โคปีพ.ศ. 2553 เขตปศุสัตว์ที่มีการเลี้ยงโคเนื้อมากที่สุด 2 อันดับแรก คือ เขต 3 (อันดับ 1) และ 4 (อันดับ 2) รองลงมา คือ เขต 7 (อันดับ 3) เขต 5 (อันดับ 4) เขต 9

(อันดับ 5) เขต 6 (อันดับ 6) เขต 1 (อันดับ 7) เขต 8 (อันดับ 8) และ เขต 2 (อันดับ 9) ตามลำดับ แต่มีจำนวนลดลงในปีพ.ศ. 2557 ในปีพ.ศ. 2557 เขต 3 4 7 5 ยังคงมีจำนวนโคเนื้อสูงสุด 4 อันดับแรก ขณะที่เขต 8 มีจำนวนโคเนื้อมากเป็นอันดับ 5 รองลงมา คือ เขต 6 (อันดับ 6) เขต 9 (อันดับ 7) เขต 1 (อันดับ 8) และเขต 2 (อันดับ 9) ตามลำดับ และลำดับจำนวนประชากรในปีพ.ศ. 2561 ก็ยังคงเช่นเดียวกับการเลี้ยงในพ.ศ. 2558 ดังแสดงในตารางที่ 2-2

**ตารางที่ 2-2** สถิติจำนวนโคเนื้อแยกเป็นรายเขตปศุสัตว์ในปีพ.ศ. 2553 และปี พ.ศ. 2558-2561

| เขตปศุสัตว์ <sup>1</sup> | ปี พ.ศ.   |           |           |           |           |           | เฉลี่ย <sup>2</sup> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
|                          | 2553      | 2557      | 2558      | 2559      | 2560      | 2561      |                     |
| เขต 1                    | 279,707   | 138,239   | 138,117   | 142,230   | 146,343   | 155,212   | 166,641             |
| เขต 2                    | 132,423   | 125,973   | 105,884   | 104,838   | 103,792   | 134,382   | 117,882             |
| เขต 3                    | 1,452,179 | 1,226,482 | 1,204,880 | 1,262,747 | 1,320,613 | 1,547,769 | 1,335,778           |
| เขต 4                    | 793,978   | 872,990   | 900,061   | 932,065   | 964,069   | 1,107,613 | 928,463             |
| เขต 5                    | 400,298   | 397,390   | 427,975   | 439,729   | 451,483   | 490,525   | 434,567             |
| เขต 6                    | 341,380   | 292,115   | 317,277   | 363,765   | 410,252   | 435,426   | 360,036             |
| เขต 7                    | 572,529   | 690,791   | 697,483   | 719,131   | 740,778   | 765,771   | 697,747             |
| เขต 8                    | 194,935   | 324,286   | 346,486   | 384,942   | 423,398   | 468,905   | 357,159             |
| เขต 9                    | 363,486   | 241,142   | 268,945   | 292,223   | 315,500   | 339,748   | 303,507             |

หมายเหตุ<sup>1</sup> เขต 1, 2, 7 อยู่ในภาคกลาง เขต 3, 4 อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เขต 5, 6 อยู่ในภาคเหนือ และเขต 8, 9 อยู่ในภาคใต้; <sup>2</sup> เป็นค่าเฉลี่ยระหว่างปีพ.ศ. 2557-2561

ที่มา: ดัดแปลงจากศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ (2562)

เมื่อพิจารณารายงานในด้านการเลี้ยงโคเนื้อของประเทศของสำนักกรรมการ 1 สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภาฯ (2560) สรุปได้ว่า จำนวนโคเนื้อและจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากเกษตรกรใช้พื้นที่เลี้ยงโคเพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจอื่นที่ได้ผลตอบแทนที่ดีกว่า และนำพื้นที่สาธารณะไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นมากขึ้น ยิ่งไปกว่านั้น ผลจากการที่ราคาขายปลีกเนื้อโคในตลาดภายในประเทศที่ไม่สูงมาก และการเพิ่มการนำเข้าเนื้อโคคุณภาพจากประเทศออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น อันเป็นผลมาจากการค้าเสรี ก็มีผลกระทบต่อการประกอบธุรกิจการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศเช่นกัน โดยการเลิกเลี้ยง หรือขายทิ้งแม่โคพร้อมลูกโคยกฝูง มีผลทำให้ประเทศไทย ขาดแคลนแม่โคต้นทาง หรือแม่ฐานจนถึงปัจจุบัน แม้ว่าสถานการณ์ในช่วงปีพ.ศ. 2559 ถึง 2561 ถือว่าการเลี้ยงโคเนื้อ มีแนวโน้มที่ดีขึ้น เพราะจำนวนประชากรโคเนื้อได้ปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์, 2562)

เมื่อพิจารณาเฉพาะจำนวนโคขุน จากข้อมูลของศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ พบว่า ในปีพ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีการเลี้ยงโคขุนเพียง 159,753 ตัว หรือคิดเป็นร้อยละ 2.93 ของจำนวนประชากรโคเนื้อทั้งหมดที่เลี้ยงในปีเดียวกัน (5,445,351 ตัว) ซึ่งถือว่ามียังมีการเลี้ยงโคขุนน้อยมาก แม้ว่าจำนวนโคขุนจะมีจำนวนมากที่สุดในภาคกลาง (113,004 ตัว) รองลงมา คือ ภาคเหนือ (19,507 ตัว)

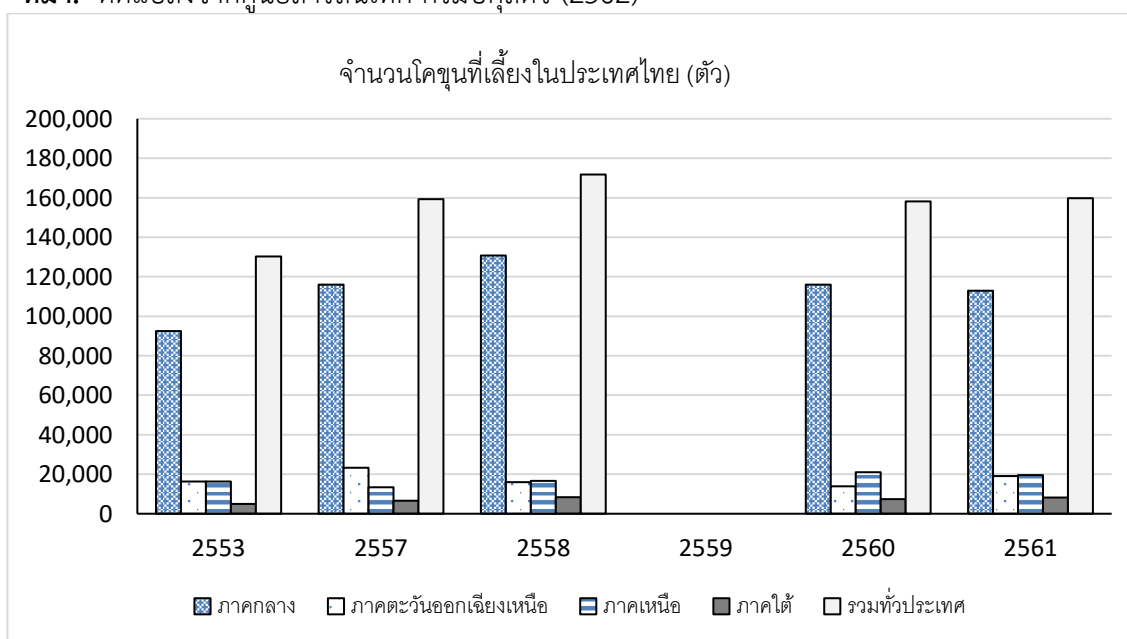
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (19,010 ตัว) และภาคใต้มีจำนวนการเลี้ยงโคขุนน้อยที่สุด (8,232 ตัว) ดังแสดงในตารางที่ 2-2 และภาพที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 จำนวนโคขุนที่เลี้ยงในประเทศไทยในปีพ.ศ. 2553 และระหว่างปีพ.ศ. 2557-2561

| ปี พ.ศ.                                          | ภาคกลาง | ภาคตะวันออก<br>เฉียงเหนือ | ภาคเหนือ | ภาคใต้ | รวมทั้ง<br>ประเทศ |
|--------------------------------------------------|---------|---------------------------|----------|--------|-------------------|
| 2553                                             | 92,569  | 16,371                    | 16,382   | 4,893  | 130,215           |
| 2557                                             | 115,999 | 23,341                    | 13,383   | 6,589  | 159,312           |
| 2558                                             | 130,797 | 15,907                    | 16,702   | 8,401  | 171,807           |
| 2559                                             | ?       | ?                         | ?        | ?      | ?                 |
| 2560                                             | 115,952 | 13,859                    | 21,052   | 7,359  | 158,222           |
| 2561                                             | 113,004 | 19,010                    | 19,507   | 8,232  | 159,753           |
| เปรียบเทียบจำนวนโคในปีพ.ศ. 2561 กับ 2553 (10 ปี) |         |                           |          |        |                   |
| ตัว                                              | 20,435  | 2,639                     | 3,125    | 3,339  | 29,538            |
| %                                                | 22.08   | 16.12                     | 19.08    | 68.24  | 22.68             |
| เปรียบเทียบจำนวนโคในปีพ.ศ. 2561 กับ 2557 (5 ปี)  |         |                           |          |        |                   |
| ตัว                                              | -2,995  | -4,331                    | 6,124    | 1,643  | 441               |
| %                                                | -2.6    | -18.6                     | 45.8     | 24.9   | 0.3               |

หมายเหตุ ? หมายถึง ไม่มีข้อมูลของปีพ.ศ. 2559

ที่มา: ดัดแปลงจากศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ (2562)



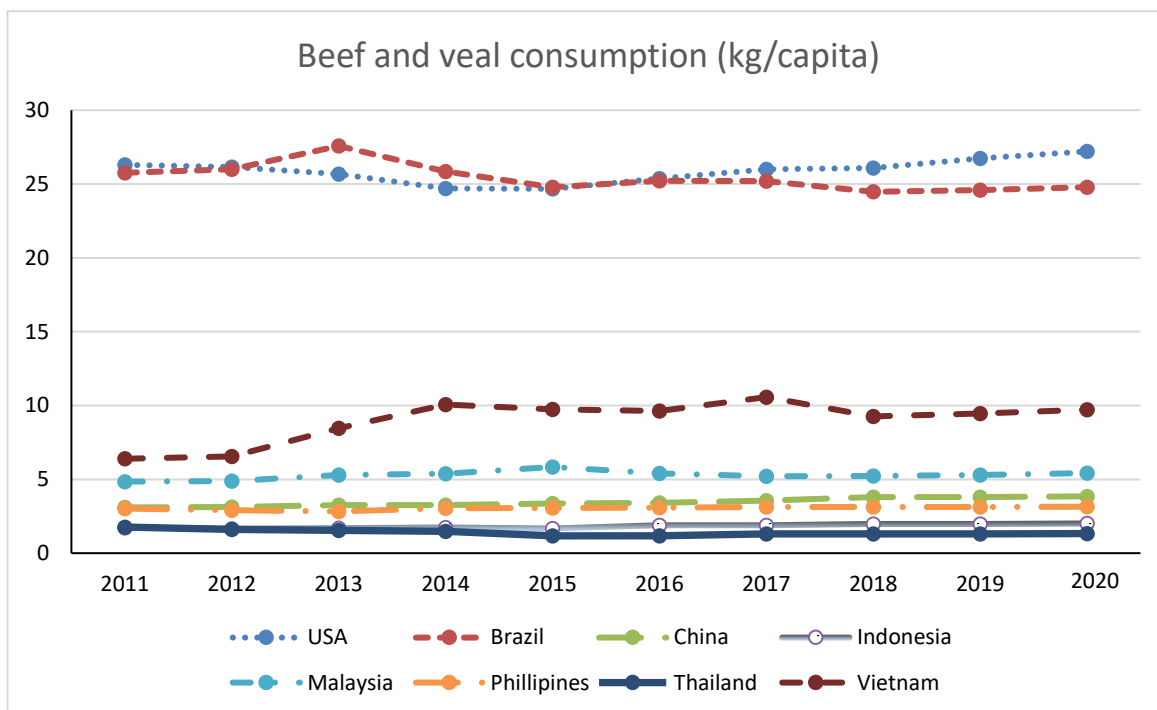
ภาพที่ 2-2 จำนวนประชากรโคขุนที่เลี้ยงในประเทศไทยในปีพ.ศ. 2553 และระหว่างปีพ.ศ. 2557 ถึง 2561

ที่มา: ดัดแปลงจากศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ (2562)

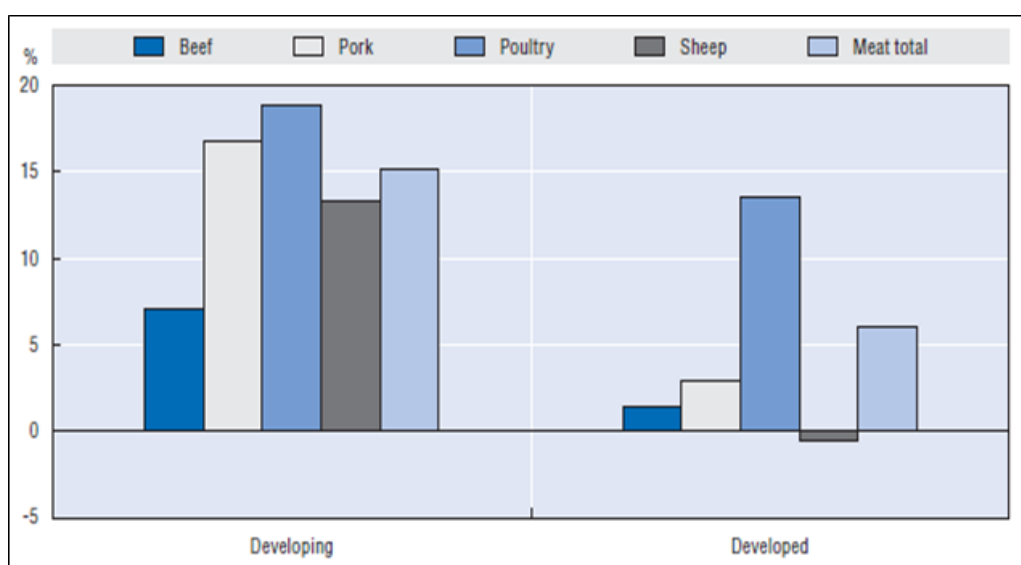
เมื่อพิจารณาเป็นรายเขตปศุสัตว์ แม้ว่าในปีพ.ศ. 2561 พื้นที่ปศุสัตว์เขต 3 และ 4 ซึ่งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีจำนวนประชากรโคเนื้อมากที่สุด รองลงมา คือ ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคใต้ แต่เมื่อพิจารณาถึงประชากรโคขุน พบว่า ภาคกลางเป็นภาคที่มีจำนวนประชากรโคขุนมากที่สุด รองลงมา คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะภาคกลางอยู่ในแหล่งที่มีการผลิตอาหารหยาบและอาหารข้นมากที่สุด ทำให้ต้นทุนค่าอาหารมีราคาต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่น

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลจากตารางที่ 2-3 แสดงให้เห็นว่า ในปีพ.ศ. 2561 ภาคใต้มีการเลี้ยงโคขุนเพิ่มขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากนโยบายการส่งเสริมการเลี้ยงโคขุนในพื้นที่ปศุสัตว์เขต 8 และ เขต 9 ของกรมปศุสัตว์ ทำให้เขตปศุสัตว์ที่ 8 และ 9 มีจำนวนโคขุนเพิ่มร้อยละ 19.3 และ 80.7 ตามลำดับ (ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์, 2562) อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของการเลี้ยงโคขุนในภาคใต้ คือ ปริมาณอาหารหยาบคุณภาพดีมีไม่เพียงพอ และวัตถุดิบสำหรับผสมอาหารข้นมีราคาแพงกว่าภาคอื่นๆ

ในแง่ของสถานการณ์การผลิตเนื้อโคและเนื้อลูกโคของโลก จากข้อมูลข้อมูลยุทธศาสตร์ปศุสัตว์ ปีพ.ศ. 2561 ถึง 2565 ชี้ให้เห็นว่า การผลิตเนื้อโคลูกโคของประเทศต่างๆ ในกลุ่มสหภาพยุโรป สาธารณรัฐประชาชนจีน อินเดีย ได้ขยายตัวมากขึ้น ยกเว้นสหรัฐอเมริกา และบราซิล ที่มีอัตราการผลิตลดลง ส่วนปริมาณการบริโภคเนื้อโคและเนื้อลูกโคนั้น OECD คาดการณ์ว่า การบริโภคในช่วงปีพ.ศ. 2561 ถึง 2570 มีแนวโน้มลดลงประมาณร้อยละ 0.2 แต่ประเทศสหรัฐอเมริกายังคงมีการบริโภคมากที่สุด รองลงมา คือ บราซิล ส่วนในกลุ่มอาเซียน ประเทศเวียดนามมีปริมาณการบริโภคมากที่สุด และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ประเทศไทยคาดว่าจะมีการบริโภคต่ำสุด โดยในปีพ.ศ. 2570 คาดว่าจะมีการบริโภคลดลงถึงร้อยละ 21.9 ดังแสดงในภาพที่ 2-3 อย่างไรก็ตาม OECD (2010) ได้คาดการณ์ว่า ในปี พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) ปริมาณการบริโภคเนื้อโคและลูกโคในประเทศกำลังพัฒนาจะเพิ่มขึ้น แต่การบริโภคนี้อาจลดลงในประเทศที่พัฒนาแล้ว ดังแสดงในภาพที่ 2-4 แสดงว่าความพยายามในการพัฒนาการเลี้ยงเพื่อและให้ได้เนื้อโคคุณภาพดี และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ยังมีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จ



ภาพที่ 2-3 ปริมาณการบริโภคเนื้อโคและลูกโคในระหว่างปีพ.ศ. 2011 ถึง 2020 โดยเปรียบเทียบของประเทศไทยกับบางประเทศในกลุ่มอาเซียนและประเทศจีน  
ที่มา : ดัดแปลงจาก OECD (2018)



ภาพที่ 2-4 คาดการณ์การบริโภคเนื้อโคและลูกโคในปีพ.ศ. 2019  
ที่มา : ดัดแปลงจาก OECD FAO (2016 อ้างถึงใน กรมปศุสัตว์, 2560)

เมื่อพิจารณาเฉพาะในกลุ่มอาเซียนและสาธารณรัฐประชาชนจีน เกลิงศักดิ์ อังกูเรศณี และคณะ (2560) ชี้ให้เห็นว่า ประเทศไทยมีจุดแข็ง คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคไทยมีประสบการณ์ รวมทั้งยังมีพันธุ์โคที่ดี มีพื้นที่เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการนำเข้าและส่งออก แต่จุดของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อส่วนใหญ่ คือ ขาดการวางแผนผลิตและการตลาดระยะยาว การระบบการจัดการตลาด และขาดการเพิ่มมูลค่าของสินค้า แต่หากมีการวางแผนที่ดีประเทศไทยจะเป็นแหล่งการผลิตโคเนื้อที่เหมาะสมสำหรับตลาดอาเซียนและสาธารณรัฐประชาชนจีนต่อไป

สำหรับการส่งออกโคเนื้อไปยังต่างประเทศนั้น แม้ว่าประเทศไทยจะส่งออกโคมีชีวิตไปยังสปป.ลาว เวียดนาม และมาเลเซียนั้น ปรากฏว่า จำนวนการส่งออกโคมีชีวิตของประเทศไทยไปยังมาเลเซียมีแนวโน้มลดลง เพราะราคาโคเนื้อในประเทศที่สูงกว่าราคาโคเนื้อที่ประเทศมาเลเซียนำเข้าจากประเทศออสเตรเลีย แต่ปริมาณการส่งออกของโคเนื้อจากไทยไปยังลาวเพื่อส่งต่อไปสาธารณรัฐประชาชนจีนยังคงตัว ขณะที่ปริมาณการส่งออกของโคเนื้อไทยไปยังประเทศกัมพูชามีแนวโน้มลดลง อันเป็นผลมาจากการร่วมลงทุนของนักธุรกิจออสเตรเลียและกัมพูชา แต่จากการรวบรวมข้อมูลด้านกักกันสัตว์เชิงราย กรมปศุสัตว์ (2562) พบว่า ประเทศไทยส่งออกโคผ่านด่านเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ได้ยังประเทศ สปป. ลาว มีปริมาณมากที่สุดในปีพ.ศ. 2558 โดยมีจำนวนโคมากถึง 142,243 ตัว และมีจำนวนลดลงเหลือ 66,812 ตัว ในปีพ.ศ. 2559 และ 45,329 ตัว ในปีพ.ศ. 2560 จากนั้นจึงปรับตัวเพิ่มขึ้นเป็น 109,793 ตัว ในปีพ.ศ. 2561 ขณะที่ในปีพ.ศ. 2561 ประเทศไทยส่งซากโคผ่านไปยังประเทศ สปป. ลาว ในปริมาณ 2,767,767 กิโลกรัม หรือคิดเป็น 830,330 ล้านบาท ขณะที่สำนักกรมการค้า 1 สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา (2560) ได้ระบุว่า ในปีพ.ศ. 2559 มีการส่งออกเนื้อโคและผลิตภัณฑ์จำนวน 1,340 ตัน แต่ทั้งนี้การส่งออกผลิตภัณฑ์เนื้อโคไปยังประเทศจีนน่าจะเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพสูงกว่าการเพิ่มจำนวนโค (หมายถึงการเติมโค) ในระบบการเลี้ยงโคของประเทศ (ธารัง เมฆโหรา และคณะ, 2558)

ในแง่การนำเข้านั้น ประเทศไทยได้นำเข้าโคเนื้อจากประเทศเมียนมาร์เข้ามาขุนเพื่อส่งออกโคมีชีวิตและเนื้อโค ไปยังสปป. ลาว เพื่อส่งต่อ (re-export) ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และเวียดนาม นอกจากนี้ประเทศไทยยังนำเข้าเนื้อโคจากประเทศอินเดียเพื่อการส่งและส่งผ่าน (transit) มากถึงร้อยละ 45 รองลงมา คือ จากประเทศออสเตรเลีย ร้อยละ 30 และนิวซีแลนด์ ร้อยละ 16 ตามลำดับ (เกลิงศักดิ์ อังกูเรศณี และคณะ, 2560) โดยในช่วงปีพ.ศ. 2557 2558 2559 2560 และ 2561 ประเทศไทยนำเข้าโคพ่อและแม่พันธุ์จำนวน 126,220 130,258 100,905 119,177 และ 136,832 ตัว ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561)

### ราคาโคเนื้อและเนื้อโคในประเทศไทย

สำหรับราคาโคเนื้อมีชีวิต ข้อมูลทางสถิติซึ่งรายงานโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555 อ้างถึงโดย ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และคณะ, 2555) พบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2548 ถึง 2554 ราคาโคมีชีวิตอยู่ในช่วง 48.08 ถึง 49.25 บาทต่อกิโลกรัม แต่ในช่วงปีพ.ศ. 2557 ถึง 2559 ราคาโคมีชีวิตได้เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากความต้องการโคเนื้อในประเทศ และเพื่อการส่งออกไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

กัมพูชา และเวียดนามมีมากขึ้น และราคาโคมีชีวิตได้ลดลงตั้งแต่ปีพ.ศ. 2560 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงนโยบายการนำเข้าโคมีชีวิตของสาธารณรัฐประชาชนจีน การลงทุนในอุตสาหกรรมเลี้ยงโคในประเทศกัมพูชาและ สปป.ลาว เป็นต้น

ตารางที่ 2-4 ราคาจำหน่ายโคเนื้อมีชีวิตและเนื้อโคระหว่างปี พ.ศ. 2557-2561

| ปี พ.ศ. | โคมีชีวิตที่เกษตรกรขายได้ (บาท/กก.) <sup>1/</sup> | ขายปลีกเนื้อแดง (บาท/กก.) <sup>2/</sup> | ขายปลีกเนื้อสันนอก (บาท/กก.) <sup>2/</sup> | ขายปลีกเนื้อสันใน (บาท/กก.) <sup>2/</sup> |
|---------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 2557    | 101.09                                            | 190-200                                 | 220-220                                    | 270-280                                   |
| 2558    | 106.11                                            | 190-260                                 | 200-280                                    | 270-400                                   |
| 2559    | 104.38                                            | 240-260                                 | 240-280                                    | 300-400                                   |
| 2560    | 94.68                                             | 240-260                                 | 240-280                                    | 300-400                                   |
| 2561    | 89.02                                             | 230-260                                 | 230-280                                    | 300-400                                   |

ที่มา : ดัดแปลงจาก <sup>1</sup> สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2562); <sup>2</sup> กรมการค้าภายใน (2562)

สำหรับราคาเนื้อโค จากข้อมูลของกรมการค้าภายใน แสดงให้เห็นว่า ราคาเนื้อโค ทั้งเนื้อแดง เนื้อสันนอก และเนื้อสันใน มีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาอย่างมาก (ตารางที่ 2-4) ขณะที่เนื้อโคคุณภาพทั่วไปของประเทศยังต้องต่อสู้กับราคาเนื้อโคนำเข้าจากออสเตรเลียที่มีความได้เปรียบในเรื่องราคามากกว่า (หมายถึง ราคาต่อกิโลกรัมต่ำกว่า) เพราะมีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า ด้วยเหตุนี้กรมปศุสัตว์จึงเร่งพัฒนาแนวทางการลดต้นทุนการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกร รวมทั้งวางแผนทางในการปรับปรุงการเลี้ยงโคทั้งระบบเพื่อให้มาตรฐาน GAP (Good Agricultural Practice) รวมทั้งยกระดับมาตรฐานโรงฆ่าโค วางแนวทางการเพิ่มมูลค่าของซากและเนื้อโค รวมทั้งสร้างระบบการรับรู้ให้ผู้บริโภคและจัดการตลาดให้ผลิตภัณฑ์ถึงมือผู้บริโภคเป้าหมาย

### ซากและปริมาณเนื้อจากซากโค

เมื่อกล่าวถึงปริมาณซากและปริมาณเนื้อโคนั้น จากการรวบรวมผลงานวิจัยพบว่า โคพื้นเมือง และโคลูกผสมต่างๆ มีเปอร์เซ็นต์ซากอยู่ในช่วงร้อยละ 50.8 ถึง 60.3 (ตารางที่ 2-5) ส่วนปริมาณเนื้อแดงในซากก็มีความผันแปรไปตามชนิดของโค (species) ระยะเวลาในการขุน (fattening period) อายุของโคที่นำมาเข้าฆ่า (age at slaughter) ระบบอาหารที่โคได้รับ รวมทั้งสภาวะสุขภาพของโคในช่วงเวลานั้น (สัญญา จตุรสิทธิธา, 2550; Nade, 2008; Irshad et al., 2012; Ramírez-Retamal and Morales, 2014) ทั้งนี้ปริมาณไขมันแทรกและไขมันหุ้มซากจะแตกต่างกันไปตามระดับของสายเลือด หากมีเลือดโคยุโรป (European breed) สูง ปริมาณไขมันแทรก และไขมันหุ้มซากก็จะมากกว่าโคสายเลือดอินเดีย (Indian breed) ดังรายงานการศึกษาของ ธนาพร บุญมี และคณะ (2560) ที่สรุปได้ว่า โคลูกผสมพื้นเมือง x ชาร์โรเลส์ และลูกผสมพื้นเมือง x แบล็คแองกัส น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น และเปอร์เซ็นต์ซาก

มากกว่าโคลูกผสมพื้นเมือง x บราห์มัน ขณะที่ โคลูกผสมสายเลือดยุโรปมีปริมาณไขมันแทรกไม่มีความแตกต่างกัน แต่มากกว่าโคลูกผสมพื้นเมือง x บราห์มัน อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้สรุปว่า โคลูกผสมพื้นเมือง x ชาร์โรเลส์มีประสิทธิภาพด้านคุณภาพซากมากที่สุด

อนึ่ง แม้ว่าเนื้อจากโคชาร์โรเลส์จะได้รับการยอมรับว่าเป็นเนื้อที่มีคุณภาพดีมาก หรือมากที่สุดของประเทศไทย แต่ก็ยังมีเนื้อจากโคสายพันธุ์อื่นที่ได้รับการส่งเสริมการเลี้ยงขุน เช่น โคเนื้อพันธุ์วากิว แบล็คเบงกัล เป็นต้น แต่เนื่องจากจำนวนโคเนื้อพันธุ์ดีเหล่านั้นมีไม่พอที่จะผลิตเนื้อเพื่อรองรับความต้องการของตลาด จึงมีการนำโคนมเพศผู้มาทดลองเลี้ยงเพื่อการผลิตเนื้อคุณภาพดีด้วย ซึ่งจากผลการศึกษาของ วิโรจน์ ภัทรจินดา และคณะ (2559) และสุริยะ สะวานนท์ และคณะ (2559) ชี้ชัดว่าประเทศไทยสามารถผลิตเนื้อโคคุณภาพดีจากโคนมเพศผู้สามารถทำได้เช่นกัน

ตารางที่ 2-5 ปริมาณซากและเนื้อแดงของโคสายเลือดต่างๆ เมื่อคิดเป็นร้อยละ

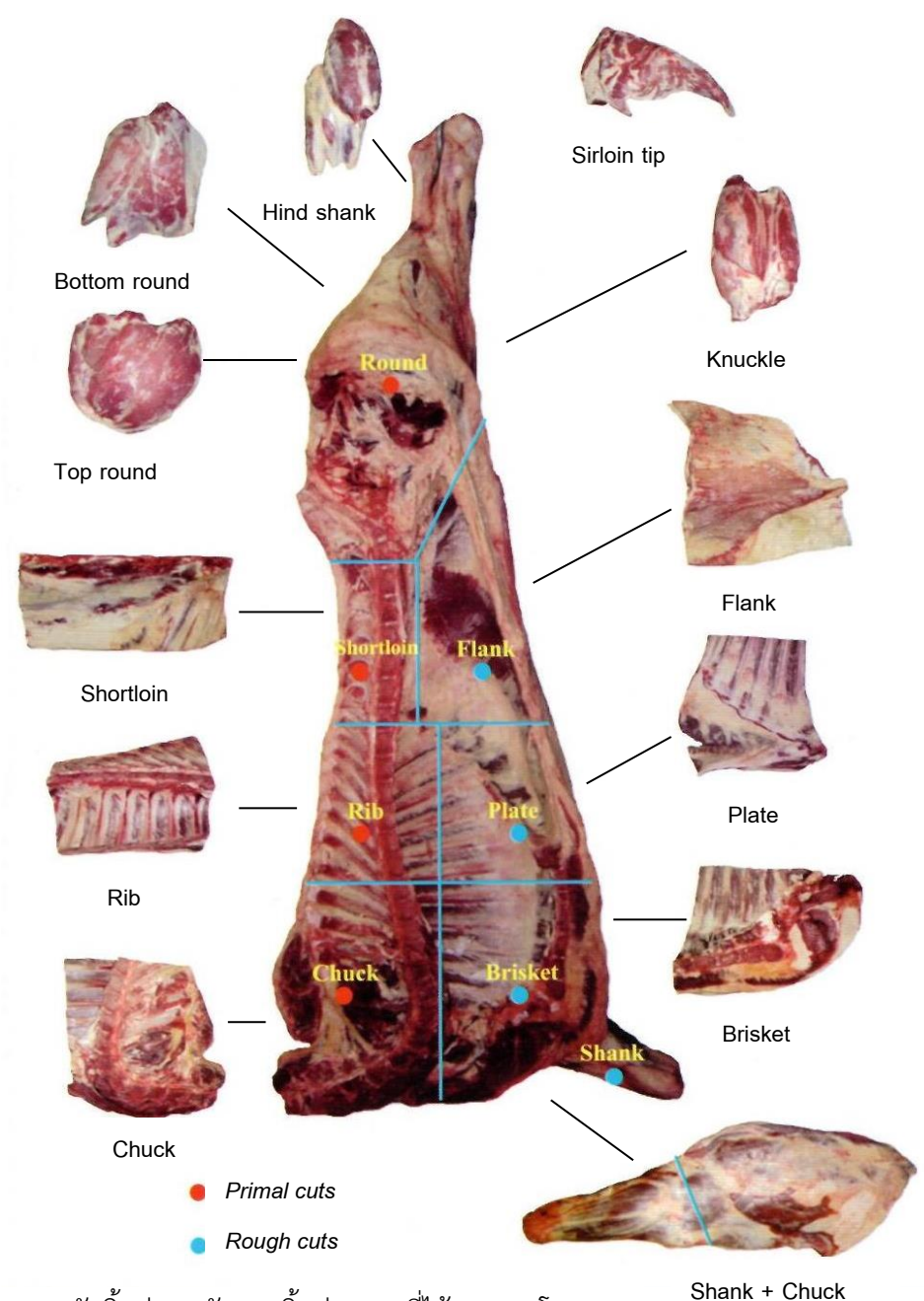
| พันธุ์โค                       | %ซาก | %เนื้อแดง         | เอกสารอ้างอิง                    |
|--------------------------------|------|-------------------|----------------------------------|
| โคพื้นเมือง                    | 50.8 | 73.7 <sup>1</sup> | ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และคณะ (2551) |
| โคพื้นเมือง                    | 58.6 | 68.8 <sup>1</sup> | สุชาติ (2553)                    |
| โคพื้นเมือง x บราห์มัน         | 53.3 | 56.3 <sup>2</sup> | ธนาพร บุญมี และคณะ (2560)        |
| โคพื้นเมือง x ชาร์โรเลส์       | 54.2 | 55.3 <sup>2</sup> | ธนาพร บุญมี และคณะ (2560)        |
| โคเคดาห์                       | 54.3 | 71.7 <sup>1</sup> | Dahlan (1985)                    |
| โคนมเพศผู้ขุน                  | 50.1 | 79.5 <sup>1</sup> | วิโรจน์ ภัทรจินดา และคณะ (2559)  |
| โคชาร์โรเลส์                   | 60.3 | 80.1 <sup>1</sup> | Pfuhl et al. (2007)              |
| โคลูกผสมชาร์โรเลส์ x พื้นเมือง | 58.1 | 55.1 <sup>2</sup> | Waritthitham et al. (2010a)      |
| โคนมเพศผู้พันธุ์เยอรมันไฮสไตน์ | 53.9 | 76.7 <sup>1</sup> | Pfuhl et al. (2007)              |
| ฟรีเซียน                       |      |                   |                                  |
| โคลูกผสมบราห์มัน x พื้นเมือง   | 56.2 | 51.4 <sup>2</sup> | Waritthitham et al. (2010a)      |

หมายเหตุ <sup>1</sup> คำนวณบนฐานของน้ำหนักซาก; <sup>2</sup> คำนวณบนฐานของน้ำหนักมีชีวิต

อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการตัดแต่งซากโคแบบสากล ซึ่งตัดแบ่งชิ้นส่วนของซากเป็นชิ้นส่วนหลัก (primal cuts หรือ main parts) ซึ่งผู้บริโภคต้องการ ได้แก่ ไหล่ (chuck) สันนอก (rib) สันส่วนเอว (shortloin) และ สะโพก (round) และชิ้นส่วนรอง (rough cuts หรือ minor part) ได้แก่ เนื้อคอ (neck) เสือร้องไห้ (brisket) พื้นอก (plate) พื้นท้อง (flank) และ ข้าง (shank) (ภาพที่ 2-4) โดยชิ้นส่วนหลักมีความนุ่มมากกว่า มีไขมันแทรกมากกว่าชิ้นส่วนรอง ผู้บริโภคจึงให้ความนิยมมากกว่า จึงมีราคาสูงกว่า ชิ้นส่วนรอง แม้ว่ารูปแบบในการบริโภคเนื้อโคของตลาดภายในประเทศได้ช่วยให้ชิ้นส่วนรองถูกนำมาใช้ในการบริโภคในรูปแบบต่างๆ มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะการบริโภคของคนตะวันตก แต่จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของ คุณเฉลิมชัย ทิพย์ค (2560) และ คุณสิทธิพร บุรณัญญ (2560 พบว่า ชิ้นส่วนรองก็ของโคเนื้อยังคงสร้างปัญหาให้แก่ผู้ประกอบการเนื้อรายใหญ่ เช่น สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด และ



สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด ดังนั้นแนวทางการแก้ปัญหาชิ้นส่วนรองที่ไม่สามารถจำหน่ายได้จึงน่าจะช่วยเพิ่มการใช้ประโยชน์และมูลค่าของชิ้นส่วนเนื้อเหล่านั้นได้



ภาพที่ 2-4 การตัดชิ้นส่วนหลักและชิ้นส่วนรองที่ได้จากซากโคขุน  
ที่มา : ดัดแปลงจาก จุฑารัตน์ และญาณิน (2548)

## เนื้อโค และคุณค่าสำหรับการบริโภค

“เนื้อโค” จัดอยู่ในกลุ่มเนื้อที่มีสีแดง (red meat) ซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนที่มีความสำคัญต่อผู้บริโภค และมีบทบาทสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเนื้อโคคุณภาพสูง (high quality beef) หมายถึง เนื้อที่ได้จากโคที่มีอายุไม่เกิน 3 ปี มีความนุ่มถึงนุ่มมาก อาจจะมีไขมันแทรก (marbling) ในระดับปานกลาง หรือมากก็ได้ เป็นเนื้อที่ผ่านขั้นตอนการบ่มเนื้อในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 0-4°C. เป็นเวลา 4 ถึง 7 วัน ก่อนจำหน่าย (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ พรณิพา ศิวะพิรุฬห์เทพ, 2552) สำหรับประเทศไทยเนื้อโคขุนคุณภาพสูงมักเป็นเนื้อที่มาจากโคลูกผสมที่มีเลือดโคยุโรป (European cattle breed) มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพันธุ์โคยุโรปที่นิยมมากที่สุดในประเทศไทยในขณะนี้ คือ โคพันธุ์ชาร์โรเลส์ (Charolais) มีน้ำหนักมีชีวิตที่ระยะสิ้นสุดการขุนอยู่ในช่วง 550-600 กิโลกรัม โดยเนื้อโคขุนคุณภาพสูงนิยมจำหน่ายเข้าตลาดร้านอาหารคุณภาพสูงเพื่อทำเป็นอาหารประเภท สเต็ก บาบีคิว เนื้ออบที่มีคุณภาพ ส่วนเนื้อโคขุนคุณภาพปานกลาง ได้แก่ เนื้อโคที่มีความนุ่มปานกลาง ไม่มีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ ได้จากการขุนโคพันธุ์บราห์มัน (Brahman) เลือดสูง ซึ่งโคพันธุ์นี้เป็นโคสายเลือดอินเดีย (*Bos indicus*) น้ำหนักก่อนฆ่าอยู่ในช่วง 450-500 กิโลกรัม อาจมีการบ่มเนื้อหรือไม่มีการบ่มเนื้อก็ได้ขึ้นอยู่กับตลาด ทั้งนี้จากรายงานของ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และณณิน โอภาสพัฒนกิจ (2548) อ้างโดยศิริพร กิริติการกุล และคณะ (2555) สามารถแบ่งการตัดแต่งชิ้นส่วนเนื้อโคได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ (1) ชิ้นส่วนสะโพก (round) ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มเนื้อย่อยได้เป็นเนื้อลูกมะพร้าว เนื้อพับใน เนื้อหางจะเข้ เนื้อพับนอก เนื้อหมอน โดยส่วนนี้จะมีปริมาณมากที่สุดเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซากทั้งตัว เป็นเนื้อที่มีเส้นใยละเอียด สามารถนำไปทำสเต็กได้ ถ้านำไปทำอาหารตะวันตกจะนำไปอบทั้งก้อน (2) ชิ้นส่วนสันนอก หากไม่เลาะสันในออกจะนิยมตัดเป็น steak ที่เรียกว่า T-bone, porterhouse steak และ sirloin steak (3) ชิ้นส่วนสันหลังตอนหน้า (rib) นิยมทำเป็น rib steak (5) ชิ้นส่วนไหล่ (chuck) เป็นส่วนที่มีน้ำหนักมากที่สุด มีกล้ามเนื้อหลายชนิด ได้แก่ เนื้อไหล่บน เนื้อใบพาย เนื้อสันในเทียม เนื้อรอกหรือเนื้อตะพาบ เป็นเนื้อที่มีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเกือบทุกส่วน จึงนิยมสไลด์เป็นแผ่นบางๆ เหมาะสำหรับนำไปย่างบนกระทะร้อนหรือลวกในน้ำซุ๊ปเดือด สำหรับอาหารญี่ปุ่นและเกาหลี กล้ามเนื้อจากชิ้นส่วนต่างๆ มีความนุ่มเหนียวที่แตกต่างกันเนื่องจากความแตกต่างขององค์ประกอบเคมี โครงสร้างการจัดเรียงตัวและปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและไขมัน ผู้บริโภคแต่ละกลุ่มจะมีความพึงพอใจต่อคุณภาพเนื้อที่ได้จากตำแหน่งชิ้นเนื้อและเกรดเนื้อที่ต่างกัน (Hunt et al., 2014; Wezemael et al., 2014)

Lorenze และคณะ (2003) รายงานความแตกต่างของคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ความนุ่มเหนียวของเนื้อ ลักษณะคุณภาพของสเต็กเนื้อโคภายหลังการทำสุกที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ ซึ่งเตรียมจากเนื้อโคต่างเกรด (เช่น Low choice, High select, Low select) และตำแหน่งของชิ้นส่วน (เช่น top loin, top sirloin, top round) นอกจากนี้เกรดของเนื้อและตำแหน่งกล้ามเนื้อ (เช่น *Psoas major*, *Longissimus lumborum*, *Gluteus medius*, *Semimembranosus*) ยังมีผลต่อความแตกต่างของสาร volatile compounds ซึ่งสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ และส่งผลต่อความแตกต่างของคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค (Legako et al., 2015a) องค์ประกอบของกรดไขมันใน

เนื้อชนิด neutral และ polar lipids มีรายงานวิจัยว่ามีความแตกต่างกันในเนื้อโคต่างเกรด และมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนเมื่อเนื้อผ่านการทำสุกโดยเฉพาะเมื่อใช้การทำสุกแบบความร้อนแห้ง (Legako et al., 2015b)

สำหรับการเตรียมผลิตภัณฑ์เนื้อเปื่อยหรือเนื้อตุ๋นในทางการค้านิยมใช้เนื้อซี่ข้าง (Flank) เนื้อส่วนท้อง (Short plate) เนื้ออก (Brisket) และเนื้อน่อง (Fore and hind shank) โดยต้องมีการให้ความร้อนเนื้อเป็นเวลานาน หรืออาจต้องมีการตุ๋นเนื้อข้ามคืนหรือใช้ความดันช่วยในการให้ความร้อนเพื่อลดระยะเวลาสำหรับเนื้อส่วนที่มีเนื้อเยื่อหนังแทรก (เอ็น) ปริมาณสูงเพื่อให้เนื้อมีความนุ่มเหมาะสม ซึ่ง Chang และคณะ (2011) รายงานว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิของขึ้นเนื้อในช่วง 60-65°C. มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและคอลลาเจน (connective tissue and collagen) ในเนื้อโคส่วน *Semiteminosus* การให้ความร้อนที่สูงกว่าอุณหภูมิดังกล่าวมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อโค ซึ่งเนื้อโคจากโคขุนและโคลูกผสมพื้นเมืองและจากชิ้นส่วนต่างกันจะมีปริมาณองค์ประกอบเคมี โปรตีน ไขมัน โดยเฉพาะปริมาณโปรตีนคอลลาเจนที่แตกต่างกันอาจมีผลให้ปริมาณความร้อนที่ใช้แตกต่างกันจึงจำเป็นต้องศึกษาระดับการให้ความร้อนและเวลาที่เหมาะสมกับเนื้อแต่ละชนิด

Chaiwang และคณะ (2015) ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของเนื้อระหว่างโคไทยพันธุ์พื้นเมืองภาคเหนือ และโคลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองและชาร์โรเลส์ (Charolais x Thai native cattle: 75% blood proportion of Charolais) พบว่าเนื้อโคพื้นเมืองมีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดและคอลลาเจนที่ละลายได้สูงกว่า ส่วนเนื้อโคลูกผสมมีปริมาณไขมัน โปรตีน และคอเลสเตอรอลสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพมีรายงานว่เนื้อโคลูกผสมมีคุณภาพเนื้อที่ดีกว่าเพราะมีปริมาณ drip loss thawing loss และ cooking loss ต่ำกว่า

สำหรับเนื้อโคลูกผสมบราห์มัน โคนมเพศผู้ขุน และโคลูกผสมชาร์โรเลส์ขุน ก็อาจมีคุณภาพเนื้อที่แตกต่างกัน ส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์และปริมาณผลผลิตในระหว่างการผลิตแตกต่างกันได้ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเปรียบเทียบเพื่อให้ทราบข้อมูลในการเลือกใช้เนื้อวัตถุดิบและการควบคุมสภาวะในการผลิตผลิตภัณฑ์

### อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ หมายความว่า อาหารที่ผ่านกรรมวิธี ที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ภายหลังหรือก่อนบรรจุหรือปิดผนึก และให้ความหมายรวมถึงอาหารอื่นที่มีกระบวนการผลิตในทำนองเดียวกันนี้มีค่า pH มากกว่า 4.6 และมีค่า Water activity มากกว่า 0.85 ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ที่เป็นโลหะหรือวัตถุอื่นที่คงรูปหรือไม่คงรูป ที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2556; FSIS, 2001) ผลิตภัณฑ์เนื้อบรรจุในกระป๋องหรือบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว retortable pouch ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนแบบ Commercially sterilize จัดเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค ยึดอายุการเก็บได้นานสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เสื่อมเสียได้

เป็นอย่างน้อยกว่า 6 เดือน หรือ 1 ปี โดยยังคงลักษณะกลิ่นรสที่ดี สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการน้อย มีความสะดวกและปลอดภัยต่อการบริโภค (Barbosa-Canovas et al., 2014)

สำหรับการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อโคไทยในภาชนะบรรจุปิดสนิทผ่านการให้ความร้อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องยังมีการผลิตภายในประเทศอย่างจำกัดหากเทียบกับผลิตภัณฑ์จากอาหารทะเล ผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคแปรรูปจากเนื้อโคไทยที่มีการจำหน่ายเชิงพาณิชย์มักอยู่ในรูปของเนื้อแห้ง เนื้อแช่เย็นหรือแช่แข็ง เช่น เนื้อตุ๋นต้มแซบ เนื้อตุ๋นฮ่องเต้ เนื้อแดดเดียว สเต็กเนื้อ เบอเกอร์เนื้อ ลูกชิ้นเนื้อ เป็นต้น (ASTV ผู้จัดการออนไลน์, 2553) การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน จำเป็นต้องเข้าใจหลักการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Awuah et al., 2007) โดยหลักในการให้ความร้อนต้องทราบเชื้อจุลินทรีย์เป้าหมายและการส่งผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์ เพื่อกำหนดเป็นเวลาให้ได้ค่าปริมาณความร้อนที่ทำลายเชื้อจุลินทรีย์เป้าหมายเป็นค่า  $F_0$  โดยมีเชื้อ *Clostridium botulinum* เป็นเชื้อจุลินทรีย์เป้าหมายสำหรับอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทที่มีความเป็นกรดต่ำ

เมื่อพิจารณาถึง ค่า  $F_0$  ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เนื้อในภาชนะบรรจุปิดสนิทที่มีการรายงานการศึกษามักอยู่ในช่วง  $F_0$  5-12 ขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อและตัวกลางของผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์เนื้อแพะในน้ำแกงบรรจุถุงทนร้อน มีการศึกษาที่ใช้ค่า  $F_0$  เท่ากับ 12.1 ให้ผลคุณภาพผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับทางประสาทสัมผัส (Rajkumar et al., 2010) สำหรับ Devadason และคณะ (2010) ได้ศึกษาในผลิตภัณฑ์นักเก็ตเนื้อกระป๋องที่มีการใช้แป้งเป็นสารเชื่อม กำหนดค่า  $F_0$  เท่ากับ 12.13 การศึกษาในปลาหมึกพร้อมบริโภคในน้ำแกงบรรจุในถุงทนร้อน โดย Dhanapal และคณะ (2010) พบว่า ความร้อนที่เหมาะสม คือ ที่อุณหภูมิ  $116^{\circ}\text{C}$ . และมีค่า  $F_0$  เท่ากับ 7 และจากการศึกษาผลของระดับค่า  $F_0$  ที่แตกต่างกันที่ 5, 7, และ 9 ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กึ่งบรรจุถุงทนร้อน โดย Mallick และคณะ (2010) พบว่า ค่า  $F_0$  มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กึ่งในตัวกลางน้ำแกง อย่างไรก็ตาม การที่จะทราบค่ากระบวนการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ว่ามีค่าได้ตาม  $F_0$  เป้าหมายหรือไม่ มีความจำเป็นจะต้องมีการศึกษา Heat penetration profile ที่จุดร้อนช้าของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดตัวกลาง ซึ่งการรายงานวิจัย heat penetration ของผลิตภัณฑ์เนื้อบรรจุถุงทนร้อนที่ผ่านมาได้มีรายงานวิจัยในผลิตภัณฑ์เนื้อแพะในน้ำแกง โดยมีการรายงานค่า heating rate index ( $f_h$ ), heating lag factor ( $J_h$ ), cooling lag factor ( $J_c$ ) process time, heating time และ cook value (Rajkumar et al., 2010) ซึ่งค่าเหล่านี้มีความสำคัญสำหรับการกำหนดกระบวนการให้ความร้อนให้เกิดการปลอดเชื้อทางการค้า (commercial sterile) ของผลิตภัณฑ์ Mohan et al. (2015) ที่รายงานผลของตัวกลางชนิดน้ำมันที่ต่างกัน (sunflower oil, coconut oil, groundnut oil) ต่อลักษณะ heat penetration profile และค่า heating parameters ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกในน้ำมันบรรจุกระป๋อง ซึ่งตัวกลางที่ต่างกันมีผลให้องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษา heat penetration ของผลิตภัณฑ์สเต็กทูน่ารมควันบรรจุในถุงทนร้อน โดยมีน้ำมัน sunflower ผสมสารละลายน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวกลาง (Bindu and Srinivasa Gopal, 2008)

การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์เนื้อบรรจุถุงทนร้อนมีผลเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อทางเคมีและกายภาพ โดยภายหลังการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์เนื้อแพะ พบว่า เนื้อจะมีปริมาณความชื้นลดลง ปริมาณโปรตีน ไขมันและคอเรสเตอรอลเพิ่มขึ้น ค่า TBARS ซึ่งแสดงถึงการออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลจากการเสียดสีของโปรตีนแล้วเกิดการสูญเสีย น้ำ สีและลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อ จะมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  ลดลง สำหรับค่าความแข็ง (Hardness) ความยืดหยุ่น (Springiness) การยึดเกาะ (Cohesiveness) และแรงต้านการเคี้ยว (Chewiness) จะมีค่าลดลงภายหลังการให้ความร้อน ซึ่งมีผลให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับสูงเนื่องจากเพิ่มความนุ่มเนื้อ (Rajkumar et al., 2010) อย่างไรก็ตามการสูญเสีย น้ำหนักเนื้อย่อมจะมีผลต่อปริมาณผลผลิตและต้นทุนการผลิต การเสียดสีของโปรตีนหากให้ความร้อนในปริมาณที่สูงเกินไปอาจส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่นรสของเนื้อได้ การศึกษาถึงปริมาณเกลือที่เหมาะสมและสารช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจะช่วยพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีความคงตัวภายหลังการให้ความร้อนและการเก็บรักษา การใช้เกลือ NaCl และเกลือฟอสเฟต ที่ระดับ 2-3 เปอร์เซ็นต์ แบบใช้ร่วมกันเพื่อปรับปรุงคุณภาพของเนื้อที่ผ่านการให้ความร้อนสูงในถุงทนร้อนมีการศึกษาและรายงานมานาน (Lyon and Magee, 1984) การใช้สารละลายเกลือในระดับดังกล่าวช่วยเพิ่มคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสและความฉ่ำน้ำของเนื้อภายหลังการให้ความร้อน Szerman และคณะ (2007) ได้ศึกษาการใช้โปรตีนเวย์ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับเกลือ NaCl 0.7 เปอร์เซ็นต์ หมักและนวดเนื้อเพื่อช่วยลดการสูญเสีย น้ำภายหลังการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ของผลิตภัณฑ์เนื้อโค

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

#### ตอนที่ 1 การศึกษาคุณภาพซากและสัดส่วนของโคขุนพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองและโคขุนคุณภาพสูง

##### วิธีการศึกษา

- 1.1 เก็บข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยง ได้แก่ รูปแบบการเลี้ยง การให้อาหาร และการตลาดของโคเนื้อ 3 กลุ่ม คือ (1) โคเนื้อลูกผสมเลือดชาร์โรลส์มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ มีเกรดไขมันแทรกระดับ 2 ขึ้นไปแต่ไม่เกิน 3 (เกรดไขมันแทรกของโคเนื้อตามมาตรฐานของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อจำกัด) จากสุระสิงห์ฟาร์ม (2) โคเนื้อจากโคนมเพศผู้ขุน (สายเลือดโฮสไตน์-ฟรีเซียน) จากวนัสฟาร์ม นครปฐม มีเกรดไขมันแทรกระดับ 1 (เกรดไขมันแทรกของโคนมตามมาตรฐานของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อจำกัด) และ (3) โคเนื้อลูกผสมเลือดบราห์มันมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จากกลุ่มผู้เลี้ยงของบริษัทสไมล์ปีฟ จำกัด โดยการสัมภาษณ์แบบเจาะจง และเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น น้ำหนักโคเข้าฆ่า น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์ซากเป็นต้น จำนวน 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 27 และ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 และครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 27-28 มกราคม พ.ศ. 2561

**หมายเหตุ** สำหรับการกำหนดพันธุ์โคที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มาจากความต้องการเปรียบเทียบชิ้นส่วนรองที่ได้จากโคลูกผสมชาร์โรลส์ บราห์มัน และโคนมเพศผู้ขุน ว่าเมื่อนำไปแปรรูปแล้วผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นอย่างไร

- 1.2 สุ่มเนื้อจากชิ้นส่วนรอง 3 ตำแหน่งของโค ได้แก่ เนื้อพันท้อง (ตรงส่วนใบบัว หรือ Bavette) เนื้อน่อง (Shank) และเศษเนื้อแดงที่ได้จากการตัดแต่งซาก จากโคจำนวน 10 ตัวต่อกลุ่ม จากโคเนื้อลูกผสมเลือดชาร์โรลส์ และโคเนื้อจากโคนมเพศผู้ขุน และเก็บตัวอย่างเศษเนื้อแดงที่ได้จากการตัดแต่งซากโคขุนบราห์มันของบริษัทสไมล์ปีฟ จำกัด เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อในการศึกษาตอนที่ 2 ต่อไป

**หมายเหตุ** สำหรับชนิดของชิ้นส่วนรองที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการศึกษาครั้งนี้ มาจากข้อเสนอของผู้ประกอบการที่ให้ความเห็นว่า กรณีที่ 1 หากชิ้นส่วนดังกล่าวมีปริมาณคงค้างในท้องแช่แข็งมาก ผู้ประกอบการมีความจำเป็นจะต้องหาวิธีการจัดการเพื่อระบายออกสู่ตลาดอยู่แล้ว แต่หากมีราคาสูงกว่าเนื้อโคที่นำเข้าเนื้อจากออสเตรเลีย ชิ้นส่วนรองเหล่านี้อาจจะไม่สามารถระบายออกสู่ตลาดได้ กรณีที่ 2 หากสามารถระบายชิ้นส่วนรองที่อยู่ในท้องแช่แข็งได้นำไปแปรรูป หรือสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ก็น่าจะเป็นการเพิ่มโอกาสทางการตลาดและยังเป็นการมูลค่าให้กับชิ้นส่วนเหล่านี้ได้ด้วย

## **ตอนที่ 2 การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ**

### **วิธีการศึกษา**

นำเนื้อโคทั้ง 2 สายพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าและตัดแต่งซากตามวิธีการศึกษาในตอน 1 มาทำการศึกษาลักษณะคุณภาพเนื้อ โดยสุ่มตัวอย่างเนื้อจากตำแหน่งกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน ได้แก่ เนื้อสันท้อง เนื้อน่อง และเนื้อแดงที่ได้จากการตัดแต่งซาก โดยสุ่มจากเนื้อโค 10 ตัวต่อสายพันธุ์ นอกจากนี้นำเศษเนื้อจากโคขุนลูกผสมบราห์มันมาทำการเลาะแยกออกเป็นส่วนของเศษเนื้อแดงไขมัน และเศษเอ็น จากนั้นนำเนื้อโคมาวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพของเนื้อ โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพระหว่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ ในด้านเคมีและกายภาพดังนี้

### **2.1 คุณภาพทางเคมีและโภชนาการ**

#### **2.1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี**

วิเคราะห์องค์ประกอบ proximate composition ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธี AOAC (2000)

#### **2.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณไมโอโกลบิน**

ปริมาณไมโอโกลบินในตัวอย่างเนื้อทำการวิเคราะห์โดยดัดแปลงวิธีการของ (Krzywicki, 1982) โดยใช้เทคนิคการวัดด้วยเครื่อง UV-spectrophotometer

#### **2.1.3 การวิเคราะห์ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด**

นำเนื้อตัวอย่างมาผ่านการย่อยด้วยกรด HCl ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ด้วยเครื่อง oil bath จากนั้นทำการกรองขจัดสีด้วย active carbon ปรับค่า pH ตัวอย่าง ตามวิธีการของ Kristensen และคณะ (2002) แล้วนำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณ Hydroxyproline ด้วยวิธีการของ Bergman and Loxley (1963) จากนั้นทำการคำนวณเปลี่ยนปริมาณคอลลาเจนโดยใช้ค่าแฟกเตอร์เท่ากับ 7.46 (Neuman and Logan, 1950)

#### **2.1.4 การวิเคราะห์คอเลสเตอรอล**

ทำการวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลตามวิธีการของ Dinh และคณะ (2012) โดยนำตัวอย่างเนื้อ 1 กรัม มาทำการเตรียมแบบ direct saponification และวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลด้วยเครื่อง Gas Chromatography-FID system, 7890 (Agilent Technologies, USA) (AOAC official method 976.26 Cholesterol in multicomponent Food)

#### **2.1.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน (fatty acid profile)**

นำตัวอย่างเนื้อมาทำการสกัดไขมันโดยวิธีของ Bligh และ Dyer (1959) เตรียมไขมันให้อยู่ในรูป fatty acid ester จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography-FID system, 7890 (Agilent Technologies, USA)

### 2.1.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดอะมิโน (Amino acid profile)

ปริมาณองค์ประกอบของกรดอะมิโนทำการวิเคราะห์ในตัวอย่างที่ผ่านการทำปhingแบบแช่เยือกแข็งและกำจัดไขมันแล้ว ทำการเตรียมตัวอย่างโดยนำไปผ่านการย่อยด้วยกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 6 นอร์มอล จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนโดยใช้เครื่อง Amino acid analyzer, L-8900, Hitachi, Japan ทดสอบโดย acid hydrolysis Ion Exchange Colum (4.6x60 mm) and Ninhydrin reagent Method file name:STD-CH-B123-7-18

## 2.2 คุณภาพกายภาพ

### 2.2.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อ (pH)

ทำการบดเนื้อ (จากโคทั้งสามสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ) ให้ละเอียด จากนั้นผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:5 แล้วโฮโมจีไนส์ (homogenize) ก่อนนำไปวัดค่า pH โดยใช้เครื่อง pH meter (ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น Seven Go SG2-FK2 ประเทศสวีเดน)

### 2.2.2 การวิเคราะห์ค่าสี

ทำการตัดเนื้อโคทั้งสามสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อขนาด  $1.5 \times 3.0 \times 0.5$  เซนติเมตร จากนั้นนำตัวอย่างเนื้อโคไปวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (HunterLab colorimeter, ColorFlex, USA) โดยกำหนดรูรับแสงขนาด (port size) 0.5 นิ้ว โดยมี illuminant D65 เป็นแหล่งกำเนิดแสง และรายงานค่าในระบบ CIE Lab ( $L^* a^* b^*$ )

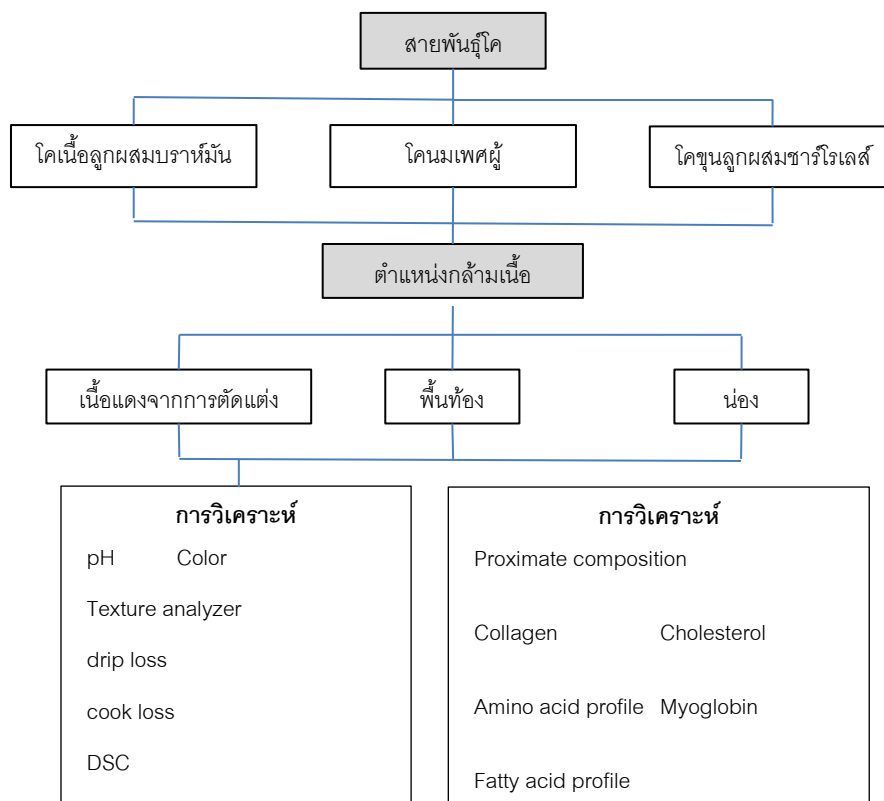
### 2.2.3 การวิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ (Shear force value)

ทำการตัดเนื้อโคทั้งสามสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อขนาด  $1.5 \times 3.0 \times 0.5$  เซนติเมตร จากนั้นนำเนื้อโคมาทำการวิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อโดยใช้เครื่อง Texture Analyser ติดตั้งอุปกรณ์วัดแรงตัดแบบ Warner-Bratzler โดยวิธีของ Dawson และคณะ (1991)

### 2.2.4 ลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาค

วิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคของกล้ามเนื้อด้วยเทคนิค scanning electron microscopy (SEM) ตามวิธีของ Palka และ Daun (1999) เพื่อศึกษาลักษณะการกระจายตัวและขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยการตัดกล้ามเนื้อเป็นชิ้นขนาด  $3 \times 3 \times 10$  มิลลิเมตร แช่ในสารละลาย glutaraldehyde เข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 M (pH 7.3) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นล้างชิ้นตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นและกำจัดน้ำออกจากกล้ามเนื้อโดยการแช่ในเอทานอลเข้มข้น 25, 50, 70 และ 95 เปอร์เซ็นต์ และเอทานอลบริสุทธิ์ (สองครั้ง) ที่ความเข้มข้น 1 ชั่วโมง ตามลำดับ ทำการตัดชิ้นเนื้อให้เป็นชิ้นขนาดเล็กด้วยไนโตรเจนเหลว ทำให้แห้งด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว แล้วจึงนำชิ้นส่วนที่แห้งของตัวอย่างมาติดบนฐานอลูมิเนียม เคลือบด้วยทองเพื่อดูลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคของกล้ามเนื้อโดยใช้ Scanning Electron Microscope (SEM) ยี่ห้อ/รุ่น : FEI รุ่น QUANTA 450 บันทึกภาพตัดขวาง (transverse sections) ที่กำลังขยาย  $\times 2,500$  เท่า ภาพตัดตามยาว (longitudinal section) ที่กำลังขยาย  $\times 20,000$  นำภาพ micrographs มาทำการวัดและคำนวณขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อและระยะซาร์โคเมอร์





ภาพที่ 3-1 การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของวัตถุดิบเนื้อโคสายพันธุ์ต่างๆ และตำแหน่งกล้ามเนื้อ

### 2.2.5 การวิเคราะห์ค่า drip loss

ตัดเนื้อโคทั้งสามสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อขนาด  $1.5 \times 3.0 \times 0.5$  เซนติเมตร ซึ่งน้ำหนักตัวอย่างก่อนและหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง คำนวณหาค่าบนฐานร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการแช่เย็น

### 2.2.6 การวิเคราะห์ค่า Cooking loss

ตัดเนื้อโคทั้งสามสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อขนาด  $1.5 \times 3.0 \times 0.5$  เซนติเมตร ซึ่งน้ำหนักตัวอย่างก่อนนำไปบรรจุใส่ถุงพลาสติกก่อนนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ทำการลดอุณหภูมิแล้วชั่งน้ำหนักเนื้อหลังทำสุก คำนวณหาค่าบนฐานร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อน

### 2.2.7 คุณสมบัติการเสถียรภาพธรรมชาติโดยความร้อน

วิเคราะห์การเสถียรภาพธรรมชาติของโปรตีนกล้ามเนื้อ โดยการใช้เครื่อง Differential scanning calorimetry (DSC) โดยนำเนื้อตัวอย่างที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งแล้ว ซึ่งน้ำหนักที่แน่นอนใน Aluminum pan เติมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:4 แล้วบ่มตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนให้ความร้อนด้วยเครื่อง DSC ที่อุณหภูมิ 25-120 องศาเซลเซียส ที่อัตราเพิ่มอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที แล้วตรวจสอบค่า Tpeak, Tonset Tend และ เอนทัลปี ( $\Delta H$ ) จากเทอร์โมแกรม

### 2.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ วางแผนการทดลองโดยวิธี Completely Randomized Design (CRD) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P < 0.05$ )

### ตอนที่ 3 การศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อลักษณะคุณภาพของเนื้อต้มสุก

#### วิธีการศึกษา

##### 3.1 ศึกษาสูตรต้นแบบน้ำชุบน้ำเนื้อต้น

ทำการคัดเลือกสูตรน้ำชุบน้ำเนื้อต้นมาทั้งหมด 3 สูตร ดังตารางที่ 3-1 และเปรียบเทียบกับน้ำชุบน้ำเนื้อต้นทางการค้าจากร้านที่บริโภคนิยมไปรับประทานในหาใหญ่ (ร้านก๋วยเตี๋ยวเนื้อฉิ่นหลง) โดยทำการตั้งหม้อน้ำให้เดือด จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดของแต่ละสูตร (ส่วนของเครื่องเทศในแต่ละสูตรบรรจุในถุงผ้าขาวบาง) มาทำการตุ๋นที่อุณหภูมิ 98-99 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ตารางที่ 3-1 สูตรน้ำชุบน้ำเนื้อโคต้นที่มีส่วนผสมแตกต่างกัน 4 สูตร

| ส่วนผสม (กรัม)       | จำนวนส่วนผสม (กรัม) |           |           |           |
|----------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|
|                      | สูตรที่ 1           | สูตรที่ 2 | สูตรที่ 3 | สูตรที่ 4 |
| น้ำเปล่า             | 1000.0              | 1000.0    | 1000.0    | -         |
| เนื้อวัวส่วนเนื้อแดง | 500.0               | 500.0     | 500.0     | -         |
| กำเ้า                | 0.6                 | -         | -         | -         |
| หญ้าหอม              | 0.3                 | -         | -         | -         |
| โป๊ยกั๊ก             | 0.6                 | 0.2       | 0.4       | -         |
| ลูกกะวาน             | 0.3                 | 0.2       | -         | -         |
| ใบกระวาน             | -                   | 0.2       | -         | -         |
| เม็ดผักชี            | 0.3                 | -         | -         | -         |
| รากผักชี             | -                   | 3.1       | 3.7       | -         |
| พริกไทยเม็ดทุบ       | 7.9                 | 2.5       | 2.9       | -         |
| กระเทียมทุบ          | 7.5                 | 5.8       | 4.9       | -         |
| เก้าคี่              | -                   | -         | 1.3       | -         |
| อบเชย                | 1.3                 | 0.8       | 2.5       | -         |
| เปลือกส้มตากแห้ง     | 0.9                 | -         | -         | -         |
| ข้า้แก้ทุบ           | 10.0                | 6.3       | 3.7       | -         |
| ใบเตย (ใบ)           | 1                   | -         | 1.0       | -         |

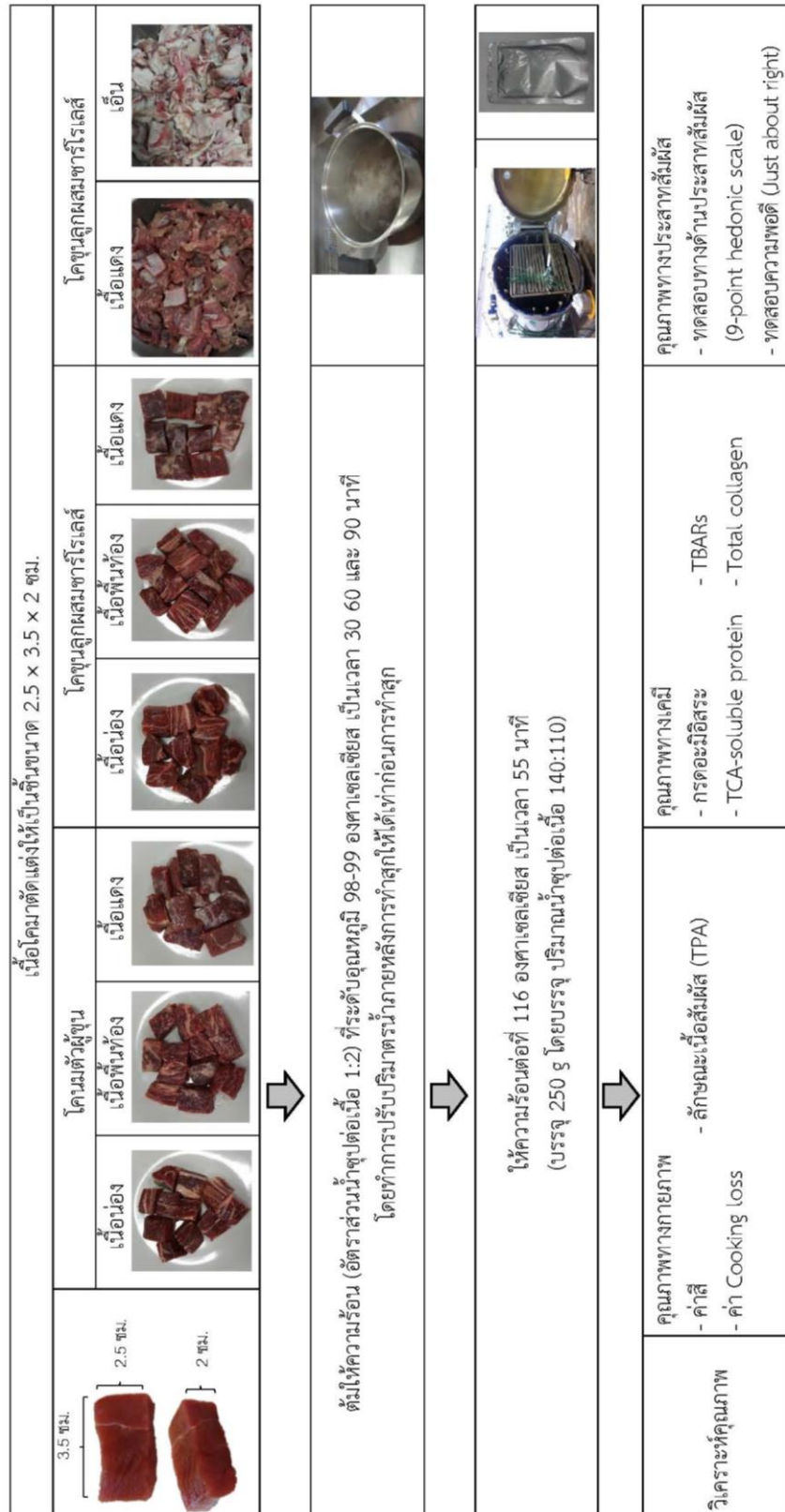
ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

| ส่วนผสม (กรัม)             | จำนวนส่วนผสม (กรัม) |           |           |           |
|----------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|
|                            | สูตรที่ 1           | สูตรที่ 2 | สูตรที่ 3 | สูตรที่ 4 |
| ผงพะโล้                    | 0.8                 | -         | -         | -         |
| รสดีรสเนื้อ                | 37.5                | 5.0       | 5.0       | -         |
| ซอสฝาเขียว                 | 65.0                | -         | 8.0       | -         |
| น้ำมันหอย                  | 56.0                | -         | 3.4       | -         |
| น้ำตาลมะพร้าว              | 125.0               | -         | -         | -         |
| น้ำตาลกรวด                 | -                   | 4.7       | 7.3       | -         |
| ซีอิ๊วหวาน                 | 30.0                | -         | 5.5       | -         |
| ซีอิ๊วขาว                  | -                   | 37.5      | -         | -         |
| เกลือป่น                   | -                   | 1.2       | 5.6       | -         |
| น้ำซุบน้ำเนื้อต้นทางการค้า | -                   | -         | -         | 1000.0    |

จากนั้นนำน้ำซุบน้ำเนื้อต้นที่ได้ทั้ง 4 สูตร ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี ความชื้นหนืด กลิ่นเครื่องเทศ รสชาติ และความโดยชอบรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scales ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ผู้ทดสอบดื่มน้ำเปล่าคั่นระหว่างตัวอย่าง

### 3.2 ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อลักษณะคุณภาพของเนื้อต้มสุก

นำตัวอย่างเนื้อโควัดถุดิบทั้งสามสายพันธุ์ซึ่งผ่านการฆ่าและตัดแต่งซากตามวิธีในขั้นตอนที่ 1 โดยเลือกตำแหน่งชิ้นเนื้อจำนวน 3 ตำแหน่ง (เนื้อแดงจากการตัดแต่งซาก เนื้อพื้นท้อง และเนื้อน่อง) ต่อสายพันธุ์โค ทำการตัดแต่งให้เป็นชิ้นที่มีขนาด  $2.5 \times 3.5 \times 2$  เซนติเมตร นำเนื้อโคที่ได้มาผ่านการต้มให้ ความร้อนในน้ำซุบน้ำเนื้อที่ผ่านการคัดลอกจากตอนที่ 3.1 ในอัตราส่วนเนื้อต่อน้ำ 1:2 ที่อุณหภูมิ 98-99 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 60 และ 90 นาที จากนั้นทำการแยกเนื้อต้นและน้ำเนื้อต้นออกจากกัน จากนั้นนำ น้ำเนื้อต้นที่ได้ไปผ่านการแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วทำการแยกส่วนของไขมันที่ แข็งตัวภายใต้สภาวะแช่เย็นออก จากนั้นปรับปริมาตรน้ำเนื้อต้นที่ได้ให้มีปริมาตร  $\frac{1}{2}$  ของปริมาตรน้ำเนื้อ ต้นเริ่มต้นก่อนการตุ๋นเนื้อ นำเนื้อต้นที่แยกไว้ก่อนหน้ามาบรรจุในถุงทนร้อน (retort pouch) และเติมน้ำ เนื้อต้นที่ผ่านการอุ่นร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส แล้วปิดปากถุงให้สนิทก่อนการให้ความ ร้อนสูงที่อุณหภูมิ 116 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 55 นาที โดยมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดังแสดงใน ภาพที่ 3-2 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์เนื้อต้นทั้งก่อนและหลังการให้ความร้อนสูงมาทำการศึกษาทางด้าน คุณภาพทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสดังต่อไปนี้



### 3.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

#### 3.2.1.1 การวิเคราะห์ค่าสี

วิเคราะห์ค่าสีของเนื้อโคภายหลังการตุ๋นและภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ด้วยเครื่องวัดสี (HunterLab colorimeter, ColorFlex, USA) โดยกำหนดรูรับแสงขนาด (port size) 0.5 นิ้ว โดยมี illuminant D65 เป็นแหล่งกำเนิดแสง และรายงานค่าในระบบ CIE Lab ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ )

#### 3.2.1.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis)

นำเนื้อโคภายหลังการตุ๋นและภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์มาตัดให้ได้ขนาด  $2 \times 2 \times 1$  เซนติเมตร จากนั้นทำการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 เซนติเมตร (P35) ความเร็วของหัววัดขณะกดเท่ากับ 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะกดตัวอย่างร้อยละ 50 รายงานค่าในรูปของ TPA (Texture profile analysis)

#### 3.2.1.3 การวิเคราะห์ค่า Cooking loss

วิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการให้ความร้อนของเนื้อโค โดยคำนวณในรูปร้อยละของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ที่สูญเสียภายหลังการให้ความร้อนเทียบกับน้ำหนักผลิตภัณฑ์ก่อนให้ความร้อน

### 3.2.2 คุณภาพทางเคมี

#### 3.2.2.1 ปริมาณกรดอะมิโนอิสระ

นำตัวอย่างบดละเอียดมาผสมกับน้ำกลั่น บ่มเป็นเวลา 24 ชม. จากนั้นนำส่วนใสของตัวอย่างไปทำการวิเคราะห์โดยเครื่อง Amino acid analyzer L-8900 (Hitachi CO., Tokyo)

#### 3.2.2.2 ปริมาณ TCA-soluble peptides

นำตัวอย่างเนื้อโคต้นทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์ค่า TCA-soluble peptide ด้วยวิธีการของ Lowry method แล้วทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 660 nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยทำการคำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐาน

#### 3.2.2.3 ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดและคอลลาเจนที่ละลายได้

นำเนื้อตัวอย่างมาผ่านการย่อยด้วยกรด HCl ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ด้วยเครื่อง Oil bath จากนั้นจึงทำการกรองเพื่อขจัดสีด้วย active carbon แล้วปรับค่า pH ของตัวอย่างตามวิธีการของ Kristensen และคณะ (2002) จากนั้นจึงนำสารละลายที่เตรียมมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณ Hydroxyproline ด้วยวิธีการของ Bergman and Loxley (1963) แล้ว ทำการคำนวณเปลี่ยนปริมาณคอลลาเจนโดยใช้ค่าแฟกเตอร์เท่ากับ 7.46 (Neuman and Logan, 1950)

#### 3.2.2.4 การวิเคราะห์การเกิดออกซิเดชันโดยวัดค่า TBARs (Buege and Aust, 1978)

นำตัวอย่างมาบดละเอียดมาทำการกลั่น วิเคราะห์ค่า Thiobarbituric acid-reactive substance ด้วยวิธีการของ Buege and Aust (1978) แล้วทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 nm

### 3.2.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นภายหลังผ่านการให้ความร้อนสูงมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่มเนื้อด้วยวิธี 9-point hedonic scales และทดสอบความพอดีของเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Just about right scale แบบ 5 สเกล (scale) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน การทดสอบแต่ละตัวอย่างผู้ทดสอบดื่มน้ำเปล่าคั่นระหว่างตัวอย่าง

### 3.2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นวางแผนการทดลองโดยวิธี Completely Randomized Design (CRD) ส่วนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นวางแผนการทดลองโดยวิธี Randomized Complete Block Design (RCBD) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P < 0.05$ )

## ตอนที่ 4 การศึกษาผลของการแช่แข็งและทำละลายต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อโคต้มสุก

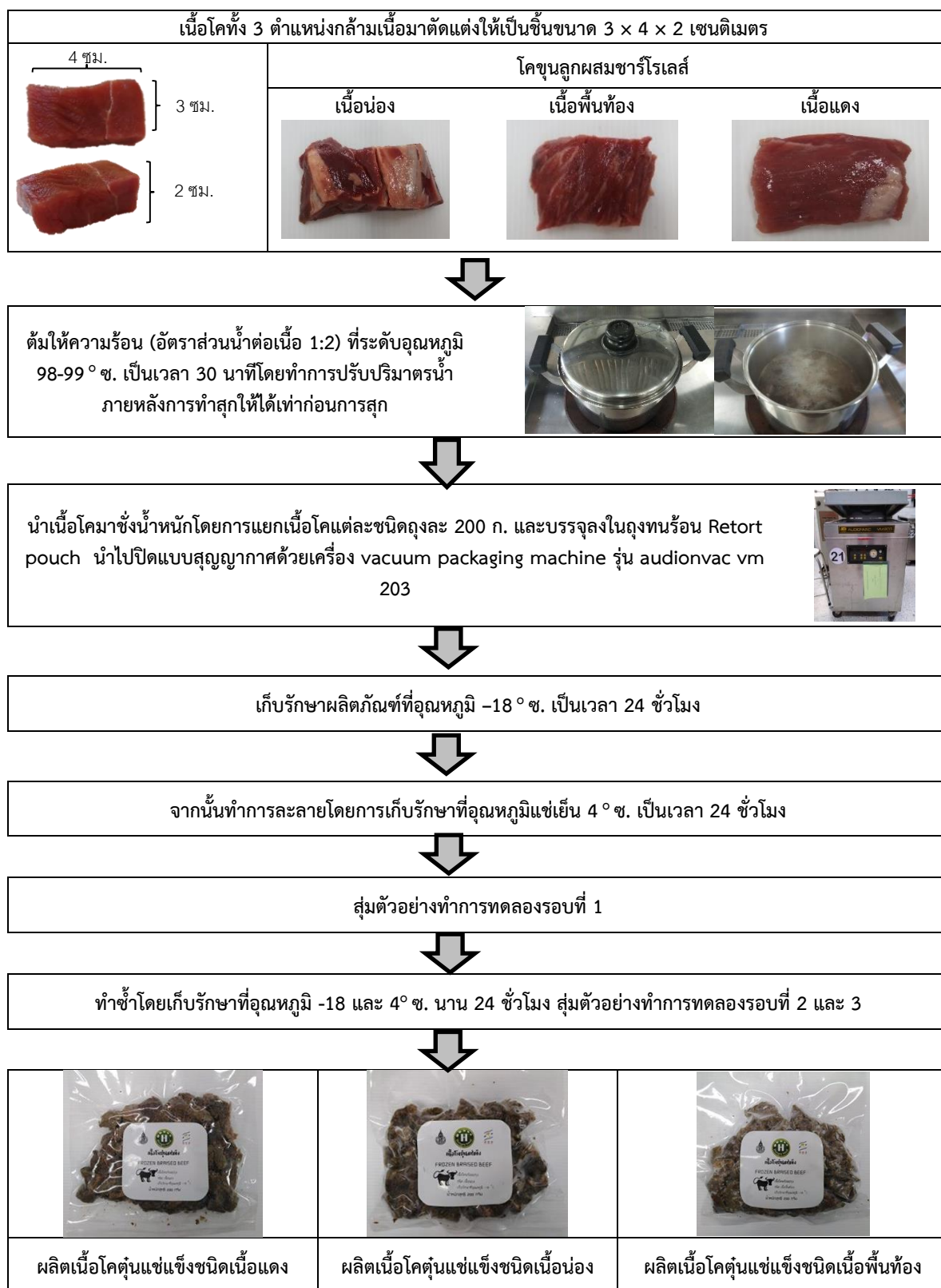
### วิธีการศึกษา

นำตำแหน่งชิ้นเนื้อที่ต่างกัน 3 ตำแหน่ง (เนื้อสันท้อง เนื้อน่อง และ เนื้อแดง) จากเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ มาทำการตัดแต่งให้มีขนาดชิ้นเนื้อ  $4 \times 3 \times 2$  เซนติเมตรนำมาต้มสุกด้วยอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมจากผลการศึกษาตอนที่ 3 มาทำการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) น้ำหนักบรรจุ 200 กรัมต่อถุง ทำการแช่แข็งผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}$  เซลเซียส (Air blast freezer) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}$  เซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาทำละลายที่อุณหภูมิ  $4^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 24 ชั่วโมง คิดเป็น 1 รอบของการแช่แข็งและทำละลาย ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์ที่การแช่แข็งและทำละลาย จากนั้นทำการแช่แข็งและทำละลายด้วยวิธีการเดิมอีก 2 รอบ โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบตัวอย่างชุดที่ผ่านการแช่แข็งและทำละลายในแต่ละรอบ โดยได้ทำการวิเคราะห์ค่าต่างๆ (ภาพที่ 3-3) ดังนี้

### 4.1 การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์

#### 4.1.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

นำตัวอย่างเนื้อต้นที่ผ่านการทำละลายครั้งที่ 1 2 และ 3 ไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธีการ standard plate count หรือ วิธีตรวจนับจุลินทรีย์มาตรฐาน เรียกว่า SPC อาจ เรียกว่า Aerobic plate count (APC) หรือ Total viable count (TVA) หรือปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด Standard plate count การตรวจนับจุลินทรีย์มาตรฐาน คือ colony forming unit (cfu) (AOAC, 2000)



ภาพที่ 3-3 การเตรียมตัวอย่างเนื้อโคต้นที่ผ่านการ Freeze-Thaw

#### 4.1.2. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ *E. Coli* และ Coliform

นำตัวอย่างเนื้อโคต้นที่ผ่านการทำละลายครั้งที่ 1 2 และ 3 ไปทำการการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ *E. Coli* และ Coliform โดยวิธีการ The most probable number of coliform organisms (MPN) (Bacteriological Analytical Manual, 2002)

### 4.2 คุณภาพทางกายภาพ

#### 4.2.1 การวัดค่า pH

ทำการบดละเอียดตัดเนื้อโคทั้งสามสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ จากนั้นนำตัวอย่างเนื้อโคบดละเอียดผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:5 แล้วโฮโมจีไนซ์ก่อนนำไปวัดค่า pH โดยใช้เครื่อง pH meter (ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น Seven Go SG2-FK2 ประเทศสวิตเซอร์แลนด์)

#### 4.2.2 การวัดค่าสี

นำตัวอย่างนำเนื้อโคต้นที่ผ่านการทำละลายครั้งที่ 1 2 และ 3 ไปวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (HunterLab colorimeter, ColorFlex, USA) โดยกำหนดรูรับแสงขนาด (port size) 0.5 นิ้ว โดยมี illuminant D65 เป็นแหล่งกำเนิดแสง และรายงานค่าในระบบ CIE Lab ( $L^* a^* b^*$ )

#### 4.2.3 การวัดค่าเนื้อสัมผัส โดยการวัดค่า Texture profile analysis

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส Texture Profile Analysis โดยใช้เครื่อง Texture Analyser รุ่น TA-XT 2i Stable Micro System ประเทศอังกฤษ ใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 เซนติเมตร (P35) ความเร็วของหัววัดขณะกดเท่ากับ 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะกดตัวอย่างร้อยละ 50 รายงานค่าในรูปของ TPA (Texture profile analysis) : Hardness, Springiness, Cohesiveness, และ Chewiness

#### 4.2.4 การสูญเสียน้ำหนักเนื้อเมื่อทำละลาย (Thawing loss)

วิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำหนักเนื้อโคต้นภายหลังการทำละลาย โดยคำนวณในรูป ร้อยละของน้ำหนักผลิตภัณฑ์หลังการทำละลายกับน้ำหนักก่อนทำการแช่แข็ง

#### 4.2.5 การสูญเสียน้ำหนักเมื่อให้ความร้อนซ้ำ (Recooking loss)

วิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการให้ความร้อนของเนื้อโคหลังจากการทำละลาย โดยคำนวณในรูปร้อยละของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ที่สูญเสียภายหลังการให้ความร้อนเทียบกับน้ำหนักผลิตภัณฑ์ก่อนให้ความร้อน

### 4.3 คุณภาพทางด้านเคมี

#### 4.3.1 การวัดค่า TBARs

นำตัวอย่างเนื้อโคต้นที่ผ่านการทำละลายครั้งที่ 1 2 และ 3 แล้วทำการวิเคราะห์ค่า

Thiobarbituric acid-reactive substance ด้วยวิธีการของ Buege and Aust (1978) แล้วทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ GENESYS™ รุ่น 10S UV-Vis ประเทศเยอรมนี และทำการคำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐาน



#### 4.3.2 การวัดค่า p-Anisidine

นำตัวอย่างเนื้อโคตันที่ผ่านการทำละลายครั้งที่ 1 2 และ 3 มาหาปริมาณไขมัน โดยดัดแปลงมาจากวิธีของ Foleh et al (1957) และนำตัวอย่างน้ำมันที่ได้ไปทดสอบด้วยสาร p-Anisidine ตามวิธีการของ AOCS (1990) แล้วการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 350 nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ GENESYS™ รุ่น 10S UV-Vis ประเทศเยอรมนี

#### 4.3.3. ปริมาณ Non-heam iron

นำตัวอย่างเนื้อโคตันที่ผ่านการทำละลายแล้วทำการวิเคราะห์ตามวิธีการ Forrozine medthod described (Ahn et al., 1993) แล้วทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 562 nm nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ GENESYS™ รุ่น 10S UV-Vis ประเทศเยอรมนี และทำการคำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐาน

#### 4.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส ทำการประเมินคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกอบรมให้เข้าใจลักษณะคุณภาพของเนื้อต้มสุกจำนวน 15 คน โดยใช้ตัวอย่างเนื้อเปื่อยทางการค้าที่ได้จากผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการเป็นชุดตัวอย่างสำหรับการฝึกอบรม ผู้ทดสอบที่ผ่านการอบรมทำการประเมินให้คะแนนการยอมรับตัวอย่างในด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่มเหนียว) สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และความชอบโดยรวม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

### ตอนที่ 5 การศึกษาผลของการให้ความร้อนสูงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อโคตันบรรจุในถุงทนร้อน

#### วิธีการศึกษา

##### 5.1 การเตรียมวัตถุดิบเนื้อโคตันและผลิตภัณฑ์

นำเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โลเลส์โดยใช้เนื้อวัตถุดิบส่วนเศษเนื้อ เนื้อพื้นทอง และเนื้อน่อง โดยตัดแต่งให้เป็นชิ้นขนาด 3 × 4 × 2 เซนติเมตร แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 98-99° เซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หลังให้ความร้อนนำเนื้อพักให้สะเด็ดน้ำ นำเนื้อวัตถุดิบมาชั่งน้ำหนักบรรจุในถุงทนร้อน Retort pouch ความหนา 4 ชั้นชั้นที่ 1 Polyethylene terephthalate ความหนาไม่ต่ำกว่า 12 ไมครอน ชั้นที่ 2 Aluminum matt side ความหนาไม่ต่ำกว่า 9 ไมครอน ชั้นที่ 3 Nylon ความหนาไม่ต่ำกว่า 15 ไมครอน ชั้นที่ 4. Cast Polypropylene Retort ความหนาไม่ต่ำกว่า 80 ไมครอน ขนาดถุง 132 mm (W) × 200 mm (L) × 38 mm (bottom) ที่น้ำหนักบรรจุ 110 กรัม โดยใช้เนื้อวัตถุดิบส่วนเศษเนื้อเป็นตัวแทนวัตถุดิบในการศึกษาการส่งผ่านความร้อนในผลิตภัณฑ์ (เนื่องจากเป็นเนื้อที่มีการส่งผ่านความร้อนช้าสุด จากผลการศึกษาตอนที่ 3) สำหรับตัวกลางในการส่งผ่านความร้อน 3 ชนิด ได้แก่ น้ำเกลือที่ความ

เข้มข้นร้อยละ 2.5 น้ำซूपเห็ดหอม และน้ำซอสผัดน้ำมัน (สูตรส่วนผสมระบุในคู่มือการผลิต) โดยบรรจุตัวอย่างผลิตภัณฑ์สุกที่น้ำหนัก 250 กรัม สำหรับการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นในน้ำซूपเห็ดหอม ใช้เนื้อวัตถุดิบเนื้อแดง เนื้อน่อง เนื้อพื้นท้อง และเห็ดหอมที่อัตราส่วน 50:30:20:10 เพื่อให้มีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์จริง

## 5.2 การศึกษาการส่งผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์

ทำการวัดค่าการส่งผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เครื่อง potential meter (Ellab digital record, E-Val Flex system, Denmark) โดยมีช่องรับสัญญาณ 16 ช่อง ทำการสแกนอ่านอุณหภูมิทุก 1 นาที เชื่อมต่อกับสายเทอร์โมคอปเปิลชนิด Copper/Constantan Type T ซึ่งติดตั้งปลายสายในบรรจุภัณฑ์ที่จุดร้อนซ้ำที่สุด (ใกล้จุดกึ่งกลางของบรรจุภัณฑ์) โดยทำการเสียบผ่านปลายปลอกหุ้มสายเทอร์โมคอปเปิลที่ตำแหน่งกึ่งกลางชั้นเนื้อ ทำการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ให้มีการเพิ่มน้ำหนักบรรจุเนื้อเกินกว่าปกติที่ 10% เพื่อเพิ่มอัตราส่วน solid : liquid ratio วางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่างในชั้นวางที่ตำแหน่งร้อนซ้ำในเครื่องฆ่าเชื้อแบบ Over Pressure Water Spray Retort ของบริษัท OFM Model AT 2000 ประเทศไทย ทำการวัดการส่งผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจำนวน 3 บรรจุภัณฑ์ต่อตัวอย่าง โดยทำการศึกษาดลองซ้ำจำนวนสองรอบ ทำการบันทึกอุณหภูมิขณะให้ความร้อนผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 116° เซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นในน้ำเกลือและน้ำซूपเห็ดหอมเป็นเวลา 90 นาที สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นในน้ำซอสผัดน้ำมัน บันทึกค่าการส่งผ่านความร้อนเพื่อศึกษารูปแบบของ Heating profile แต่ละผลิตภัณฑ์ และคำนวณค่า  $F_0$  ของแต่ละผลิตภัณฑ์ นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการให้ความร้อนไปทำการวิเคราะห์ค่าความปลอดภัย (Sterility test) สมบัติทางเคมีและกายภาพ และทดสอบทางประสาทสัมผัส

## 5.3 การวิเคราะห์

5.3.1 การวิเคราะห์ Sterility Test ตามมาตรฐาน Bacteriological Analytical Manual (2002)

5.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดและคอลลาเจนที่ละลายได้ เช่นเดียวกับข้อ 3.2.2.3

5.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณ TCA-soluble peptide

5.3.3 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

5.3.3.1 การวิเคราะห์ค่าสี ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) โดยใช้เครื่องวัดสี Hunterlab colorimeter รุ่น ColorFlex ประเทศสหรัฐอเมริกา

5.3.3.2 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส Texture Profile Analysis โดยใช้เครื่อง Texture Analyser รุ่น TA-XT 2i Stable Micro System ประเทศอังกฤษ ใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 เซนติเมตร (P35) ความเร็วของหัววัดขณะกดเท่ากับ 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะกดตัวอย่างร้อยละ 50 รายงานค่าในรูปของ TPA (Texture profile analysis): Hardness, Springiness, Cohesiveness, และ Chewiness

5.3.3.3 การวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนัก (Cooking loss) หรือการเพิ่มน้ำหนัก (Weight gain) หลังทำสุก โดยทำการบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างก่อนบรรจุ และเมื่อผ่านการให้ความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อเป็นเวลา 1 วัน นำตัวอย่างมาทำการเทผ่านกระชอนเพื่อแยกตัวกลางออกจากเนื้อ ทำการทิ้งให้เนื้อสะเด็ดน้ำหรือของเหลวบนกระชอนเป็นเวลา 3 นาที น้ำเนื้อมาทำการชั่งน้ำหนัก คำนวณหาร้อยละน้ำหนักที่หายไปหรือน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเทียบกับน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

#### 5.3.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่เตรียมตามกระบวนการหลังจากทราบผลการศึกษาการส่งผ่านความร้อนและผ่านการทดสอบ sterility test แล้วมาทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic scales เพื่อประเมินความชอบต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความนุ่มเนื้อ รสชาติ และความชอบรวมให้ผู้ทดสอบเป็นบุคลากรวัยทำงานและบัณฑิตศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำนวน 30 คน ตัวอย่างที่ทำการทดสอบจะทำการอุ่นให้ร้อนโดยนำถุง pouch แช่น้ำร้อน (80° เซลเซียส) เป็นเวลา 10 นาที ก่อนทำการเสิร์ฟให้ผู้ทดสอบ โดยการแบ่งตัวอย่างใส่ถ้วยพลาสติกสีขาว ติดรหัสตัวเลขสามหลักแบบสุ่ม ทำการเสิร์ฟแยกที่ละผลิตภัณฑ์ให้ผู้ทดสอบชิมและให้ระดับคะแนนในห้องทดสอบที่มีบุธกั้นแยกราຍบุคคล

## บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์

### ตอนที่ 1 การบริหารจัดการเนื้อจากโคลูกผสมบราห์มัน โคนมเพศผู้ และโคลูกผสมชาร์โรเลส์ขุนที่ใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อ

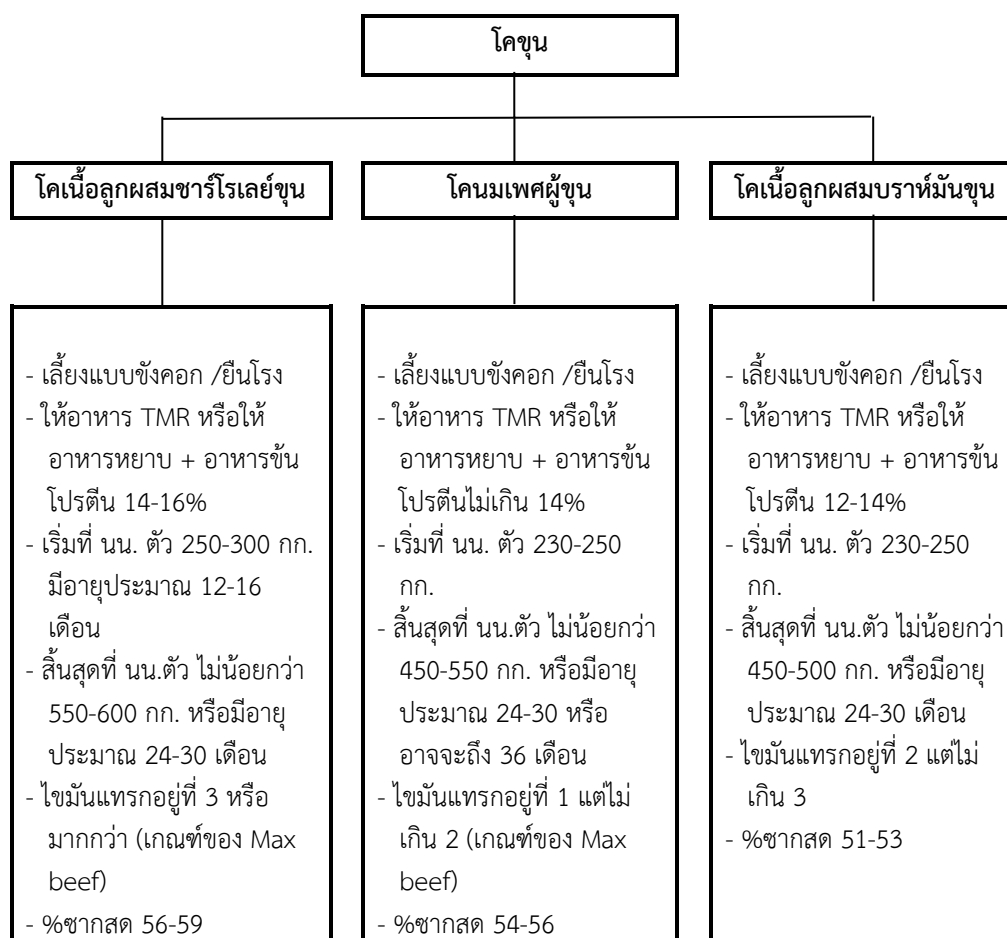
จากการสัมภาษณ์ อาจารย์วิบูลย์ ไวยสุระสิงห์ เจ้าของสุระสิงห์ฟาร์ม จังหวัดระยองผู้ประกอบการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสมเลือดชาร์โรเลส์ขุนส่งผู้จัดการสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด คุณสิทธิพร บุรณัญญ์ คุณสมร ภูผาศรี สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด ซึ่งดำเนินธุรกิจการเลี้ยงโคขุนสายเลือดยุโรป คุณसानน กันรัมย์ ผู้จัดการบริษัทสมายด์บีฟ จำกัด และประธานเครือข่ายผู้เลี้ยงโคเนื้อจังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งดำเนินธุรกิจการขุนโคบราห์มันคุณภาพดี และธุรกิจโรงฆ่าโค และคุณวนัส กาทา เจ้าของวนัสฟาร์ม จังหวัดนครปฐม (ภาพที่ 4-1) มีผลการสัมภาษณ์ ดังนี้



ภาพที่ 4-1 การลงพื้นที่สัมภาษณ์รูปแบบการเลี้ยงโคขุนแบบต่างๆ ของนักวิจัย โดยภาพ 4-1 (ก) เป็นการสัมภาษณ์ อ.วิบูลย์ ไวยสุระสิงห์ และนายสิทธิพร บุรณัญญ์ ภาพ (ข) เป็นการสัมภาษณ์ คุณวนัส กาทา: ภาพ (ค) เป็นการสัมภาษณ์คุณสมร ภูผาศรี และภาพ (ง) เป็นการดูงานการตัดแต่งซากและเนื้อโคบราห์มัน และสัมภาษณ์คุณसानน กันรัมย์

### รูปแบบการเลี้ยงโคและการจำหน่ายโค

รูปแบบในการเลี้ยงและเกณฑ์ในการจำหน่ายโคในที่นี้แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ การเลี้ยงโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ การเลี้ยงโคขุนลูกผสมบราห์มัน และการเลี้ยงโคนมเพศผู้ขุน ดังแสดงในภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 สรุปรูปแบบการเลี้ยงโคเนื้อขุนเพื่อส่งตลาด

### โคเนื้อลูกผสมชาร์โรเลส์

สำหรับรูปแบบการขุนโคเนื้อลูกผสมชาร์โรเลส์ (มีเลือดชาร์โรเลส์มากกว่าร้อยละ 50) ของสุระสิงห์ฟาร์ม เป็นขุนโคที่โครงร่างพร้อมที่จะสร้างการกล้ามเนื้อและไขมันแทรก คือ มีน้ำหนักตัวประมาณ 250 ถึง 300 กิโลกรัม มายืนโรง และเลี้ยงด้วยอาหาร TMR คุณภาพดี ประกอบด้วยหญ้าเนเปียร์ ฟางแห้ง เปลือกและแกนกลางสับประด ที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 14% หรือขุนด้วยอาหารหยابคุณภาพดี และให้อาหาร

หยาดที่มีโปรตีนประมาณ 14 ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ นานไม่น้อยกว่า 8-12 เดือน จนมีอายุประมาณ 30 ถึง 36 เดือน หรือจนกว่าส่วนต่างๆ ของร่างกายจะเต็มสมบูรณ์ (finishing point) ซึ่งจะมีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 550-650 กิโลกรัม (ภาพที่ 4-3) จึงส่งไปฆ่าที่โรงฆ่าของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด โดยโคจะใช้เปอร์เซ็นต์ตัวซากสดประมาณ 56 ถึง 59 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเกณฑ์ไขมันแทรกของสหกรณ์เครือข่ายจะอยู่ที่ระดับ 3 หรือมากกว่า ทั้งนี้ตัวอย่างเกณฑ์ในการพิจารณาในคะแนนไขมันแทรกที่หน้าตัดสันนอกได้แสดงไว้แล้วภาพที่ 4-4 ถึง 4-9



ภาพที่ 4-3 ลักษณะโคเนื้อลูกผสมชาร์โรเลส์ที่ขุนในโรงเรือนแบบเปิดที่สุระสิงห์ฟาร์ม จ.ระยอง

นอกจากนี้ การขุนโคในโรงเรือนแบบเปิดแล้ว สุระสิงห์ฟาร์มยังทำการขุนโคในโรงเรือนอีเวป ทั้งนี้เพราะผู้ประกอบการมีความมั่นใจว่า การขุนโคในสภาพอากาศที่เย็นจะช่วยเพิ่มอัตราการกินได้ของอาหาร ทำให้โคมีไขมันแทรกเพิ่มขึ้นด้วย

ข้อเด่นของสุระสิงห์ฟาร์ม คือ อยู่ใกล้กับแหล่งวัตถุดิบคุณภาพดี โดยเฉพาะโรงงานผลิตสับปะรด จึงมีแบ่งจากการสกัดเหง้าสับปะรด และเปลือกสับปะรดในปริมาณ (ภาพที่ 4-9) และมีราคาถูก นอกจากนี้ยังมีการนำเปลือกสับปะรดหมัก หญ้าเนเปียร์ หรือข้าวโพดหมัก ไปเลี้ยงโคด้วย ดังนั้น สุระสิงห์ฟาร์มจึงมีรูปแบบในการจัดการอาหารโคของตัวเอง ส่วนการจัดหาโครุ่นเพื่อนำมาเลี้ยง ก็จัดซื้อโคตามสเปคที่ต้องการมาสร้างโครงร่างก่อนประมาณ 4-6 เดือน ทำการตอนแบบผ่า เมื่อได้ขนาดร่างกายที่ต้องการจึงนำเข้าขุนตามโปรแกรมที่กำหนด





ภาพที่ 4-4 ลักษณะหน้าตัดเนื้อสันที่มีคะแนนไขมันแทรกตามเกณฑ์ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อเลี้ยงจำกัด เท่ากับ 1



ภาพที่ 4-5 ลักษณะหน้าตัดเนื้อสันที่มีคะแนนไขมันแทรกตามเกณฑ์ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อเลี้ยงจำกัด เท่ากับ 2



ภาพที่ 4-6 ลักษณะหน้าตัดเนื้อสันที่มีคะแนนไขมันแทรกตามเกณฑ์ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อเลี้ยงจำกัด เท่ากับ 3



ภาพที่ 4-7 ลักษณะหน้าตัดเนื้อสันที่มีคะแนนไขมันแทรกตามเกณฑ์ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อเลี้ยงจำกัด เท่ากับ 4





ที่ 4-8 ลักษณะหน้าตัดเนื้อสันที่มีคะแนนไขมันแทรกตามเกณฑ์ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อเลี้ยง จำกัด เท่ากับ 5



ภาพที่ 4-9 เปลือกสับประรดที่นำมาหมัก (ภาพซ้าย) และแบ่งจากเหง้าสับประรด (ภาพขวา) ที่เป็นแหล่งอาหารหลักในการประกอบสูตรอาหาร TMR

สำหรับการขุนโคของสมาชิกสหกรณ์โคเนื้อโพนยางคำ จำกัด มีรูปแบบในการขุน คือ ใช้โคลูกผสม เลือดโคยุโรปที่มีเลือดชาร์โรเลส์ หรือลิมูซีน หรือซิมเมนทอล ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 แต่ไม่เกินร้อยละ 62.5 ที่มีอายุประมาณ 12-16 เดือน แต่ไม่เกิน 18 เดือน โดยเลี้ยงแบบขังคอก แล้วขุนด้วยอาหารหยาบ คุณภาพดี และอาหารข้นที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนร้อยละ 14 หรืออาหาร TMR หมัก จนมีน้ำหนักตัวประมาณ 550-650 กิโลกรัม จึงส่งโรงฆ่าของสหกรณ์โคเนื้อโพนยางคำต่อไป

### รูปแบบการเลี้ยงโคนมเพศผู้ขุน

รูปแบบการเลี้ยงโคนมขุนของวนัสฟาร์มโคนม แตกต่างจากการเลี้ยงของสุระสิงห์ฟาร์ม และกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อโพนยางคำ ตรงที่วนัสฟาร์มจะนำโคนมเพศผู้รุ่นที่เกิดในฟาร์มของตนเอง หรือในพื้นที่ใกล้เคียงที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 250-300 กิโลกรัม มาขุนด้วยอาหาร TMR ที่ผสมเองในฟาร์ม หรือบางครั้งอาจจะซื้อจากเครือข่ายสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อมาเลี้ยง สำหรับอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงโคมีทั้งหญ้าสด หญ้าหมัก ข้าวโพดหมัก และฟางข้าว โดยจะทำการขุนโคต่อเนื่องไปจนมีน้ำหนักตัวประมาณ 450-550 กิโลกรัม (ภาพที่ 4-10) จึงส่งโรงฆ่าของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด สำหรับคะแนนไขมันแทรกของโคกลุ่มนี้จะอยู่ในช่วง 1 ถึง 3



ภาพที่ 4-10 ลักษณะโคนมเพศผู้ขุนที่วนัสฟาร์ม จังหวัดนครปฐม

### รูปแบบการเลี้ยงโคบราห์มันขุน

การเลี้ยงโคขุนสายเลือดบราห์มันเพื่อส่งโคให้แก่บริษัทสไมล์บีฟ จำกัด เป็นการเลี้ยงโคบราห์มันเลือดสูงกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ โดยการขุนด้วยหญ้าสดคุณภาพดีและเสริมอาหารข้น หรืออาจจะใช้อาหาร TMR ก็ได้ โดยนำโคที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 250-300 กิโลกรัม ขุนนานประมาณ 5-8 เดือน หรือมีน้ำหนักตัวประมาณ 450-500 กิโลกรัม จึงส่งเข้าโรงฆ่า สำหรับแนวคิดของกลุ่มสไมล์บีฟ คือ เน้นการผลิตเนื้อโคคุณภาพมากกว่าเน้นไขมันแทรก ดังนั้นคะแนนไขมันที่ได้จึงอยู่ในช่วง 1 ถึง 2

นอกจากการเลี้ยงโคบราห์มันเลือดสูงขุนของกลุ่มสไมล์บีฟแล้ว ผู้วิจัยยังได้เดินทางไปเยี่ยมชมการบริหารจัดการโคขุนลูกผสมเลือดบราห์มันมากกว่า 50% ของ นายดาบตำรวจบุญส่ง แสงสว่าง ซึ่งจากการลงพื้นที่พบว่า เป็นการเลี้ยงโคบราห์มันด้วยอาหาร TMR ของสุระสิงห์ฟาร์ม หรืออาหารหยาบชนิดต่างๆ

ได้แก่ หญ้าเนเปียร์สด ข้าวโพดหมัก และฟางข้าว แล้วเสริมด้วยอาหารข้น โดยจะขุนจนมีน้ำหนักตัวไม่น้อยกว่า 500-550 กก. (หรือพิจารณารูปร่างโคว่าโคตัวกล่ำเนื้อเต็ม และมีไขมันพอกบริเวณซี่โครง ยอดอก และสีข้าง) ดังแสดงภาพที่ 4-11



**ภาพที่ 4-11** ลักษณะการเลี้ยงโคขุนของดาบตำรวจบุญส่ง แสงสว่าง ซึ่งขุนโคบราห์มันเลือดสูงด้วยอาหาร TMR ของสุระสิงห์ฟาร์ม ร่วมกับฟางข้าวและต้นข้าวโพดฝักอ่อนสับ นอกจากนี้ผู้ประกอบการยังสะสมฟางข้าวไว้สำหรับใช้เสริมให้แก่โคด้วย

กล่าวได้ว่ารูปแบบการเลี้ยงโคขุนทั้งสามรูปแบบจะได้เนื้อโคขุนเกรดที่แตกต่างกัน คือ เนื้อโคขุนเลือดชาร์โรเลส์จะมีปริมาณไขมันแทรกและไขมันหุ้มซากมากที่สุด โดยมีไขมันแทรกตั้งระดับ 2 (ตามมาตรฐานของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด) ขึ้นไป ขณะที่เนื้อโคนมขุน (ของวนัสฟาร์ม) จะมีไขมันแทรกน้อยประมาณ 1 ถึง 2 (ตามมาตรฐานของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ) ซึ่งใกล้เคียงกับโคบราห์มันขุน ดังแสดงในภาพที่ 4-4 ถึง 4-8

### ผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงโคและการจัดการชิ้นส่วนเนื้อ

สำหรับผลผลิตที่ได้จากซากโคขุนชาร์โรเลส์ โคนมขุน และโคบราห์มันขุน เมื่อจำแนกเป็นชิ้นส่วนหลักและชิ้นส่วนรอง แล้วนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยในรูปร้อยละได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-1 ซึ่งเห็นได้ว่าเมื่อนำชิ้นส่วนต่างๆ มาคำนวณในรูปร้อยละแล้ว ค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกัน แต่หากพิจารณาในกิโลกรัม โดยลูกผสมชาร์โรเลส์ย่อมมีน้ำหนักของชิ้นส่วนต่างๆ ที่สูงกว่า ยกเว้นชิ้นส่วนของตะโหนดที่โคบราห์มันจะมีน้ำหนักมากกว่า

ตารางที่ 4-1 ปริมาณชิ้นส่วนหลักและรองที่คำนวณจากสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อเมื่อคิดเป็นร้อยละ

| ชิ้นส่วน                                    | ลูกผสม<br>ชาร์โรเลส์ | ลูกผสม<br>บราห์มัน  | โคนมเพศผู้          | ค่าเฉลี่ย           |
|---------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ชิ้นส่วนหลัก (Primal cuts)                  | 43.2-47.7<br>(45.5)  | 41.3-43.9<br>(42.6) | 41.3-43.7<br>(42.6) | 42.6-45.5<br>(43.5) |
| ไหล่บน (Chuck)                              | 4.2-4.6<br>(4.4)     | 4.1-4.5<br>(4.3)    | 4.1-4.6<br>(4.4)    | 4.3-4.4<br>(4.4)    |
| ต้นขาและขาหน้า (Clod and shank)             | 9.2-9.6<br>(9.4)     | 9.0-9.4<br>(9.2)    | 9.1-9.6<br>(9.4)    | 9.2-9.4<br>(9.3)    |
| สันส่วนอก (Rib)                             | 5.2-5.6<br>(5.4)     | 5.0-5.3<br>(5.2)    | 4.9-5.3<br>(5.1)    | 5.1-5.4<br>(5.2)    |
| สัน (Loin)                                  | 4.1-4.4<br>(4.3)     | 4.0-4.2<br>(4.1)    | 3.9-4.3<br>(4.1)    | 4.1-4.3<br>(4.2)    |
| ขาสะโพก (round)                             | 20.5-23.5<br>(22.0)  | 19.2-20.5<br>(19.9) | 19.3-19.9<br>(19.6) | 19.6-22.0<br>(20.5) |
| ชิ้นส่วนรอง (Rough cuts)                    | 27.0-29.7<br>(28.4)  | 25.4-28.4<br>(26.9) | 24.3-27.6<br>(26.0) | 27.5-29.0           |
| แข้ง (Shank)                                | 2.5-2.9<br>(2.7)     | 2.5-2.8<br>(2.7)    | 2.5-2.7<br>(2.6)    | 2.6-2.7<br>(2.7)    |
| คอ (Neck)                                   | 6.2-6.5<br>(6.4)     | 5.8-6.0<br>(5.9)    | 5.8-6.1<br>(6.0)    | 5.9-6.4<br>(6.1)    |
| เนื้อร่อนไห้ (Brisket) และพื่นอก<br>(plate) | 11.0-12.5<br>(11.8)  | 9.5-11.5<br>(10.5)  | 9.0-11.0<br>(10.0)  | 10.0-11.8<br>(10.8) |
| พื่นท้อง (Flank)                            | 6.7-6.9<br>(6.8)     | 6.4-6.6<br>(6.5)    | 6.0-6.5<br>(6.3)    | 6.3-6.8<br>(6.5)    |
| ตะโหนด (Hump)                               | 0.6-0.9<br>(0.8)     | 1.2-1.5<br>(1.4)    | 1.0-1.3<br>(1.2)    | 0.8-1.4<br>(1.1)    |
| จำนวนตัวอย่างโคที่สุ่มนำมาคำนวณ             | 10                   | 10                  | 10                  | 30                  |

หมายเหตุ ปริมาณชิ้นส่วนตะโหนดจะน้อยหรือมากขึ้นอยู่กับระดับของสายเลือดโค

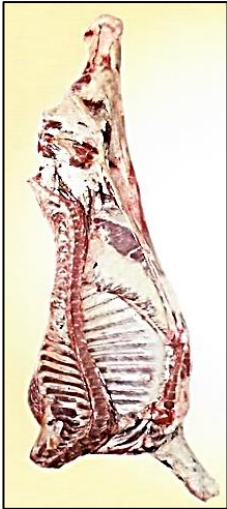
ที่มา : ข้อมูลจากการสอบถามผู้จัดการสหกรณ์เครือข่ายผู้เลี้ยงโคเนื้อ จำกัด เมื่อวันที่ 28 มกราคม พ.ศ.



ในแง่ของการจัดการชิ้นส่วนของซาก จากการสัมภาษณ์ด้วยคำถามแบบปลายเปิด พบว่า นายสิทธิพร บุรณันท์ ผู้จัดการสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด นางสมร ภูผาศรี ผู้ช่วยผู้จัดการร้านโคเนื้อ โพนยางคำ และนายเฉลิมชัย ทิพย์ค นักวิชาการอิสระ ต่างก็ให้ข้อมูลตรงกันว่า ผู้จำหน่ายเนื้อโคไม่มีปัญหาในเรื่องการจำหน่ายชิ้นส่วนหลักเลย เพราะตลาดผู้บริโภคให้การยอมรับ โดยนำไปบริโภคในรูปแบบของสเต็ก เนื้อสไลด์สำหรับจิ้มจุ่มและปิ้งย่าง ซาซุซาซุ บาปิคิว รวมทั้งใช้ในการอบ และผัด เพราะคุณภาพของเนื้อไทยสามารถสู้กับเนื้อโคที่นำเข้าจากประเทศออสเตรเลียได้ และยังมีราคาถูกกว่าได้ อีกทั้งเนื้อโคของประเทศไทยยังมีความสดและมีความนุ่มมากกว่า ดังปัญหาในเรื่องการแข่งขันด้านตลาดเนื้อโคในประเทศ จึงเป็นเรื่องของการจำหน่ายเนื้อโคทั่วไปที่มีต้นทุนที่สูงกว่าเนื้อโคนำเข้า

เนื่องจากตามมาตรฐานสากล ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งจะถูกจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม ตามคุณภาพ (ดังแสดงในตารางที่ 4-1 และภาพที่ 4-12) ซึ่งโดยทั่วไป ชิ้นส่วนทั้งหมดจะต้องนำไปจำหน่ายให้หมด ซึ่งผลจากการสัมภาษณ์แบบเจาะจงกับคุณเฉลิมชัย ทิพย์ค ให้ความเห็นว่า ชิ้นส่วนรองสามารถจัดการจำหน่ายได้ทั้งหมด โดยส่งไปจำหน่ายให้แก่ร้านก๋วยเตี๋ยว และร้านจิ้มจุ่มในระดับล่าง ขณะที่ คุณสิทธิพร บุรณันท์ และคุณสมร ภูผาศรี ให้ข้อมูลใกล้เคียงกันว่า ชิ้นส่วนรองยังคงเป็นปัญหาของผู้ผลิตเนื้อโคลูกผสม เลือดยุโรป โดยเฉพาะส่วนชิ้นรองบางชิ้นที่มีพังผืดมาก (Scrap and tendon) (ภาพที่ 4-13 และ 4-14) และเนื้อส่วนตะโหนด (ข้อมูลจาก คุณसानน กันรัมย์) แต่ก็ยังมีช่องทางในการบริหารจัดการเนื้อเหล่านี้ จึงไม่ใช่ปัญหาของผู้ประกอบการมากนักหากเปรียบเทียบกับการแข่งขันกับเนื้อโคคุณภาพต่ำและมีราคาถูกที่นำเข้าจากต่างประเทศ

อย่างไรก็ตามหากสามารถที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ผู้ประกอบการเชื่อว่าจะเป็นการเพิ่มช่องทางในการใช้ ประโยชน์เนื้อโคที่ผลิตในประเทศไทยให้มากขึ้น ทั้งนี้ คุณสิทธิพร บุรณันท์ ให้ข้อสังเกตเพิ่มเติมว่า ถ้าหากผลิตภัณฑ์เนื้อโคแปรรูปสามารถส่งออกไปยังประเทศจีนได้ ก็จะเป็นการเพิ่มช่องทางการตลาดมากกว่าเดิม ส่วนผู้ประกอบการร้านก๋วยเตี๋ยวเนื้อรสเด็ด (นายสิทธิพันธ์ วุฒิพรกุล) ให้ความเห็นว่า หากสามารถนำเนื้อจากชิ้นส่วนรองมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปก็จะเป็นการเพิ่มมูลค่าและโอกาสในการส่งออก ซึ่งในส่วนนี้เป็นประเด็นที่ รศ.ดร.จุฑารัตน์ ผู้ประสานงานผู้ประสานงานชุดโครงการการขยายโอกาสธุรกิจเนื้อโคไทย สกว. จึงให้ความสนใจและเห็นว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปเนื้อโคต้นน่าจะเป็นโอกาสที่ดี และเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้ประกอบการในการจำหน่ายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศในการแก้ไขปัญหาชิ้นส่วนของเนื้อที่ไม่สามารถจะจำหน่ายออกสู่ตลาด

|                                                                                     | ● ชิ้นส่วนหลัก (43.0-46.5%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ตำแหน่ง                                                                                       | การใช้ประโยชน์                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <br><br><br><br>                                                                                               | -ไหล่บน<br><br>-สันส่วนนอก<br><br>-สัน<br><br>-ขาสะโพก-ต้นขา<br>และเชิงหน้า                   | -สเต็ก<br><br>-เนื้อสไลด์สำหรับจิ้ม<br><br>-จุ่ม และชาบูชาบู<br><br>-ปิ้งย่าง<br><br>-บาบีคิว<br><br>-อบ<br><br>-บด |
|                                                                                     | ● ชิ้นส่วนรอง<br>(27.5-29.0%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                               |                                                                                                                     |
|                                                                                     | <br><br><br><br><br> | -คอ<br><br>-เสีอร่องไห้และพื้นนอก<br><br>-ตะโหนด<br><br>-พื้นท้อง<br><br>-ตะโหนด<br><br>-แข้ง | -สเต็ก<br><br>-เนื้อสไลด์สำหรับจิ้ม<br><br>-จุ่ม และชาบูชาบู<br><br>-ปิ้งย่าง<br><br>-บาบีคิว<br><br>-อบ<br><br>-บด |

ภาพที่ 4-12 สรุปตำแหน่งชิ้นเนื้อและการใช้ประโยชน์ชิ้นส่วนของเนื้อโคตามมาตรฐานสากล  
ที่มา : ดัดแปลงจาก จุฑารัตน์ และญานิน (2548)



ภาพที่ 4-13 ลักษณะของเนื้อแดงและเนื้ออ่อนจากซากโคบราห์มันเลือดสูงขุนของบริษัทสไมล์บีฟ จำกัด ที่ผ่านการตัดเป็นชิ้นย่อยและบรรจุถุงเพื่อจำหน่าย



ภาพที่ 4-14 ลักษณะของเศษเนื้อ เอ็น ผังผืด ที่ได้จากการตัดแต่งซากและตัดแต่งชิ้นเนื้อโคบราห์มันเลือดสูงของบริษัทสไมล์บีฟ จำกัด ที่ได้จากการตัดแต่ง (เห็นได้ชัดเจนว่ามีปริมาณ เอ็น ฟังผืดผสมกับเนื้อแดงและไขมัน)

สรุปประเด็นการบริหารจัดการเนื้อจากโคลูกผสมบราห์มัน โคนมเพศผู้ และโคลูกผสมชาร์โรเลส์ ขุนที่ใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้อง ได้ว่า

- ก. ผู้ผลิตเนื้อโคขุนทุกรายมีปัญหาเรื่องการจัดการวัตถุดิบเนื้อโค โดยเฉพาะชิ้นส่วนรอง เพราะจำเป็นต้องต่อสู้กับเนื้อโคที่มีคุณภาพต่ำที่นำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาถูกกว่า ทำให้ต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการจำหน่ายเนื้อโค โดยเน้นที่เนื้อโคขุนคุณภาพดีซึ่งเนื้อมีราคาแพงกว่า เดียวกันจะมีราคาสูงกว่า อย่างไรก็ตาม ชิ้นส่วนรองที่ได้จากการผลิตเนื้อโคคุณภาพดีก็ถูกจำกัดด้วยราคาของตลาด จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการจำหน่ายชิ้นส่วนนี้ รวมทั้งหาแนวทางในการแปรรูป

- ข. รูปแบบในการขุนโคลูกผสมในกลุ่มสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด และวนัสฟาร์ม จังหวัดนครปฐม มีความคล้ายคลึงกันตรงที่เน้นการขุนโคเพื่อให้มีระดับคะแนนไขมันแทรกประมาณ 2 ถึง 3 (เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด) ส่วนการขุนโคบรรพพันธุ์ของบริษัทสมายด์บีฟ จำกัด ไม่เน้นระดับไขมันแทรก แต่เน้นว่าเนื้อจะต้องนุ่ม
- ค. ลักษณะอาหารที่ใช้เลี้ยงโค พบว่าหากเป็นการขุนโคลูกผสมชาร์โรเลส์ และการขุนโคนมเพศผู้เพื่อส่งฆ่าที่โรงฆ่าของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด มีรูปแบบในการขุนใกล้เคียงกัน คือ ใช้อาหารชั้นสูตรของสุระสิงห์ฟาร์ม จังหวัดระยอง ร่วมกับการใช้อาหารหยابคุณภาพดี หรือให้อาหารในรูป TMR โดยโคลูกผสมชาร์โรเลส์จะใช้เวลายุนนาน 24-30 เดือน หรือมีน้ำหนักตัวประมาณ 550-650 กิโลกรัม ขณะที่โคนมขุนจะใช้เวลานานประมาณ 24-36 เดือน หรือมีน้ำหนักตัวประมาณ 450-550 กิโลกรัม ส่วนสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด เน้นการขุนด้วยอาหารหยابคุณภาพดี และอาหารชั้นที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนร้อยละ 14 หรืออาหาร TMR หมัก จนมีน้ำหนักตัวประมาณ 550-650 กิโลกรัม ส่วนกลุ่มสมายด์บีฟ เน้นการขุนด้วยหญ้าสดคุณภาพดีและเสริมอาหารชั้น หรืออาจจะใช้อาหาร TMR ก็ได้ โดยนำโคที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 250-300 กิโลกรัม ขุนนานประมาณ 5-8 เดือน หรือมีน้ำหนักตัวประมาณ 450-500 กิโลกรัม
- ง. จากการสัมภาษณ์ผู้ผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพดี (สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด) และบริษัทสมายด์บีฟ จำกัด ซึ่งจัดจำหน่ายเนื้อโคขุนคุณภาพดี พบว่า ผู้ผลิตทั้ง 3 กลุ่ม มีกลยุทธ์ในการจัดจำหน่ายชิ้นส่วนของเนื้อของตนไม่มีปัญหาเรื่องการตลาดชิ้นส่วนหลัก เพียงแต่ยังคงมีปัญหาเรื่องการจัดจำหน่ายชิ้นส่วนรองบ้าง โดยเฉพาะกลุ่มสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด แต่ผู้ผลิตก็ได้วางกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อแก้ไขปัญหาการคงค้างของชิ้นส่วนรอง สำหรับปัญหาในการจำหน่ายชิ้นส่วนรองเกิดจากราคาของชิ้นส่วนเหล่านี้สูงกว่าราคาของชิ้นส่วนเดียวกันของเนื้อโคที่นำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นร้านอาหารและผู้ซื้อชิ้นส่วนรองทั่วไปซึ่งเน้นการจำหน่ายผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคให้แก่ผู้บริโภคระดับทั่วไป (ตลาดล่าง และตลาดกลาง) จึงหันไปสั่งซื้อเนื้อโคนำเข้าแทน
- จ. ผู้ผลิตเนื้อโคขุนทั้ง 3 กลุ่ม ให้ความสนใจการนำเนื้อชิ้นส่วนรองมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ตัวใหม่ โดยเฉพาะกลุ่มสมายด์บีฟ ได้ส่งเนื้อชิ้นส่วนรองไปทดแทนทำผลิตภัณฑ์ตัวใหม่กับนักวิจัยของมหาวิทยาลัยนเรศวร ส่วนผู้ผลิตในกลุ่มสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ได้พยายามหาช่องทางในการจำหน่ายเนื้อโคขุนโดยสร้างเพิ่มผลิตภัณฑ์เนื้อโคสดและเนื้อโคแปรรูปตัวใหม่เพื่อวางจำหน่ายในร้านอาหารของแม่คูป และยังให้ความสนใจที่จะลงทุนหากสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคแปรรูปตัวใหม่เพื่อวางจำหน่าย ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอของคุณสิทธิฉันท วุฒิพรกุล เจ้าของธุรกิจก๊วยเตี๋ยวเนื้อรสดีเด็ด ซึ่งได้แสดงความสนใจที่จะนำชิ้นส่วนเนื้อโคไทยและเนื้อโคขุนไปใช้เป็นส่วนประกอบของก๊วยเตี๋ยวเพื่อจำหน่าย ผ่านเวทีต่างๆ ที่ สกว. โดยหัวหน้าชุดโครงการขยายโอกาสธุรกิจเนื้อโคไทยได้จัดขึ้น



จากข้อสรุปดังนี้ ผู้วิจัยจึงได้วางแผนการสุ่มเป็นตัวอย่างเนื้อชิ้นส่วนรอร่วมกับผู้ประกอบการ แล้วนำไปศึกษาในส่วนที่ 2 ถึงส่วนที่ 5 ต่อไป

## **ตอนที่ 2 ลักษณะคุณภาพของวัตถุดิบจากเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ**

### **คุณภาพทางเคมีและกายภาพของเนื้อ**

การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบในงานวิจัยนี้ใช้วัตถุดิบจากเนื้อโคขุนสายพันธุ์โคนมเพศผู้ โคลูกผสมพื้นเมืองชาร์โรเลส์ โดยศึกษาเปรียบเทียบตำแหน่งเนื้อที่แตกต่างกัน ได้แก่ เนื้อแดง เนื้อพื้นท้อง เนื้อน่อง และเปรียบเทียบกับเนื้อแดงและเนื้อเอ็น ซึ่งเป็นเนื้อเหลือจากการตัดแต่งของโคพันธุ์บราห์มัน วัตถุประสงค์ในการศึกษาคุณภาพของเนื้อวัตถุดิบจากเนื้อต่างแหล่งที่มาจากโคต่างพันธุ์และต่างตำแหน่งชิ้นเนื้อ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะคุณภาพของเนื้อวัตถุดิบที่สามารถใช้เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับลักษณะคุณภาพของวัตถุดิบแต่ละประเภท ลักษณะของเนื้อวัตถุดิบจากเนื้อโคต่างพันธุ์และต่างตำแหน่งชิ้นเนื้อ แสดงดังภาพที่ 4-15 โดยลักษณะปรากฏของส่วนเนื้อแดงจะมีพังผืดและไขมันน้อยกว่า เนื้อพื้นท้อง และเนื้อน่อง ส่วนเนื้อน่องจะปรากฏลักษณะพังผืดแทรกระหว่างกล้ามเนื้ออย่างเด่นชัด ในขณะที่เนื้อพื้นท้องจะมีปริมาณไขมันแทรกเห็นได้ชัดเจนกว่าเนื้อตำแหน่งอื่น นอกจากนี้ภาพที่ 4-15 แสดงลักษณะของเนื้อแดงและเอ็นที่เหลือจากการตัดแต่งชิ้นเนื้อแดงขนาดใหญ่ที่อาจตัดแต่งแบบตะวันตก หรือแบบไทย ทำให้มีเนื้อเหลือไม่ได้ขนาดจึงนำมาศึกษาคุณภาพเปรียบเทียบกับเนื้อแดงปกติและเนื้อตำแหน่งอื่นๆ เนื้อแดงที่ได้มีปริมาณพังผืดน้อยอาจเนื่องจากการตัดแต่งแยกพังผืดและเอ็นไปรวมเป็นเนื้อเอ็น

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมี ลักษณะทางกายภาพ และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อโคต่างสายพันธุ์ (โคนมเพศผู้ขุนและโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์) และต่างตำแหน่งกล้ามเนื้อ (เนื้อพื้นท้อง เนื้อน่อง เนื้อแดง เนื้อเอ็นแดง และเนื้อเอ็น) แสดงดังตารางที่ 4-2 เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อพื้นท้อง เนื้อน่อง และเนื้อแดง ของโคทั้ง 2 สายพันธุ์พบว่า เนื้อพื้นท้องเป็นส่วนกล้ามเนื้อที่มีปริมาณไขมันสูงสุด ( $P < 0.05$ ) จึงส่งผลให้ปริมาณโปรตีนและความชื้นต่ำสุด ( $P < 0.05$ ) ผลที่ได้สอดคล้องกับลักษณะปรากฏของเนื้อพื้นท้องที่มีไขมันแทรกในเนื้อสูงกว่าเนื้อส่วนอื่น เนื้อแดงเป็นเนื้อที่มีปริมาณโปรตีนสูงสุด ปริมาณไขมันต่ำสุด เนื้อน่องมีปริมาณความชื้นสูงที่สุดเมื่อเทียบกับเนื้อตำแหน่งอื่น อาจเป็นผลมาจากการเป็นเนื้อที่มีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูงที่สุด โดยพิจารณาจากการมีปริมาณคอลลาเจนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับตำแหน่งชิ้นเนื้อแดงและเนื้อพื้นท้องจึงสามารถรักษาปริมาณน้ำไม่ให้สูญเสียไประหว่างกระบวนการฆ่าและตัดแต่งซาก เมื่อพิจารณาเนื้อจากต่างสายพันธุ์ พบว่า โคนมเพศผู้ขุนมีปริมาณความชื้นในเนื้อสูงกว่า และมีปริมาณไขมันต่ำกว่าเนื่องจากโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ซึ่งเป็นผลจากความแตกต่างของสายพันธุ์



ภาพที่ 4-15 วัตถุดิบเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา

อนึ่ง ไขมันของเนื้อสัตว์เป็นการสะสมพลังของสัตว์ ซึ่งปริมาณการสะสมไขมันของสัตว์ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อาหาร อายุ น้ำหนักตัว เพศ สายพันธุ์ อุณหภูมิที่สัตว์อาศัย และฮอร์โมน (Nurnberg et al., 1998) สำหรับเศษเนื้อแดงโคพันธุ์บราห์มันมีปริมาณความชื้นสูงกว่า ในขณะที่ปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่าเนื้อแดงปกติ การที่เนื้อเศษเหลือมีปริมาณไขมันและโปรตีนต่ำกว่าอาจเป็นผลจากการตัดแต่งชิ้นเนื้อแยกส่วนเอ็นพังผืดและไขมันที่เห็นได้อย่างชัดเจนออกแล้ว เศษเนื้อเอ็นมีปริมาณความชื้นต่ำและไขมันสูงกว่าเนื้อปกติอย่างเห็นได้ชัดเจน แต่มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างจากเนื้อส่วนสันท้อง เศษเนื้อแดงและเศษเอ็นมีปริมาณเถ้าต่ำกว่าเนื้อชนิดอื่นอาจเป็นผลมาจากปริมาณแร่ธาตุในเนื้อต่ำกว่าซึ่งอาจเป็นผลจากการสูญเสียไปในระหว่างการตัดแต่งและเก็บรักษาเนื้อ และสำหรับเศษเอ็นอาจเป็นผลเนื่องปริมาณกล้ามเนื้อเหลือติดอยู่น้อยกว่าจึงทำให้เกลือแร่ต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในส่วนเนื้อแดงเหลือน้อยจึงมีผลให้ปริมาณเถ้าต่ำ เมื่อพิจารณาปริมาณคอเลสเตอรอล พบว่าเนื้อน่องมีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงที่สุด ส่วนเศษเอ็นจะมีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำที่สุด ( $P < 0.05$ ) ในเนื้อสันท้องซึ่งมีปริมาณไขมันสูงสุด แต่จากการวิเคราะห์ครั้งนี้กลับพบว่าเนื้อส่วนนี้มีส่วนของคอเลสเตอรอลต่ำกว่าเนื้อน่องและเนื้อแดง ส่วนเนื้อสันท้อง

ตารางที่ 4-2 องค์ประกอบเคมี ลักษณะทางกายภาพ และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ

| องค์ประกอบเคมี                | โคนมเพศผู้ขุน           |                          | โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์    |                           |                          |                           | โคปรอทมัน                 |                         |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                               | เนื้อแห้ง               | เนื้อนุ่ม                | เนื้อแห้ง                | เนื้อนุ่ม                 | เนื้อนุ่ม                | เนื้อนุ่ม                 | เนื้อแห้ง                 | เนื้อนุ่ม               |
| ความชื้น (%)                  | 70.38±0.04 <sup>c</sup> | 73.76±0.14 <sup>a</sup>  | 71.84±0.31 <sup>b</sup>  | 67.16±0.01 <sup>d</sup>   | 73.65±0.25 <sup>a</sup>  | 69.91±1.43 <sup>c</sup>   | 71.25±0.47 <sup>bc</sup>  | 55.28±1.45 <sup>e</sup> |
| ไขมัน (%)                     | 11.97±0.20 <sup>c</sup> | 6.28±0.05 <sup>f</sup>   | 5.99±0.05 <sup>g</sup>   | 13.74±0.12 <sup>b</sup>   | 8.65±0.05 <sup>d</sup>   | 8.07±0.04 <sup>e</sup>    | 5.66±0.01 <sup>h</sup>    | 15.49±0.03 <sup>a</sup> |
| โปรตีน (%)                    | 20.37±0.23 <sup>c</sup> | 21.90±0.34 <sup>a</sup>  | 22.49±0.51 <sup>a</sup>  | 19.40±0.16 <sup>d</sup>   | 21.75±0.15 <sup>ab</sup> | 22.47±0.87 <sup>a</sup>   | 21.02±0.26 <sup>bc</sup>  | 19.42±0.02 <sup>d</sup> |
| เถ้า (%)                      | 0.99±0.01 <sup>c</sup>  | 1.03±0.04 <sup>bc</sup>  | 1.06±0.04 <sup>ab</sup>  | 1.11±0.01 <sup>a</sup>    | 1.09±0.02 <sup>a</sup>   | 1.03±0.03 <sup>bc</sup>   | 0.94±0.02 <sup>d</sup>    | 0.64±0.02 <sup>e</sup>  |
| คอลลาเจน (mg/g เนื้อ)         | 7.44±0.25 <sup>fg</sup> | 24.29±1.10 <sup>c</sup>  | 9.69±0.18 <sup>e</sup>   | 6.01±0.88 <sup>g</sup>    | 34.29±0.84 <sup>b</sup>  | 14.94±0.56 <sup>d</sup>   | 8.08±0.12 <sup>f</sup>    | 70.86±1.14 <sup>a</sup> |
| คอเลสเตอรอล (mg/ 100 g เนื้อ) | 54.04±0.72 <sup>d</sup> | 61.78±0.64 <sup>b</sup>  | 59.59±1.03 <sup>c</sup>  | 60.13±0.30 <sup>c</sup>   | 73.57±0.50 <sup>a</sup>  | 56.65±1.01 <sup>c</sup>   | 59.59±0.64 <sup>c</sup>   | 39.09±1.05 <sup>e</sup> |
| ไนโตรเจน (mg/g เนื้อ)         | 11.88±0.61 <sup>a</sup> | 9.64±0.25 <sup>cd</sup>  | 8.96±0.80 <sup>d</sup>   | 10.12±0.22 <sup>bcd</sup> | 11.07±0.26 <sup>ab</sup> | 10.65±0.65 <sup>bc</sup>  | 4.15±1.31 <sup>e</sup>    | 2.40±0.81 <sup>f</sup>  |
| ค่าสี                         |                         |                          |                          |                           |                          |                           |                           |                         |
| L*                            | 37.75±0.95 <sup>c</sup> | 37.23±2.84 <sup>c</sup>  | 41.54±1.71 <sup>b</sup>  | 40.06±2.86 <sup>b</sup>   | 34.57±1.24 <sup>d</sup>  | 40.89±2.07 <sup>b</sup>   | 41.43±2.67 <sup>b</sup>   | 73.08±2.48 <sup>a</sup> |
| a*                            | 20.50±1.60 <sup>a</sup> | 16.40±2.78 <sup>b</sup>  | 18.97±0.90 <sup>a</sup>  | 20.44±2.55 <sup>a</sup>   | 19.47±2.66 <sup>a</sup>  | 18.67±2.05 <sup>a</sup>   | 12.39±1.58 <sup>c</sup>   | 2.99±0.93 <sup>d</sup>  |
| b*                            | 16.32±0.74 <sup>a</sup> | 14.01±1.74 <sup>cd</sup> | 15.89±0.74 <sup>ab</sup> | 16.67±1.90 <sup>a</sup>   | 14.16±2.15 <sup>cd</sup> | 15.12±1.93 <sup>abc</sup> | 14.39±1.74 <sup>bcd</sup> | 12.83±1.98 <sup>d</sup> |
| ค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ (kg)   | 1.99±0.90 <sup>c</sup>  | 26.22±1.77 <sup>a</sup>  | 8.28±1.54 <sup>b</sup>   | 3.46±1.15 <sup>bc</sup>   | 24.90±8.08 <sup>a</sup>  | 8.29±2.87 <sup>b</sup>    | 5.49±1.17 <sup>bc</sup>   | >50                     |
| pH                            | 5.84±0.02 <sup>d</sup>  | 6.05±0.03 <sup>b</sup>   | 5.75±0.02 <sup>e</sup>   | 5.97±0.02 <sup>c</sup>    | 6.03±0.02 <sup>b</sup>   | 5.76±0.03 <sup>e</sup>    | 5.86±0.02 <sup>d</sup>    | 6.12±0.05 <sup>a</sup>  |
| Drip loss (%)                 | 1.75±0.96 <sup>a</sup>  | 1.53±0.73 <sup>ab</sup>  | 1.29±0.95 <sup>abc</sup> | 1.79±0.99 <sup>a</sup>    | 1.51±0.96 <sup>ab</sup>  | 0.97±0.64 <sup>bcd</sup>  | 0.57±0.17 <sup>cd</sup>   | 0.36±0.08 <sup>d</sup>  |
| Cooking loss (%)              | 33.66±2.64 <sup>a</sup> | 34.51±2.28 <sup>a</sup>  | 30.34±2.09 <sup>b</sup>  | 32.96±2.48 <sup>a</sup>   | 32.51±2.87 <sup>a</sup>  | 28.18±2.19 <sup>c</sup>   | 29.72±2.40 <sup>bc</sup>  | 1.17±0.78 <sup>d</sup>  |

a-g ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของตัวอย่างเนื้อที่มีอักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

และเนื้อม้วนของโคนมเพศผู้ขุนมีปริมาณคอเรสเตอรอลต่ำกว่าเนื้อจากโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ ( $P < 0.05$ ) ซึ่งอาจเป็นผลจากสายพันธุ์ และอาหารใช้ในการเลี้ยง (Nade, 2008; Irshad et al., 2012; Ramirez-Retamal and Morales, 2014)

สำหรับเนื้อแดงและเศษเนื้อแดง พบว่ามีปริมาณคอเรสเตอรอลไม่แตกต่างกัน โดยผลขององค์ประกอบเคมีของเนื้อโคในการวิจัยนี้ ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน และเถ้า อยู่ในช่วงใกล้เคียงกับการรายงานวิจัยเนื้อโคลูกผสมทั่วไปที่วิเคราะห์จากเนื้อหลายตำแหน่งซึ่งรายงานโดย Wu และ คณะ (2016) ส่วนปริมาณไขมันและคอเลสเตอรอลของเนื้อโคขุนทั้งสองสายพันธุ์มีปริมาณใกล้เคียงกับรายงานวิจัยของ Almeida และ คณะ (2006) เนื้อส่วนน่องมีปริมาณคอลลาเจนสูงสุด ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับเนื้อส่วนพื้นที่ท้องและเนื้อแดง คอลลาเจนเป็นโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบหลักของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) เนื่องจากกล้ามเนื้อส่วนน่องเป็นส่วนที่มีการใช้งานกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวร่างกายของสัตว์สูงกว่าส่วนอื่น กล้ามเนื้อจึงสร้างเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสำหรับห่อหุ้มสร้างความแข็งแรงให้เส้นใยกล้ามเนื้อเป็นผลให้เนื้อเยื่อเกี่ยวพันในปริมาณมาก (Lawrie, 1991) โดยเส้นใยคอลลาเจนเกิดจากการรวมตัวของสายพอลิเพปไทด์จำนวน 3 สาย ในรูปแบบเกลียว (triple helix) ได้เป็นโมเลกุลโทโปคอลลาเจน (topocollagen molecule) ซึ่งเป็นหน่วยย่อยของคอลลาเจน สายพอลิเพปไทด์ในคอลลาเจนประกอบด้วยกรดอะมิโน โดยมีกรดอะมิโนที่พบเป็นส่วนใหญ่ในคอลลาเจนคือ ไกลซีน (glycine)

ส่วนกรดอะมิโนไฮดรอกซีโพรลีน (hydroxyproline) เป็นกรดอะมิโนที่พบเฉพาะในโปรตีนคอลลาเจน จึงสามารถใช้วิเคราะห์ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในกล้ามเนื้อได้ ทั้งนี้เนื้อม้วนและเนื้อพื้นที่ท้องจากโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์มีปริมาณคอลลาเจนสูงกว่าเนื้อจากโคนมเพศผู้ขุน ( $P < 0.05$ ) สำหรับปริมาณคอลลาเจนในเนื้อแดงจากโคทั้งสอง สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน การที่ปริมาณคอลลาเจนต่างกันอาจเป็นผลจากสายพันธุ์ อายุ และตำแหน่งกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะเมื่อสัตว์มีอายุเพิ่มขึ้นหรือมีการออกกำลังกายของกล้ามเนื้อส่วนนั้นมากขึ้น จะเกิดการเชื่อมโยงข้ามของคอลลาเจน ส่งผลสร้างความแข็งแรงและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยคอลลาเจนจะเพิ่มขึ้น การต้านแรงดึงคอลลาเจนยิ่งสูงขึ้น (Warriss, 2000) Jeremiah และคณะ (2003) รายงานว่าเนื้อม้วนของเนื้อโคมีส่วนของ insoluble hydroxyproline สูงสุดเมื่อเทียบกับเนื้อส่วนอื่นๆ ซึ่งผลของปริมาณคอลลาเจน สอดคล้องกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อของเนื้อม้วนมีค่าสูงกว่าเนื้อแดงและเนื้อพื้นที่ท้อง ตามลำดับ คอลลาเจนในเศษเนื้อเอ็นซึ่งเป็นส่วนของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีปริมาณสูงมากและอาจมีปริมาณการเชื่อมข้าม (cross-linked) กันสูงมาก ส่งผลให้เนื้อเอ็นมีความแข็งแรงมากทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงมากจนไม่สามารถตัดขาดได้ที่ระดับค่าถ่วงน้ำหนัก 50 กก.

เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ พบว่าเนื้อแดงของโคทั้ง 2 สายพันธุ์ และเนื้อพื้นที่ท้องของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ มีลักษณะเป็นสีแดงสว่างเนื่องจากมีค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  สูงสุด ( $P < 0.05$ ) โดยเนื้อพื้นที่ท้องของโคนมเพศผู้ขุนจะค่าความสว่างต่ำกว่าเนื้อพื้นที่ท้องของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ ส่วนเนื้อม้วนของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์มีสีคล้ำสุดเนื่องจากมีค่า  $L^*$  และ  $b^*$  ต่ำสุด ซึ่งค่าสีที่วัดได้สอดคล้องกับลักษณะสีของเนื้อโคทั้งสองสายพันธุ์ดังภาพที่ 4-15 จากค่าสีและจากภาพโดยรวมเนื้อโคนมขุนจะมีสีเข้มกว่าเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ อาจเป็นผลเนื่องจากความแตกต่างระหว่างพันธุ์ อายุของโค และสูตรอาหาร ดังรายละเอียดที่นำเสนอไว้ก่อนหน้านี้แล้ว ส่วนเศษเนื้อแดงโคพันธุ์บราห์

มันจะมีค่า  $L^*$  และ  $b^*$  ไม่แตกต่างจากเนื้อแดงโคนมเพศผู้ขุนและโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ แต่จะมีค่า  $a^*$  ต่ำกว่า เมื่อพิจารณาปริมาณไมโอโกลบิน พบว่ามีค่าสอดคล้องกับค่าสีแดงของเนื้อแต่ละชนิด โดยเฉพาะเนื้อแดงมีค่าสีแดง  $a^*$  ต่ำอาจเกิดจากการสูญเสียไมโอโกลบินระหว่างการตัดแต่งเนื้อ ส่วนเนื้อเอ็นจะเป็นส่วนที่มีลักษณะขาวสว่างมีค่า  $L^*$  สูงถึง 73.08 และมีค่า  $a^*$  ต่ำเพียง 2.99 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไมโอโกลบินที่ต่ำเนื่องจากมีส่วนของเนื้อแดงน้อย

เมื่อพิจารณาค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ พบว่าเนื้อน่องของเนื้อโคทั้งสองสายพันธุ์มีค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อสูงสุด รองลงมาคือเนื้อแดงและเนื้อพื้นท้องตามลำดับ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับปริมาณคอลลาเจนของเนื้อทั้ง 3 ชนิด เนื่องจากส่วนของคอลลาเจนเป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน จึงส่งผลให้เนื้อมีความแข็งแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อสูงตามปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในเนื้อ แต่ส่วนของเนื้อพื้นท้องมีส่วนของไขมันแทรกสูงสุด ส่งผลให้เนื้อมีความนุ่มกว่าเนื้อส่วนอื่นๆ จึงมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำที่สุด เนื้อแดงของโคพันธุ์บราห์มันมีค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อไม่แตกต่างจากเนื้อแดงโคนมเพศผู้ขุนและโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ ในขณะที่เนื้อเอ็นไม่สามารถวัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสที่ใช้ load cell 50 กิโลกรัมได้ เนื้อโคนมเพศผู้ขุนมีค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อของเนื้อแต่ละตำแหน่งไม่แตกต่างจากเนื้อของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์

เนื้อเอ็นและเนื้อน่องมีค่า pH สูงกว่าเนื้อพื้นท้องและเนื้อแดง เนื่องจากเนื้อน่องเป็นเนื้อส่วนที่มีพังผืดเป็นจำนวนมากและมีสีแดงเข้มคล้ำกว่าเนื้อส่วนอื่นจึงอาจมีค่า ultimate pH ที่สูงกว่าเนื้อส่วนอื่น เมื่อพิจารณาโคทั้งสองสายพันธุ์ พบว่ามีค่า pH ไปในทิศทางเดียวกัน อยู่ในช่วง 5.75-6.03 ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อโคทั้งสองสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ พบว่าเนื้อโคทั้งสามตำแหน่งกล้ามเนื้อมีค่า drip loss ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งโคทั้งสองสายพันธุ์มีค่า drip loss ไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อพิจารณาค่า cooking loss พบว่า เนื้อพื้นท้องและเนื้อน่องของโคทั้งสองสายพันธุ์มีค่า cooking loss สูงกว่าเนื้อแดง ( $P < 0.05$ ) เนื่องมาจากเนื้อพื้นท้องมีส่วนประกอบของไขมันสูงและเกิดการหลอมละลายได้ง่ายเมื่อให้ความร้อน จึงทำให้เนื้อส่วนนี้สูญเสียน้ำหนักมากกว่าขณะผ่านการทำความร้อน ส่วนเนื้อน่องถึงแม้จะเป็นส่วนที่มีปริมาณความชื้นสูงสุด แต่เมื่อผ่านความร้อนส่วนของพังผืดและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในเนื้อน่องมีการหดตัวสูงส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำระหว่างการทำสุกสูง (Palka and Daun, 1999) เนื้อแดงโคบราห์มันมีค่า drip loss และ cooking loss ไม่แตกต่างจากเนื้อแดงโคนมเพศผู้ขุนและโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ ในขณะที่เนื้อเอ็นมีค่า drip loss และ cooking loss ต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกล้ามเนื้อทุกส่วน เนื่องจากเนื้อเอ็นมีส่วนประกอบโดยส่วนใหญ่ คือ คอลลาเจนและมีปริมาณความชื้นต่ำ ปริมาณความชื้นที่สูญเสียระหว่างการแช่เย็นและระหว่างการทำสุกจึงน้อยมาก

## องค์ประกอบกรดไขมันและกรดอะมิโน

### กรดไขมัน

องค์ประกอบกรดไขมันของเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อแสดงดังตารางที่ 4-3 และ 4-4 พบว่า เนื้อโคประกอบด้วยกรดโอเลอิก (C18:1) สูงสุด รองลงมาคือ กรดปาล์มิติก (C16:0) กรด-

สเตียริก (C18:0) กรดปาล์มิโตเลอิก (C16:1) กรดไมริสติ(C14:0) และกรดลิโนเลอิก (C18:2) ตามลำดับ ซึ่งชนิดองค์ประกอบของกรดไขมันที่พบในเนื้อโคสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (Elmore et al., 1999) โดยเนื้อพื้นท้องของโคนมเพศผู้และโคลูกผสมชาร์โรเลส์มีกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid; SFA) สูงสุด ส่วนเนื้อน่องและเนื้อแดงมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หนึ่งตำแหน่ง (Monounsaturated fatty acid; MUFA) และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายตำแหน่ง (Polyunsaturated fatty acid; PUFA) สูงกว่าเนื้อพื้นท้อง ซึ่งการที่เนื้อแต่ละส่วนมีปริมาณกรดไขมันแตกต่างกันอาจส่งผลต่อกลิ่นรสของเนื้อและความคงตัวของเนื้อแตกต่างกัน สำหรับเนื้อแดงและเนื้อเอ็นโคبراห์มันมีปริมาณสัดส่วน SFA ต่ำ และ MUFA สูงกว่าเนื้อประเภทอื่นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งอาจเป็นผลจากความแตกต่างของพันธุ์และสูตรอาหารสัตว์ นอกจากนี้เนื้อส่วนเอ็นเป็นเนื้อที่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูงซึ่งอาจจะมีไขมันแทรกในผังพืดชนิดกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง ซึ่งอาจมีผลให้เนื้อโคبراห์มันเกิดการออกซิเดชันได้ง่ายในระหว่างการเก็บรักษา ความแตกต่างขององค์ประกอบกรดไขมันในกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ พันธุ์ของสัตว์ อายุ ชนิดของกล้ามเนื้อ เพศ และอาหาร (สัญญาชัย, 2550; Nade, 2008; Irshad et al., 2012; Ramírez-Retamal and Morales, 2014)

ตารางที่ 4-3 องค์ประกอบกรดไขมันของเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ

| ชนิด  | โคขุนเพศผู้ขุน           |                          |                          | โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์    |                          |                          | โคขุนพันธุ์              |                          |                          |
|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|       | เนื้อสันท้อง             | เนื้อน่อง                | เนื้อแดง                 | เนื้อสันท้อง             | เนื้อน่อง                | เนื้อแดง                 | เนื้อสันท้อง             | เนื้อน่อง                | เนื้อแดง                 |
| C10:0 | 0.02±0.000 <sup>c</sup>  | 0.02±0.001 <sup>s</sup>  | 0.02±0.000 <sup>e</sup>  | 0.02±0.000 <sup>f</sup>  | 0.01±0.000 <sup>h</sup>  | 0.02±0.000 <sup>d</sup>  | 0.04±0.000 <sup>a</sup>  | 0.03±0.000 <sup>b</sup>  | 0.03±0.000 <sup>b</sup>  |
| C12:0 | 0.23±0.001 <sup>d</sup>  | 0.11±0.001 <sup>s</sup>  | 0.12±0.001 <sup>e</sup>  | 0.02±0.000 <sup>f</sup>  | 0.01±0.000 <sup>h</sup>  | 0.02±0.000 <sup>d</sup>  | 0.38±0.001 <sup>b</sup>  | 0.43±0.001 <sup>a</sup>  | 0.43±0.001 <sup>a</sup>  |
| C13:0 | 0.005±0.001 <sup>d</sup> | ND                       | 0.005±0.001 <sup>d</sup> | 0.25±0.001 <sup>c</sup>  | 0.06±0.001 <sup>h</sup>  | 0.11±0.001 <sup>f</sup>  | 0.011±0.000 <sup>b</sup> | 0.014±0.002 <sup>a</sup> | 0.014±0.002 <sup>a</sup> |
| C14:0 | 4.10±0.006 <sup>d</sup>  | 2.59±0.003 <sup>s</sup>  | 2.80±0.003 <sup>f</sup>  | 0.006±0.001 <sup>c</sup> | ND                       | 0.004±0.000 <sup>d</sup> | 6.43±0.005 <sup>b</sup>  | 7.60±0.001 <sup>a</sup>  | 7.60±0.001 <sup>a</sup>  |
| C15:0 | 0.23±0.001 <sup>f</sup>  | 0.23±0.001 <sup>s</sup>  | 0.24±0.001 <sup>e</sup>  | 4.29±0.002 <sup>c</sup>  | 2.35±0.003 <sup>h</sup>  | 2.97±0.004 <sup>e</sup>  | 0.48±0.001 <sup>b</sup>  | 0.55±0.000 <sup>a</sup>  | 0.55±0.000 <sup>a</sup>  |
| C16:0 | 22.87±0.026 <sup>d</sup> | 19.97±0.012 <sup>h</sup> | 21.96±0.020 <sup>f</sup> | 0.28±0.001 <sup>c</sup>  | 0.23±0.001 <sup>s</sup>  | 0.25±0.001 <sup>d</sup>  | 33.64±0.010 <sup>b</sup> | 35.56±0.009 <sup>a</sup> | 35.56±0.009 <sup>a</sup> |
| C16:1 | 4.89±0.006 <sup>c</sup>  | 3.85±0.002 <sup>s</sup>  | 4.19±0.004 <sup>e</sup>  | 23.24±0.012 <sup>c</sup> | 21.85±0.014 <sup>s</sup> | 22.03±0.001 <sup>e</sup> | 5.58±0.005 <sup>b</sup>  | 6.56±0.001 <sup>a</sup>  | 6.56±0.001 <sup>a</sup>  |
| C18:0 | 8.90±0.009 <sup>e</sup>  | 7.77±0.006 <sup>h</sup>  | 9.17±0.008 <sup>d</sup>  | 4.52±0.003 <sup>d</sup>  | 2.97±0.002 <sup>h</sup>  | 4.08±0.001 <sup>f</sup>  | 13.86±0.002 <sup>a</sup> | 13.46±0.002 <sup>b</sup> | 13.46±0.002 <sup>b</sup> |
| C18:1 | 30.97±0.05 <sup>f</sup>  | 36.11±0.030 <sup>c</sup> | 32.29±0.016 <sup>e</sup> | 8.02±0.005 <sup>s</sup>  | 10.32±0.006 <sup>c</sup> | 8.72±0.001 <sup>f</sup>  | 43.20±0.003 <sup>a</sup> | 42.49±0.222 <sup>b</sup> | 42.49±0.222 <sup>b</sup> |
| C18:2 | 0.68±0.034 <sup>h</sup>  | 1.16±0.002 <sup>d</sup>  | 1.48±0.001 <sup>a</sup>  | 29.50±0.023 <sup>s</sup> | 34.54±0.019 <sup>d</sup> | 34.44±0.002 <sup>d</sup> | 1.19±0.000 <sup>c</sup>  | 0.93±0.001 <sup>f</sup>  | 0.93±0.001 <sup>f</sup>  |
| C18:3 | 0.03±0.001 <sup>h</sup>  | 0.09±0.001 <sup>b</sup>  | 0.07±0.001 <sup>e</sup>  | 0.77±0.001 <sup>s</sup>  | 1.32±0.001 <sup>b</sup>  | 1.14±0.001 <sup>e</sup>  | 0.10±0.000 <sup>a</sup>  | 0.08±0.001 <sup>c</sup>  | 0.08±0.001 <sup>c</sup>  |
| C20:0 | 0.05±0.001 <sup>s</sup>  | 0.04±0.001 <sup>h</sup>  | 0.07±0.001 <sup>d</sup>  | 0.05±0.001 <sup>f</sup>  | 0.07±0.001 <sup>f</sup>  | 0.08±0.001 <sup>d</sup>  | 0.10±0.001 <sup>a</sup>  | 0.10±0.001 <sup>b</sup>  | 0.10±0.001 <sup>b</sup>  |
| C20:1 | 0.15±0.001 <sup>e</sup>  | 0.21±0.001 <sup>b</sup>  | 0.22±0.001 <sup>a</sup>  | 0.05±0.001 <sup>f</sup>  | 0.06±0.001 <sup>e</sup>  | 0.07±0.001 <sup>c</sup>  | 0.11±0.001 <sup>s</sup>  | 0.13±0.001 <sup>f</sup>  | 0.13±0.001 <sup>f</sup>  |
| C22:0 | 0.01±0.001 <sup>e</sup>  | 0.01±0.001 <sup>c</sup>  | 0.02±0.001 <sup>a</sup>  | 0.15±0.001 <sup>e</sup>  | 0.16±0.001 <sup>d</sup>  | 0.20±0.001 <sup>c</sup>  | 0.02±0.000 <sup>b</sup>  | ND                       | ND                       |

<sup>a-h</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของตัวอย่างเนื้อที่มีอักษรกำกับต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

ตารางที่ 4-4 สัดส่วนขององค์ประกอบกรดไขมันของเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ

| องค์ประกอบ<br>กรดไขมัน | โคนมเพศผู้ขุน             |                           |                           | โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์     |                           |                           | โคขุนพันธุ์มัน           |                           |                           |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                        | เนื้อสันท้อง              | เนื้อน่อง                 | เนื้อแดง                  | เนื้อสันท้อง              | เนื้อน่อง                 | เนื้อแดง                  | เนื้อสันท้อง             | เนื้อน่อง                 | เนื้อแดง                  |
| SFA                    | 61.886±0.034 <sup>b</sup> | 57.174±0.006 <sup>f</sup> | 60.497±0.011 <sup>c</sup> | 63.690±0.005 <sup>a</sup> | 60.354±0.002 <sup>d</sup> | 59.357±0.003 <sup>e</sup> | 52.27±0.004 <sup>h</sup> | 53.508±0.111 <sup>g</sup> | 45.556±0.113 <sup>b</sup> |
| MUFA                   | 37.371±0.007 <sup>g</sup> | 41.537±0.005 <sup>c</sup> | 37.907±0.012 <sup>f</sup> | 35.465±0.006 <sup>h</sup> | 38.232±0.002 <sup>e</sup> | 39.407±0.002 <sup>d</sup> | 46.51±0.003 <sup>a</sup> | 45.556±0.113 <sup>b</sup> | 1.291±0.003 <sup>d</sup>  |
| PUFA                   | 0.743±0.035 <sup>g</sup>  | 1.288±0.001 <sup>d</sup>  | 1.597±0.001 <sup>a</sup>  | 0.845±0.001 <sup>f</sup>  | 1.414±0.001 <sup>b</sup>  | 1.236±0.001 <sup>e</sup>  | 1.326±0.001 <sup>c</sup> | 1.291±0.003 <sup>d</sup>  | 1.142±0.005 <sup>g</sup>  |
| SFA/UFA                | 1.624±0.002 <sup>b</sup>  | 1.335±0.000 <sup>f</sup>  | 1.531±0.001 <sup>c</sup>  | 1.754±0.000 <sup>a</sup>  | 1.522±0.000 <sup>d</sup>  | 1.460±0.000 <sup>e</sup>  | 1.093±0.000 <sup>h</sup> | 1.142±0.005 <sup>g</sup>  |                           |

<sup>a-f</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีอักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

Saturated fatty acid; SFA, Monounsaturated fatty acid; MUFA, Polyunsaturated fatty acid; PUFA



### กรดอะมิโน

ตารางที่ 4-5 แสดงปริมาณองค์ประกอบของกรดอะมิโนในตัวอย่างเนื้อโคในตำแหน่งชั้นเนื้อที่ต่างจากโคสามสายพันธุ์ ชนิดกรดอะมิโนหลักที่พบในเนื้อโค ได้แก่ threonine glutamine tyrosine arginine phenylalanine histidine และ methionine เนื้อโคทุกตัวอย่างมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นสูง โดยเฉพาะเนื้อพื้นท้องของเนื้อโคนมเพศผู้ขุนมีปริมาณกรดอะมิโนสูงที่สุด และเนื้อโคนมเพศผู้ขุนทุกตำแหน่งชั้นเนื้อปริมาณกรดอะมิโนสูงกว่าในเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โลเลส์ เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มโคขุนลูกผสมชาร์โลเลส์พบว่า เนื้อแดงจะมีปริมาณกรดอะมิโนสูงที่สุด เศษเนื้อแดงโคบราห์มันจะมีปริมาณกรดอะมิโนน้อยกว่าเนื้อกลุ่มปกติ ส่วนเศษเอ็นพบว่าปริมาณกรดอะมิโนน้อยที่สุด สำหรับปริมาณกรดอะมิโนที่พบอาจมีปริมาณแปรปรวนแตกต่างกันในแต่ละตำแหน่งชั้นเนื้อเช่นเดียวกับการศึกษาในเนื้อโคหลากหลายตำแหน่งของ Samicho และคณะ (2013) การมีปริมาณกรดอะมิโนที่แตกต่างกันอาจเกิดจากความแตกต่างทางสายพันธุ์และสูตรอาหารของโค ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อรสชาติของเนื้อเมื่อนำไปปรุงสุก

### การเสีสภาพธรรมชาติของโปรตีนกล้ามเนื้อเนื่องจากความร้อน

ผลการศึกษาการเสีสภาพธรรมชาติเนื่องจากความร้อนของโปรตีนกล้ามเนื้อในเนื้อโคต่างตำแหน่งชั้นเนื้อและสายพันธุ์ด้วยเครื่อง DSC เพื่อวัดค่าพลังงานความร้อนและอุณหภูมิที่ใช้ในการเปลี่ยนสภาพโครงสร้างของโปรตีนกล้ามเนื้อ ผลการวิเคราะห์ค่า temperature transition ได้แก่ onset temperature ( $T_o$ ) peak temperature ( $T_p$ ) และ end temperature ( $T_e$ ) ซึ่งเป็นอุณหภูมิเริ่มต้นสูงสุด และอุณหภูมิสุดท้ายของการเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 4-6 และ 4-7) พบข้อมูล temperature transition ของการเสีสภาพโปรตีนแบบ endothermic ที่สามช่วงอุณหภูมิ โดยมีค่า  $T_p$  ของฟิคที่หนึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 39.4-58.2°C ฟิคที่สองอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 60.8-72.4°C และฟิคที่สามอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 75.4-77.1°C ซึ่งอุณหภูมิในช่วงดังกล่าวเป็นการเสีสภาพขององค์ประกอบไขมันและโปรตีนกล้ามเนื้อจากการรายงานค่า DSC ของ Drăghici (2011) ระบุว่า peak แรกในช่วงอุณหภูมิเริ่มต้นประมาณ 30.8°C เกิดจากการหลอมละลายขององค์ประกอบไขมันในเนื้อโค ส่วนที่ช่วงอุณหภูมิ endothermic peak 55-66°C เป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนไมโอซิน และที่อุณหภูมิสูงใกล้ 80°C เป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนแอคติน การศึกษาของ Xiong และ คณะ (1987) รายงานว่ากล้ามเนื้อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและเนื้อไก่จะพบ 3 endothermic peak ที่ใกล้อุณหภูมิ 58, 66 และ 79°C โดยการเกิด peak ที่สองเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างร่วมกันระหว่าง sarcoplasmic protein และ connective tissue protein ส่วน peak ที่สามเป็นการเสีสภาพของโปรตีนแอคติน ผลจากการศึกษานี้พบว่าเนื้อพื้นท้องเป็นเนื้อที่มีองค์ประกอบของไขมันสูงจึงมีค่า endothermic peak แรกค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเนื้อตำแหน่งอื่นจึงอาจเกิดจากการหลอมละลายของไขมันในเนื้อ สำหรับเนื้ออ่อนซึ่งเป็นเนื้อที่มีปริมาณ connectives tissue สูง สอดคล้องกับปริมาณคอลลาเจนที่สูงที่สุด จึงแสดงค่า endothermic peak เพียงสองฟิค โดยฟิคแรกเป็นผลจากการเสีสภาพของโปรตีนไมโอซิน

ตารางที่ 4-5 องค์ประกอบกรดอะมิโนของเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ

| ปริมาณกรดอะมิโน<br>(มก./100 g. dry<br>weight) | โคนมเพศผู้ขุน |           |          | โคขุนลูกผสมชาร์โรเลต์ |           |          | โคบราห์มัน   |           |          |
|-----------------------------------------------|---------------|-----------|----------|-----------------------|-----------|----------|--------------|-----------|----------|
|                                               | เนื้อสันท้อง  | เนื้อน่อง | เนื้อแดง | เนื้อสันท้อง          | เนื้อน่อง | เนื้อแดง | เนื้อสันท้อง | เนื้อน่อง | เนื้อแดง |
| Asp                                           | 69.52         | 75.99     | 94.34    | 62.79                 | 62.79     | 81.33    | 75.54        | 75.54     | 55.86    |
| Thr                                           | 81.86         | 85.93     | 106.93   | 34.73                 | 34.73     | 84.45    | 42.60        | 42.60     | 21.15    |
| Ser                                           | 40.19         | 48.65     | 53.29    | 37.29                 | 37.29     | 46.32    | 45.25        | 45.25     | 40.64    |
| Glu                                           | 136.96        | 169.49    | 195.48   | 136.03                | 136.03    | 171.28   | 157.11       | 157.11    | 116.42   |
| Pro                                           | 30.55         | 44.67     | 52.82    | 26.97                 | 26.97     | 45.10    | 38.98        | 38.98     | 136.61   |
| Gly                                           | 45.03         | 57.70     | 82.62    | 41.48                 | 41.48     | 64.55    | 61.24        | 61.24     | 227.85   |
| Ala                                           | 58.47         | 70.96     | 96.60    | 47.91                 | 47.91     | 80.28    | 63.32        | 63.32     | 105.23   |
| Cys                                           | 2.77          | 2.65      | 2.63     | 2.26                  | 2.26      | 2.82     | 2.03         | 2.03      | 1.51     |
| Val                                           | 38.01         | 45.46     | 61.33    | 40.97                 | 40.97     | 50.06    | 41.83        | 41.83     | 33.60    |
| Met                                           | 23.32         | 30.57     | 31.74    | 22.10                 | 22.10     | 28.25    | 27.48        | 27.48     | 11.07    |
| Ile                                           | 46.16         | 54.59     | 60.53    | 42.69                 | 42.69     | 54.42    | 50.38        | 50.38     | 24.07    |
| Leu                                           | 103.33        | 112.41    | 135.66   | 85.10                 | 85.10     | 117.57   | 99.18        | 99.18     | 61.14    |
| Tyr                                           | 30.77         | 46.44     | 49.85    | 33.99                 | 33.99     | 46.52    | 42.99        | 42.99     | 14.15    |
| Phe                                           | 40.61         | 50.16     | 52.90    | 37.90                 | 37.90     | 46.35    | 43.54        | 43.54     | 20.21    |
| Lys                                           | 89.51         | 107.44    | 110.90   | 83.05                 | 83.05     | 100.87   | 97.19        | 97.19     | 49.38    |
| His                                           | 33.52         | 42.25     | 40.63    | 40.63                 | 27.30     | 40.42    | 38.91        | 38.91     | 16.44    |
| Arg                                           | 64.33         | 84.69     | 79.34    | 30.64                 | 55.71     | 70.56    | 67.13        | 67.13     | 89.79    |

ตารางที่ 4-6 การเสียดสภาพด้วยความร้อนของกล้ามเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ

| สายพันธุ์และ<br>ตำแหน่ง<br>กล้ามเนื้อ | Peak 1                  |                          |                          | Peak 2                  |                          |                         | Peak 3                  |                         |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                       | T <sub>o</sub> (°C)     | T <sub>p</sub> (°C)      | T <sub>e</sub> (°C)      | T <sub>o</sub> (°C)     | T <sub>p</sub> (°C)      | T <sub>e</sub> (°C)     | T <sub>o</sub> (°C)     | T <sub>p</sub> (°C)     | T <sub>e</sub> (°C)     |
| โคขุนเพศผู้ขุน                        |                         |                          |                          |                         |                          |                         |                         |                         |                         |
| เนื้อสันห้อย                          | 35.96±5.22 <sup>c</sup> | 40.27±1.05 <sup>d</sup>  | 45.03±1.55 <sup>d</sup>  | 59.10±0.88 <sup>b</sup> | 62.71±0.31 <sup>bc</sup> | 64.83±0.58 <sup>c</sup> | 73.71±0.94 <sup>a</sup> | 76.29±0.25 <sup>a</sup> | 79.10±0.41 <sup>a</sup> |
| เนื้อน่อง                             | 52.81±5.93 <sup>a</sup> | 58.23±5.98 <sup>a</sup>  | 63.52±7.62 <sup>a</sup>  | 68.17±7.21 <sup>a</sup> | 72.40±6.99 <sup>a</sup>  | 76.31±6.69 <sup>a</sup> |                         |                         |                         |
| เนื้อแดง                              | 40.59±3.07 <sup>b</sup> | 45.00±2.16 <sup>bc</sup> | 55.03±1.55 <sup>b</sup>  | 59.28±1.35 <sup>b</sup> | 62.46±0.58 <sup>bc</sup> | 65.63±0.35 <sup>c</sup> | 72.94±1.08 <sup>a</sup> | 75.65±0.59 <sup>a</sup> | 78.53±0.53 <sup>a</sup> |
| โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์                 |                         |                          |                          |                         |                          |                         |                         |                         |                         |
| เนื้อสันห้อย                          | 32.81±0.62 <sup>d</sup> | 39.36±0.92 <sup>d</sup>  | 44.28±0.71 <sup>d</sup>  | 58.44±0.49 <sup>b</sup> | 61.73±1.01 <sup>bc</sup> | 65.53±1.21 <sup>c</sup> | 73.64±1.12 <sup>a</sup> | 77.09±0.47 <sup>a</sup> | 78.63±0.41 <sup>a</sup> |
| เนื้อน่อง                             | 45.51±0.59 <sup>b</sup> | 49.00±1.07 <sup>b</sup>  | 51.25±0.60 <sup>b</sup>  | 61.35±9.01 <sup>b</sup> | 66.50±1.61 <sup>b</sup>  | 71.55±1.28 <sup>b</sup> |                         |                         |                         |
| เนื้อแดง                              | 44.57±0.93 <sup>b</sup> | 47.50±1.15 <sup>b</sup>  | 50.03±0.94 <sup>bc</sup> | 58.73±0.68 <sup>b</sup> | 61.58±0.94 <sup>bc</sup> | 64.97±1.10 <sup>c</sup> | 72.94±1.08 <sup>a</sup> | 75.65±0.59 <sup>a</sup> | 79.24±0.76 <sup>a</sup> |
| โคบราห์มัน                            |                         |                          |                          |                         |                          |                         |                         |                         |                         |
| เศษเนื้อแดง                           | 36.79±1.64 <sup>c</sup> | 42.10±0.55 <sup>cd</sup> | 44.10±4.53 <sup>d</sup>  | 56.62±0.59 <sup>b</sup> | 60.81±0.43 <sup>c</sup>  | 65.96±1.30 <sup>c</sup> | 70.50±1.34 <sup>b</sup> | 75.42±0.69 <sup>a</sup> | 79.54±0.32 <sup>a</sup> |
| เศษเอ็น                               | 38.42±4.47 <sup>c</sup> | 42.96±1.99 <sup>cd</sup> | 47.11±4.50 <sup>cd</sup> | 58.75±1.46 <sup>b</sup> | 63.00±0.71 <sup>bc</sup> | 67.08±0.89 <sup>c</sup> |                         |                         |                         |

หมายเหตุ: T<sub>o</sub> = onset temperature; T<sub>p</sub> = peak temperature; T<sub>e</sub> = end temperature<sup>a-d</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีอักษรกำกับต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

พิกที่สองเป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนคอลลาเจน โดยเนื้อน้องจะมีค่าอุณหภูมิในการเสียดสภาพด้วยความร้อนสูงกว่าเนื้อส่วนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) สำหรับอุณหภูมิของ endothermic peak ที่สามมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติแสดงถึงโปรตีนแอกตินของเนื้อทุกชนิดมีอุณหภูมิในการเสียดสภาพไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาถึงผลของสายพันธุ์โค พบว่า เนื้อน้องจากโคนมเพศผู้ขุนมีค่าอุณหภูมิในการเสียดสภาพสูงกว่าเนื้อจากโคสายพันธุ์อื่น ( $P < 0.05$ ) สำหรับเนื้อพื้นท้องและเนื้อแดงไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเนื้อโคนมและเนื้อโคลูกผสมชาร์โรเลส์ สำหรับเนื้อแดงและเอ็นจากโคบราห์มันมีอุณหภูมิในการเสียดสภาพค่อนข้างต่ำกว่าเนื้อปกติจากโคนมและโคชาร์โรเลส์ซึ่งอาจเป็นเพราะคุณภาพของเนื้อที่แตกต่างกันจึงทำให้โปรตีนเสียดสภาพด้วยความร้อนได้ง่ายกว่า

ตารางที่ 4-7 ค่าพลังงาน (enthalpy;  $\Delta H$ ) ของกล้ามเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อ

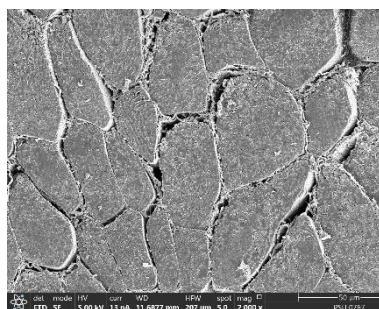
| สายพันธุ์             | Peak 1           | Peak 2           | Peak 3           |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|
|                       | $\Delta H$ (J/g) | $\Delta H$ (J/g) | $\Delta H$ (J/g) |
| โคนมเพศผู้ขุน         |                  |                  |                  |
| เนื้อพื้นท้อง         | $0.67 \pm 0.65$  | $0.20 \pm 0.11$  | $0.15 \pm 0.02$  |
| เนื้อน้อง             | $0.81 \pm 0.62$  | $0.20 \pm 0.09$  |                  |
| เนื้อแดง              | $0.05 \pm 0.03$  | $0.29 \pm 0.22$  | $0.27 \pm 0.11$  |
| โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ |                  |                  |                  |
| เนื้อพื้นท้อง         | $1.08 \pm 0.37$  | $0.40 \pm 0.32$  | $0.14 \pm 0.08$  |
| เนื้อน้อง             | $0.18 \pm 0.13$  | $1.11 \pm 0.63$  |                  |
| เนื้อแดง              | $0.10 \pm 0.03$  | $0.59 \pm 0.44$  | $0.18 \pm 0.06$  |
| โคบราห์มัน            |                  |                  |                  |
| เนื้อแดง              | $0.12 \pm 0.99$  | $0.26 \pm 0.04$  | $0.23 \pm 0.02$  |
| เอ็น                  | $2.20 \pm 1.02$  | $4.52 \pm 0.73$  |                  |

#### โครงสร้างระดับจุลภาคของเส้นใยกล้ามเนื้อ

การวิเคราะห์โครงสร้างระดับจุลภาคของเส้นใยกล้ามเนื้อจากตำแหน่งเนื้อพื้นท้อง เนื้อน้อง และเนื้อแดงทำการวิเคราะห์ในเนื้อโคนมเพศผู้ขุนและเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ สำหรับเนื้อแดงและเอ็นจากโคบราห์มันไม่นำมาวิเคราะห์เพราะเป็นเนื้อเศษผสมจากหลายตำแหน่ง เมื่อพิจารณาจากภาพถ่ายของ SEM micrographs ภาพตัดขวางเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ (ภาพที่ 4-16) และเนื้อโคนมเพศผู้ขุน (ภาพที่ 4-17) แสดงให้เห็นความแตกต่างของขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อของเนื้อจากตำแหน่งที่แตกต่างกัน เนื้อพื้นท้องของโคทั้งสองสายพันธุ์มีขนาดเส้นใยที่ใหญ่กว่าเส้นใยกล้ามเนื้อน้องและเนื้อแดงอย่างเห็นได้ชัด แม้จะใช้กำลังขยายที่ต่ำกว่า ( $\times 2,000$ ) รวมทั้งมีการจัดเรียงตัวที่แน่นกว่าเนื้อน้อง

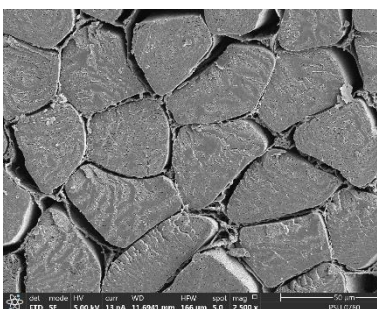
และเนื้อแดง รวมทั้งมีเยื่อหุ้ม endomysium ที่บางกว่า ส่วนเนื้อน่องจะเห็นความหนาของเส้นใย endomysium และ perimysium ที่ชัดเจน สอดคล้องกับปริมาณคอลลาเจนที่สูงในเนื้อตำแหน่งนี้

เนื้อพื้นท้อง (DP)



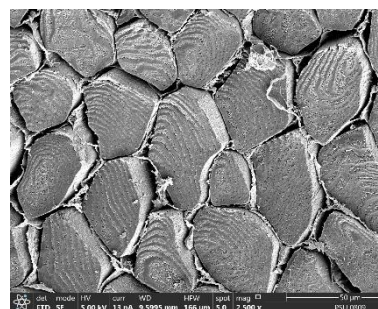
Magnification X2,000

เนื้อน่อง (DS)



Magnification X2,500

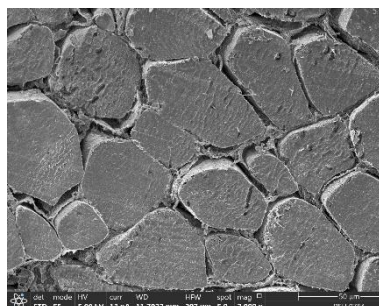
เนื้อแดง (DM)



Magnification X2,500

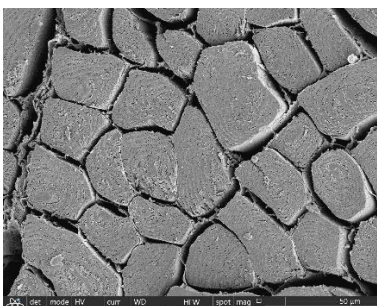
### โคนมเพศผู้ขุน

เนื้อพื้นท้อง (CP)



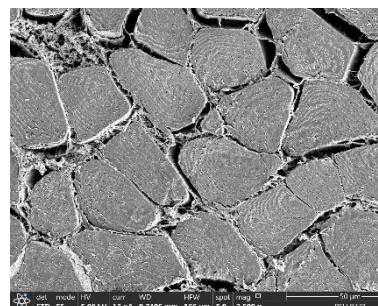
Magnification X2,000

เนื้อน่อง (CS)



Magnification X2,500

เนื้อแดง (CM)



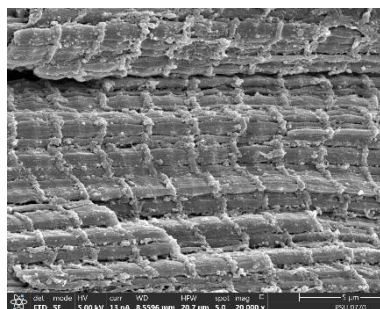
Magnification X2,500

### โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์

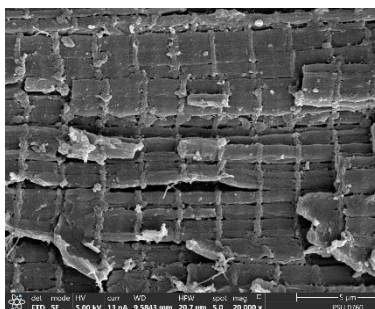
ภาพที่ 4-16 ภาพ SEM ตัดขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งเนื้อ



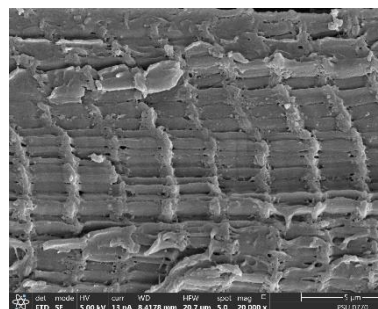
เนื้อพื้นท้อง (DP)



เนื้อน่อง (DS)

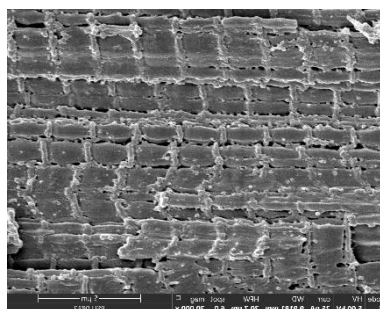


เนื้อแดง (DM)

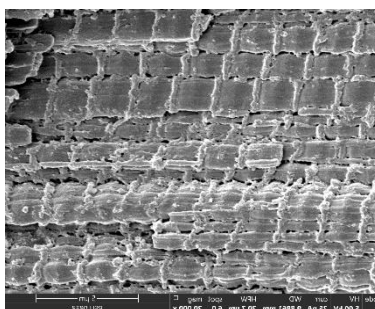


โคนมเพศผู้ขุน

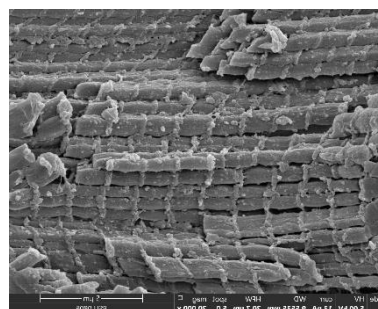
เนื้อพื้นท้อง (CP)



เนื้อน่อง (CS)



เนื้อแดง (CM)



โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์

ภาพที่ 4-17 ภาพ SEM ตัดตามยาวเส้นใยกล้ามเนื้อโคต่างสายพันธุ์และตำแหน่งเนื้อ

เมื่อคำนวณเป็นพื้นที่และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใย (ตารางที่ 4-8) พบว่า เนื้อโคนมเพศผู้ขุน มีขนาดของพื้นที่และเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยของเนื้อพื้นท้องใหญ่ที่สุด ( $P < 0.05$ ) รองลงมาเป็นเนื้อน่อง และเนื้อแดง ตามลำดับ พื้นที่และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อน่องของโคนมเพศผู้ขุนมีขนาดใหญ่กว่าเส้นใยกล้ามเนื้อของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ ( $P < 0.05$ ) ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อน่องและเนื้อแดงของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์มีพื้นที่และเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่างกันแต่ทั้งสองเส้นใยกล้ามเนื้อมีขนาดพื้นที่และเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กกว่าของเส้นใยกล้ามเนื้อน่องโคนมเพศผู้ขุนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) การที่เนื้อพื้นท้องมีขนาดเส้นใยที่ใหญ่กว่าเนื้อตำแหน่งอื่นอาจเป็นผลมาจากชนิดของเส้นใยที่ต่างกัน ขณะที่ Waritthitham และ คณะ (2010) ได้รายงานว่เส้นใยกล้ามเนื้อประเภท fast-twitch มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของเส้นใยใหญ่กว่าเส้นใยประเภท slow-twitch ซึ่งสายพันธุ์โคที่ต่างกันมีผลต่อความแปรปรวนของขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยโคพื้นเมืองที่เลือดผสมสายพันธุ์โคจากต่างประเทศจะมีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใหญ่ขึ้น (Jaturasitha et al., 2009) ส่วน Kirchofer et al. (2002) ได้ทำการศึกษาวิจัยชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อโคที่ตำแหน่ง Round และ Chunk โดยพบว่า มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและพื้นที่

ตารางที่ 4-8 ผลของสายพันธุ์และตำแหน่งกล้ามเนื้อต่อขนาดและระยะซาร์โคเมอร์ของเส้นใยกล้ามเนื้อ

| ประเภทเส้นใย                                 | โคนมเพศผู้ขุน                     |                                   | โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์            |                                   |                                  |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                                              | เนื้อพื้นที่อง (DP)               | เนื้อบ่ง (DS)                     | เนื้อบ่ง (DM)                    | เนื้อบ่ง (CP)                     | เนื้อบ่ง (CM)                    |
| Fiber Diameter ( $\mu\text{m}$ )             | 43.82 $\pm$ 3.40 <sup>a</sup>     | 40.54 $\pm$ 7.14 <sup>a</sup>     | 35.07 $\pm$ 2.98 <sup>b</sup>    | 42.54 $\pm$ 5.71 <sup>a</sup>     | 34.74 $\pm$ 2.71 <sup>b</sup>    |
| Fiber cross section area ( $\mu\text{m}^2$ ) | 1516.05 $\pm$ 237.42 <sup>a</sup> | 1328.44 $\pm$ 454.64 <sup>a</sup> | 972.12 $\pm$ 161.85 <sup>b</sup> | 1444.71 $\pm$ 388.23 <sup>a</sup> | 952.76 $\pm$ 144.59 <sup>b</sup> |
| Sarcomere length ( $\mu\text{m}$ )           | 1.80 $\pm$ 0.59 <sup>ab</sup>     | 1.70 $\pm$ 0.35 <sup>ab</sup>     | 1.33 $\pm$ 0.56 <sup>c</sup>     | 1.96 $\pm$ 0.58 <sup>a</sup>      | 1.45 $\pm$ 0.52 <sup>bc</sup>    |

a-c ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของแต่ละสายพันธุ์โคและตำแหน่งกล้ามเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

ของเส้นใยอยู่ในช่วง 34.3 – 59.5  $\mu\text{m}$  และ 956 – 2,873  $\mu\text{m}^2$  ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันขึ้นกับชนิดเส้นใย และตำแหน่งของกล้ามเนื้อ

จากภาพ SEM ตัดตามยาวของเส้นใย (ภาพที่ 4-17) แสดงให้เห็นถึงเส้นใยกล้ามเนื้อระดับ myofibrils ของกล้ามเนื้อโคนมเพศผู้ขุนและโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อต่างกัน ซึ่งจากภาพทำให้เห็นลักษณะความแตกต่างของระยะซาร์โคเมอร์ของเส้นใยกล้ามเนื้ออย่างชัดเจน โดยเนื้อพื้นที่องจะมีระยะซาร์โคเมอร์ของเส้นใยกล้ามเนื้อกว้างกว่าเนื้ออ่อนและเนื้อแดง ตามลำดับ ( $P < 0.05$ ) (ตารางที่ 4-8) นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่าเส้นใยกล้ามเนื้อของโคขุนชาร์โรเลส์มีระยะซาร์โคเมอร์กว้างกว่าของโคนมเพศผู้ขุนเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม Lewis และ คณะ (1977) ได้เคยสรุปไว้ว่าระยะซาร์โคเมอร์และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับความนุ่มของเนื้อโคในระดับต่ำแต่นัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Crouse และคณะ (1991) ที่ระบุว่าขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสำคัญต่อความนุ่มของเนื้อ เนื้อพื้นที่องมีขนาดเส้นใยที่ใหญ่และระยะซาร์โคเมอร์ที่กว้างมีความสัมพันธ์กับความนุ่มของเนื้อ โดยเนื้อพื้นที่องมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้ออ่อนและเนื้อแดง (ตารางที่ 4-2)

### ตอนที่ 3 ผลของอุณหภูมิและเวลาต่อลักษณะคุณภาพของเนื้อต้มสุก

#### ศึกษาสูตรต้นแบบน้ำซุบน้ำเนื้อต้น

จากการศึกษาสูตรต้นแบบน้ำซุบน้ำเนื้อต้น (ตารางที่ 4-9) พบว่าสูตรน้ำซุปลาจิ้นทั้ง 4 สูตร มีความชอบรวมไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามสูตรที่ 1 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางด้านรสชาติสูงกว่าสูตรที่ 2 และ 3 ( $P < 0.05$ ) แต่ไม่แตกต่างจากสูตรทางการค้า นอกจากนี้สูตรที่ 1 ยังมีคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นเครื่องเทศสูงกว่าทุกสูตร อาจเนื่องมาจากสูตรที่ 1 มีการเติมเครื่องเทศและเครื่องปรุงบางส่วนเยอะกว่าสูตรที่ 2 และ 3 ได้แก่ กำเภา หอมแดง เม็ดผักชี เปลือกส้มตากแห้ง ผงพะโล้ น้ำมันหอย ซอส-ผาเขียว เป็นต้น ดังนั้นจึงส่งผลให้สูตรที่ 1 มีรสชาติและกลิ่นเครื่องเทศเป็นที่พอใจของผู้ทดสอบมากกว่าสูตรอื่นๆ

จากองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นจากโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ (ตารางที่ 4-10) พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นจากเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ทั้ง 3 ตำแหน่งกล้ามเนื้อมีค่า Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ลดลงเมื่อระยะเวลาในการตุ๋นเพิ่มขึ้น บ่งชี้ให้เห็นถึงการเกิด มาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ที่ลดลง (หรือสารอื่นๆ ที่สามารถทำปฏิกิริยาดังกล่าว) โดย MDA เป็นสารที่ใช้บ่งชี้การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในผลิตภัณฑ์ (นิธิยา รัตนานนท์, 2553) การลดลงของค่า TBARS อาจมีสาเหตุมาจากการสลายตัวของมาลอนไดอัลดีไฮด์ในระหว่างการให้ความร้อนสูงแบบสเตอริไลส์ ค่า TCA-soluble peptide เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการตุ๋นเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการตุ๋นที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เนื้อโคมีการเสียดสีที่เพิ่มขึ้น จึงมีปริมาณเปปไทด์ที่ละลายในกรดไตรคลอโรอะซิติกเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดลองของ Sasaki และ



ตารางที่ 4-9 คะแนนความชอบทางด้านประสาทน้ำซุบน้ำเนื้อต้น

| คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส | สูตรที่ 1               | สูตรที่ 2               | สูตรที่ 3               | สูตรทางการค้า           |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ลักษณะปรากฏ              | 7.20±0.96 <sup>ns</sup> | 6.36±1.19 <sup>ns</sup> | 6.68±1.22 <sup>ns</sup> | 6.52±2.00 <sup>ns</sup> |
| สี                       | 7.20±0.87 <sup>a</sup>  | 6.00±1.29 <sup>b</sup>  | 7.04±0.84 <sup>a</sup>  | 6.52±2.02 <sup>ab</sup> |
| ความชื้นหนืด             | 7.04±0.93 <sup>a</sup>  | 6.16±1.25 <sup>b</sup>  | 6.72±0.94 <sup>ab</sup> | 7.16±1.21 <sup>a</sup>  |
| กลิ่นเครื่องเทศ          | 7.56±0.82 <sup>a</sup>  | 6.08±1.41 <sup>b</sup>  | 6.68±1.22 <sup>b</sup>  | 6.60±1.85 <sup>b</sup>  |
| รสชาติ                   | 7.20±1.35 <sup>a</sup>  | 5.60±1.41 <sup>c</sup>  | 6.12±1.42 <sup>bc</sup> | 6.84±1.75 <sup>ab</sup> |
| ความชอบรวม               | 7.29±1.30 <sup>ns</sup> | 6.17±1.20 <sup>ns</sup> | 6.38±1.24 <sup>ns</sup> | 7.17±1.55 <sup>ns</sup> |

หมายเหตุ <sup>a-b</sup> หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

<sup>ns</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

คณะ (2007) พบว่าระยะเวลาการทำสุกที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เนื้อหมูมีปริมาณเปปไทด์ที่ละลายในกรดไตรคลอโรอะซิติกเพิ่มขึ้นเช่นกัน ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดมีค่าสูงสุดในเนื้อโคที่ผ่านการตุ๋นที่ระยะเวลา 30 นาที แต่ไม่แตกต่างจากเนื้อโคที่ผ่านการตุ๋นที่ระยะเวลา 90 นาที ในเนื้อโคส่วนพื้นท้องและส่วนเนื้อแดง โดยที่ระยะเวลาในการตุ๋นที่ 60 นาทีส่งผลให้มีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดต่ำสุด แต่เมื่อพิจารณาปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ เนื้อโคส่วนเนื้อน่องและเนื้อพื้นท้องที่ผ่านการตุ๋นที่ 60 นาที มีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้สูงกว่าเนื้อโคที่ผ่านการตุ๋นที่ระยะเวลา 30 และ 90 นาที ในขณะที่ส่วนของเนื้อแดงไม่มีความแตกต่างของปริมาณคอลลาเจนที่ละลายในเนื้อโคที่ผ่านการตุ๋นที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

ตารางที่ 4-10 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นจากโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์

| การเปลี่ยนแปลงทางเคมี                                     | เวลาตุ๋น (นาที) | โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์    |                          |                          |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                                           |                 | เนื้อน่อง                | เนื้อพื้นท้อง            | เนื้อแดง                 |
| TBARS<br>(mg/kg เนื้อ)                                    | 30              | 2.28±0.0003 <sup>a</sup> | 2.46±0.0007 <sup>a</sup> | 2.21±0.0002 <sup>c</sup> |
|                                                           | 60              | 2.27±0.0007 <sup>b</sup> | 2.32±0.0011 <sup>b</sup> | 2.27±0.0007 <sup>a</sup> |
|                                                           | 90              | 2.23±0.0001 <sup>c</sup> | 2.30±0.0036 <sup>c</sup> | 2.22±0.0064 <sup>b</sup> |
| TCA-soluble peptide<br>(mmol tyrosine/g muscle)           | 30              | 0.38±0.02 <sup>b</sup>   | 0.42±0.00 <sup>b</sup>   | 0.45±0.02 <sup>b</sup>   |
|                                                           | 60              | 0.29±0.03 <sup>c</sup>   | 0.40±0.00 <sup>b</sup>   | 0.40±0.02 <sup>b</sup>   |
|                                                           | 90              | 0.69±0.02 <sup>a</sup>   | 0.53±0.00 <sup>a</sup>   | 0.78±0.00 <sup>a</sup>   |
| ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด<br>(mg/g เนื้อ)                     | 30              | 7.79±0.57 <sup>a</sup>   | 2.63±0.22 <sup>a</sup>   | 1.49±0.06 <sup>a</sup>   |
|                                                           | 60              | 1.97±0.21 <sup>c</sup>   | 1.85±0.70 <sup>b</sup>   | 1.18±0.11 <sup>b</sup>   |
|                                                           | 90              | 3.93±0.16 <sup>b</sup>   | 2.27±0.09 <sup>a</sup>   | 1.53±0.00 <sup>a</sup>   |
| ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้<br>(% ต่อปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด) | 30              | 0.39±0.04 <sup>b</sup>   | 0.57±0.00 <sup>c</sup>   | 1.14±0.09 <sup>ns</sup>  |
|                                                           | 60              | 2.03±0.74 <sup>a</sup>   | 0.86±0.00 <sup>a</sup>   | 1.19±0.72 <sup>ns</sup>  |
|                                                           | 90              | 0.67±0.06 <sup>b</sup>   | 0.74±0.00 <sup>b</sup>   | 1.50±0.56 <sup>ns</sup>  |

<sup>a-c</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ของแต่ละตำแหน่งกล้ามเนื้อโคแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

<sup>ns</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ของแต่ละตำแหน่งกล้ามเนื้อโคไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดอะมิโนของแต่ละตำแหน่งกล้ามเนื้อโคที่ใช้เวลาในการตุ๋นแตกต่างกัน พบว่า เนื้อโคทั้ง 3 ตำแหน่งกล้ามเนื้อมีปริมาณกรดทรีโอนีน (Thr) สูงสุด รองลงมา คือ ไทโรซีน (Tyr) อาร์จินีน (Arg) ฟีนิลอะลานีน (Phe) และกรดอะมิโนอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 4-11 ซึ่งกรดอะมิโนโดยส่วนใหญ่เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยเนื้ออ่อนเป็นเนื้อส่วนที่มีปริมาณกรดอะมิโนแต่ละชนิดสูงกว่าเนื้อพื้นท้องและเนื้อแดง โดยปริมาณกรดอะมิโนมีแนวโน้มลดลงตามระยะในการตุ๋น อาจเนื่องมาจากการละลายในส่วนของน้ำในชิ้นเนื้อและสูญเสียออกจากชิ้นเนื้อระหว่างการให้ความร้อน

การศึกษากล้ามเนื้อของอุณหภูมิและเวลาต่อลักษณะสีเนื้อโคต้น (ตารางที่ 4-12) พบว่า เวลาการตุ๋นเพิ่มขึ้นส่งผลให้เนื้อโคทั้ง 2 สายพันธุ์ (โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ และโคนมตัวผู้ขุน) และทั้ง 3 ตำแหน่งกล้ามเนื้อ (เนื้อพื้นท้อง เนื้ออ่อน และเนื้อแดง) มีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ลดลง โดยการตุ๋นที่ 98-99 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที ส่งผลให้เนื้อโคมีค่า  $L^*$  ต่ำสุด ( $P < 0.05$ ) ทั้งภายหลังจากการตุ๋นและภายหลังจากให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ ส่วนค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) มีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อเวลาการตุ๋นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาการตุ๋นเพิ่มขึ้นในเนื้อโคทั้ง 2 สายพันธุ์ และทั้ง 3 ตำแหน่งกล้ามเนื้อ จากผลการทดลองแสดงว่าการตุ๋นส่งผลให้เนื้อโคมีสีคล้ำขึ้น เนื่องจากความร้อนระหว่างการตุ๋นและการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์มีผลให้ไมโอโกลบินเสียสภาพ ซึ่งความร้อนส่งผลให้ฮีโมโกลบินเกิดการออกซิเดชัน โดยความร้อนทำให้เนื้อสัตว์ภายหลังการทำสุกมีสีคล้ำจาก denatured globin hemichrome (ferrihemochrome) (Suman and Joseph, 2013) การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดระหว่างการให้ความร้อนส่งผลต่อการเกิดสีน้ำตาลในเนื้อตุ๋น เนื่องจากน้ำซุ่ยยาจีนมีองค์ประกอบของน้ำตาลมะพร้าว จึงสามารถเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดระหว่างหมู่คาร์บอนิลของน้ำตาลและหมู่อะมิโนของกรดอะมิโนในเนื้อโคได้ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นมีสีคล้ำขึ้นเมื่อระยะเวลาในการตุ๋นเพิ่มขึ้น (Laroque et al., 2008) นอกจากนี้ น้ำซุ่ยยาจีนที่ใช้ในการตุ๋นเนื้อยังมีลักษณะสีคล้ำจากเครื่องยาจีนและเครื่องปรุงต่างๆ ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในการตุ๋นเนื้อโค ทำให้เครื่องปรุงต่างๆ สามารถซึมเข้าภายในเนื้อโคต้นได้ ดังนั้นเนื้อโคต้นจึงมีสีคล้ำขึ้นเมื่อระยะเวลาในการตุ๋นเพิ่มขึ้น

ส่วนค่าสีของเศษเอ็นตุ๋น (แสดงในตารางที่ 4-13) เวลาการตุ๋นเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า  $L^*$  ลดลง แต่ไม่มีผลทำให้ค่า  $a^*$  และ  $b^*$  เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการตุ๋น ทั้งภายหลังจากการตุ๋นและภายหลังจากให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ ในขณะที่เศษเอ็นมีค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  ภายหลังจากการตุ๋นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ภายหลังจากให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์เศษเอ็นที่ตุ๋นเป็นเวลา 30 นาที มีค่า  $L^*$  ต่ำกว่าเศษเอ็นที่ตุ๋นเป็นเวลา 60 และ 90 นาที เศษเอ็นเป็นส่วนเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อเยื่อของโคทั้งตัวที่นำมาเลาะเอาไขมันออก แล้วแยกเป็นเศษเนื้อแดงและเศษเอ็น จากผลการทดลองตอนที่ 2 ตารางที่ 4-2 พบว่า เศษเอ็นมีองค์ประกอบของคอลลาเจนในปริมาณสูง

ตารางที่ 4-11 องค์ประกอบกรดอะมิโนของตำแหน่งกล้ามเนื้อโคที่ใช้เวลาในการตุ๋นแตกต่างกัน

| ปริมาณกรดอะมิโน (mg/100 g. dry weight) | เนื้อป่อง |        |        | เนื้อสันห่อ |        |        | เนื้อแดง |        |        |
|----------------------------------------|-----------|--------|--------|-------------|--------|--------|----------|--------|--------|
|                                        | 30        | 60     | 90     | 30          | 60     | 90     | 30       | 60     | 90     |
| Asp                                    | 124.14    | 108.14 | 106.73 | 101.06      | 114.58 | 81.32  | 83.70    | 97.09  | 91.17  |
| Thr                                    | 185.74    | 161.80 | 159.69 | 151.21      | 171.44 | 121.67 | 125.24   | 145.27 | 136.41 |
| Ser                                    | 98.00     | 85.37  | 84.26  | 79.78       | 90.46  | 64.20  | 66.08    | 76.65  | 71.97  |
| Glu                                    | 137.21    | 119.52 | 117.96 | 111.70      | 126.64 | 89.88  | 92.51    | 107.31 | 100.76 |
| Pro                                    | 107.34    | 93.50  | 92.28  | 87.38       | 99.07  | 70.31  | 72.38    | 83.95  | 78.83  |
| Gly                                    | 70.00     | 60.98  | 60.18  | 56.99       | 64.61  | 45.86  | 47.20    | 54.75  | 51.41  |
| Ala                                    | 83.07     | 72.36  | 71.42  | 67.63       | 76.67  | 54.42  | 56.01    | 64.97  | 61.01  |
| Cys                                    | 112.94    | 98.38  | 97.10  | 91.94       | 104.24 | 73.98  | 76.15    | 88.33  | 82.94  |
| Val                                    | 109.20    | 95.13  | 93.89  | 88.90       | 100.80 | 71.53  | 73.63    | 85.41  | 80.20  |
| Met                                    | 139.07    | 121.14 | 119.56 | 113.22      | 128.37 | 91.10  | 93.77    | 108.77 | 102.13 |
| Ile                                    | 122.27    | 106.51 | 105.12 | 99.54       | 112.86 | 80.09  | 82.44    | 95.63  | 89.80  |
| Leu                                    | 122.27    | 106.51 | 105.12 | 99.54       | 112.86 | 80.09  | 82.44    | 95.63  | 89.80  |
| Tyr                                    | 168.94    | 147.16 | 145.24 | 137.53      | 155.93 | 110.66 | 113.91   | 132.13 | 124.07 |
| Phe                                    | 154.01    | 134.15 | 132.40 | 125.37      | 142.15 | 100.88 | 103.84   | 120.45 | 113.10 |
| Lys                                    | 136.27    | 118.71 | 117.16 | 110.94      | 125.78 | 89.27  | 91.89    | 106.58 | 100.08 |
| His                                    | 144.67    | 126.02 | 124.38 | 117.77      | 133.53 | 94.77  | 97.55    | 113.15 | 106.25 |
| Arg                                    | 162.41    | 141.47 | 139.63 | 132.21      | 149.90 | 106.38 | 109.51   | 127.02 | 119.27 |

ตารางที่ 4-12 ค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อต้นของโคนมตัวผู้ขุนและโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์

| สายพันธุ์โค           | ตำแหน่ง<br>กล้ามเนื้อ | เวลาต้น<br>(นาที) | ภายหลังการตัด           |                         |                          | ภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ |                         |                          |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                       |                       |                   | L*                      | a*                      | b*                       | L*                                 | a*                      | b*                       |
| โคนมตัวผู้ขุน         | เนื้อน่อง             | 30                | 39.43±1.65 <sup>a</sup> | 6.39±0.74 <sup>b</sup>  | 16.96±1.62 <sup>a</sup>  | 39.04±1.71 <sup>a</sup>            | 8.71±0.87 <sup>ns</sup> | 18.70±1.46 <sup>a</sup>  |
|                       |                       | 60                | 38.97±0.97 <sup>a</sup> | 7.47±0.68 <sup>a</sup>  | 17.22±0.96 <sup>a</sup>  | 36.84±1.49 <sup>b</sup>            | 9.51±1.17 <sup>ns</sup> | 18.43±1.75 <sup>a</sup>  |
|                       |                       | 90                | 33.35±1.40 <sup>b</sup> | 7.10±0.44 <sup>a</sup>  | 13.94±1.01 <sup>b</sup>  | 31.76±0.97 <sup>c</sup>            | 8.78±1.01 <sup>ns</sup> | 14.20±1.14 <sup>b</sup>  |
|                       | เนื้อสันท้อง          | 30                | 38.04±0.97 <sup>a</sup> | 7.11±0.39 <sup>ns</sup> | 15.86±0.98 <sup>a</sup>  | 37.05±1.18 <sup>a</sup>            | 7.55±0.58 <sup>ns</sup> | 15.23±1.02 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 60                | 37.75±1.08 <sup>a</sup> | 6.94±0.57 <sup>ns</sup> | 14.91±1.15 <sup>a</sup>  | 33.19±1.43 <sup>b</sup>            | 7.43±0.68 <sup>ns</sup> | 14.36±1.89 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 90                | 35.18±0.68 <sup>b</sup> | 7.02±0.53 <sup>ns</sup> | 13.62±1.11 <sup>b</sup>  | 31.32±1.14 <sup>c</sup>            | 7.76±0.91 <sup>ns</sup> | 13.67±1.56 <sup>ns</sup> |
|                       | เนื้อแดง              | 30                | 45.49±1.82 <sup>a</sup> | 6.10±0.68 <sup>b</sup>  | 16.99±1.50 <sup>ns</sup> | 42.52±1.52 <sup>a</sup>            | 8.11±0.54 <sup>b</sup>  | 18.91±0.84 <sup>a</sup>  |
|                       |                       | 60                | 41.16±1.13 <sup>b</sup> | 7.57±0.44 <sup>a</sup>  | 17.63±1.06 <sup>ns</sup> | 35.13±1.88 <sup>b</sup>            | 8.65±0.89 <sup>ab</sup> | 15.57±1.38 <sup>c</sup>  |
|                       |                       | 90                | 37.04±0.60 <sup>c</sup> | 7.92±0.67 <sup>a</sup>  | 16.32±1.08 <sup>ns</sup> | 36.47±1.61 <sup>b</sup>            | 9.03±0.86 <sup>a</sup>  | 17.41±1.17 <sup>b</sup>  |
| โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ | เนื้อน่อง             | 30                | 41.89±1.42 <sup>a</sup> | 6.93±0.66 <sup>ns</sup> | 18.51±1.46 <sup>a</sup>  | 35.76±1.84 <sup>a</sup>            | 8.00±0.97 <sup>b</sup>  | 15.55±1.23 <sup>b</sup>  |
|                       |                       | 60                | 38.50±1.78 <sup>b</sup> | 6.65±0.91 <sup>ns</sup> | 15.98±2.39 <sup>b</sup>  | 35.14±0.77 <sup>a</sup>            | 9.37±0.74 <sup>a</sup>  | 17.48±1.77 <sup>a</sup>  |
|                       |                       | 90                | 34.22±1.44 <sup>c</sup> | 6.65±0.56 <sup>ns</sup> | 14.50±1.29 <sup>b</sup>  | 31.99±1.31 <sup>b</sup>            | 8.50±0.83 <sup>b</sup>  | 16.03±1.48 <sup>b</sup>  |
|                       | เนื้อสันท้อง          | 30                | 40.11±1.14 <sup>b</sup> | 6.60±0.41 <sup>b</sup>  | 16.51±0.87 <sup>b</sup>  | 37.99±1.86 <sup>a</sup>            | 8.80±0.89 <sup>ns</sup> | 17.46±1.27 <sup>a</sup>  |
|                       |                       | 60                | 41.53±0.78 <sup>a</sup> | 7.29±0.39 <sup>a</sup>  | 17.94±1.37 <sup>a</sup>  | 37.86±1.30 <sup>a</sup>            | 9.03±0.57 <sup>ns</sup> | 17.24±1.29 <sup>a</sup>  |
|                       |                       | 90                | 33.75±0.71 <sup>c</sup> | 6.40±0.61 <sup>b</sup>  | 13.11±1.48 <sup>c</sup>  | 32.74±1.40 <sup>b</sup>            | 9.10±0.86 <sup>ns</sup> | 15.22±1.43 <sup>b</sup>  |
|                       | เนื้อแดง              | 30                | 43.16±1.62 <sup>a</sup> | 6.74±0.86 <sup>ns</sup> | 18.31±1.68 <sup>a</sup>  | 41.20±1.02 <sup>a</sup>            | 9.28±0.77 <sup>ns</sup> | 18.85±1.53 <sup>a</sup>  |
|                       |                       | 60                | 38.56±1.59 <sup>b</sup> | 6.76±0.59 <sup>ns</sup> | 15.95±1.32 <sup>b</sup>  | 35.47±2.41 <sup>b</sup>            | 9.67±1.33 <sup>ns</sup> | 16.97±1.27 <sup>b</sup>  |
|                       |                       | 90                | 35.33±1.62 <sup>c</sup> | 6.96±0.88 <sup>ns</sup> | 14.47±1.33 <sup>c</sup>  | 34.28±0.95 <sup>b</sup>            | 9.88±0.61 <sup>ns</sup> | 16.83±0.84 <sup>b</sup>  |

a-c ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ของแต่ละตำแหน่งกล้ามเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )ns ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ของแต่ละตำแหน่งกล้ามเนื้อได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\geq 0.05$ )

ตารางที่ 4-13 ค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อแดงและเนื้อขาวของโคขุนลูกผสมปราหมัน

| สายพันธุ์โค               | ตำแหน่ง<br>กล้ามเนื้อ | เวลาตุ๋น<br>(นาที) | ภายหลังการตุ๋น           |                         | ภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ |                         |
|---------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|
|                           |                       |                    | L*                       | a*                      | L*                                 | a*                      |
| โคขุนลูกผสม<br>ชาร์โรเลส์ | เศษเนื้อแดง           | 30                 | 44.87±1.13 <sup>a</sup>  | 6.01±0.72 <sup>ns</sup> | 40.45±0.59 <sup>a</sup>            | 9.37±0.71 <sup>ns</sup> |
|                           |                       | 60                 | 44.48±0.80 <sup>b</sup>  | 6.66±0.98 <sup>ns</sup> | 40.77±1.20 <sup>a</sup>            | 9.79±0.84 <sup>ns</sup> |
|                           |                       | 90                 | 32.87±1.06 <sup>b</sup>  | 6.09±1.55 <sup>ns</sup> | 38.43±1.03 <sup>b</sup>            | 9.98±1.40 <sup>ns</sup> |
| เศษเอ็น                   |                       | 30                 | 35.68±1.33 <sup>ns</sup> | 2.55±1.64 <sup>ns</sup> | 39.60±2.01 <sup>c</sup>            | 6.04±2.05 <sup>ns</sup> |
|                           |                       | 60                 | 34.02±2.21 <sup>ns</sup> | 2.68±1.62 <sup>ns</sup> | 45.32±1.77 <sup>a</sup>            | 7.23±1.41 <sup>ns</sup> |
|                           |                       | 90                 | 36.53±1.17 <sup>ns</sup> | 3.05±0.89 <sup>ns</sup> | 43.20±1.26 <sup>b</sup>            | 6.24±2.17 <sup>ns</sup> |

a-c ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ของแต่ละตำแหน่งกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

ns ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ของตำแหน่งกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\geq0.05$ )

ส่วนค่าสีของเศษเอ็นต้น (ตารางที่ 4-13) เวลาการตุ๋นเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า  $L^*$  ลดลง แต่ค่า  $a^*$  และ  $b^*$  ไม่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการตุ๋น ทั้งภายหลังจากการตุ๋นและภายหลังจากให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ ในขณะที่เศษเอ็นมีค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  ภายหลังจากการตุ๋นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ภายหลังจากให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์เศษเอ็นที่ตุ๋นเป็นเวลา 30 นาที มีค่า  $L^*$  ต่ำกว่าเศษเอ็นที่ตุ๋นเป็นเวลา 60 และ 90 นาที เศษเอ็นเป็นส่วนเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อเศษเหลือของโคทั้งตัวที่นำมาเลาะเอาไขมันออก แล้วแยกเป็นเศษเนื้อแดงและเศษเอ็น จากผลการทดลองตอนที่ 2 ตารางที่ 4-2 พบว่าเศษเอ็นมีองค์ประกอบของคอลลาเจนในปริมาณสูง

จากภาพที่ 4-15 ภายหลังจากการตุ๋นจะมีลักษณะสีคล้ำของการซึมเข้าของน้ำซุ่ยยาจีนส่งผลให้มีสีคล้ำ แต่เมื่อนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ คอลลาเจนบางส่วนในเศษเอ็นจะเสียสภาพกลายเป็นเจลาตินที่ละลายในน้ำซุ่ยได้ (Warriss, 2000) เศษเอ็นมีขนาดเล็กและสีของน้ำซุ่ยที่ซึมเข้าไปขณะกระบวนการตุ๋นออกมาอยู่ในน้ำซุ่ย และการตุ๋นในระยะเวลาที่นานกว่าส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนคอลลาเจนในเศษเอ็นให้เป็นเจลาตินที่ละลายได้มากกว่า ทำให้สีค่า  $L^*$  เศษเอ็นที่ตุ๋นเป็นเวลา 60 และ 90 นาที สูงกว่าเศษเอ็นที่ตุ๋นเป็นเวลา 30 นาที

ในกรณีของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้น พบว่าเนื้อสัมผัสจากเนื้อส่วนน่อง เนื้อพื้นท้อง เนื้อแดง และเศษเนื้อแดงภายหลังกระบวนการตุ๋นและภายหลังจากให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ให้ผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4-14 และ 4-15 ทั้งนี้ภายหลังจากการตุ๋นเนื้อโคมีค่าความแข็ง (Hardness) และค่าการต้านต่อการเคี้ยว (Chewiness) ลดลงเมื่อระยะเวลาในการตุ๋นเพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้ความร้อนในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดการเสียสภาพของโปรตีนและการเปลี่ยนแปลงของคอลลาเจนที่เป็นองค์ประกอบของเอ็นในกล้ามเนื้อโคเพิ่มมากขึ้น ดังที่ Warriss (2000) ได้กล่าวว่าการทำสุกเนื้อสัตว์โดยการต้มจะส่งผลให้เนื้อนุ่มขึ้นโดยการเปลี่ยนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีคอลลาเจนเป็นองค์ประกอบให้เป็นเจลาตินได้ เช่นเดียวกับค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการเกาะติด (Cohesiveness) ของเนื้อที่มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการตุ๋นเพิ่มขึ้น ดังนั้นผลจากการทดลองจึงบ่งบอกได้ว่า เนื้อภายหลังจากการตุ๋นมีลักษณะแข็งและความยืดหยุ่นน้อยลดลงตามระยะเวลาการตุ๋น แต่เมื่อนำเนื้อภายหลังจากการตุ๋นไปผ่านการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ พบว่าเนื้อมีความแข็ง (Hardness) และค่าการต้านต่อการเคี้ยว (Chewiness) ต่ำกว่าเนื้อโคภายหลังจากการตุ๋นอย่างชัดเจน เนื่องจากการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์เป็นการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงภายใต้การใช้ความดัน และเนื้อโคต้นมีความแข็งเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลาการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ โดยระยะเวลาในการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ที่ 90 ส่งผลให้เนื้อส่วนน่อง เนื้อพื้นท้อง เนื้อแดง และเศษเนื้อแดง มีค่าค่าความแข็ง (Hardness) และค่าการต้านต่อการเคี้ยว (Chewiness) สูงกว่าที่ 30 และ 60 นาที ซึ่งอาจเนื่องมาจากการให้ความร้อนที่นานส่งผลให้โปรตีนเกิดการรวมตัวกันมีผลให้เนื้อสัมผัสของเนื้อโคแข็ง ส่วนค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการเกาะติด (Cohesiveness) ของเนื้อโคไม่แตกต่างกันตามระยะเวลาการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์

ตารางที่ 4-14 เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุน (TPA) ของโคขุนตัวผู้ขุน

| เนื้อสัมผัส         | ภายหลังการตุ๋น          |                         |                         |  | ภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ |                         |                         |  |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
|                     | เวลาตุ๋น (นาที)         |                         |                         |  | เวลาตุ๋น (นาที)                    |                         |                         |  |
|                     | 30                      | 60                      | 90                      |  | 30                                 | 60                      | 90                      |  |
| <b>เนื้อน่อง</b>    |                         |                         |                         |  |                                    |                         |                         |  |
| Hardness (kg)       | 13.99±1.81 <sup>a</sup> | 8.42±1.07 <sup>b</sup>  | 8.12±1.16 <sup>b</sup>  |  | 2.91±0.34 <sup>b</sup>             | 2.69±0.48 <sup>b</sup>  | 3.72±0.40 <sup>a</sup>  |  |
| Springiness         | 0.76±0.10 <sup>ns</sup> | 0.75±0.12 <sup>ns</sup> | 0.74±0.12 <sup>ns</sup> |  | 0.61±0.14 <sup>ns</sup>            | 0.57±0.19 <sup>ns</sup> | 0.60±0.09 <sup>ns</sup> |  |
| Cohesiveness        | 0.57±0.06 <sup>a</sup>  | 0.47±0.04 <sup>b</sup>  | 0.42±0.04 <sup>c</sup>  |  | 0.24±0.03 <sup>ns</sup>            | 0.25±0.05 <sup>ns</sup> | 0.27±0.06 <sup>ns</sup> |  |
| Chewiness (kg)      | 6.07±1.43 <sup>a</sup>  | 2.97±0.91 <sup>b</sup>  | 2.48±0.59 <sup>b</sup>  |  | 0.42±0.13 <sup>b</sup>             | 0.38±0.18 <sup>b</sup>  | 0.63±0.25 <sup>a</sup>  |  |
| <b>เนื้อสันท้อง</b> |                         |                         |                         |  |                                    |                         |                         |  |
| Hardness (kg)       | 5.52±1.43 <sup>a</sup>  | 3.72±0.66 <sup>b</sup>  | 2.22±0.43 <sup>c</sup>  |  | 1.77±0.17 <sup>b</sup>             | 2.12±0.22 <sup>a</sup>  | 1.82±0.16 <sup>b</sup>  |  |
| Springiness         | 0.66±0.08 <sup>a</sup>  | 0.65±0.09 <sup>a</sup>  | 0.56±0.08 <sup>b</sup>  |  | 0.48±0.08 <sup>ns</sup>            | 0.44±0.08 <sup>ns</sup> | 0.46±0.08 <sup>ns</sup> |  |
| Cohesiveness        | 0.47±0.04 <sup>a</sup>  | 0.41±0.07 <sup>b</sup>  | 0.35±0.04 <sup>c</sup>  |  | 0.28±0.03 <sup>ns</sup>            | 0.25±0.05 <sup>ns</sup> | 0.28±0.03 <sup>ns</sup> |  |
| Chewiness (kg)      | 1.72±0.60 <sup>a</sup>  | 0.97±0.21 <sup>b</sup>  | 0.45±0.14 <sup>c</sup>  |  | 0.25±0.07 <sup>ns</sup>            | 0.24±0.10 <sup>ns</sup> | 0.23±0.05 <sup>ns</sup> |  |
| <b>เนื้อแดง</b>     |                         |                         |                         |  |                                    |                         |                         |  |
| Hardness (kg)       | 10.16±1.40 <sup>a</sup> | 7.73±0.64 <sup>b</sup>  | 6.28±0.74 <sup>c</sup>  |  | 3.43±0.38 <sup>c</sup>             | 4.27±0.73 <sup>b</sup>  | 5.13±1.23 <sup>a</sup>  |  |
| Springiness         | 0.79±0.07 <sup>ns</sup> | 0.78±0.10 <sup>ns</sup> | 0.76±0.11 <sup>ns</sup> |  | 0.63±0.08 <sup>ns</sup>            | 0.63±0.10 <sup>ns</sup> | 0.63±0.10 <sup>ns</sup> |  |
| Cohesiveness        | 0.58±0.02 <sup>ns</sup> | 0.53±0.16 <sup>ns</sup> | 0.48±0.06 <sup>ns</sup> |  | 0.28±0.05 <sup>ns</sup>            | 0.32±0.09 <sup>ns</sup> | 0.28±0.07 <sup>ns</sup> |  |
| Chewiness (kg)      | 4.65±0.92 <sup>a</sup>  | 2.88±0.91 <sup>b</sup>  | 2.33±0.63 <sup>b</sup>  |  | 0.61±0.16 <sup>ns</sup>            | 0.91±0.52 <sup>ns</sup> | 0.93±0.39 <sup>ns</sup> |  |

<sup>a-c</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของแต่ละสภาวะการให้ความร้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )<sup>ns</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของแต่ละสภาวะการให้ความร้อนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \geq 0.05$ )

| ตารางที่ 4-15 เนื้อส้มฝัสด (TPA) ผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ |                         |                         |                         |  |                                    |                         |                         |  |  |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--|--|
| เนื้อสัมผัส                                                          | ภายหลังการต้ม           |                         |                         |  | ภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ |                         |                         |  |  |
|                                                                      | เวลาดำเนิน (นาที)       |                         |                         |  | เวลาดำเนิน (นาที)                  |                         |                         |  |  |
|                                                                      | 30                      | 60                      | 90                      |  | 30                                 | 60                      | 90                      |  |  |
| เนื้ออ่อน                                                            |                         |                         |                         |  |                                    |                         |                         |  |  |
| Hardness (kg)                                                        | 7.60±0.70 <sup>a</sup>  | 7.33±0.69 <sup>a</sup>  | 6.24±0.78 <sup>b</sup>  |  | 1.53±0.41 <sup>b</sup>             | 2.59±0.44 <sup>a</sup>  | 2.42±0.59 <sup>a</sup>  |  |  |
| Springiness                                                          | 0.77±0.12 <sup>ns</sup> | 0.75±0.13 <sup>ns</sup> | 0.73±0.09 <sup>ns</sup> |  | 0.61±0.15 <sup>ns</sup>            | 0.55±0.12 <sup>ns</sup> | 0.59±0.17 <sup>ns</sup> |  |  |
| Cohesiveness                                                         | 0.50±0.06 <sup>a</sup>  | 0.47±0.08 <sup>a</sup>  | 0.40±0.05 <sup>b</sup>  |  | 0.27±0.04 <sup>ns</sup>            | 0.26±0.04 <sup>ns</sup> | 0.26±0.03 <sup>ns</sup> |  |  |
| Chewiness (kg)                                                       | 2.93±0.81 <sup>a</sup>  | 2.61±0.79 <sup>a</sup>  | 1.84±0.41 <sup>b</sup>  |  | 0.25±0.11 <sup>ns</sup>            | 0.38±0.16 <sup>ns</sup> | 0.38±0.16 <sup>ns</sup> |  |  |
| เนื้อพ่นห้อง                                                         |                         |                         |                         |  |                                    |                         |                         |  |  |
| Hardness (kg)                                                        | 6.03±1.93 <sup>a</sup>  | 5.03±0.70 <sup>ab</sup> | 4.61±0.85 <sup>b</sup>  |  | 2.21±0.55 <sup>ab</sup>            | 1.85±0.35 <sup>b</sup>  | 2.54±0.76 <sup>a</sup>  |  |  |
| Springiness                                                          | 0.67±0.08 <sup>ns</sup> | 0.63±0.09 <sup>ns</sup> | 0.62±0.05 <sup>ns</sup> |  | 0.47±0.11 <sup>ns</sup>            | 0.44±0.09 <sup>ns</sup> | 0.49±0.10 <sup>ns</sup> |  |  |
| Cohesiveness                                                         | 0.46±0.06 <sup>a</sup>  | 0.39±0.04 <sup>b</sup>  | 0.38±0.02 <sup>b</sup>  |  | 0.27±0.03 <sup>ns</sup>            | 0.26±0.04 <sup>ns</sup> | 0.26±0.04 <sup>ns</sup> |  |  |
| Chewiness (kg)                                                       | 1.88±0.84 <sup>a</sup>  | 1.28±0.41 <sup>b</sup>  | 1.08±0.23 <sup>b</sup>  |  | 0.29±0.15 <sup>ns</sup>            | 0.21±0.07 <sup>ns</sup> | 0.35±0.42 <sup>ns</sup> |  |  |
| เนื้อแดง                                                             |                         |                         |                         |  |                                    |                         |                         |  |  |
| Hardness (kg)                                                        | 10.42±1.48 <sup>a</sup> | 7.53±0.71 <sup>b</sup>  | 7.19±1.59 <sup>b</sup>  |  | 3.73±0.99 <sup>a</sup>             | 3.17±0.33 <sup>a</sup>  | 3.41±0.95 <sup>a</sup>  |  |  |
| Springiness                                                          | 0.77±0.07 <sup>ns</sup> | 0.76±0.09 <sup>ns</sup> | 0.75±0.10 <sup>ns</sup> |  | 0.72±0.13 <sup>a</sup>             | 0.60±0.09 <sup>b</sup>  | 0.64±0.08 <sup>ab</sup> |  |  |
| Cohesiveness                                                         | 0.57±0.02 <sup>ns</sup> | 0.51±0.14 <sup>ns</sup> | 0.47±0.06 <sup>ns</sup> |  | 0.37±0.07 <sup>a</sup>             | 0.27±0.05 <sup>b</sup>  | 0.33±0.06 <sup>a</sup>  |  |  |
| Chewiness (kg)                                                       | 4.61±0.82 <sup>a</sup>  | 2.72±0.87 <sup>b</sup>  | 2.54±0.68 <sup>b</sup>  |  | 0.96±0.33 <sup>a</sup>             | 0.51±0.15 <sup>b</sup>  | 0.78±0.42 <sup>ab</sup> |  |  |

a-c ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของการให้ความร้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

ns ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของการให้ความร้อนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\geq 0.05$ )



แม้เนื้อโคส่วนน่องมีค่าความแข็ง (Hardness) และค่าการต้านต่อการเคี้ยว (Chewiness) ภายหลังการตุ๋นสูงสุด แต่ภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ พบว่าเนื้อโคส่วนน่องมีค่าความแข็ง (Hardness) และค่าการต้านต่อการเคี้ยว (Chewiness) ลดลงและมีค่าใกล้เคียงกับเนื้อส่วนอื่นๆ ภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์เนื้อแดงมีค่าความแข็ง (Hardness) และค่าการต้านต่อการเคี้ยว (Chewiness) สูงสุด ในขณะที่เนื้อพื้นท้องมีค่าความแข็ง และค่าการต้านต่อการเคี้ยว (Chewiness) ต่ำสุด นอกจากนี้ผลการทดลองพบว่า แม้เนื้อเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อเนื้อที่เหลือของโคทั้งตัวที่นำมาเลาะเอาไขมันออก แล้วแยกเป็นเนื้อแดงและเนื้อเอ็น อย่างไรก็ตามไม่สามารถแยกส่วนของไขมันและเอ็นออกได้หมด จึงส่งผลให้ส่วนเนื้อเนื้อแดงมีค่าความแข็ง และค่าการต้านต่อการเคี้ยวหลังการตุ๋นสูง แต่ภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ เนื้อเนื้อมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ใกล้เคียงกับเนื้อส่วนน่อง เนื้อพื้นท้อง และเนื้อแดง

ในส่วนของเนื้อเอ็น ผลจากการศึกษาพบว่า ภายหลังกระบวนการตุ๋นสามารถวิเคราะห์เนื้อสัมผัสได้เฉพาะค่าความแข็ง (Hardness) โดยค่าความแข็งลดลงตามระยะเวลาในการให้ความร้อน เนื่องมาจากการหดตัวของเสียดสภาพและหดตัวของคอลลาเจนในส่วนของเอ็น แต่ยังไม่ได้แปลสภาพไปเป็นเจลลาตินที่ละลายน้ำได้ ลักษณะเนื้อเอ็นภายหลังการตุ๋นจึงมีลักษณะที่แข็งและไม่ยืดหยุ่น แต่เมื่อนำเนื้อเอ็นไปผ่านการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์สามารถวิเคราะห์ค่าการต้านต่อการเคี้ยว (Chewiness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการเกาะติด (Cohesiveness) ได้เนื้อเอ็นมีค่าความแข็ง (Hardness) ค่าการต้านต่อการเคี้ยว (Chewiness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการเกาะติด (Cohesiveness) ลดลงตามระยะเวลาในการให้ความร้อนที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4-16

สำหรับค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำสุก (cooking loss) ของเนื้อโคต้น (ตารางที่ 4-17) พบว่าภายหลังกระบวนการตุ๋นโคนมส่วนเนื้อน่องมีค่า cooking loss ต่ำสุด เนื่องจากเนื้อน่องมีส่วนของเอ็นปริมาณสูงและมีปริมาณความชื้นต่ำ (ตารางที่ 4-2) จึงส่งผลให้มีสูญเสียน้ำหนักต่ำเมื่อให้ความร้อนโดยการตุ๋นที่อุณหภูมิ 98-99 องศาเซลเซียส แต่ในโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ที่ระยะเวลาในการตุ๋น 30 และ 60 นาที ค่า cooking loss ของเนื้อทั้ง 3 ส่วนมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ที่ 90 นาทีเนื้อแดงมีค่า cooking loss สูงกว่าส่วนอื่นๆ ค่า cooking loss ของเนื้อแดงและเนื้อเอ็นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการตุ๋น แม้ค่า cooking loss ของเนื้อทุกส่วนทุกสายพันธุ์จะไม่แตกต่างกันทางสถิติตามระยะเวลาในการตุ๋นที่เพิ่มขึ้น ยกเว้นเนื้อแดงที่มีค่า cooking loss เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการตุ๋น แต่ค่า cooking loss ของเนื้อทุกส่วนและทุกสายพันธุ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการตุ๋น การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำสุกเกิดได้จากหลายปัจจัย เมื่อโปรตีนในชิ้นเนื้อเสียโดยความร้อนส่งผลให้โปรตีนมีความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง น้ำจึงสูญเสียออกนอกชิ้นเนื้อ (Honikel, 1998) โดยโปรตีน Myofibrillar เสียสภาพสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โปรตีน Sarcoplasmic เสียสภาพสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (Kijowski and Mast, 1988) และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันซึ่งประกอบด้วยคอลลาเจนจะเริ่มเสียสภาพที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (Baldwin, 2012) เนื้อที่มีส่วนของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันอาจมีการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการสุก เพราะเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีคอลลาเจนเป็นองค์ประกอบ เมื่อผ่านการให้ความร้อนคอลลาเจนบางส่วนจะเสียสภาพกลายเป็นเจลลาติน (Warriss, 2000) และสามารถละลายในน้ำซุปได้ นอกจากนี้การสูญเสียน้ำยังอาจเกิดจากการสูญเสียขององค์ประกอบไขมันในชิ้นเนื้อเมื่อผ่านการให้ความร้อน

ตารางที่ 4-16 เนื้อสัมผัส (TPA) ของผลิตภัณฑ์เนื้อแช่แข็งและแช่เย็นของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์

| เนื้อสัมผัส    | ภายหลังการต้ม           |                        |                        |  | ภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ |                        |                        |  |
|----------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--|------------------------------------|------------------------|------------------------|--|
|                | เวลาต้ม (นาที)          |                        |                        |  | เวลาต้ม (นาที)                     |                        |                        |  |
|                | 30                      | 60                     | 90                     |  | 30                                 | 60                     | 90                     |  |
| <b>แช่เย็น</b> |                         |                        |                        |  |                                    |                        |                        |  |
| Hardness (kg)  | 13.99±1.87 <sup>a</sup> | 8.11±1.08 <sup>b</sup> | 7.18±0.62 <sup>b</sup> |  | 2.59±0.67 <sup>b</sup>             | 2.15±0.32 <sup>b</sup> | 3.33±0.56 <sup>a</sup> |  |
| Springiness    | 0.87±0.06 <sup>a</sup>  | 0.83±0.07 <sup>b</sup> | 0.79±0.07 <sup>b</sup> |  | 0.61±0.14 <sup>a</sup>             | 0.46±0.08 <sup>b</sup> | 0.51±0.06 <sup>b</sup> |  |
| Cohesiveness   | 0.57±0.03 <sup>a</sup>  | 0.51±0.03 <sup>b</sup> | 0.37±0.05 <sup>c</sup> |  | 0.33±0.05 <sup>a</sup>             | 0.31±0.08 <sup>a</sup> | 0.33±0.06 <sup>a</sup> |  |
| Chewiness (kg) | 6.89±1.31 <sup>a</sup>  | 3.42±0.51 <sup>b</sup> | 2.09±0.36 <sup>c</sup> |  | 0.52±0.18 <sup>a</sup>             | 0.30±0.20 <sup>b</sup> | 0.58±0.21 <sup>a</sup> |  |
| <b>แช่เย็น</b> |                         |                        |                        |  |                                    |                        |                        |  |
| Hardness (kg)  | 6.27±2.04 <sup>a</sup>  | 5.11±2.00 <sup>a</sup> | 3.16±1.06 <sup>b</sup> |  | 1.21±0.24 <sup>a</sup>             | 0.87±0.11 <sup>b</sup> | 0.51±0.05 <sup>c</sup> |  |
| Springiness    | -                       | -                      | -                      |  | 4.64±1.34 <sup>a</sup>             | 1.90±1.93 <sup>b</sup> | 3.87±2.72 <sup>a</sup> |  |
| Cohesiveness   | -                       | -                      | -                      |  | 0.88±0.06 <sup>a</sup>             | 0.75±0.10 <sup>b</sup> | 0.74±0.11 <sup>b</sup> |  |
| Chewiness (kg) | -                       | -                      | -                      |  | 4.61±2.11 <sup>a</sup>             | 1.18±1.23 <sup>b</sup> | 1.60±1.35 <sup>b</sup> |  |

a-c ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของการให้ความร้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )ns ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของการให้ความร้อนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\geq 0.05$ )

| ตารางที่ 4-17 การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำสุก (Cooking loss) ของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนของโคนมตัวผู้และโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ |  |  |  |  |                                    |                          |                          |                          |                          |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| สายพันธุ์โคและตำแหน่งกล้ามเนื้อ                                                                                           |  |  |  |  | ภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ |                          |                          |                          |                          |                          |
|                                                                                                                           |  |  |  |  | เวลาตุ๋น (นาที)                    |                          |                          |                          |                          |                          |
|                                                                                                                           |  |  |  |  | 30                                 | 60                       | 90                       | 30                       | 60                       | 90                       |
| โคนมตัวผู้ขุน                                                                                                             |  |  |  |  |                                    |                          |                          |                          |                          |                          |
| เนื้อสันท้อง                                                                                                              |  |  |  |  | 39.58±2.24 <sup>ns</sup>           | 39.00±2.85 <sup>ns</sup> | 38.13±2.91 <sup>ns</sup> | -2.59±0.89 <sup>b</sup>  | -2.83±0.44 <sup>b</sup>  | -5.09±1.42 <sup>a</sup>  |
| เนื้อน่อง                                                                                                                 |  |  |  |  | 34.01±2.65 <sup>ns</sup>           | 34.57±0.71 <sup>ns</sup> | 36.33±1.84 <sup>ns</sup> | -4.91±1.83 <sup>ns</sup> | -6.88±1.83 <sup>ns</sup> | -6.96±2.31 <sup>ns</sup> |
| เนื้อแดง                                                                                                                  |  |  |  |  | 37.53±2.22 <sup>ns</sup>           | 38.58±2.91 <sup>ns</sup> | 39.20±2.21 <sup>ns</sup> | -5.68±1.00 <sup>ns</sup> | -5.77±1.42 <sup>ns</sup> | -7.26±0.47 <sup>ns</sup> |
| โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์                                                                                                     |  |  |  |  |                                    |                          |                          |                          |                          |                          |
| เนื้อสันท้อง                                                                                                              |  |  |  |  | 36.50±0.42 <sup>ns</sup>           | 35.57±0.80 <sup>ns</sup> | 36.67±1.23 <sup>ns</sup> | -2.90±1.00 <sup>b</sup>  | -3.42±0.83 <sup>b</sup>  | -6.31±1.02 <sup>a</sup>  |
| เนื้อน่อง                                                                                                                 |  |  |  |  | 36.25±1.48 <sup>ns</sup>           | 35.43±1.37 <sup>ns</sup> | 37.10±2.40 <sup>ns</sup> | -4.90±0.52 <sup>ns</sup> | -5.14±0.83 <sup>ns</sup> | -6.29±1.86 <sup>ns</sup> |
| เนื้อแดง                                                                                                                  |  |  |  |  | 34.50±1.27 <sup>ns</sup>           | 35.03±1.84 <sup>ns</sup> | 40.33±2.26 <sup>ns</sup> | -4.03±0.45 <sup>ns</sup> | -5.80±2.14 <sup>ns</sup> | -7.84±1.71 <sup>ns</sup> |
| โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์                                                                                                     |  |  |  |  |                                    |                          |                          |                          |                          |                          |
| เศษเนื้อแดง                                                                                                               |  |  |  |  | 31.88±1.56 <sup>c</sup>            | 35.33±1.07 <sup>b</sup>  | 39.69±1.37 <sup>a</sup>  | -2.22±0.64 <sup>ns</sup> | -3.49±1.21 <sup>ns</sup> | -4.73±1.85 <sup>ns</sup> |
| เศษเอ็น                                                                                                                   |  |  |  |  | 34.98±1.59 <sup>ns</sup>           | 37.84±2.16 <sup>ns</sup> | 36.31±1.39 <sup>ns</sup> | 0.43±0.60 <sup>ns</sup>  | 2.13±0.59 <sup>ns</sup>  | 1.69±1.17 <sup>ns</sup>  |

a-c ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของแต่ละสถานะการให้ความร้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

ns ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของแต่ละสถานะการให้ความร้อนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\geq0.05$ )

เมื่อนำเนื้อโคภายหลังการตุ๋นไปผ่านการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ พบว่าชิ้นเนื้อของเนื้อทุกส่วนของทั้งสองสายพันธุ์โคไม่มีการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำสุก แต่มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นภายหลังการทำสุก ยกเว้นส่วนของเศษเอ็นมีค่า cooking loss ระหว่างการทำสุกเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์เป็นระบบการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงและมีการใช้แรงดันในระบบ ส่งผลให้เนื้อโคมีลักษณะนุ่มและน้ำซุสสามารถซึมเข้าสู่ด้านในชิ้นเนื้อได้ง่าย ส่วนเอ็นมีการเปลี่ยนแปลงจากคอลลาเจนเป็นเจลาตินที่ละลายน้ำได้ระหว่างการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ ทำให้เจลาตินละลายในน้ำซุส แม้ค่าการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของเนื้อทุกส่วนจากโคทุกสายพันธุ์ไม่แตกต่างทางสถิติตามระยะเวลาในการตุ๋นที่เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของเนื้อทุกส่วนและทุกสายพันธุ์โคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการตุ๋น ทั้งนี้ผลการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ของเนื้อได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-18

เมื่อพิจารณาขนาดชิ้นเนื้อภายหลังการตุ๋นและการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ พบว่า ภายหลังการตุ๋นที่ระยะเวลาต่างกันขนาดชิ้นเนื้อมีความกว้าง ความยาว และความสูงไม่แตกต่างกันทั้ง 2 สายพันธุ์โค และทุกตำแหน่งกล้ามเนื้อโค ส่วนภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ระยะเวลาไม่มีผลต่อขนาดชิ้นเนื้อโค ยกเว้นเนื้อพื้นท้องของโคนมตัวผู้ขุนมีความกว้างเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการให้ความร้อนที่เพิ่มขึ้น แต่ความยาวและความสูงไม่เปลี่ยนแปลง และเนื้อแดงของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ลดลงเล็กน้อยตามระยะเวลาในการให้ความร้อน แต่ความกว้างและความยาวไม่มีการเปลี่ยนแปลงในส่วน of เศษเนื้อแดง พบว่าค่าความกว้างลดลงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการให้ความร้อนแบบตุ๋นเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างของความยาวและความสูงของชิ้นเนื้อ แต่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ไม่มีผลต่อขนาดของเศษเนื้อแดง

ตารางที่ 4-19 แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาในการให้ความร้อนแบบตุ๋นและการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ไม่มีผลต่อขนาดของเศษเอ็น แต่อย่างไรก็ตามเศษเอ็นมีการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการตุ๋นและระหว่างการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ โดยเฉพาะระหว่างการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์มีเฉพาะชิ้นเนื้อส่วนเอ็นที่เกิดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์และจากการสังเกตด้วยตา พบว่าเศษเอ็นชิ้นเล็กจะละลายหายไป แสดงให้เห็นว่าเกิดการเปลี่ยนคอลลาเจนในเอ็นที่ไม่สามารถละลายน้ำได้เป็นเจลาตินที่ละลายน้ำได้ด้วยความร้อนระหว่างการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ (ภาพที่ 4-18 ถึง 4-20)

อนึ่ง ในกรณีของเศษเนื้อแดง พบว่าค่าความกว้างลดลงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการให้ความร้อนแบบตุ๋นเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างของความยาวและความสูงของชิ้นเนื้อ แต่ระยะเวลาในการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ไม่มีผลต่อขนาดของเศษเนื้อแดง

ตารางที่ 4-18 ขนาดชิ้นเนื้อภายหลังการตัดและ การให้ความร้อนแบบสเตอริไลซ์ของโคขุนตัวผู้และโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์

| สายพันธุ์โค           | ตำแหน่ง<br>กล้ามเนื้อ | เวลาตัด<br>(นาที) | ภายหลังการตัด           |                         | ภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลซ์ |                         |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|
|                       |                       |                   | กว้าง (ซม.)             | ยาว (ซม.)               | กว้าง (ซม.)                        | ยาว (ซม.)               |
| โคขุนตัวผู้ขุน        | เนื้อน่อง             | 30                | 2.46±0.57 <sup>ns</sup> | 3.58±0.65 <sup>ns</sup> | 2.85±0.75 <sup>ns</sup>            | 3.55±0.86 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 60                | 2.65±0.46 <sup>ns</sup> | 3.14±0.64 <sup>ns</sup> | 2.61±0.64 <sup>ns</sup>            | 3.30±0.95 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 90                | 2.68±0.55 <sup>ns</sup> | 3.44±0.50 <sup>ns</sup> | 2.75±0.42 <sup>ns</sup>            | 3.24±0.58 <sup>ns</sup> |
|                       | เนื้อสันท้อง          | 30                | 2.40±0.39 <sup>ns</sup> | 3.68±0.68 <sup>ns</sup> | 2.15±0.41 <sup>b</sup>             | 3.82±0.96 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 60                | 2.20±0.35 <sup>ns</sup> | 3.18±0.71 <sup>ns</sup> | 2.35±0.41 <sup>ab</sup>            | 3.38±0.67 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 90                | 2.17±0.38 <sup>ns</sup> | 3.40±0.74 <sup>ns</sup> | 2.65±0.47 <sup>a</sup>             | 3.55±0.76 <sup>ns</sup> |
|                       | เนื้อแดง              | 30                | 2.30±0.35 <sup>ns</sup> | 3.40±0.39 <sup>ns</sup> | 2.44±0.36 <sup>ns</sup>            | 3.50±0.41 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 60                | 2.40±0.32 <sup>ns</sup> | 3.43±0.62 <sup>ns</sup> | 2.48±0.34 <sup>ns</sup>            | 3.43±0.60 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 90                | 2.26±0.30 <sup>ns</sup> | 3.25±0.49 <sup>ns</sup> | 2.27±0.37 <sup>ns</sup>            | 3.01±0.58 <sup>ns</sup> |
|                       | เนื้อน่อง             | 30                | 2.78±0.52 <sup>ns</sup> | 3.90±0.61 <sup>ns</sup> | 2.65±0.63 <sup>ns</sup>            | 3.15±0.63 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 60                | 2.65±0.82 <sup>ns</sup> | 4.10±0.70 <sup>ns</sup> | 2.70±0.71 <sup>ns</sup>            | 3.90±0.77 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 90                | 2.45±0.37 <sup>ns</sup> | 3.75±0.42 <sup>ns</sup> | 2.37±0.40 <sup>ns</sup>            | 3.67±0.77 <sup>ns</sup> |
| โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ | เนื้อสันท้อง          | 30                | 2.60±0.39 <sup>ns</sup> | 3.65±0.41 <sup>a</sup>  | 2.52±0.24 <sup>ns</sup>            | 3.50±0.47 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 60                | 2.25±0.49 <sup>ns</sup> | 3.05±0.28 <sup>b</sup>  | 2.33±0.24 <sup>ns</sup>            | 3.40±0.52 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 90                | 2.20±0.48 <sup>ns</sup> | 3.45±0.72 <sup>ab</sup> | 2.35±0.24 <sup>ns</sup>            | 3.27±0.48 <sup>ns</sup> |
|                       | เนื้อแดง              | 30                | 2.20±0.26 <sup>ns</sup> | 3.55±0.76 <sup>ns</sup> | 2.45±0.37 <sup>ns</sup>            | 3.73±0.80 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 60                | 2.20±0.35 <sup>ns</sup> | 3.20±0.71 <sup>ns</sup> | 2.35±0.34 <sup>ns</sup>            | 3.30±0.59 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 90                | 2.10±0.39 <sup>ns</sup> | 3.45±0.60 <sup>ns</sup> | 2.19±0.38 <sup>ns</sup>            | 3.47±0.61 <sup>ns</sup> |
|                       | เนื้อน่อง             | 30                | 2.20±0.26 <sup>ns</sup> | 3.55±0.76 <sup>ns</sup> | 2.45±0.37 <sup>ns</sup>            | 3.73±0.80 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 60                | 2.20±0.35 <sup>ns</sup> | 3.20±0.71 <sup>ns</sup> | 2.35±0.34 <sup>ns</sup>            | 3.30±0.59 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 90                | 2.10±0.39 <sup>ns</sup> | 3.45±0.60 <sup>ns</sup> | 2.19±0.38 <sup>ns</sup>            | 3.47±0.61 <sup>ns</sup> |
|                       | เนื้อสันท้อง          | 30                | 2.20±0.26 <sup>ns</sup> | 3.55±0.76 <sup>ns</sup> | 2.45±0.37 <sup>ns</sup>            | 3.73±0.80 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 60                | 2.20±0.35 <sup>ns</sup> | 3.20±0.71 <sup>ns</sup> | 2.35±0.34 <sup>ns</sup>            | 3.30±0.59 <sup>ns</sup> |
|                       |                       | 90                | 2.10±0.39 <sup>ns</sup> | 3.45±0.60 <sup>ns</sup> | 2.19±0.38 <sup>ns</sup>            | 3.47±0.61 <sup>ns</sup> |

a-c ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ของแต่ละตำแหน่งกล้ามเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )ns ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ของแต่ละตำแหน่งกล้ามเนื้อไม่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\geq 0.05$ )

ตารางที่ 4-19 ขบวนการผลิตเนื้อสเต็กเนื้อแดงและเซฮันตันของโคขุนลูกผสมปราหมัน

| สายพันธุ์โค        | ตำแหน่ง<br>กล้ามเนื้อ | เวลาตุ๋น<br>(นาที) | ภายหลังการตุ๋น          |                         | ภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ |                         |
|--------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|
|                    |                       |                    | กว้าง (ซม.)             | ยาว (ซม.)               | กว้าง (ซม.)                        | สูง (ซม.)               |
| โคขุนลูกผสมปราหมัน | เซฮันตัน              | 30                 | 2.25±0.26 <sup>a</sup>  | 2.85±0.75 <sup>ns</sup> | 2.00±0.41 <sup>ns</sup>            | 2.92±0.60 <sup>ns</sup> |
|                    |                       | 60                 | 2.13±0.22 <sup>ab</sup> | 3.15±0.53 <sup>ns</sup> | 1.92±0.33 <sup>ns</sup>            | 2.78±0.61 <sup>ns</sup> |
|                    |                       | 90                 | 1.90±0.39 <sup>b</sup>  | 3.05±0.76 <sup>ns</sup> | 2.15±0.47 <sup>ns</sup>            | 3.35±0.75 <sup>ns</sup> |
|                    | สเต็กเอ็น             | 30                 | 2.00±0.61 <sup>ns</sup> | 3.35±0.53 <sup>ns</sup> | 2.60±0.57 <sup>ns</sup>            | 3.55±0.83 <sup>ns</sup> |
|                    |                       | 60                 | 2.32±0.51 <sup>ns</sup> | 3.25±0.75 <sup>ns</sup> | 2.30±0.59 <sup>ns</sup>            | 3.57±0.53 <sup>ns</sup> |
|                    |                       | 90                 | 2.20±0.35 <sup>ns</sup> | 3.30±0.48 <sup>ns</sup> | 2.08±0.38 <sup>ns</sup>            | 2.95±0.50 <sup>ns</sup> |

a-b ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของการให้ความร้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

ns ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของการให้ความร้อนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\geq 0.05$ )



| ตำแหน่งกล้ามเนื้อโค | เวลาตุ๋น (นาที)                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                      |                                                                                     |                                                                                     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | 30                                                                                    |                                                                                       | 60                                                                                    |                                                                                      | 90                                                                                  |                                                                                     |
|                     | หลังตุ๋น                                                                              | หลังให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์                                                          | หลังตุ๋น                                                                              | หลังให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์                                                         | หลังตุ๋น                                                                            | หลังให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์                                                        |
| น่อง                |    |    |    |    |    |    |
| สันท้อง             |    |    |    |    |    |    |
| เนื้อแดง            |  |  |  |  |  |  |

ภาพที่ 4-18 ผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นจากโคเนมตัวผู้ขุน

| ตำแหน่งกล้ามเนื้อโค | เวลาตุ๋น (นาที)                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                      |                                                                                     |                                                                                     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | 30                                                                                    |                                                                                       | 60                                                                                    |                                                                                      | 90                                                                                  |                                                                                     |
|                     | หลังตุ๋น                                                                              | หลังให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์                                                          | หลังตุ๋น                                                                              | หลังให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์                                                         | หลังตุ๋น                                                                            | หลังให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์                                                        |
| น่อง                |    |    |    |    |    |    |
| สันท้อง             |    |    |    |    |    |    |
| เนื้อแดง            |  |  |  |  |  |  |

ภาพที่ 4-19 ผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นจากโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์



| ตำแหน่งกล้ามเนื้อ | เวลาตุ๋น (นาที)                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                     |                                                                                    |                                                                                    |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | 30                                                                                   |                                                                                      | 60                                                                                   |                                                                                     | 90                                                                                 |                                                                                    |
|                   | หลังตุ๋น                                                                             | หลังให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์                                                         | หลังตุ๋น                                                                             | หลังให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์                                                        | หลังตุ๋น                                                                           | หลังให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์                                                       |
| คอ                |   |   |   |   |   |   |
| เศษเนื้อแดง       |  |  |  |  |  |  |
| เศษเอ็น           |  |  |  |  |  |  |

ภาพที่ 4-20 ผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นจากโคขุนบราห์มัน

ผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบ (9-point hedonic scale) ภายหลังการทำสุกเนื้อโคโดยการผ่านการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ (ตารางที่ 4-20 และ 4-21) พบว่า ผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นจากเนื้อโคนมตัวผู้ขุนและเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ทุกตำแหน่งกล้ามเนื้อและทุกระยะเวลาในการทำสุกโดยการตุ๋นก่อนการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์มีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงกว่า 7 ในทุกลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส โคนมตัวผู้ขุนในส่วนเนื้อพื้นท้องและเนื้อแดงเมื่อตุ๋นในระยะเวลาที่ต่างกันก่อนการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน ในขณะที่เนื้อน่องผู้บริโภครให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความนุ่มเนื้อ และรสชาติไม่แตกต่างกันเมื่อระยะเวลาในตุ๋นก่อนการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ต่างกัน แต่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อเนื้อน่องที่ผ่านการตุ๋นที่ระยะเวลา 30 และ 60 นาที สูงกว่าเนื้อน่องที่ผ่านการตุ๋นที่ระยะเวลา 90 นาที

เมื่อพิจารณาผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัสโดยการทดสอบคะแนนความพอใจทางด้านเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 4-22 และ 4-23) พบว่า ผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นจากเนื้อโคนมตัวผู้ขุนส่วนเนื้อน่องผู้ทดสอบให้คะแนนความพอใจสูงสุดที่ระยะเวลาการทำสุกโดยการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ 60 นาที ตำแหน่งเนื้อพื้นท้องผู้ทดสอบให้คะแนนความพอใจสูงสุดที่การให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 90 นาที ส่วนเนื้อแดงระยะเวลาการตุ๋นก่อนการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ที่พอดีเท่ากับ 60 และ 90 นาที

นอกจากนี้ผลการทดสอบคะแนนความพอใจทางด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์พบว่า เนื้อน่องผู้ทดสอบให้คะแนนความพอใจสูงสุดที่ระยะเวลาการตุ๋นก่อนการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ 30 นาที เนื้อพื้นท้องได้คะแนนความพอใจสูงสุดที่ระยะเวลาการตุ๋น 30 และ 60 นาที และเนื้อแดงผู้ทดสอบให้คะแนนความพอใจสูงสุดที่ระยะเวลาการตุ๋น 30 นาที เศษเนื้อแดงผู้ทดสอบให้คะแนนความพอใจสูงสุดที่ระยะเวลาการตุ๋น 60 นาที และเศษเอ็นผู้ทดสอบให้คะแนนความพอใจสูงสุดที่ระยะเวลาการตุ๋น 30 นาที

จากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า ระยะเวลาการตุ๋นก่อนการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ที่เหมาะสมของเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ทุกตำแหน่งกล้ามเนื้อที่เหมาะสมคือระยะเวลา 30 นาที ในขณะที่ระยะเวลาการตุ๋นก่อนการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ที่เหมาะสมของเนื้อโคนมตัวผู้ขุนคือระยะเวลา 60 นาที แต่อย่างไรก็ตามเนื้อโคนมตัวผู้ขุนทั้งสามตำแหน่งกล้ามเนื้อที่ระยะเวลาการตุ๋น 30 และ 60 นาที มีคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาลักษณะทางเนื้อสัมผัสพบว่าระยะเวลาการตุ๋นที่ 30 นาทีส่งผลให้เนื้อโคภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์มีค่าความแข็ง (Hardness) และค่าการต้านต่อการเคี้ยว (Chewiness) ต่ำกว่าเนื้อโคที่ผ่านการตุ๋นที่ 60 และ 90 นาที นอกจากนี้การใช้เวลาในการตุ๋นสั้นยังสามารถช่วยลดเวลาในการเตรียมเนื้อโคก่อนการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์แก่การผู้ประกอบการ ดังนั้นจึงนำระยะเวลาในการตุ๋นที่ 30 นาที ก่อนการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาตอนที่ 4 และ 5 ต่อไป

ตารางที่ 4-20 คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้อโคขุนภายใต้การให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์

| สายพันธุ์โค          | ตำแหน่ง<br>กล้ามเนื้อ | เวลาตุ๋น<br>(นาที) | ลักษณะปรากฏ             | สี                      | กลิ่น                   | ความนุ่มนวล             | รสชาติ                  | ความชอบโดยรวม           |
|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| โคขุนแพะชุมชน        | เนื้ออ่อน             | 30                 | 7.67±0.72 <sup>ns</sup> | 7.80±0.77 <sup>ns</sup> | 7.93±0.80 <sup>ns</sup> | 7.07±1.44 <sup>ns</sup> | 7.87±0.99 <sup>ns</sup> | 7.47±0.92 <sup>ab</sup> |
|                      |                       | 60                 | 7.80±0.56 <sup>ns</sup> | 7.73±0.80 <sup>ns</sup> | 8.13±0.64 <sup>ns</sup> | 7.80±1.42 <sup>ns</sup> | 8.27±0.70 <sup>ns</sup> | 8.00±1.13 <sup>a</sup>  |
|                      |                       | 90                 | 7.67±0.98 <sup>ns</sup> | 7.73±0.80 <sup>ns</sup> | 7.87±0.83 <sup>ns</sup> | 7.07±1.22 <sup>ns</sup> | 7.87±1.06 <sup>ns</sup> | 7.13±0.83 <sup>b</sup>  |
|                      | เนื้อพันท้อง          | 30                 | 7.87±0.74 <sup>ns</sup> | 8.00±0.65 <sup>ns</sup> | 8.00±0.65 <sup>ns</sup> | 7.60±1.18 <sup>ns</sup> | 8.20±0.86 <sup>ns</sup> | 7.80±0.94 <sup>ns</sup> |
|                      |                       | 60                 | 8.00±0.65 <sup>ns</sup> | 8.13±0.52 <sup>ns</sup> | 8.07±0.80 <sup>ns</sup> | 7.60±0.99 <sup>ns</sup> | 8.07±0.96 <sup>ns</sup> | 7.80±0.86 <sup>ns</sup> |
|                      |                       | 90                 | 7.87±1.25 <sup>ns</sup> | 7.93±1.03 <sup>ns</sup> | 7.87±0.83 <sup>ns</sup> | 7.73±1.22 <sup>ns</sup> | 8.07±0.96 <sup>ns</sup> | 7.73±1.22 <sup>ns</sup> |
|                      | เนื้อแดง              | 30                 | 8.07±0.80 <sup>ns</sup> | 8.07±0.80 <sup>ns</sup> | 8.00±1.00 <sup>ns</sup> | 7.80±0.94 <sup>ns</sup> | 8.33±0.49 <sup>ns</sup> | 8.00±0.65 <sup>ns</sup> |
|                      |                       | 60                 | 7.87±0.99 <sup>ns</sup> | 8.00±0.85 <sup>ns</sup> | 8.27±0.80 <sup>ns</sup> | 7.93±1.03 <sup>ns</sup> | 8.33±0.62 <sup>ns</sup> | 7.80±0.86 <sup>ns</sup> |
|                      |                       | 90                 | 8.20±0.68 <sup>ns</sup> | 8.00±0.65 <sup>ns</sup> | 8.20±0.56 <sup>ns</sup> | 8.00±1.07 <sup>ns</sup> | 8.07±0.80 <sup>ns</sup> | 8.07±0.80 <sup>ns</sup> |
| โคขุนลูกผสมชาวีโรเลส | เนื้ออ่อน             | 30                 | 8.13±0.74 <sup>a</sup>  | 8.13±0.64 <sup>a</sup>  | 8.00±0.93 <sup>ns</sup> | 7.80±1.08 <sup>ns</sup> | 8.13±0.64 <sup>ns</sup> | 7.93±0.88 <sup>ns</sup> |
|                      |                       | 60                 | 8.00±0.65 <sup>b</sup>  | 7.80±0.86 <sup>b</sup>  | 7.80±1.01 <sup>ns</sup> | 7.67±0.98 <sup>ns</sup> | 8.27±0.80 <sup>ns</sup> | 7.87±0.74 <sup>ns</sup> |
|                      |                       | 90                 | 7.67±0.90 <sup>c</sup>  | 8.13±0.74 <sup>c</sup>  | 8.13±0.74 <sup>ns</sup> | 7.67±1.05 <sup>ns</sup> | 8.13±0.83 <sup>ns</sup> | 7.87±0.74 <sup>ns</sup> |
|                      | เนื้อพันท้อง          | 30                 | 7.87±0.99 <sup>ns</sup> | 7.87±0.74 <sup>ns</sup> | 7.73±0.88 <sup>b</sup>  | 7.87±1.06 <sup>ns</sup> | 7.87±0.83 <sup>ns</sup> | 7.80±1.08 <sup>ns</sup> |
|                      |                       | 60                 | 7.87±0.92 <sup>ns</sup> | 8.07±0.80 <sup>ns</sup> | 8.20±0.68 <sup>a</sup>  | 8.07±0.96 <sup>ns</sup> | 8.27±0.96 <sup>ns</sup> | 8.07±0.88 <sup>ns</sup> |
|                      |                       | 90                 | 8.00±0.76 <sup>ns</sup> | 8.00±0.65 <sup>ns</sup> | 8.20±0.68 <sup>a</sup>  | 7.40±1.80 <sup>ns</sup> | 7.93±1.33 <sup>ns</sup> | 7.73±1.39 <sup>ns</sup> |
|                      | เนื้อแดง              | 30                 | 8.07±0.88 <sup>ns</sup> | 7.80±0.77 <sup>ns</sup> | 8.07±0.70 <sup>ns</sup> | 7.93±1.16 <sup>a</sup>  | 8.00±0.76 <sup>ns</sup> | 7.93±0.70 <sup>ns</sup> |
|                      |                       | 60                 | 7.67±1.23 <sup>ns</sup> | 7.87±0.92 <sup>ns</sup> | 8.07±0.80 <sup>ns</sup> | 7.53±0.99 <sup>ab</sup> | 8.00±1.20 <sup>ns</sup> | 7.60±0.99 <sup>ns</sup> |
|                      |                       | 90                 | 7.53±0.74 <sup>ns</sup> | 7.67±0.98 <sup>ns</sup> | 7.87±0.92 <sup>ns</sup> | 7.13±0.99 <sup>b</sup>  | 7.93±0.80 <sup>ns</sup> | 7.47±0.64 <sup>ns</sup> |

a-c ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของตัวเลขสถานะการให้ความร้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )ns ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของตัวเลขสถานะการให้ความร้อนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\geq 0.05$ )

ตารางที่ 4-21 คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้อแดงและเนื้อเย็นภายใต้การให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์

| สายพันธุ์โค | ตำแหน่ง<br>กล้ามเนื้อ | เวลาตุ๋น<br>(นาที) | ลักษณะปรากฏ             | สี                      | กลิ่น                   | ความนุ่มนวล             | รสชาติ                  | ความชอบโดยรวม           |
|-------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| โคบราห์มัน  | เศษเนื้อแดง           | 30                 | 7.87±0.74 <sup>ns</sup> | 7.80±0.68 <sup>ns</sup> | 7.93±0.70 <sup>ns</sup> | 7.73±0.96 <sup>b</sup>  | 7.93±0.70 <sup>ns</sup> | 8.00±0.65 <sup>ns</sup> |
|             |                       | 60                 | 8.00±0.76 <sup>ns</sup> | 8.07±0.46 <sup>ns</sup> | 8.07±0.70 <sup>ns</sup> | 7.53±1.46 <sup>ab</sup> | 8.00±0.85 <sup>ns</sup> | 7.87±0.92 <sup>ns</sup> |
|             |                       | 90                 | 8.07±0.70 <sup>ns</sup> | 7.93±0.59 <sup>ns</sup> | 8.27±0.70 <sup>ns</sup> | 6.73±1.71 <sup>a</sup>  | 7.80±0.94 <sup>ns</sup> | 7.40±1.30 <sup>ns</sup> |
|             | เศษเย็น               | 30                 | 7.60±0.91 <sup>ns</sup> | 7.60±0.91 <sup>ns</sup> | 7.93±0.80 <sup>ns</sup> | 8.20±0.94 <sup>ns</sup> | 7.87±0.74 <sup>ns</sup> | 8.00±0.85 <sup>ns</sup> |
|             |                       | 60                 | 7.67±0.82 <sup>ns</sup> | 7.73±0.80 <sup>ns</sup> | 7.73±0.88 <sup>ns</sup> | 8.00±0.93 <sup>ns</sup> | 7.80±0.86 <sup>ns</sup> | 7.73±0.70 <sup>ns</sup> |
|             |                       | 90                 | 7.93±0.80 <sup>ns</sup> | 7.87±0.64 <sup>ns</sup> | 7.93±0.88 <sup>ns</sup> | 8.20±0.77 <sup>ns</sup> | 7.93±0.56 <sup>ns</sup> | 8.07±0.80 <sup>ns</sup> |

a-b ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของแต่ละสภาวะการให้ความร้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

ns ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของการให้ความร้อนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\geq0.05$ )

ตารางที่ 4-22 คะแนนความพอดี (Just about right) ทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนภายใต้การให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์

| สายพันธุ์โค    | ตำแหน่ง<br>กล้ามเนื้อ | เวลาต้ม<br>(นาที) | แข็งเกินไป | น้อยไป | พอดี | มากเกินไป | และมากเกินไป |
|----------------|-----------------------|-------------------|------------|--------|------|-----------|--------------|
| โคนมเพศผู้ขุน  | เนื้อน่อง             | 30                | 1          | 7      | 18   | 1         | 3            |
|                |                       | 60                | 2          | 2      | 20   | 6         | 0            |
|                |                       | 90                | 1          | 7      | 18   | 3         | 1            |
|                | เนื้อสันท้อง          | 30                | 6          | 13     | 11   | 0         | 0            |
|                |                       | 60                | 5          | 19     | 5    | 1         | 0            |
|                |                       | 90                | 2          | 13     | 14   | 1         | 0            |
| โคขุนเพศผู้ขุน | เนื้อแดง              | 30                | 3          | 18     | 9    | 0         | 0            |
|                |                       | 60                | 1          | 8      | 18   | 3         | 0            |
|                |                       | 90                | 2          | 7      | 18   | 2         | 1            |
| โคขุนเพศผู้ขุน | เนื้อน่อง             | 30                | 3          | 5      | 19   | 2         | 1            |
|                |                       | 60                | 0          | 8      | 14   | 6         | 2            |
|                |                       | 90                | 2          | 8      | 18   | 2         | 0            |
|                | เนื้อสันท้อง          | 30                | 5          | 8      | 15   | 2         | 0            |
|                |                       | 60                | 5          | 10     | 15   | 0         | 0            |
|                |                       | 90                | 4          | 14     | 7    | 4         | 1            |
|                | เนื้อแดง              | 30                | 3          | 10     | 15   | 2         | 0            |
|                |                       | 60                | 6          | 13     | 8    | 3         | 0            |
|                |                       | 90                | 4          | 13     | 12   | 0         | 1            |

ตารางที่ 4-23 คะแนนความพอดี (Just about right) ทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อแดงและเศษเอ็นต้นภายหลังการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์

| สายพันธุ์โค | ตำแหน่ง<br>กล้ามเนื้อ | เวลาตุ๋น<br>(นาที) | แข็งเกินไป | น้อยไป | พอดี | มากเกินไป | และมากเกินไป |
|-------------|-----------------------|--------------------|------------|--------|------|-----------|--------------|
| โคบราห์มัน  | เศษเนื้อแดง           | 30                 | 2          | 15     | 11   | 1         | 1            |
|             |                       | 60                 | 2          | 12     | 13   | 3         | 0            |
|             |                       | 90                 | 8          | 10     | 11   | 1         | 0            |
|             | เศษเอ็น               | 30                 | 0          | 2      | 19   | 4         | 5            |
|             |                       | 60                 | 0          | 0      | 13   | 14        | 3            |
|             |                       | 90                 | 0          | 1      | 15   | 6         | 8            |

เมื่อพิจารณาทางด้านการถ่ายเทความร้อนของเนื้อโคนมตัวผู้ขุนและโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ในแต่ละตำแหน่งกล้ามเนื้อ พบว่า เนื้อโคนมตัวผู้ขุนทุกตำแหน่งกล้ามเนื้อมีการแพร่กระจายความร้อนได้ใกล้เคียงกัน ส่วนโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ พบว่า เนื้อแดงโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ใช้เวลาในการถ่ายเทความร้อนนานที่สุดเป็นเวลา 55 นาที เพื่อให้เนื้อมีความ F<sub>0</sub> 15 เนื่องจากเนื้อน่องและเนื้อแดงเป็นส่วนที่มีค่าความแข็ง (Hardness) สูงกว่าส่วนของเนื้อพื้นท้อง ดังนั้นเมื่อนำเนื้อน่องและเนื้อแดงไปผ่านการให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์จึงมีการแพร่กระจายของความร้อนได้ช้ากว่า แต่อย่างไรก็ตามเนื้อน่องมีส่วนของเอ็นที่มีองค์ประกอบของคอลลาเจนสามารถเปลี่ยนเป็นเจลลาตินเมื่อผ่านความร้อน (Warriss, 2000) จึงส่งผลให้การแพร่กระจายความร้อนได้ดีกว่าเนื้อแดง ดังนั้นจึงให้เนื้อแดงเป็นตัวแทนในการทดลองการศึกษาลของการให้ความร้อนสูงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อโคบรรจุในถุงทนร้อนในตอนๆ 5 ต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 4-24

**ตารางที่ 4-24** การแพร่กระจายความร้อนของเนื้อโคนมตัวผู้ขุนและโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ในแต่ละตำแหน่งกล้ามเนื้อ

| สายพันธุ์โค           | ตำแหน่ง<br>กล้ามเนื้อ | F <sub>0</sub><br>(Patashnik's<br>Method) | อุณหภูมิ<br>(องศาเซลเซียส) | เวลา<br>(นาที) |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------|----------------------------|----------------|
| โคนมตัวผู้ขุน         | เนื้อน่อง             | 15.11                                     | 116.0                      | 49             |
|                       | เนื้อพื้นท้อง         | 15.05                                     | 116.0                      | 50             |
|                       | เนื้อแดง              | 15.03                                     | 116.0                      | 48             |
| โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ | เนื้อน่อง             | 15.02                                     | 116.0                      | 49             |
|                       | เนื้อพื้นท้อง         | 15.01                                     | 116.0                      | 51             |
|                       | เนื้อแดง              | 15.01                                     | 116.0                      | 55             |
| โคขุนบราห์มัน         | เศษเนื้อแดง           | 15.25                                     | 116.0                      | 52             |
|                       | เศษเอ็น               | 15.24                                     | 116.0                      | 52             |

#### ตอนที่ 4 ผลของกระบวนการแช่แข็งและทำละลายต่อคุณภาพของเนื้อโคตุ๋น

##### การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์

ผลของการแช่แข็งและทำละลายต่อปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อโคตุ๋นตำแหน่งเนื้อพื้นท้อง น่อง และเนื้อแดง แสดงผลในตารางที่ 4-25 พบว่า การแช่แข็งและทำละลายเนื้อโคตุ๋นจำนวน 3 รอบ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ของเนื้อโคตุ๋นทั้ง 3 ประเภท โดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในรอบที่สองของการแช่แข็งและทำละลาย ซึ่งในระหว่างการละลายตัวอย่างอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นที่ระดับ 0-4°C ส่งผลให้เชื้อในกลุ่ม psychrophilic bacteria ซึ่งเป็นเชื้อที่ชอบอุณหภูมิต่ำสามารถเจริญเพิ่มจำนวนได้ โดยเชื้อกลุ่มนี้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15°C (Morita, 1975) อย่างไรก็ตามเชื้อที่เพิ่มขึ้นไม่เกินจากมาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหารพร้อมปรุงแช่แข็ง (น้อยกว่า  $1 \times 10^6$  CFU/g) รวมทั้งไม่พบจุลินทรีย์ *E. Coli* และ Coliform ในผลิตภัณฑ์ (น้อยกว่า 3 MPN/g) ซึ่งจุลินทรีย์สองประเภทหลังเป็นเชื้อในกลุ่มมาตรฐานความปลอดภัยบ่งบอกถึงการสุขาภิบาลและสุขลักษณะในการผลิต รวมทั้งเป็นเชื้อก่อโรคที่มีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค แสดงถึงความสะอาดปลอดภัยและสุขลักษณะในการผลิตที่ดีตั้งแต่การเตรียมเนื้อวัตถุดิบจากโรงงานตัดแต่งเนื้อ การเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อตุ๋น การบรรจุและกระบวนการแช่เยือกแข็ง ในระหว่างการเก็บรักษาด้วยความเย็นที่ระดับอุณหภูมิ -20°C สามารถควบคุมการเพิ่มของจุลินทรีย์ได้เนื่องจากการแช่เยือกแข็งเป็นวิธีที่ช่วยในการชะลอกิจกรรมต่างๆ ในเซลล์จุลินทรีย์จึงลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านการแช่แข็งและทำละลาย 3 รอบ จึงไม่ส่งผลกระทบต่อมาตรฐานปริมาณจุลินทรีย์

ตารางที่ 4-25 การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ของเนื้อโคตุ๋นภายหลังการแช่แข็งและทำละลาย

| การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ | จำนวนรอบในการแช่แข็งและทำละลาย (รอบ) | โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์   |                         |          |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|
|                             |                                      | พื้นท้อง                | น่อง                    | เนื้อแดง |
| TVC                         | 1                                    | 10 CFU/g                | 60 CFU/g                | 10CFU/g  |
|                             | 2                                    | $1.1 \times 10^2$ CFU/g | $1.6 \times 10^2$ CFU/g | 25CFU/g  |
|                             | 3                                    | $1.1 \times 10^2$ CFU/g | $1.4 \times 10^2$ CFU/g | 30CFU/g  |
| <i>E. Coli</i>              | 1                                    | <3 MPN/g                | <3 MPN/g                | <3MPN/g  |
|                             | 2                                    | <3 MPN/g                | <3 MPN/g                | <3MPN/g  |
|                             | 3                                    | <3 MPN/g                | <3 MPN/g                | <3MPN/g  |
| Coliform                    | 1                                    | <3 MPN/g                | <3 MPN/g                | <3MPN/g  |
|                             | 2                                    | <3 MPN/g                | <3 MPN/g                | <3MPN/g  |
|                             | 3                                    | <3 MPN/g                | <3 MPN/g                | <3MPN/g  |



### คุณภาพทางกายภาพ

ผลของการแช่แข็งและทำละลายเนื้อโคต้นจำนวน 3 รอบ ต่อลักษณะคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ แสดงผลในตารางที่ 4-26 ค่า pH ของเนื้อพื้นท้องมีค่าสูงขึ้นในการแช่แข็งทำละลายรอบที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณของจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามค่า pH ของเนื้อต้นมีความแปรปรวนขึ้นกับประเภทของตำแหน่งชิ้นเนื้ออยู่ในช่วง 5.81-6.30 ซึ่งยังอยู่ในช่วง pH ของเนื้อปกติโดยทั่วไป ค่าสีของเนื้อต้นทั้งสามประเภทชิ้นเนื้อไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามรอบของการแช่แข็งและทำละลาย โดยมีค่า  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  ไม่แตกต่างที่การแช่แข็งทำละลายทั้งสามรอบ

เมื่อพิจารณาเนื้อสัมผัสของเนื้อโคต้นพบว่าเนื้อส่วนน่องมีค่า Hardness, Springiness, Cohesiveness, Chewiness สูงที่สุด ( $P < 0.05$ ) เนื่องจากเนื้อส่วนน่องมีปริมาณคอลลาเจนสูงที่สุด (ตารางที่ 4.2-1) เนื้อที่มีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันแทรกในกล้ามเนื้อสูงจะมีปริมาณคอลลาเจนที่ทนต่อความร้อนจึงมีผลต่อความนุ่มเหนียวของเนื้อที่ผ่านการทำสุกมาก (Purslow, 2018) ส่วนเนื้อพื้นท้องมีค่า Hardness, Springiness, Cohesiveness, Chewiness ต่ำที่สุด เนื่องจากเนื้อส่วนพื้นท้องมีองค์ประกอบของไขมันที่สูงกว่าเนื้อประเภทอื่น และในการทำการแช่แข็งและทำละลายเนื้อโคต้นจำนวน 3 รอบพบว่าไม่มีผลเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อพื้นท้อง ( $P \geq 0.05$ ) แต่เนื้อส่วนน่องและเนื้อแดงจะมีค่า Hardness ลดลงตามจำนวนรอบของการแช่แข็งและทำละลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามการแช่แข็งและทำละลายไม่มีผลกระทบต่อค่า springiness cohesiveness และ chewiness ของเนื้อโคต้นทั้งสองประเภทนี้ การลดลงของค่า hardness ในเนื้อที่ผ่านการแช่แข็งและทำละลายอาจเป็นผลจากการเสียสภาพโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อเนื่องจากผลึกน้ำแข็ง โดย Jeong และคณะ (2011) ได้รายงานถึงผลของการแช่แข็งและทำละลายสามารถทำให้โครงสร้างของ myofibrillar protein ของกล้ามเนื้อโคเสียหายเนื่องจากผลึกน้ำแข็ง ซึ่งการเสียสภาพโครงสร้างของเส้นใยโปรตีนส่งผลให้เนื้อมีการสูญเสีย น้ำในระหว่างแช่แข็งและทำละลาย โดยมีค่า thawing loss เพิ่มขึ้นตามรอบของการแช่แข็งและทำละลาย เนื้อทั้งสามประเภทจะมีการสูญเสียน้ำระหว่างการละลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในรอบที่ 3 ของการแช่แข็งและทำละลาย ( $P < 0.05$ ) เมื่อนำเนื้อทั้งสามประเภทที่ผ่านการแช่แข็งและทำละลายมาผ่านการต้มสุกอีกรอบในสารถละลายน้ำเกลือเพื่อจำลองการนำเนื้อมาปรุงอาหารหรืออุ่นร้อนก่อนรับประทาน พบว่าเนื้อต้นจะมีการดูดซับน้ำทำให้น้ำหนักเนื้อเพิ่มขึ้น โดยค่าดูดซับน้ำหนักหลังต้มจะเพิ่มขึ้นในรอบที่สามของการแช่แข็งและทำละลาย อาจเป็นผลจากเนื้อเกิดการสูญเสียน้ำขณะทำละลายสูง จึงเกิดช่องว่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อสอดคล้องกับค่า hardness ที่ลดลง เมื่อนำมาต้มให้ความร้อนซ้ำจึงเกิดการดูดซับน้ำกลับเข้าไปในเนื้อ โดยเนื้อแดงจะมีค่าการดูดซับน้ำเพิ่มน้ำหนักมากที่สุด

ตารางที่ 4-26 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเนื้อโคตุ๋นภายหลังการแช่แข็งและทำละลาย

| การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ | จำนวนรอบในการแช่แข็งและทำละลาย (รอบ) | โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ |                     |                      |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
|                         |                                      | พื้นที่ห้อง           | น่อง                | เนื้อแดง             |
| pH                      | 1                                    | $5.81 \pm 0.01^b$     | $5.65 \pm 0.34^a$   | $6.15 \pm 0.02^a$    |
|                         | 2                                    | $6.30 \pm 0.01^a$     | $5.81 \pm 0.12^a$   | $5.97 \pm 0.41^c$    |
|                         | 3                                    | $5.65 \pm 0.04$       | $5.72 \pm 0.01^a$   | $6.04 \pm 0.02^b$    |
| ค่าสี                   |                                      |                       |                     |                      |
| L*                      | 1                                    | $49.07 \pm 0.69^a$    | $42.44 \pm 1.75^a$  | $45.02 \pm 1.65^a$   |
|                         | 2                                    | $45.64 \pm 1.00^b$    | $36.26 \pm 2.01^b$  | $42.03 \pm 1.57^b$   |
|                         | 3                                    | $49.93 \pm 1.49^a$    | $42.06 \pm 1.15^a$  | $45.43 \pm 1.45^a$   |
| a*                      | 1                                    | $4.65 \pm 0.81^{ab}$  | $5.18 \pm 0.73^a$   | $5.38 \pm 1.69^a$    |
|                         | 2                                    | $5.01 \pm 0.42^a$     | $4.47 \pm 0.67^a$   | $5.31 \pm 0.41^a$    |
|                         | 3                                    | $3.98 \pm 0.52^b$     | $5.57 \pm 1.34^a$   | $5.54 \pm 1.73^a$    |
| b*                      | 1                                    | $16.93 \pm 0.87^a$    | $16.27 \pm 1.91^a$  | $16.95 \pm 1.22^a$   |
|                         | 2                                    | $17.59 \pm 0.63^a$    | $14.19 \pm 1.67^b$  | $17.17 \pm 1.09^a$   |
|                         | 3                                    | $17.15 \pm 0.78^a$    | $17.81 \pm 1.43^a$  | $16.69 \pm 1.73^a$   |
| เนื้อสัมผัส             |                                      |                       |                     |                      |
| Hardness (kg)           | 1                                    | $4.05 \pm 0.46^a$     | $9.02 \pm 1.11^a$   | $7.22 \pm 0.85^a$    |
|                         | 2                                    | $3.65 \pm 0.58^a$     | $9.06 \pm 0.79^a$   | $6.41 \pm 0.95^{ab}$ |
|                         | 3                                    | $3.92 \pm 0.44^a$     | $7.15 \pm 0.66^b$   | $6.25 \pm 0.81^b$    |
| Springiness             | 1                                    | $0.76 \pm 0.08^a$     | $0.90 \pm 0.09^a$   | $0.86 \pm 0.06^a$    |
|                         | 2                                    | $0.72 \pm 0.09^a$     | $0.84 \pm 0.05^a$   | $0.85 \pm 0.05^a$    |
|                         | 3                                    | $0.78 \pm 0.12^a$     | $0.90 \pm 0.06^a$   | $0.81 \pm 0.09^a$    |
| Cohesiveness            | 1                                    | $0.41 \pm 0.03^b$     | $0.60 \pm 0.07^a$   | $0.59 \pm 0.03^a$    |
|                         | 2                                    | $0.55 \pm 0.09^a$     | $0.64 \pm 0.9^a$    | $0.57 \pm 0.06^a$    |
|                         | 3                                    | $0.45 \pm 0.09^b$     | $0.62 \pm 0.03^a$   | $0.60 \pm 0.06^a$    |
| Chewiness (kg)          | 1                                    | $1.25 \pm 0.22^a$     | $4.94 \pm 1.43^a$   | $3.55 \pm 0.95^a$    |
|                         | 2                                    | $1.48 \pm 0.55^a$     | $4.91 \pm 0.96^a$   | $3.13 \pm 0.53^a$    |
|                         | 3                                    | $1.37 \pm 0.37^a$     | $3.96 \pm 0.43^a$   | $3.13 \pm 0.68^a$    |
| Thawing loss (%)        | 1                                    | $1.21 \pm 0.19^a$     | $1.33 \pm 0.95^a$   | $1.06 \pm 0.61^a$    |
|                         | 2                                    | $1.48 \pm 0.70^a$     | $1.53 \pm 0.65^a$   | $1.46 \pm 0.33^a$    |
|                         | 3                                    | $2.45 \pm 0.75^b$     | $2.41 \pm 0.12^a$   | $2.45 \pm 0.34^a$    |
| Recooking loss (%)      | 1                                    | $(0.89 \pm 0.20)^a$   | $(0.64 \pm 0.51)^a$ | $(1.07 \pm 0.28)^a$  |
|                         | 2                                    | $(0.99 \pm 0.01)^a$   | $(0.71 \pm 0.44)^a$ | $(1.20 \pm 0.45)^a$  |
|                         | 3                                    | $(0.87 \pm 0.21)^b$   | $(0.87 \pm 0.02)^b$ | $(1.51 \pm 0.04)^a$  |

<sup>a-b</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวคอลัมน์ภายใต้พารามิเตอร์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

### คุณภาพทางด้านเคมี

ตารางที่ 4-27 แสดงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของเนื้อโคต้นที่ผ่านการแช่แข็งและทำละลายจำนวน 3 รอบ พบว่า เนื้อโคต้นทั้ง 3 ประเภทมีค่า TBARS และ p-Anisidine เพิ่มขึ้นตามจำนวนรอบของการแช่แข็งและทำละลาย ( $P<0.05$ ) บ่งบอกถึงการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อพื้นท้องจะมีค่า TBARS สูงกว่าเนื้อชนิดอื่นตั้งแต่เริ่มต้นการเตรียมเป็นเนื้อต้นซึ่งเป็นผลจากเนื้อชนิดนี้มีองค์ประกอบของไขมันสูงที่สุดเนื้อพื้นท้องจะมีค่า TBARS สูงกว่าเนื้อชนิดอื่นตั้งแต่เริ่มต้นการเตรียมเป็นเนื้อต้นซึ่งเป็นผลจากเนื้อชนิดนี้มีองค์ประกอบของไขมันสูงที่สุด รองลงมาเป็นเนื้อน่องและเนื้อแดงตามลำดับ (ตารางที่ 4-2) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่า p-Anisidine พบว่ามีค่าสูงสุดในเนื้อน่อง โดยเนื้อน่องและเนื้อแดงมีค่า p-Anisidine เพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าเนื้อพื้นท้อง ซึ่งอาจเป็นผลจากความแตกต่างขององค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อทั้งสามประเภท โดยข้อมูลจากผลการศึกษาในตอนที่ 2 พบว่าเนื้อน่องและเนื้อแดงมีองค์ประกอบกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สูงกว่าเนื้อพื้นท้อง (ตารางที่ 4-5) จึงเกิดการออกซิเดชันได้ง่ายกว่า การเพิ่มจำนวนรอบของการแช่แข็งและทำละลายมีผลเร่งปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันในเนื้อเนื่องจากมีผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อเสียสภาพ ผลึกน้ำแข็งไปทำลายเซลล์กล้ามเนื้อให้สารเร่งออกซิเดชัน (pro-oxidants) ถูกปลดปล่อยออกจากเซลล์ใยส่งผลเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันในเนื้อ (Jeong et al., 2011; Benjakul and Bauer, 2001)

ตารางที่ 4-27 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนื้อโคต้นภายหลังการแช่แข็งและทำละลาย

| การเปลี่ยนแปลงทางเคมี | จำนวนรอบในการแช่แข็งและทำละลาย (รอบ) | โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์   |                          |                          |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                       |                                      | พื้นท้อง                | น่อง                     | เนื้อแดง                 |
| TBARS                 | 1                                    | 1.31±0.14 <sup>c</sup>  | 0.93±0.01 <sup>c</sup>   | 1.12±0.09 <sup>b</sup>   |
|                       | 2                                    | 1.34±0.06 <sup>b</sup>  | 1.22±0.07 <sup>b</sup>   | 1.16±0.10 <sup>b</sup>   |
|                       | 3                                    | 1.42±0.06 <sup>a</sup>  | 1.35±0.04 <sup>a</sup>   | 1.28±0.05 <sup>a</sup>   |
| p-Anisidine           | 1                                    | 55.05±1.32 <sup>c</sup> | 166.62±2.84 <sup>c</sup> | 41.36±1.88 <sup>c</sup>  |
|                       | 2                                    | 75.27±1.72 <sup>b</sup> | 206.97±1.54 <sup>b</sup> | 92.32±1.78 <sup>b</sup>  |
|                       | 3                                    | 92.74±0.82 <sup>a</sup> | 237.35±1.09 <sup>a</sup> | 117.31±1.31 <sup>a</sup> |
| Non-haem iron         | 1                                    | 8.96±2.25 <sup>a</sup>  | 11.47±3.57 <sup>a</sup>  | 12.54±0.93 <sup>a</sup>  |
|                       | 2                                    | 12.17±1.75 <sup>a</sup> | 15.75±2.99 <sup>a</sup>  | 15.75±2.99 <sup>a</sup>  |
|                       | 3                                    | 16.98±2.99 <sup>a</sup> | 18.72±0.57 <sup>a</sup>  | 16.86±4.06 <sup>a</sup>  |

<sup>a-c</sup> <sup>b</sup> ค่าเฉลี่ยในแนวคอลัมน์ภายใต้พารามิเตอร์เดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ )

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนที่ 2 เนื้อน่องและเนื้อแดงของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์มีปริมาณไมโอโกลบินที่สูง ซึ่งในโครงสร้างของไมโอโกลบินมี Heme iron เป็นองค์ประกอบการวิจัยที่ผ่านมารายงาน

การลดลงของปริมาณไมโอโกลบินในขณะเดียวกันพบการเพิ่มขึ้นของปริมาณ Metmyoglobin ในเนื้อโคตามจำนวนรอบของการแช่แข็งและทำละลายเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Jeong et al., 2011) การลดลงของไมโอโกลบินอาจเกิดจากการสูญเสีย Heme iron ในโครงสร้างเนื่องจากการเสียสภาพของเส้นใยกล้ามเนื้อจากผลึกน้ำแข็งในระหว่างแช่แข็งและทำละลายหลายรอบ ทำให้ปริมาณ Non-heme iron เพิ่มขึ้นตามจำนวนรอบการแช่แข็งและทำละลาย (ตารางที่ 4-27) ซึ่งการปลดปล่อย iron จากโครงสร้างของฮีโมสามารถถูกเร่งจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในระหว่างการแช่แข็งและทำละลายเนื้อ ส่งผลให้เกิดการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันในเนื้อ (Decker and Welch, 1990) ซึ่งการเกิดออกซิเดชันในเนื้อโคตุ๋นเนื่องจากการแช่แข็งและทำละลายอาจมีผลต่อการเกิดกลิ่นหืนหรือกลิ่นผิดปกติในเนื้อได้ และอาจจะมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

### คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลของการแช่แข็งและทำละลายต่อคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋น 3 ประเภทชิ้นเนื้อ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-28 โดยผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นทั้ง 3 ประเภท มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี ความนุ่มเนื้อ กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบโดยรวมของ ผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับ 6-7 ซึ่งบ่งบอกได้ว่าเนื้อโคตุ๋นทั้ง 3 ประเภทเนื้อ เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบอยู่ในระดับปานกลาง การแช่แข็งและทำละลาย 3 รอบไม่มีผลทำให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ในทุกคุณลักษณะลดลง

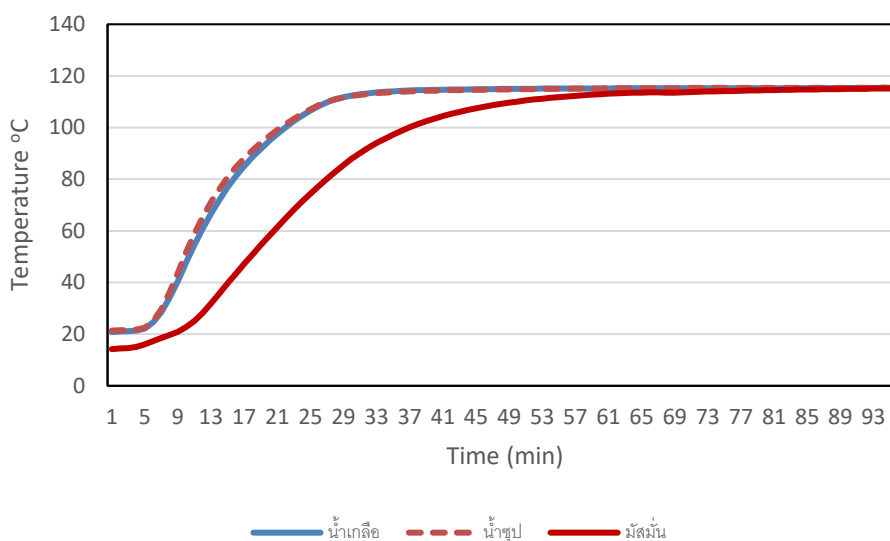
| ตารางที่ 4-28 การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้อโคขุนภายใต้การแช่แข็งและทำละลาย |                                      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---|---|---|
| คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส                                                      | จำนวนรอบในการแช่แข็งและทำละลาย (รอบ) |                        |                        |                        |                        |                        | เนื้อแดง               |                        |                        |   |   |   |
|                                                                                   | พื้นที่อง                            |                        |                        | น่อง                   |                        |                        | 1                      |                        |                        | 2 |   |   |
|                                                                                   | 1                                    | 2                      | 3                      | 1                      | 2                      | 3                      | 1                      | 2                      | 3                      | 1 | 2 | 3 |
| ลักษณะปรากฏ                                                                       | 7.27±0.96 <sup>a</sup>               | 7.47±0.74 <sup>a</sup> | 7.43±1.16 <sup>a</sup> | 7.13±0.74 <sup>a</sup> | 7.47±0.64 <sup>a</sup> | 7.07±1.00 <sup>a</sup> | 7.33±0.82 <sup>a</sup> | 7.40±0.83 <sup>a</sup> | 7.14±1.17 <sup>a</sup> |   |   |   |
| สี                                                                                | 7.53±0.92 <sup>a</sup>               | 7.33±0.90 <sup>a</sup> | 7.29±1.20 <sup>a</sup> | 6.87±0.99 <sup>a</sup> | 7.53±0.64 <sup>a</sup> | 6.71±1.54 <sup>a</sup> | 6.93±0.96 <sup>a</sup> | 7.33±0.90 <sup>a</sup> | 7.36±0.93 <sup>a</sup> |   |   |   |
| ความนุ่มเนื้อ                                                                     | 7.47±0.83 <sup>a</sup>               | 6.67±1.18 <sup>a</sup> | 7.00±0.88 <sup>a</sup> | 6.53±1.19 <sup>a</sup> | 6.73±1.03 <sup>a</sup> | 6.86±1.03 <sup>a</sup> | 6.80±1.01 <sup>a</sup> | 6.53±1.46 <sup>a</sup> | 7.14±0.95 <sup>a</sup> |   |   |   |
| กลิ่น                                                                             | 7.13±0.83 <sup>a</sup>               | 7.47±0.99 <sup>a</sup> | 6.74±1.44 <sup>a</sup> | 6.87±0.92 <sup>a</sup> | 7.13±1.06 <sup>a</sup> | 6.86±1.17 <sup>a</sup> | 7.13±0.92 <sup>a</sup> | 6.93±1.16 <sup>a</sup> | 6.43±1.02 <sup>a</sup> |   |   |   |
| รสชาติ                                                                            | 7.33±0.82 <sup>a</sup>               | 6.40±1.55 <sup>b</sup> | 7.21±0.80 <sup>a</sup> | 6.80±1.01 <sup>a</sup> | 7.20±1.21 <sup>a</sup> | 6.92±1.44 <sup>a</sup> | 6.93±0.96 <sup>a</sup> | 7.33±0.82 <sup>a</sup> | 6.86±1.46 <sup>a</sup> |   |   |   |
| ความชอบโดยรวม                                                                     | 7.40±0.83 <sup>a</sup>               | 6.73±1.16 <sup>a</sup> | 6.93±1.07 <sup>a</sup> | 6.73±0.96 <sup>a</sup> | 6.93±0.70 <sup>a</sup> | 6.92±0.92 <sup>a</sup> | 6.87±0.92 <sup>a</sup> | 7.20±0.86 <sup>a</sup> | 6.79±0.97 <sup>a</sup> |   |   |   |

<sup>a</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละรอบการแช่แข็งและทำละลายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

## ตอนที่ 5 ผลของการให้ความร้อนสูงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อโคบรรจุในถุงทนร้อน

### ผลการศึกษาการส่งผ่านความร้อนในผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุน

ผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนในน้ำเกลือ น้ำซूपเห็ดหอม และน้ำซอสสมัสนั้น มีลักษณะการส่งผ่านความร้อนแบบการนำความร้อนเหมือนกันทั้งสามชนิดผลิตภัณฑ์ (ภาพที่ 4-21) เนื่องจากทุกผลิตภัณฑ์มีอัตราส่วนของแข็งต่อของเหลวที่สูง โดยผลิตภัณฑ์ในน้ำซूपและน้ำเกลือมีการส่งผ่านความร้อนที่ใกล้เคียงกันในเวลาที่เท่ากันมีค่าปริมาณความร้อนที่  $F_0 = 15.48 - 15.95$  (ตารางที่ 4-29) ส่วนผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนในน้ำซอสสมัสนั้นหากใช้เวลา 60 นาทีเท่ากันจะมีค่าปริมาณความร้อนที่อาหารได้รับเทียบเท่ากับที่ค่า  $F_0 = 8.04-8.43$  นาที เท่านั้น หากจะให้ได้อาหาร  $F_0$  ในช่วงเดียวกันจำเป็นจะต้องใช้เวลาในการให้ความร้อนสูงที่เวลา 90 นาที ผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนในน้ำซอสสมัสนั้นจึงจะมีค่า  $F_0 = 16.29$  นาที ผลิตภัณฑ์ในน้ำซอสสมัสนั้นจะมีความชื้นหนืดสูงกว่าน้ำเกลือและน้ำซूपมาก ส่งผลให้การส่งผ่านความร้อนในผลิตภัณฑ์ช้ากว่าอย่างเห็นได้ชัด สำหรับผลิตภัณฑ์กลุ่มเครื่องแกงค่า  $F_0$  ที่เหมาะสมโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 12-15 นาที โดยที่เวลาฆ่าเชื้อดังกล่าวให้ผลภาวะปลอดเชื้อแก่ผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 4-21 ลักษณะการส่งผ่านความร้อน (Heating profile) ของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนในตัวกลางน้ำเกลือ น้ำซूप และน้ำซอสสมัสนั้น

ตารางที่ 4-29 ผลของการให้ความร้อนสูงต่อค่า  $F_0$  ของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนบรรจุในถุงทนร้อน

| ผลิตภัณฑ์                 | ตำแหน่งกล้ามเนื้อ | อุณหภูมิ (°C) | เวลา (นาที) | $F_0$ (Patashnik's Method) |
|---------------------------|-------------------|---------------|-------------|----------------------------|
| เนื้อโคขุนในน้ำเกลือ      | เนื้อแดง          | 116.0         | 60          | 15.95 ± 0.44               |
| เนื้อโคขุนในน้ำซุสเห็ดหอม | เนื้อแดง          | 116.0         | 60          | 15.48 ± 0.38               |
| เนื้อโคขุนในน้ำซอสหมั่ม   | เนื้อแดง          | 116.0         | 90          | 16.29 ± 0.25               |

## ผลของความร้อนสูงต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุน

การให้ความร้อนสูงแก่ผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนในน้ำเกลือ น้ำซุสเห็ดหอม และน้ำซอสหมั่มมีผลต่อปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดและคอลลาเจนที่ละลายได้ ดังแสดงผลในตารางที่ 4-30 โดยเนื้อโคในน้ำซอสหมั่มจะมีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดสูงสุด รองลงมาเป็นผลิตภัณฑ์ในน้ำเกลือและน้ำซุส ตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นผลจากน้ำซอสหมั่มจะมีองค์ประกอบของน้ำมันสูงกว่าน้ำเกลือและน้ำซุสจึงอาจช่วยป้องกันการเสียสภาพโครงสร้างของคอลลาเจนในเนื้อ และคอลลาเจนที่เหลืออยู่มีคุณสมบัติการละลายน้อยกว่า ตัวอย่างประเภทอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ในเนื้อต้มก่อนการให้ความสูงในระดับสเตอริไรส์มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.14±0.09 ซึ่งหลังให้ความร้อนสูงมีค่าไม่แตกต่างกันมากในตัวอย่างน้ำเกลือและน้ำซุส และมีค่าลดลงมากในตัวอย่างน้ำซอสซึ่งใช้เวลาในการให้ความร้อนนานกว่าตัวอย่างอื่น อาจเป็นผลจากคอลลาเจนที่ละลายได้ละลายออกไปอยู่ในส่วนตัวกลางของเหลว ส่วนปริมาณเปปไทด์ที่ละลายได้พบมากในตัวอย่างเนื้อที่ให้ความร้อนในสารละลายน้ำเกลือมากกว่าในน้ำซุสและน้ำซอสหมั่ม

ตารางที่ 4-30 ปริมาณคอลลาเจนและเปปไทด์ของเนื้อโคขุนในน้ำเกลือ น้ำซุส และหมั่ม

| องค์ประกอบทางเคมี                  | โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ (เนื้อแดง) |                           |                           |
|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                    | เนื้อโคขุนในน้ำเกลือ             | เนื้อโคขุนในน้ำซุส        | หมั่มเนื้อ                |
| คอลลาเจนทั้งหมด (mg/g เนื้อ)       | 1.82±0.070 <sup>b</sup>          | 1.31±0.070 <sup>c</sup>   | 2.86±0.030 <sup>a</sup>   |
| คอลลาเจนที่ละลายได้ (% ของทั้งหมด) | 1.10±0.003 <sup>b</sup>          | 1.53±0.002 <sup>a</sup>   | 0.70±0.003 <sup>c</sup>   |
| ปริมาณ TCA-soluble peptide         | 0.017±0.0005 <sup>a</sup>        | 0.009±0.0002 <sup>b</sup> | 0.006±0.0001 <sup>c</sup> |

<sup>a-b</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

เมื่อศึกษาค่าทางกายภาพของเนื้อโคขุนในน้ำเกลือ น้ำซุส และหมั่ม ในตารางที่ 4-31 พบว่าค่า Cooking loss หลังจากการตุ๋นเนื้อโคก่อนกระบวนการให้ความร้อนมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 44.29-45.62 ซึ่งวัตถุดิบเนื้อโคที่เตรียมสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทมีค่า cooking loss ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามค่า Cooking loss ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าเพิ่มสูงกว่าการศึกษาตอนก่อนหน้า ซึ่งอาจเป็นผลจากระยะเวลาเก็บรักษาเนื้อวัตถุดิบแบบแช่แข็งส่งผลให้มีค่าการสูญเสียในระหว่างการต้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนสูงแบบสเตอริไรส์ พบว่าเนื้อมีค่าน้ำหนักเพิ่มขึ้นเนื่องจากการดูดซับ

ตารางที่ 4-31 ค่าทางกายภาพของเนื้อโคขุนในน้ำเกลือ น้ำซุบเห็ดหอม และซอสถั่วเหลือง

| ค่าทางกายภาพ     | ผลการทดลอง              |                           |                           |                           | ผลการทดลองให้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ |                           |                           |                           |
|------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                  | เนื้อโคขุนในน้ำเกลือ    | เนื้อโคขุนในน้ำซุบเห็ดหอม | เนื้อโคขุนในซอสถั่วเหลือง | เนื้อโคขุนในซอสถั่วเหลือง | เนื้อโคขุนในน้ำเกลือ               | เนื้อโคขุนในน้ำซุบเห็ดหอม | เนื้อโคขุนในซอสถั่วเหลือง | เนื้อโคขุนในซอสถั่วเหลือง |
| Cooking loss (%) | 45.09±0.73 <sup>a</sup> | 44.29±1.61 <sup>a</sup>   | 45.62±0.03 <sup>a</sup>   | 45.62±0.03 <sup>a</sup>   | (4.87±1.06 <sup>a</sup> )          | (2.68±2.50 <sup>a</sup> ) | (5.45±1.74 <sup>a</sup> ) | (5.45±1.74 <sup>a</sup> ) |
| Hardness (kg)    | 10.74±3.23 <sup>a</sup> | 10.27±1.68 <sup>a</sup>   | 8.49±1.95 <sup>b</sup>    | 8.49±1.95 <sup>b</sup>    | 3.58±0.90 <sup>a</sup>             | 2.58±0.49 <sup>b</sup>    | 2.37±0.48 <sup>b</sup>    | 2.37±0.48 <sup>b</sup>    |
| Springiness      | 0.80±0.09 <sup>a</sup>  | 0.75±0.05 <sup>b</sup>    | 0.79±0.07 <sup>a</sup>    | 0.79±0.07 <sup>a</sup>    | 0.58±0.11 <sup>a</sup>             | 0.53±0.10 <sup>a</sup>    | 0.63±0.17 <sup>a</sup>    | 0.63±0.17 <sup>a</sup>    |
| Cohesiveness     | 0.54±0.06 <sup>a</sup>  | 0.53±0.02 <sup>a</sup>    | 0.51±0.05 <sup>a</sup>    | 0.51±0.05 <sup>a</sup>    | 0.37±0.05 <sup>a</sup>             | 0.29±0.04 <sup>b</sup>    | 0.33±0.06 <sup>b</sup>    | 0.33±0.06 <sup>b</sup>    |
| Chewiness (kg)   | 4.68±1.69 <sup>a</sup>  | 4.06±0.89 <sup>a</sup>    | 3.60±0.76 <sup>a</sup>    | 3.60±0.76 <sup>a</sup>    | 0.79±0.33 <sup>a</sup>             | 0.41±0.14 <sup>b</sup>    | 0.49±0.20 <sup>b</sup>    | 0.49±0.20 <sup>b</sup>    |
| ค่าเฉลี่ย        |                         |                           |                           |                           |                                    |                           |                           |                           |
| L*               | 49.13±1.47 <sup>a</sup> | 40.78±1.31 <sup>b</sup>   | 46.56±2.51 <sup>a</sup>   | 46.56±2.51 <sup>a</sup>   | 48.07±1.54 <sup>a</sup>            | 36.84±0.93 <sup>c</sup>   | 41.43±1.97 <sup>b</sup>   | 41.43±1.97 <sup>b</sup>   |
| a*               | 5.02±0.73 <sup>b</sup>  | 7.22±0.36 <sup>a</sup>    | 4.61±0.55 <sup>b</sup>    | 4.61±0.55 <sup>b</sup>    | 7.79±0.72 <sup>b</sup>             | 8.85±1.24 <sup>b</sup>    | 14.81±1.72 <sup>a</sup>   | 14.81±1.72 <sup>a</sup>   |
| b*               | 16.34±0.61 <sup>a</sup> | 15.98±1.23 <sup>a</sup>   | 15.06±1.71 <sup>a</sup>   | 15.06±1.71 <sup>a</sup>   | 18.90±1.45 <sup>b</sup>            | 17.51±1.68 <sup>b</sup>   | 36.89±2.22 <sup>a</sup>   | 36.89±2.22 <sup>a</sup>   |

A-B ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ของข้อมูลที่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P&lt;0.05)

หมายเหตุ ตัวเลขในเครื่องหมาย ( ) หมายถึงค่า weight gain



ตัวกลาง โดยร้อยละของค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของตัวอย่างในน้ำซอสหมักและน้ำเกลือมีค่าสูงกว่าตัวอย่างในน้ำซूप ( $P<0.05$ ) เกลือมีผลช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อเนื่องจากช่วยเพิ่มค่าความแรงประจุให้กับโปรตีนกล้ามเนื้อจึงสามารถดูดซับน้ำเข้าไปในชิ้นเนื้อได้จึงมีค่าร้อยละน้ำหนักเพิ่มสูงกว่าตัวอย่างในน้ำซूप ส่วนน้ำซอสหมักมีองค์ประกอบไขมันและอนุภาคของเครื่องเทศสมุนไพรในเครื่องแกงที่มีความเข้มข้นสูงจึงอาจเคลือบผิวของชิ้นเนื้อและดูดซับที่ผิวส่งผลให้น้ำหนักชิ้นเนื้อเพิ่มขึ้น

การให้ความร้อนสูงระดับสเตอริไรส์ช่วยให้เนื้อสัมผัสของเนื้อโคตุ๋นลงโดยพิจารณาจากค่าความแข็ง (Hardness) ค่าการเกาะติด (Cohesiveness) และค่าแรงต้านต่อการเคี้ยว (Chewiness) ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับก่อนการให้ความร้อน (ตารางที่ 4-32) แต่อย่างไรก็ตามค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ของเนื้อจะลดลงเนื่องจากความร้อนสูง แสดงถึงเนื้อที่มีลักษณะนุ่มยุ่ยเคี้ยวง่าย ผลิตภัณฑ์ในน้ำซूपและในน้ำซอสจะมีเนื้อสัมผัสนุ่มกว่าเนื้อในน้ำเกลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อให้ความร้อนสูงเนื้อโคในผลิตภัณฑ์ในน้ำเกลือจะมีค่า  $L^*$  ลดลง ในขณะที่ค่า  $a^*$  และ  $b^*$  เพิ่มขึ้นเล็กน้อยแสดงถึงความร้อนมีผลให้เนื้อมีสีเข้มขึ้นกว่าเดิม สำหรับผลิตภัณฑ์ในน้ำซूपสีจะเข้มคล้ำกว่ามากพิจารณาจากค่า  $L^*$  ที่ลดลงมากที่สุด ( $P<0.05$ ) ซึ่งเป็นผลจากเครื่องปรุงในน้ำซूपที่มีเครื่องเทศและผงพะโล้ ส่วนเนื้อโคตุ๋นในน้ำซอสหมักจะมีสีส้มแดงตามสีของเครื่องแกงจึงมีค่า  $a^*$  และ  $b^*$  สูงที่สุด ( $P<0.05$ )

#### ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นในถุงทนร้อน

ผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นพร้อมบริโภคในน้ำเกลือ น้ำซूप และน้ำซอสหมักมีลักษณะปรากฏดังภาพในฉลากผลิตภัณฑ์ (ภาพที่ 4-22) โดยผลิตภัณฑ์ในน้ำเกลือและซอสหมักใช้วัตถุดิบเนื้อโคส่วนเนื้อแดง ส่วนผลิตภัณฑ์ในน้ำซूपใช้วัตถุดิบผสมระหว่างเนื้อแดง เนื้อพื้นท้อง และเนื้อน่อง (50:30:20) เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ขึ้นเนื้อตามปริมาณวัตถุดิบของเนื้อตัดแต่งแต่ละส่วน เมื่อนำมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงผลในตารางที่ 4-32 พบว่า เนื้อโคตุ๋นในน้ำซूपให้หอมมีคะแนนลักษณะปรากฏ สี และความนุ่มเนื้อในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ส่วนกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมมีคะแนนในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ส่วนผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นในน้ำเกลือมีคะแนนความนุ่มเนื้อสูงที่สุดในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด ส่วนคุณลักษณะอื่น ๆ มีคะแนนสูงในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นในซอสหมักมีคะแนนการยอมรับทุกด้านสูงที่สุดในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด ซึ่งอาจเป็นผลจากรสชาติของเครื่องแกง นอกจากนี้ผลของลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4-31) มีค่าสอดคล้องกับระดับคะแนนความชอบทางด้านความนุ่มเนื้อ แสดงถึงระดับการให้ความร้อนก่อนกระบวนการสเตอริไรส์และระดับความร้อนในการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรส์มีความเหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 4-22 ผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นที่นักวิจัยได้พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 4-32 การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นบรรจุถุงสุญญากาศ

| คุณลักษณะ     | ผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋น       |                       |                            |
|---------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
|               | เนื้อโคตุ๋นในน้ำซุปเห็ดหอม | เนื้อโคตุ๋นในน้ำเกลือ | เนื้อโคตุ๋นในน้ำซอสมัสมั่น |
| ลักษณะปรากฏ   | 7.73±0.96                  | 7.40±1.18             | 8.07±0.07                  |
| สี            | 7.87±0.83                  | 7.13±1.19             | 8.40±0.63                  |
| กลิ่น         | 6.47±1.25                  | 7.40±0.91             | 8.07±0.80                  |
| ความนุ่มเนื้อ | 7.00±1.07                  | 8.33±0.62             | 8.07±0.80                  |
| รสชาติ        | 6.53±1.36                  | 7.67±0.09             | 8.20±0.86                  |
| ความชอบโดยรวม | 6.60±1.30                  | 7.60±0.99             | 8.20±0.56                  |

ค่าเฉลี่ย ± SD ของคะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale

## องค์ประกอบทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้น

## เนื้อโคต้นในน้ำซุปรืดหอม

ตารางที่ 4-33 ข้อมูลโภชนาการของผลิตภัณฑ์เนื้อโคต้นในน้ำซุปรืดหอม

| รายการ              | วิธีการทดสอบ | ผลการทดสอบ | หน่วย      | % THAI RDI * |
|---------------------|--------------|------------|------------|--------------|
| พลังงานทั้งหมด      | Calculation  | 530        | กิโลแคลอรี |              |
| พลังงานจากไขมัน     | Calculation  | 420        | กิโลแคลอรี |              |
| ไขมันทั้งหมด        | AOAC         | 47         | กรัม       | 2            |
| โปรตีนทั้งหมด       | AOAC         | 28         | กรัม       |              |
| คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด | Calculation  | 0          | กรัม       | 4            |
| น้ำตาลทั้งหมด       | AOAC         | 0          | กรัม       |              |
| โซเดียมทั้งหมด      | ICP-OES      | 380        | มิลลิกรัม  | 26           |

หมายเหตุ \*ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (THAI RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี

| ข้อมูลโภชนาการ                       |                |                                          |
|--------------------------------------|----------------|------------------------------------------|
| หนึ่งหน่วยบริโภค :                   | 250 กรัม       |                                          |
| จำนวนหน่วยบริโภคต่อ :                | 1              |                                          |
| คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค |                |                                          |
| พลังงานทั้งหมด                       | 530 กิโลแคลอรี |                                          |
|                                      |                | ร้อยละของปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน * |
| ไขมันทั้งหมด                         | 47 กรัม        | 72 %                                     |
| โปรตีน                               | 28 กรัม        |                                          |
| คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด                  | 0 กรัม         | 0 %                                      |
| น้ำตาล                               | 0 กรัม         |                                          |
| โซเดียม                              | 380 มิลลิกรัม  | 16 %                                     |

ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป

(THAI RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี

พลังงาน (กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน= 9,โปรตีน= 4,คาร์โบไฮเดรต= 4

## เนื้อโคขุนในน้ำเกลือ (เฉพาะส่วนเนื้อไม่รวมน้ำ)

ตารางที่ 4-34 ข้อมูลโภชนาการของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุน

| รายการ              | วิธีการทดสอบ | ผลการทดสอบ | หน่วย      | % THAI RDI * |
|---------------------|--------------|------------|------------|--------------|
| พลังงานทั้งหมด      | Calculation  | 100        | กิโลแคลอรี |              |
| พลังงานจากไขมัน     | Calculation  | 40         | กิโลแคลอรี |              |
| ไขมันทั้งหมด        | AOAC         | 4          | กรัม       | 6            |
| โปรตีนทั้งหมด       | AOAC         | 16         | กรัม       |              |
| คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด | Calculation  | 0          | กรัม       | 0            |
| น้ำตาลทั้งหมด       | AOAC         | 0          | กรัม       |              |
| โซเดียมทั้งหมด      | ICP-OES      | 80         | มิลลิกรัม  | 3            |

หมายเหตุ \*ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (THAI RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี

| ข้อมูลโภชนาการ                       |                |                                          |
|--------------------------------------|----------------|------------------------------------------|
| หนึ่งหน่วยบริโภค :                   | 55 กรัม        |                                          |
| จำนวนหน่วยบริโภคต่อ :                | 2              |                                          |
| คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค |                |                                          |
| พลังงานทั้งหมด                       | 100 กิโลแคลอรี |                                          |
|                                      |                | ร้อยละของปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน * |
| ไขมันทั้งหมด                         | 4 กรัม         | 6 %                                      |
| โปรตีน                               | 16 กรัม        |                                          |
| คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด                  | 0 กรัม         | 0 %                                      |
| น้ำตาล                               | 0 กรัม         |                                          |
| โซเดียม                              | 80 มิลลิกรัม   | 3 %                                      |

ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (THAI RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี

พลังงาน (กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน= 9,โปรตีน= 4,คาร์โบไฮเดรต= 4

## เนื้อโคขุนในน้ำซอสหมัก

ตารางที่ 4-35 ข้อมูลโภชนาการของผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนในซอสหมัก

| รายการ              | วิธีการทดสอบ | ผลการทดสอบ | หน่วย      | % THAI RDI * |
|---------------------|--------------|------------|------------|--------------|
| พลังงานทั้งหมด      | Calculation  | 590        | กิโลแคลอรี |              |
| พลังงานจากไขมัน     | Calculation  | 320        | กิโลแคลอรี |              |
| ไขมันทั้งหมด        | AOAC         | 36         | กรัม       | 55           |
| โปรตีนทั้งหมด       | AOAC         | 31         | กรัม       |              |
| คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด | Calculation  | 36         | กรัม       | 12           |
| น้ำตาลทั้งหมด       | AOAC         | 31         | กรัม       |              |
| โซเดียมทั้งหมด      | ICP-OES      | 10         | มิลลิกรัม  | 0            |

หมายเหตุ \*ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (THAI RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี

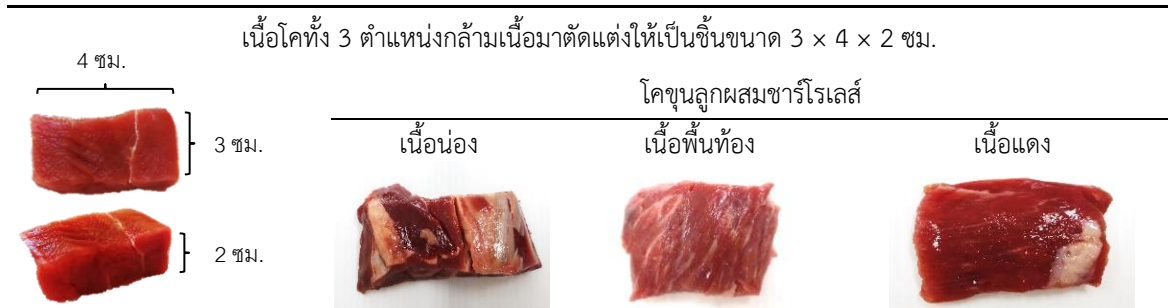
| ข้อมูลโภชนาการ                        |                |      |
|---------------------------------------|----------------|------|
| หนึ่งหน่วยบริโภค :                    | 250 กรัม       |      |
| จำนวนหน่วยบริโภคต่อ :                 | 1              |      |
| คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค  |                |      |
| พลังงานทั้งหมด                        | 590 กิโลแคลอรี |      |
| ร้อยละของปริมาณที่แนะนำให้รับประทาน * |                |      |
| ไขมันทั้งหมด                          | 36 กรัม        | 55 % |
| โปรตีน                                | 31 กรัม        |      |
| คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด                   | 36 กรัม        | 12 % |
| น้ำตาล                                | 31 กรัม        |      |
| โซเดียม                               | 10 มิลลิกรัม   | 0 %  |

ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป

(THAI RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี

พลังงาน (กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน= 9,โปรตีน= 4,คาร์โบไฮเดรต= 4

## การเตรียมผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนในน้ำซุปรืดหอม

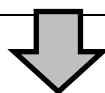


ต้มให้มีความร้อน (อัตราส่วนน้ำต่อเนื้อ 1:2) ที่ระดับอุณหภูมิ 98-99 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยทำการปรับปริมาณน้ำภายหลังการทำสุกให้ได้เท่าก่อนการทำสุก



| สูตรน้ำซุปรืด  |    |      |                                                                                       |
|----------------|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| น้ำเปล่า       | ก. | 1000 |                                                                                       |
| เครื่องปรุง    |    |      |                                                                                       |
| กำเ้า          | ก. | 0.6  |  |
| หญ้าหอม        | ก. | 0.3  |  |
| โป๊ยกั๊ก       | ก. | 0.6  |  |
| ลูกกะวานคั่ว   | ก. | 0.3  |  |
| เม็ดผักชีคั่ว  | ก. | 0.3  |  |
| พริกไทยเม็ดทุบ | ก. | 7.9  |  |

|                            |    |       |                                                                                       |
|----------------------------|----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| กระเทียมทุบ                | ก. | 1.3   |    |
| อบเชย                      | ก. | 0.9   |    |
| เปลือกส้มตากแห้ง           | ก. | 7.5   |    |
| ข่าแก่เผา                  | ก. | 10.0  |    |
| ใบเตย                      | ใบ | 1     |    |
| ผงพะโล้                    | ก. | 0.8   |    |
| รสดีรสเนื้อ                | ก. | 37.5  |   |
| ซอสฝาเขียว                 | ก. | 65.0  |  |
| น้ำมันหอย                  | ก. | 56.0  |  |
| น้ำตาลปึกหรือน้ำตาลมะพร้าว | ก. | 125.0 |  |
| ซีอิ๊วหวาน                 | ก. | 30.0  |  |
| เห็ดหอม                    |    |       |  |



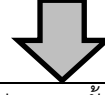
นำเครื่องเทศได้แก่ กำเภา หญ้าหอม โป๊ยกั๊ก ลูกกะวาน เม็ดผักชี อบเชย และเปลือกส้มตากแห้ง มาชั่งน้ำหนักตามสูตร จากนั้นล้างและลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที



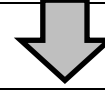
นำพริกไทยดำเม็ด มาชั่งน้ำหนักตามสูตร ล้างและลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาโขลกให้เม็ดพริกไทยแตกพอประมาณ



นำเครื่องเทศจากข้อ 1 พริกไทยดำ กระเทียมทุบ และข่าแก่ทุบ มาใส่ในผ้าขาวบางและมัดผ้าขาวบางด้วยเชือก เวลามัดให้ส่วนผสมที่อยู่ด้านในเคลื่อนที่ได้ เพื่อกลั่นรสจากเครื่องเทศได้ออกมาได้ดีขึ้น และชั่งส่วนผสมอื่นๆ ไว้



เอาน้ำใส่หม้อตั้งไฟ ปิดฝาหม้อ เมื่อน้ำเดือดให้นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในหม้อ แล้วให้ซุบเดือดโดยใช้ไฟกลาง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

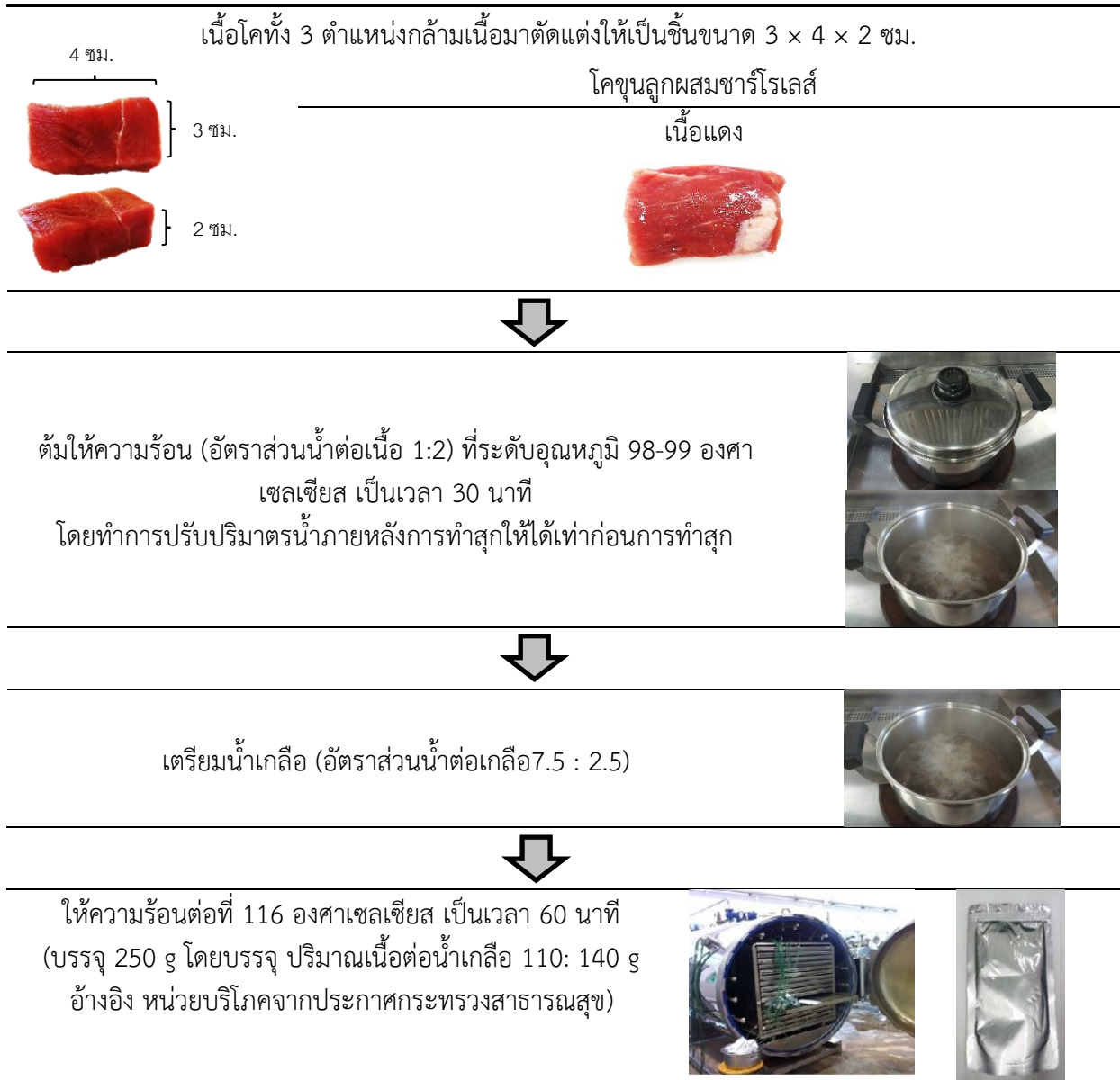


ให้ความร้อนต่อที่ 116 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที  
(บรรจุ 250 g โดยบรรจุ ปริมาณเนื้อแดง: เนื้อน่อง : พันท้อง : เห็ดหอม :  
น้ำซุบ 50:30:20:10:140 g อ้างอิง หน่วยบริโภคจากประกาศ  
กระทรวงสาธารณสุข)





## การเตรียมผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นในน้ำเกลือ



## การเตรียมผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นในน้ำซอสเข้มข้น



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย

เนื้อตัดแต่งส่วนพื้นท้อง น่อง และเนื้อแดง รวมทั้งเศษเนื้อเหลือจากการตัดแต่ง และเศษเอ็น เป็นชิ้นส่วนรอง (rough cuts) ที่ทางโรงฆ่าและตัดแต่งเนื้อโคต้องการหาแนวทางการเพิ่มมูลค่าที่แตกต่างไปจากปัจจุบันที่ส่งชิ้นส่วนเหล่านั้นไปขายให้แก่ภัตตาคาร ร้านอาหาร หรือร้านก๋วยเตี๋ยว ชิ้นส่วนรองที่จำหน่ายยากส่วนใหญ่ คือ เศษเนื้อแดงที่มีเอ็น ผังผืด และไขมันปะปนกัน มีประมาณร้อยละ 4-6 ของน้ำหนักซาก และได้จากการตัดแต่งซากโคทุกสายพันธุ์ ซึ่งการพัฒนาเพิ่มมูลค่าเนื้อโคเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคเพื่อการจำหน่ายในประเทศและเพื่อการส่งออกในระดับอุตสาหกรรม จำเป็นต้องใช้วัตถุดิบที่มีปริมาณบ่อนเข้าสู่อุตสาหกรรมอย่างเพียงพอและมีคุณภาพสม่ำเสมอ การทราบข้อมูลคุณภาพวัตถุดิบของเนื้อโคแต่ละสายพันธุ์ตามสภาพความเป็นจริงของตลาดจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้สามารถหาวัตถุดิบที่เหมาะสมทดแทนกันได้

เนื้อพื้นท้องเป็นเนื้อที่มีปริมาณไขมันสูงมีเนื้อสัมผัสนุ่มปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันน้อย เสียดง่ายที่อุณหภูมิต่ำกว่าเนื้อประเภทอื่น ในการนำมาทำผลิตภัณฑ์จึงไม่จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูงหรือเวลานานมากสำหรับเนื้อน่องมีองค์ประกอบของคอลลาเจนสูงเนื่องจากมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมาก เนื้อมีความเหนียวและทนความร้อนสูงในการให้ความร้อนจึงต้องการเวลานานกว่า ส่วนเนื้อแดงก็เป็นเนื้อที่มีปริมาณโปรตีนสูงมีไขมันน้อย คุณภาพของโปรตีนดี จึงเป็นเนื้อที่มีคุณภาพดีการสูญเสียไขมันขณะทำสุกน้อยกว่าเนื้อตำแหน่งพื้นท้องและน่อง ในด้านคุณค่าทางโภชนาการเนื้อแดงและเนื้อพื้นท้องมีปริมาณคอเรสเตอรอลต่ำกว่าเนื้อน่อง เนื้อพื้นท้องจะมีกรดไขมันอิ่มตัวในสัดส่วนที่สูงและมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวประเภท PUFA ต่ำกว่าเนื้ออีกสองตำแหน่ง เนื้อทั้งสามตำแหน่งมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบ โดยเนื้อแดงจะมีปริมาณกรดอะมิโนสูงกว่าเนื้อพื้นท้องและเนื้อน่อง

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างของเนื้อโคต่างสายพันธุ์พบว่าเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ และเนื้อโคนมเพศผู้ขุนมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกัน แต่เนื้อโคนมเพศผู้ขุนจะมีปริมาณไขมันและคอลลาเจนต่ำกว่าอย่างไรก็ตามไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของลักษณะเนื้อสัมผัส โดยเนื้อแต่ละตำแหน่งจะมีความนุ่มเหนียวไม่แตกต่างกัน รวมทั้งการสูญเสียไขมันก็แตกต่างกันแสดงถึงการให้ปริมาณผลผลิตหลังกระบวนการแปรรูปอาจไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามอาจมีความแตกต่างในด้านสีของเนื้อโดยเนื้อโคนมเพศผู้ขุนจะมีสีแดงเข้มคล้ำกว่าเนื้อโคลูกผสมชาร์โรเลส์ สำหรับเศษเนื้อแดงจากโคบราห์มันมีปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่าเนื้อแดงของโคนมเพศผู้และโคลูกผสมชาร์โรเลส์เล็กน้อย แต่จะมีสีแดงเข้มน้อยกว่าความนุ่มเนื้อจะสูงกว่า และความสามารถในการอุ้มน้ำในเนื้อดีกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับเนื้อแดงของโคสองสายพันธุ์หลัง ดังนั้นในกรณีที่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปเพิ่มมูลค่า เช่น เนื้อต้นในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ปัญหาเรื่องสีของเนื้ออาจไม่ใช่ประเด็นที่น่ากังวล จึงมีความเห็นว่าสามารถใช้เนื้อวัตถุดิบจากโคทั้งสามสายพันธุ์ได้โดยเฉพาะในส่วนของเนื้อแดง สำหรับในประเด็นคุณค่าทางโภชนาการโคเนื้อขุนลูกผสมชาร์โรเลส์มีปริมาณคอเรสเตอรอลในเนื้อสูงกว่าเนื้อของโคนมเพศผู้และโคบราห์มัน กรดไขมันอิ่มตัวในเนื้อพื้นท้องและเนื้อน่องของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์จะสูงกว่าในเนื้อโคนมเพศผู้ สำหรับในส่วน of เศษเนื้อแดงโคบราห์มันจะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่า และมีกรดอะมิโนใกล้เคียงกับเนื้อน่องของโคนมเพศผู้

การที่เนื้อเค็มมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงอาจส่งผลต่อการเกิดออกซิเดชันได้ง่ายซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในขณะเก็บรักษา จึงควรมีการศึกษาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเนื้อและผลิตภัณฑ์ขณะเก็บรักษาต่อไป สำหรับเนื้อเค็มจากเนื้อโคขุนจะมีโปรตีนต่ำไขมันสูงมาก และมีความเหนียวมากเนื่องจากมีปริมาณคอลลาเจนและพังคตินเป็นส่วนใหญ่ ถ้าจะใช้ประโยชน์เป็นเนื้อชิ้นผสมในกลุ่มผลิตภัณฑ์อาจต้องใช้ความร้อนในการช่วยทำให้เนื้อนุ่มลง หรืออาจใช้ในกลุ่มผลิตภัณฑ์เนื้อบดอิมัลชัน แต่ไม่เหมาะในการใช้ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมีการเก็บรักษาเนื่องจากมีไขมันสูงและมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สูงอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรสเนื่องจากการเกิดออกซิเดชันได้

เมื่อนำเนื้อโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์และเนื้อโคนมเพศผู้ขุนส่วนพื้นท้อง น่อง และเนื้อแดง และเนื้อแดง เศษเอ็นของโคขุนมาศึกษาถึงผลของการต้มเคี่ยวให้ความร้อนก่อนที่จะนำไปตุ๋นในเครื่องฆ่าเชื้อแรงดันสูงเพื่อให้ได้ขั้นตอนการให้ความร้อนที่เหมาะสมกับเนื้อแต่ละชิ้นส่วน พบว่าการต้มเคี่ยวให้ความร้อนที่ระยะเวลา 30-90 นาที มีผลลดความเหนียวของเนื้อลงตามระยะเวลา และมีผลให้สีของเนื้อมีสีเข้มคล้ำขึ้น โดยเนื้อน่องและพื้นท้องของโคนมเพศผู้ขุนจะมีสีเนื้อหลังต้มเข้มคล้ำกว่าเนื้อแดงอย่างเห็นได้ชัดเจน อย่างไรก็ตามเมื่อนำเนื้อผ่านเข้ากระบวนการตุ๋นในเครื่องฆ่าเชื้อแรงดันสูงพบว่าเนื้อทั้งสองสายพันธุ์ในตำแหน่งเดียวกันมีสีใกล้เคียงกัน โดยเนื้อแดงจะมีสีเข้มคล้ำน้อยกว่าเนื้อส่วนอื่น แต่สำหรับเนื้อแดงและเศษเอ็นโคขุนมีสีของเนื้อหลังตุ๋นจะมีสีเนื้อที่อ่อนกว่าอย่างเห็นได้ชัดเจน การเคี่ยวเนื้อก่อนนำไปตุ๋นในเครื่องฆ่าเชื้อสำหรับเนื้อโคนมเพศผู้ขุนเพียง 30 นาทีก็เพียงพอทำให้เนื้อหลังตุ๋นมีความเหนียวลดลงเกินร้อยละ 50 โดยเฉพาะเนื้อน่องและเนื้อพื้นท้อง สำหรับเนื้อแดงการต้มเคี่ยว 90 นาที ที่อุณหภูมิ 98-99°C เพียงอย่างเดียวก็เพียงพอในการทำให้เนื้อนุ่มลง

สำหรับเนื้อจากโคขุนชาร์โรเลส์พบว่าการต้มเคี่ยวที่ระยะเวลาเกินจาก 60 นาที ไม่มีผลเพิ่มความนุ่มเนื้อทั้งสามตำแหน่ง เมื่อผ่านเข้าเครื่องฆ่าเชื้อพบว่าเนื้อมีความนุ่มที่สุดที่ระยะเวลาต้มเคี่ยวที่ 60 นาที แต่อย่างไรก็ตามความนุ่มที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระยะเวลาเคี่ยว 30 นาที และที่ระยะเวลาต้มเคี่ยวน้อยกว่าช่วยประหยัดเวลาและลดการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อในระหว่างการต้มได้ เมื่อพิจารณาเนื้อแดงจากโคขุนพบที่ระยะเวลาเคี่ยวและตุ๋นเท่ากันเนื้อจะมีความนุ่มกว่าเนื้อแดงจากโคอีกสองสายพันธุ์และระยะเวลาเคี่ยวที่เหมาะสมคืออยู่ที่เวลา 30 นาทีเช่นกัน อย่างไรก็ตามเนื้อแดงมีการสูญเสียน้ำหนักหลังต้มสูงกว่าเนื้อแดงของโคนมและชาร์โรเลส์ เมื่อนำเนื้อทุกประเภทมาศึกษาการส่งผ่านความร้อนในผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทในถุงสุญญากาศพบว่า เนื้อแดงจากเนื้อชาร์โรเลส์มีการส่งผ่านความร้อนที่ยากกว่าเนื้อโคนมและเนื้อแดง อาจเป็นผลจากปริมาณโปรตีนและไขมันที่สูงกว่าเนื้ออีกสองสายพันธุ์และความแน่นเนื้อของเนื้อหลังต้มมีค่าสูงกว่าจึงเลือกเนื้อแดงเป็นตัวแทนในการกำหนดกระบวนการให้ความร้อนเพื่อการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ในภาชนะปิดสนิทในตอนต่อไป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนในการศึกษาวิจัยนี้ เลือกเนื้อพื้นท้อง เนื้อน่อง และเนื้อแดงของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์มาพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ โดยแยกผลิตภัณฑ์เป็นสองกลุ่ม ประเภทแรกเป็นการเตรียมวัตถุดิบเนื้อโคขุนพร้อมปรุงเก็บรักษาแบบแช่แข็งแยกชิ้นส่วนเนื้อ เพื่อจำหน่ายเป็นวัตถุดิบเนื้อตุ๋นในการปรุงอาหารหลากหลายเมนู และเพื่อเป็นข้อมูลในการเตรียมวัตถุดิบเพื่อใช้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งจำเป็นต้องเตรียมเนื้อต้มเคี่ยวไว้ใช้เป็นวัตถุดิบขั้น preliminary product โดยศึกษาผลของการแช่แข็งและทำละลายสามารถต่อคุณภาพของเนื้อตุ๋น เพื่อจำลองสภาวะการขึ้นลงของ

อุณหภูมิขณะขนส่ง เก็บรักษา หรือการละลายเนื้อมาใช้และมีการเก็บแช่แข็งซ้ำเป็นต้น โดยผลการศึกษาพบว่า การแช่แข็งและทำละลายสามารถยังไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อตุ๋นในการยอมรับทางประสาทสัมผัส แต่การแช่แข็งทำละลายหลายรอบมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักผลิตภัณฑ์และเป็นการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันจึงอาจมีผลต่อการเก็บรักษาในระยะยาวได้

สำหรับผลิตภัณฑ์กลุ่มที่สองเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นพร้อมบริโภคบรรจุในภาชนะปิดสนิทชนิดถุงทนร้อน ผ่านการให้ความร้อนระดับสเตอริไรส์ในเครื่องฆ่าเชื้อแรงดันสูง Over pressure retort ซึ่งสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องได้นาน โดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สามชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อตุ๋นในน้ำเกลือ เนื้อตุ๋นในน้ำซุปรืดหอม และเนื้อตุ๋นในน้ำซอสหมัก จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลการส่งผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ทำให้ทราบ Heating profile ของผลิตภัณฑ์ จึงสามารถกำหนดเวลาที่เหมาะสมในกระบวนการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ได้ โดยผลิตภัณฑ์เนื้อตุ๋นในน้ำเกลือและน้ำซุปรืดใช้เวลาในการฆ่าเชื้อ 60 นาที ส่วนผลิตภัณฑ์ในน้ำซอสหมักใช้เวลาในการฆ่าเชื้อที่ 90 นาที มีค่าปริมาณความร้อนเทียบเท่าที่  $F_0 = 15.4 - 16.2$  นาที โดยผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยทางการค้า โดยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีคะแนนยอมรับสูงสุดในผลิตภัณฑ์ซอสหมัก ผลิตภัณฑ์ในน้ำเกลือ และน้ำซุปรืด ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์เนื้อตุ๋นทั้งสามชนิดมีการออกแบบสูตรและกระบวนการผลิต รวมทั้งการออกแบบฉลากโภชนาการที่มีข้อมูลทางโภชนาการครบทั้งสามผลิตภัณฑ์

## ผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋น

| ผลิตภัณฑ์เนื้อโคตุ๋นแช่แข็ง                                                       |                                                                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ชนิดเนื้อแดง                                                                      | ชนิดเนื้ออ่อน                                                                     | ชนิดเนื้อพื้หนัง                                                                    |
|  |  |  |

| ชื่อผลิตภัณฑ์              | ด้านหน้า                                                                            | ด้านหลัง                                                                              |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| เนื้อโคตุ๋นในน้ำซุปเห็ดหอม |  |  |
| เนื้อโคตุ๋นในน้ำเกลือ      |  |  |
| เนื้อโคตุ๋นในน้ำซอสมัสมั่น |  |  |

## เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าภายใน. 2562. ราคาสินค้าเกษตรในพื้นที่กรุงเทพฯ.

[www.dit.go.th/pricelist/shoannual\\_all.asp?pyear=2561&catalog=&product=](http://www.dit.go.th/pricelist/shoannual_all.asp?pyear=2561&catalog=&product=). เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562.

กรมปศุสัตว์. 2560. ยุทธศาสตร์กรมปศุสัตว์ พ.ศ. 2561-2565. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และศูนย์บริการวิชาการ สถาบันพัฒนาบริหารศาสตร์.

[http://www.dld.go.th/th/images/stories/about\\_us/organization\\_chart/2561/strategy\\_2561\\_2565.pdf](http://www.dld.go.th/th/images/stories/about_us/organization_chart/2561/strategy_2561_2565.pdf). เข้าถึงเมื่อ 2 มกราคม พ.ศ. 2562.

กอง บก.2557. ธุรกิจเนื้อโค. จดหมายข่าว สกว. 7(3):1-4.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ พรณิพา ศิวะพิรุฬห์เทพ. 2552. คุณค่าเนื้อโคไทย. Amarin Printing and Publishing Public Co.Ltd. กรุงเทพฯ

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ เกลิงศักดิ์ อังกูรเศรณี กนกพร ภาชีรัตน์ บัญชา สัจจาพันธ์ และสุชาติ สุขสถิต. 2555. แนวทางการพัฒนาการบริหารจัดการโคเนื้อสำหรับภาคใต้ตอนล่าง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (RDG 5420003). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพมหานคร.

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และเกลิงศักดิ์ อังกูรเศรณี. 2551. สมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากโคพื้นเมืองภาคใต้ภายใต้ระบบการเลี้ยงแบบปล่อยในจังหวัดสงขลา. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) (RDG4920021), สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพมหานคร.

เกลิงศักดิ์ อังกูรเศรณี บัญชา สมบูรณ์สุข ศศิวิมล สุขบท และ สุเทพ นิ้มสาย. 2560. ห่วงโซ่อุปทานและระบบโลจิสติกส์ของระบบ การค้าโคเนื้อระหว่างสหภาพเมียนมาร์กับประเทศไทยเพื่อส่งออกไปสาธารณรัฐประชาชนจีน มณฑลยูนนาน, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 48(ฉบับพิเศษ 2): 841-849.

ธนาพร บุญมี นิราภรณ์ ชัยวัง ญัฐพันธ์ กันธิยะ และสัณชัย จตุรสิทธา. 2560. การเปรียบเทียบสมรรถภาพการขุน คุณภาพซาก และเนื้อของโคลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองกับชาร์โรเลส์ แบ็คค แอ่งกีส และบราห์มัน. วารสารเกษตร 33(3) : 451-462.

ธีรงค์ เมฆโหรา อภิวรรณ กรมเมือง ธาณี ภาคอุทัย และเกลิงศักดิ์ อังกูรเศรณี. 2558. รายงานการศึกษาสถานการณ์การผลิตและการค้าโคเนื้อและเนื้อโคของประเทศมาเลเซีย เมียนมาร์ และกัมพูชา. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (RDG 5720051). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพมหานคร.

- นิธิยา รัตนพานนท์. 2553. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. 2556. เรื่องวิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด กระทรวงประกาศสาธารณสุข ฉบับที่ 349.
- มนิสา นวลเต็ม. 2557. โอกาสโคเนื้อไทยในอาเซียน. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์การค้าสินค้าเกษตร สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. [www.tpsoc.moc.go.th](http://www.tpsoc.moc.go.th).
- วิโรจน์ ภัทรจินดา มนต์ชัย ดวงจินดา วุฒิไกร บุญคุ้ม และวิบัณฑิตา จันทร์กิตติสกุล. 2559. รูปแบบการขุนโคขุนเพศผู้เพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูงแบบมีส่วนร่วมของเกษตรกรบ้านป่าแหว่และบ้านห้วยคา จังหวัดร้อยเอ็ด. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) (RDG5720011). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพมหานคร.
- ศิริพร กิตติการกุล จุฑาทิพย์ เฉลิมผล สุขสถิต พวงมาลัย และบัณฑิต กิตติการกุล. 2555. การศึกษาพฤติกรรมและอุปสงค์เนื้อโค และผลิตภัณฑ์เนื้อโคของผู้บริโภคในจังหวัดเชียงใหม่. ชุดโครงการ การขยายธุรกิจเนื้อโคไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
- ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. 2562. สถิติปศุสัตว์. <http://ict.dld.go.th/th2/index.php/th/report/11-report-thailand-livestock>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2562.
- สัญญา จตุรสิทธิ์. 2550. การจัดการเนื้อสัตว์. โรงพิมพ์เมือง. เชียงใหม่.
- สุชาติ สุขสถิต. 2553. ผลของเปลือกสับปะรดหมักต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองภาคใต้ขุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุริยะ สะวานนท์ คงปทุม กาญจนเสริม ภูมิพงศ์ บุญแสน ทวีพร เรืองพริ้ม และศศิธร นาคทอง. 2559. การบริหารจัดการเพื่อเพิ่มมูลค่าลูกโคขุนเพศผู้ผู้ผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพ (ระยะที่ 2). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) (RDG5820027). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักกรรมการ 1 สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา. 2560. รายงานการพิจารณาศึกษายุทธศาสตร์การส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมโคเนื้อไทยทั้งระบบ. สำนักการพิมพ์ สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา ปฏิบัติหน้าที่สำนักงานเลขาธิการสภานิติบัญญัติแห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ราคาสินค้าเกษตร. <http://oae.go.th/view/1/ราคาสินค้า/TH-TH>
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Washington, D.C. : Association of Official Analytical Chemist.
- ASTV ผู้จัดการออนไลน์. 2553. แปรรูปโคขุนสูตรต้มแซบ เพิ่มมูลค่าอาหารแช่แข็ง. สืบค้นออนไลน์



- <http://www.manager.co.th/iBizchannel/ViewNews.aspx?NewsID=9530000049076>.
- Ahn, D.U., Wolfe, F.H., and Sim, J.S. 1993. Three Methods for Determining Nonheme Iron in Turkey Meat. *J. Food Sc.* 58(2): 288-291.
- Almeida, J. C., Perassolo, M. S., Camargo, J. L., Bragagnolo, N., Gross, J. L. 2006. Fatty acid composition and cholesterol content of beef and chicken meat in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences.* 42: 109-117.
- AOCS (1998). AOCS Official methods and recommended practices of the American oil chemists society, official methods and recommended practices (5<sup>th</sup> ed.), AOCS Press, Champaign, Illinois, USA (1998).
- ASMA. 2012. Meat color measurement guidelines. American Meat Science Association. <http://www.meatscience.org>.
- Awuah, G.B., Ramaswamy, H.S., and Economides, A. 2007. Thermal processing and quality: Principles and overview. *Chem. Eng. Proc.* 46:584-602.
- Baldwin, D.E. 2012. Sous vide cooking : A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science.* 1: 15–30.
- Bacteriological Analytical Manual (BAM). 2002. Chapter 4 enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. Available from: URL: <http://www.fda.gov/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>.
- Barbosa-Canovas, G.V., Medina-Meza, I., Candogan, K. and Bermudez-Aguirre, D. 2014. Advanced retorting, Microwave assisted thermal sterilization (MATS), and pressure assisted thermal sterilization (PATs) to process meat products. *Meat Sci.* 98:420-434.
- Benjakul, S. and Bauer, F. 2001. Biochemical and physicochemical changes in Catfish (*Silurus glanis Linne*) muscle as influenced by different freeze-thaw cycles. *Food Chemistry.* 72: 207-217.
- Bergman, I. and Loxley, R. 1963. Two improved and simplified methods for the spectrophotometric determination of hydroxyproline. *Analytical Chemistry.* 35: 1961-1965.
- Bindu, J. and Srinivasa Gopal, T.K. 2008. Heat penetration characteristics of smoked tuna in oil and brine in retort pouches at different rotational speeds. *J. Food Proc. and Preserv.* 32: 231-246.

- Biswas, A.K. Sahoo, J. and Chatli, M.K. 2011. A simple UV-Vis spectrophotometric method for determination of  $\beta$ -carotene content in raw carrot, sweet potato and supplemented chicken meat nuggets. *LWT - Food Sci. and Technol.* 44:1809-1813.
- Bligh, E.D. and Dyer, W.J. 1959. A rapid of total lipid extraction and purification. *J. Biochem. Physical.* 37: 911-917.
- Bourne, M.C. 1978. Texture profile analysis. *Food Technology.* 32: 62–72.
- Brewer, M.S. 2012. Reducing the fat content in ground beef without sacrificing quality: A review.
- Chaiwang, N., Jaturasitha, S., Sringam, K., Wicke, M., and Kreuzer, M. 2015. Comparison of the meat quality of Thai indigenous upland cattle and F2-crossbreds with 75% Charolais blood proportion. *J. App. Anim. Research.*43: 196-201.
- Buege, J.A. and Aust, S.D. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* 52: 302-310.
- Chang, H., Wang, Q., Xu, X., Li, C., Huang, M., Zhou, G., and Dai, Yan. 2011. Effect of heat-induced changes of connective tissue and collagen on meat texture properties of beef Semitendinosus muscle. *Inter. J. Food Prop.*14: 381-396.
- Crouse, J. D., Koohmaraie, M. and Seideman S. D. 1991. The relationship of muscle fibre size to tenderness of beef. *Meat Sci.* 30: 295-302.
- Dahlan, I. 1985. Growth Performance, Body Conformation, Carcass Characteristics and Palatability of Kedah-Kelantan Cattle and Crosses. M. Sc. Thesis. Universiti Pertanian Malaysia, Malaysia
- Dawson, P.L., Sheldon, B.W. and Miles, J.J. 1991. Effect of aseptic processing on the texture of chicken meat. *Poultry Science.* 70: 2359-2367.
- Decker, E. A. and Welch, B. 1990. Role of ferritin as lipid oxidation catalyst in muscle food. *Journal of Agriculture Food Chemistry.* 38: 674-677.
- Devadason, P., Anjaneyulu, A.S.R., and Babji, Y. 2010. Effect of Different Binders on the Physico-Chemical, Textural, Histological, and Sensory Qualities of Retort Pouched Buffalo Meat Nuggets. *J. Food Sc.* 75:S31-S35.

- Dhanapal, K., Reddy, G.V.S., Nayak, B.B., Basu, S., Venkateshwarlu, G. and Chouksey, M.K. 2010. Quality of Ready to Serve Tilapia Fish Curry with PUFA in Retortable Pouches. J. Food Sci. 75:S348-S354.
- Dinh, T.T., Thompson, L.D., Galyean, M.L., Brooks, J.C., and Boylan, M.L. 2012. Determination of total cholesterol in meat and poultry by gas chromatography: single-laboratory validation. J. AOAC. Int. 95(2): 472-488.
- Eder, R. 1996. Pigments. In: Handbooks of Food Analysis. Vol.1, Ed., Leo M.L. Nollet. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Elmore, J. S, Mottram, D. S., Enser, M. and Wood, J. D. 1999. Effect of the Polyunsaturated Fatty Acid Composition of Beef Muscle on the Profile of Aroma Volatiles. J. Agric. Food Chem. 47: 1619–1625.
- FSIS. 2001. Draft compliance guidelines for ready-to-eat meat and poultry products. Food Safety Inspection Service: United States Department of Agriculture [http://www.fsis.usda.gov/PDF/2010-0026\\_OFR\\_Compliance\\_Guideline\\_RTE.pdf](http://www.fsis.usda.gov/PDF/2010-0026_OFR_Compliance_Guideline_RTE.pdf).
- Geileskey, A., King, R.D., Corte, D., Pinto, P. and Ledward, D.A. 1998. The kinetics of cooked meat haemoprotein formation in meat and model systems. 48: 189-199.
- Honikel, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Sci. 49: 447–457.
- Hunt, M.R., Garmyn, A.J., O’Quinn,T.G., Corbin, C.H., Legako, J.F., Rathmann,R.J. and Miller, M.F. 2014. Consumer assessment of beef palatability from four beef muscles from USDA Choice and Select graded carcasses. Meat Sci.98:1-8.
- Irshad A., Kandeepan G., Kumar S., Ashish Kumar A., Vishnuraj M. R., and Shukla V. 2012. Factors Influencing Carcass Composition of Livestock: a Review. J. Anim. Prod. Adv. 3 : 177-186.
- Jaturasitha, S., R. Norkeaw, T. Vearasilp, M. Wicke and M. Kreuzer. 2009. Carcass and meat quality of Thai native cattle fattened on Guinea grass (*Panicum maxima*) or Guinea grasslegume (*Stylosanthes guianensis*) pastures. Meat Sci. 81:155162.
- Jeong, J. Y., Kim, G. D., Yang, H. S., and Joo, S. T. 2011. Effect of freeze-thaw cycles on physicochemical properties and color stability of beef *semimembranosus* muscle. Food Research International. 44: 3222-3228.

- Jeremiah, L.E., Dugan, M.E.R., Aalhus, J.L. and Gibson L.L. 2003. Assessment of the chemical and cooking properties of the major beef muscles and muscle groups. *Meat Science*. 65: 985–992.
- Jun, S., Cox, L.J. and Huang, A. 2006. Using the flexible retort pouch to add value to agricultural products. *Food Safety and Technology*. UH-CTAHR:FST-18
- Kijowski, J.M. and Mast, M.G. 1988. Thermal Properties of Proteins in Chicken Broiler Tissues. *Journal of Food Science*. 53: 363-366.
- Kirchofer, K. S., Calkins, C. R., and Gwartney, B. L. 2002. Fiber-type composition of muscles of the beef chuck and round. *J. Anim. Sci.* 80:2872–2878.
- Korkeala, H. 1986. Determination of pH in meat. *Meat Sci.* 18: 121-132.
- Kristensen, L.,M. Therkildsen, B. M.Riis, M. T. Sorensen,N. Oksbjerg, P. Purslow, and P. Ertbjerg. 2002. Dietary induced changes of muscle growth rate in pigs: Effects on *in vivo* and post-mortem muscle proteolysis and meat quality. *J. Anim. Sci.* 80: 2862–2871.
- Lawrie, R.A. 1991. *Meat Science*. Pergamon Press, Oxford, UK.
- Legako, J.F., Brooks, J.C., O’Quinn,T.G., Hagan, T.D.J., Polkinghorne, R., Farmer, L.J., and Miller, M.F. 2015a. Consumer palatability scores and volatile beef flavor compounds of five USDA quality grades and four muscles. *Meat Sci.*100: 291-300.
- Legako, J.F., Dinh, T.T,N., Miller, M.F., and Brooks, J.C. 2015b. Effects of USDA beef quality grade and cooking on fatty acid composition of neutral and polar lipids fractions *Meat Sci.* 100: 246-255.
- Laroque, D., Inisan, C., Berger, C., Voulard, É., Dufossé, L. and Guérard, F. 2008. Kinetic study on the Maillard reaction. Consideration of sugar reactivity. *Food Chem.* 111: 1032-1042.
- Lewis, P. K., Brown, Jr. C. J., and Heck, M. C. 1977. Fiber Diameter, Sarcomere Length and Tenderness of Certain Muscles of Crossbred Beef Steers. *J. Anim. Sci.* 45: 254–260.
- Liu, A., Nishimura, T. and Takahaski, K. 1996. Relationship between structural properties of intramuscular connective tissue and toughness of various chicken skeletal muscles. *Meat Science*. 43: 43-49.

- Lorenzen, C.L., Miller, R.k., Taylor, J.F., Neely, T.R., Tatum, T.R., Wise, J.W., Buyck, M.J., Reagan, J.O. and Savell, J.W. 2003. Beef customer satisfaction: Trained sensory panel ratings and Warner-Bratzler shear force values. *J. Anim. Sci.* 81:143-149.
- Lyon, B.G. and Magee, J.B. 1984. Effects of Sodium chloride and polyphosphate pretreatments on fowl meat processed in flexible pouches. *Poultry Sci.* 63:1958-1963.
- Mallick, A.K., Srinivasa Gopal, T.K., Ravishankar, C.N., Vijayan, P.K., and Geethalakshmi, V. 2010. Changes in instrumental and sensory properties of Indian white shrimp in curry medium during report pouch processing at different  $F_0$  values. *J. Texture Studies.* 41:611-632.
- Mohan, C.O., Remya, S., Murthy, L.N., Ravishankar, C.N. and Asok Kumar, K. 2015. Effect of filling medium on cooking time and quality of canned yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). *Food Control.* 50:320-327.
- Morita, R. Y. 1975. Psychrophilic Bacteria. *Bacteriological Reviews.* 39:-144-167.
- Nade, T. 2008. Factors affecting carcass composition and simple technique for the evaluation of carcass composition in Japanese Black cattle. *Nihon Chikusan Gakkaiho* 79: 459-466.
- Neuman, R. E. and Logan, M. A. 1950. The determination of collagen and elastin in tissues. *J. Biol. Chem.* 186: 549-556.
- Nurnberg, K., Wegner, J. and Ender, K. 1998. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livestock Production Science.* 56: 145–156.
- Oujifard, A., Benjakul, S., Ahmad, M., and Seyfabadi, J. 2012. Effect of bambara groundnut protein isolate on autolysis and gel properties of surimi from threadfin bream (*Nemipterus bleekeri*). *Food Science and Technology.* 47: 261-266.
- OECD. 2016. Meat consumption. OECD Data. [online]. Retrieved 12 January 2019. <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>
- Palka, K., and Daun, N. 1999. Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine *M. semitendinosus* during heating. *Meat Sci.* 51:237-243
- Pfuhl, R., Bellmann, O., Kuhn, C., Teuscher, F., Ender, K., and Wegner, J. 2007. Beef ver dairy cattle: a comparison of feed conversion, carcass composition, and meat quality. *Arch. Tierz.* 50 : 59-70.

- Pourkhalili, A., Mirlohi, M., and Rahimi, E. 2013. Heme Iron Content in Lamb Meat Is Differentially Altered upon Boiling, Grilling, or Frying as Assessed by Four Distinct Analytical Methods. The Scientific World Journal. <https://doi.org/10.1155/2013/374030>.
- Purslow, P. P. 2018. Contribution of collagen and connective tissue to cooked meat toughness; some paradigms reviewed. Meat Sci. 144: 127-134.
- Rajkuma, V., Dushyanthan, K., and Das, A.K. 2010. Retort pouch processing of Chettinad style goat meat curry - a heritage meat product. J. Food Sci. and Technol. 47:327-329.
- Ramírez-Retamal, J. and Morales, R. 2014. Influence of breed and feeding on the main quality characteristics of sheep carcass and meat: A review. Chilean J. Agric. Res. 74(2) : <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000200015>.
- Reilly, S. and Lamkey, J.W. 1992. The use of differential scanning calorimetry to predict sarcomere length. Animal Sci. Res. Report. P.33-42.
- Samicho, Z., Ab Mutalib, S.R., and Abdullah, N. 2013. Amino acid composition of droughtmaster beef at various beef cuts. Agri. Sci. 4:61-64.
- Samicho, Z., Mutalib, S.R.A., and Abdullah, N. 2013. Amino acid composition of droughtmaster beef various beef cuts. Agricultural Sciences. 4:61-64.
- Sasaki, K., Motoyama, M. amd Mitsumoto, M. 2007. Changes in the amounts of water-soluble umami-related substances in porcine longissimus and biceps femoris muscles during moist heat cooking. Meat Science. 77: 167–172.
- 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. Meat Science. 73: 475–483.
- Suman, S.P. and Joseph, P. 2013. Myoglobin Chemistry and Meat Color. Annu. Rev. Food Sci. Technol. 4: 79-99.
- Szerman, N., Gonzalez, C.B., Sancho, A.M., Grigioni, G., Carduza. F., Vaudagna, S.R. 2007. Effect of whey protein concentrate and sodium chloride addition plus tumbling procedures on technological parameters, physical properties and visual appearance of *sous vide* cooked beef. Meat Sci. 76:463-473

- Warittitham, A., Lambertz, C., Langholz, H.-J., Wicke, M., and Gauly, M. 2010a. Assessment of beef production from Brahman x Thai and Charolais x Thai native crossbred bulls slaughtered at different weights. I. Growth performance and carcass quality. Meat Sci. 85 : 191-195.
- Warittitham, A., Lambertz, C., Langholz, H.-J., Wicke, M. and Gauly, M. 2010b. Muscle fiber characteristics and their relationship to water holding capacity of *Longissimus dorsi* muscle in Brahman and Charolais crossbred bulls. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 23: 665 – 671.
- Warriss, P. D. 2000. Meat science: An introductory text. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Wezemael, L.N., De Smet, S., Ueland, Q., and Verbeke, Wim. 2014. Relationships between sensory evaluations of beef tenderness, shear force measurements and consumer characteristics. Meat Sci. 97:310-315.
- Wu, G., cross, H. R., Gehring, K. B., Savell, J. W., Arnold, A. N., and McNeill, S. H.. 2016. Composition of free and peptide-bound amino acids in beef chuck, loin, and round cuts. J. Anim. Sci. 94: 2603–2613.
- Xiong, Y. L., Brekke, C. J., Leung, H. K.. 1987. Thermal denaturation of muscle proteins from different species and muscle types as studied by differential scanning calorimetry. Canadian Institute of Food Science and Technology J. 20: 357-362.

### บุคคลอ้างอิง

1. คุณสมร ภูผาศรี ผู้ช่วยผู้จัดการร้านโคเนื้อโพนยางคำ จำกัด. สัมภาษณ์เรื่องรูปแบบการขุนโคของสหกรณ์ฯ และปัญหาด้านการตลาดของชิ้นส่วนรองของเนื้อโค. สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 27 มกราคม พ.ศ. 2561 ที่สำนักงานร้านสหกรณ์โคเนื้อโพนยางคำ ดอนเมือง.
2. คุณเฉลิมชัย ทิพย์ค นักวิชาการ และผู้ประกอบการเนื้ออิสระ. สัมภาษณ์เรื่องการจัดการวัตถุดิบชิ้นส่วนหลักชิ้นส่วนรอง. สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2561 ที่สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ
3. คุณวันัส กาดา เป็นของวันัสฟาร์ม สัมภาษณ์เรื่องรูปแบบการขุนโคนมเพศผู้ขุน. สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2561 ที่วันัสฟาร์ม.
4. อาจารย์วิบูลย์ ไวยสุระสิงห์ เจ้าของสุระสิงห์ฟาร์ม. สัมภาษณ์เรื่องรูปแบบการขุนโคชาร์โรเลส. สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 ที่ฟาร์มสุระสิงห์ฟาร์ม.
5. คุณसानน กันรัมย์ ผู้จัดการบริษัทสไมล์บีฟ จำกัด. สัมภาษณ์เรื่องการจัดการเนื้อชิ้นส่วนรอง. สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 29 มกราคม พ.ศ. 2561 ที่บริษัทสไมล์บีฟ จำกัด.
6. คุณสิทธิพันธ์ วุฒิพรกุล เจ้าของร้านก๊วยเตี๋ยวรสดีเด็ด สามย่าน. สัมภาษณ์เรื่องการใช้เนื้อโคเพื่อทำเมนูก๊วยเตี๋ยว 29 มกราคม พ.ศ. 2561 ที่บริษัทสไมล์บีฟ จำกัด.
7. คุณสิทธิพร บุรณนัญญ์ ผู้จัดการสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด. สัมภาษณ์เรื่องปัญหาด้านการตลาดของชิ้นส่วนรองของเนื้อโค. สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ที่สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ.